



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

**Ergonomics for Sustainable
Development :
Lessons from the Past**

Penyelenggara



**Bandung,
8-9 Agustus 2024**

Didukung oleh:



**UNIVERSITAS
KATOLIK
PARAHYANGAN**



**UNIVERSITAS
KRISTEN
MARANATHA**



Buku Prosiding

Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI)

“Ergonomics for Sustainable Development: Lesson from the Past”

Penanggung Jawab:

Prof. Dr. Ir. Lilik Sudiajeng, M. Erg. (Politeknik Negeri Bali)

Dr. Ir. Thedy Yogasara, S.T., M.Eng.Sc (Universitas Katolik Parahyangan)

Tim Editor:

Dino Caesaron, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Telkom)

Khoirul Muslim, ST., M.Sc., Ph.D. (Institut Teknologi Bandung)

Ely Sarvia, S.T., M.T. (Universitas Kristen Maranatha)

Ir. Cherish Rikardo, S.Si., M.T. (Universitas Katolik Parahyangan)

Sheila Amalia Salma, S.T., M.T. (Universitas Telkom)

Tim Reviewer:

Ir. Amalia, M.T., IPM., ASEAN Eng. (Teknik Industri, Universitas Dian Nuswantoro)

Ir. Ardiyanto, Ph.D., AEP., IPM. (Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada)

Arief Rahman, S.T., M.T. (Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Ayu Nurul Haryudiniarti, S.T., M.T. (Teknik Industri, Universitas Global Jakarta)

Bayyinah Nurrul Haq, S.Sn., M.Pd. (Desain Produk Universitas Trilogi)

Dr. Caecilia Sri Wahyuning (Institut Teknologi Nasional)

Ir. Clara Theresia, S.T., M.T. (Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan)

Decy Situngkir, S.K.M, M.K.K.K. (Kesehatan Masyarakat, Universitas Esa Unggul)

Ir. Dewi Hardiningtyas, S.T., M.T., MBA. (Teknik Industri, Universitas Brawijaya)

Dino Caesaron, Ph.D. (Teknik Industri, Universitas Telkom)

Ely Sarvia, S.T., M.T. (Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha)

Etwin Fibriane Sieprapto, M.T. (Desain Produk, Politeknik Negeri Samarinda)

Ir. Fatin Saffanah Didin, S.T., M.T. (Teknik Industri, Institut Teknologi Sumatera)

Iksan Adiasa, S.T., M.T. (Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar)

Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri., S.T., M.Sc (Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin)

Dr. Indah Pratiwi, S.T., M.T (Universitas Muhammadiyah Surakarta)

Dr. Eng. Ir. Irma Nur Afiah, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. (Teknik Industri, Universitas Muslim Indonesia)

Khoirul Muslim, Ph.D. (Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung)

Linda Studiyanti, S.T., M.T. (Human Science Internasional, Kyushu University)

Dr. Ir. Muchlisson Anis, S.T., M.T (Universitas Muhammadiyah Surakarta)

apt. Nico Linggi Pongmasangka, S.Farm., M.M., M.Tr.,T., M.Farm-Ind. (Politeknik Ketenagakerjaan)

Ir. Rahmaniyah Dwi Astuti, S.T., M.T (Universitas Sebelas Maret)

Remba Yanuar Efranto, S.T., M.T., Ph.D (Universitas Brawijaya)

Rio Prasetyo Lukodono, Ph.D. (Teknik Industri, Universitas Brawijaya)

Sheila Amalia Salma, S.T., M.T. (Teknik Industri, Universitas Telkom)

Ir. Theresia Amelia Pawitra, S.T., M.Sc., M.Eng, IPU. (Teknik Industri, Universitas Mulawarman)

Ir. Triarti Saraswati, M.Eng. (Teknik Industri, Swiss German University)

Twin Yoshua R. Destyanto, Ph.D (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)

Vivin Noviatun Jannah, S.T., M.T (Universitas Diponegoro)

Dr. Wiediartini. S.E., M.T. (Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)

Winda Halim, S.T., M.T. (Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha)

Yunita Nugrahaini Safrudin, S.T., M.T. (Teknik Industri, Universitas Telkom)

Hak Cipta pada

Perhimpunan Ergonomi Indonesia

Gedung Teknik Industri Lt. 4, Universitas Brawijaya, Jl. MT Haryono 167 Malang 65145

(Up. Dewi Hardiningtyas / Sekretaris PEI)

Email: ergonomi.indonesia@gmail.com

Website: <http://www.pei.or.id/>

p-ISSN. 2088-9488

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak isi prosiding ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Penerbit. Isi Makalah diluar tanggung jawab Penerbit.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Salam sejahtera bagi kita semua,

Dengan rasa syukur yang mendalam ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, kami mempersembahkan Buku Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2024 ini. Buku Prosiding ini merupakan kumpulan karya ilmiah yang telah disajikan dalam seminar yang diselenggarakan oleh Perhimpunan Ergonomi Indonesia, bekerja sama dengan Universitas Katolik Parahyangan dan Universitas Kristen Maranatha, pada tanggal 8-10 Agustus 2024 bertempat di Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, sebagai bagian dari komitmen kami untuk terus mengembangkan dan menyebarkan ilmu ergonomi di Indonesia. Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2024 ini mengambil tema “*Ergonomics for Sustainable Development : Lessons from the Past*” untuk memahami peran ergonomi dalam pembangunan yang berkelanjutan, serta mengeksplorasi pembelajaran berharga dari masa lalu khususnya dalam pembentukan Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI).

Ergonomi adalah disiplin ilmu yang berfokus pada pemahaman interaksi antara manusia dan elemen-elemen lain dalam suatu sistem, serta profesi yang menerapkan teori, prinsip, data, dan metode untuk merancang guna mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan keseluruhan kinerja sistem. Dalam seminar ini, kami telah mengelompokkan pembahasan ke dalam lima sub tema utama yang mencakup berbagai aspek penting dalam ergonomi, yaitu ergonomi fisik (A), ergonomi kognitif (B), ergonomi lingkungan (C), ergonomi makro (D), dan ergonomi perancangan produk (E). Kami berharap bahwa buku prosiding ini tidak hanya menjadi dokumentasi ilmiah yang berharga, tetapi juga sumber inspirasi bagi para peneliti, praktisi, dan mahasiswa untuk terus mengeksplorasi dan menerapkan prinsip-prinsip ergonomi dalam berbagai bidang. Pada kegiatan ini, artikel terpilih akan direkomendasikan untuk diterbitkan dalam Jurnal Nasional terindeks SINTA: Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI) & *International Journal of Innovation in Enterprise System (IJIES)* Universitas Telkom, Jurnal Rekayasa Sistem Industri (JRSI) Universitas Parahyangan, *Journal of Integrated System (JIS)* Universitas Kristen Maranatha, Jurnal Riset Teknik Industri (JRTI) Universitas Islam Bandung, dan *Journal of Research in Industrial Engineering and Management (JRIEM)* Institut Teknologi Bandung.

Terima kasih kepada seluruh penulis, narasumber, dan panitia yang telah berkontribusi dalam kesuksesan seminar ini. Semoga kita semua dapat berkontribusi dalam menghasilkan dampak yang positif baik bagi setiap individu maupun khususnya dalam bidang keilmuan ergonomi.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Bandung, 16 Juli 2024

Tim Penyusun

KATA SAMBUTAN KETUA PEI



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Yang Kami hormati

Bapak/Ibu *Keynote Speakers*;

Bapak/Ibu/Sdr/Sdri anggota PEI di seluruh Wilayah Indonesia

Bapak/Ibu/Sdr/Sdri peserta Kongres dan Seminar Nasional PEI yang kami banggakan

Bapak/Ibu Dewan Pembina dan Pengurus PEI 2021-2024 yang kami cintai

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan YME atas segala limpahan rahmat-Nya, sehingga kita dapat hadir, berkumpul dan saling berbagi dalam acara Kongres X dan Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia tahun 2024 di Kampus Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) Bandung, 8 s.d. 10 Agustus 2024.

Saya selaku Ketua Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) dengan penuh rasa syukur dan bahagia, menyambut dan menyampaikan Selamat Datang kepada Bapak Ibu semua pada Kongres dan Seminar ini yang mengambil tema "Ergonomics for Sustainable Development: Lessons from the Past". Tema ini bukan hanya mengajak kita untuk memahami peran ergonomi dalam pembangunan yang berkelanjutan, tetapi juga mengeksplorasi pembelajaran berharga dari masa lalu.

Ergonomi bukanlah sekadar konsep teknis, tetapi juga sebuah filosofi yang menempatkan kesejahteraan manusia sebagai inti dari setiap perencanaan, implementasi, dan pengelolaan semua kegiatan dimana ada aktivitas manusia. Dalam konteks global yang dinamis dan terus berubah ini, pemahaman akan ergonomi menjadi semakin penting untuk memastikan bahwa setiap aspek pembangunan berkontribusi pada keberlanjutan, keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan, yang pada akhirnya bermuara pada peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Pada kesempatan yang berharga ini, kita memiliki kesempatan untuk mendengarkan dan mempelajari dari para pakar dan praktisi ergonomi tentang bagaimana praktik ergonomi dapat diterapkan secara efektif untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Kita dapat saling berbagi dan bertukar ilmu, hasil penelitian, dan pengalaman praktis serta pelajaran dari masa lalu yang dapat menjadi panduan berharga bagi kita semua dalam merancang masa depan yang lebih baik.

Kami seluruh Dewan Pembina dan Pengurus PEI menyampaikan terima kasih kepada Para *Keynote*

Speakers, seluruh pembicara, peserta, dan juga panitia yang telah berkontribusi secara aktif dalam penyelenggaraan Kongres dan Seminar ini. Semoga kegiatan kita selama tiga hari ini dapat menjadi wahana diskusi yang produktif dan membangun, serta menginspirasi langkah-langkah nyata dalam menerapkan ergonomi untuk pembangunan yang berkelanjutan.

Kami juga menyampaikan terima kasih kepada mitra penyelenggara kami, Rektor dan jajaran pimpinan Universitas Katolik Parahyangan, Universitas Kristen Maranatha, dan Universitas Islam Bandung yang telah berkenan berkolaborasi serta berkontribusi aktif dalam penyelenggaraan Kongres, Seminar Nasional, dan ErgoCamp PEI 2024.

Terakhir, mari kita kuatkan sinergi dan kolaborasi kita untuk menciptakan kehidupan di masa depan yang lebih baik, yang berlandaskan pada prinsip-prinsip ergonomi dan keberlanjutan.

Kami mohon maaf apabila dalam penyelenggaraan kegiatan ini ada hal yang kurang berkenan di hati.
Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Perhimpunan Ergonomi Indonesia
Ketua,

Prof. Dr. Ir. Lilik Sudiajeng, M. Erg.

KATA SAMBUTAN KOORDINATOR WILAYAH JAWA BARAT DAN KETUA PANITIA KONGRES X DAN SEMINAR NASIONAL PEI 2024



Yang kami hormati,
Pembicara Kunci;
Ketua PEI 2021-2024;
Dewan Pembina dan Pengurus PEI 2021-2024; serta
Pemakalah, Peserta, dan Tamu Undangan yang kami banggakan

Salam sejahtera untuk kita semua dan selamat datang di Bandung, Kota Kembang, *Parijs van Java*.

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselenggaranya Kongres X dan Seminar Nasional 2024 Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI). Kegiatan ini dilaksanakan berkat kerjasama antara PEI Koordinatoriat Wilayah (Korwil) Jawa Barat dengan Universitas Katolik Parahyangan (*main-host*) dan Universitas Kristen Maranatha (*co-host*). Pada waktu yang bersamaan, Kongres X dan Seminar Nasional 2024 PEI dirangkaikan dengan Ergocamp VIII sebagai hasil kolaborasi antara PEI Korwil Jawa Barat dan Universitas Islam Bandung.

Kongres X dan Seminar Nasional 2024 PEI yang diselenggarakan pada 8-10 Agustus 2024 di Gedung Pembelajaran Arntz-Geise, Universitas Katolik Parahyangan, mengusung tema "*Ergonomics for Sustainable Development: Lessons from the Past*". Tema ini mendorong semangat pembangunan yang berkelanjutan melalui penerapan ergonomi, serta meraup pelajaran berharga dari masa ke masa. Tajuk "*Lessons from the Past*", juga melambangkan napak tilas didirikannya PEI pada 10 Oktober 1987 di Bandung. Sejalan dengan tema tersebut, kegiatan ini menghadirkan para pakar akademisi dan industri sebagai pembicara kunci, yaitu Yui Hastoro, S.T., M.T. (PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia), Prof. Dr. Rosemary R. Seva (De La Salle University & International Ergonomics Association), dan Dr. Johanna Renny Octavia Hariandja, S.T., M.Sc., PDEng. (Universitas Katolik Parahyangan & Pengurus Pusat PEI) untuk berbagi ide dan pengalamannya.

Kegiatan Kongres X dan Seminar Nasional 2024 PEI menjadi wadah bagi para akademisi, praktisi, industri, dan pemerintah terkait di seluruh Indonesia untuk berjejaring, bertukar ilmu, serta meningkatkan wawasan dalam perkembangan dan penerapan ilmu ergonomi terkini. Kegiatan Kongres PEI juga bertujuan melakukan regenerasi kepemimpinan PEI melalui pemilihan Ketua Umum PEI dan

pembentukan Pengurus PEI periode 2024-2027. Hingga pertengahan Juli 2024, telah terdaftar sebanyak 61 pemakalah dan 58 peserta non-pemakalah yang berasal dari 50 institusi berbeda. Dengan luasnya ragam topik penelitian ergonomi yang dipresentasikan, diharapkan dapat membawa banyak manfaat dalam perkembangan, penyebaran, dan penerapan ergonomi untuk pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Pada kesempatan ini, kami menghaturkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang mendukung terselenggaranya Kongres X dan Seminar Nasional 2024 PEI, yaitu Ketua PEI 2021-2024, Pembina dan Pengurus PEI 2021-2024, Pembicara Kunci, Rektor Universitas Katolik Parahyangan, Kaprodi Teknik Industri Universitas Kristen Maranatha, serta segenap pemakalah dan peserta. Penghargaan yang tinggi juga disampaikan kepada Universitas Islam Bandung yang bersedia menjadi tuan rumah Ergocamp VIII. Secara khusus, terima kasih tak terhingga kepada Tim Panitia yang berasal dari berbagai Perguruan Tinggi di Jawa Barat (*Ergoers Korwil Jawa Barat*) dan perwakilan dari masing-masing Korwil lain yang telah bekerja keras dan memungkinkan kegiatan ini terwujud.

Kami juga memohon maaf bila dalam pelaksanaan kegiatan ini masih terdapat hal-hal yang kurang berkenan. Semoga semangat berkolaborasi, berbagi, dan berkontribusi melalui ergonomi dalam Kongres X dan Seminar Nasional 2024 PEI membuahakan manfaat dan kemajuan berkelanjutan demi kesejahteraan masyarakat Indonesia. *Ergonomics for a better life.*

Salam Ergonomi,

Bandung, 19 Juli 2024

Dr. Ir. Thedy Yogasara, ST, M.EngSc, IPU

DAFTAR ISI

TIM PENYUSUN	ii
KATA PENGANTAR	iii
KATA SAMBUTAN KETUA PEI.....	iv
KATA SAMBUTAN KOORDINATOR WILAYAH JAWA BARAT DAN KETUA PANITIA KONGRES X DAN SEMINAR NASIONAL PEI 2024.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
A. MAKALAH BIDANG ERGONOMI FISIK	
7908 Analisis <i>Ergonomic Risk Factor</i> (ERF) pada Pekerja Panen Buah Kelapa Sawit (<i>Elaeis Guineensis Jacq</i>)	1
7909 Risiko Gerakan Repetitif pada Proses Pengupasan Bawang.....	10
7955 Perancangan Alat Bantu Kerja Untuk Perbaikan Postur Kerja Penyikat Toilet Menggunakan Metode REBA.....	15
8012 Perbaikan Postur Kerja Pada Aktivitas <i>Sorting</i> dan <i>Grading</i> Biji Kopi dengan Merancang Fasilitas Kerja	24
8199 Hasil Pengukuran Faktor Bahaya Psikologi dengan Instrumen Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 : Studi Kasus di SMA Negeri 1 Sulang Kabupaten Rembang Jawa Tengah.....	32
8200 Evaluasi Resiko Ergonomi Postur Kerja Pekerja Pemanen Sawit di Perkebunan Besar di Kalimantan Timur dengan SNI 9011:2021	40
8201 Tingkat Signifikansi <i>Text Neck Syndrom</i> pada Mahasiswa terhadap Penggunaan <i>Smartphone</i> .	50
8209 Analisis Postur Kerja Pada Pekerja PT. SUN ENERGY Menggunakan Metode RULA, Analisis NBM dan <i>Tree Diagram</i>	60
8217 Optimisasi Desain Meja dan Kursi Kantin Berdasarkan Identifikasi Postur Kerja.....	71
8291 Evaluasi Antropometri Kursi Penenun di Rumah Tenun Tujuh Saudara di Majalaya : Studi Kasus Penenun Pria dan Penenun Wanita.....	79
8297 Risiko <i>Heat Stress</i> pada Pekerja Obesitas.....	90
8305 Identifikasi Risiko <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDS) pada Pengguna <i>E-Sport</i> dengan Menggunakan Metode <i>Nordic Body Map</i> (NBM) dan NASA-TLX	97
B. MAKALAH BIDANG ERGONOMI KOGNITIF	
7920 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Stres pada Pekerja Konstruksi Sistem Penyediaan Air Minum.....	107
7922 Modifikasi NASA TLX dengan Fuzzy AHP untuk Mengukur Beban Kerja Mental Pekerja Sektor Jasa.....	117

7983 Evaluasi Perilaku Pengendara Sepeda Motor Menggunakan <i>Motorcycle Rider Behavior Questionnaire</i>	126
7996 Hubungan Antara Kualitas Tidur dengan Prestasi Akademik Mahasiswa	135
8000 Analisis Perilaku Pengemudi Usia Muda Terkait Distraksi Berbasis Model PLS-SEM.....	141
8003 Analisis Perilaku Pengendara Motor Berdasarkan Faktor Distraksi Dengan Metode PLS-SEM	148
8010 Memahami Durasi Konsentrasi Mahasiswa: Implikasi untuk Desain Pembelajaran yang Efektif.....	156
8023 Analisis Persepsi dan Preferensi terhadap Variasi Jenis Iklan Produk	166
8024 Pengaruh Perbedaan Tipe Jalan terhadap <i>Situational Awareness</i> pada Video Mengemudi Menggunakan Sagat.....	177
8055 Pengaruh Kebiasaan Mengemudi terhadap Keterlibatan Kecelakaan pada Pengemudi Mikrotrans JakLingko Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya.....	186
8163 Pengaruh Beban Kerja Mental, Kelelahan, Kualitas Tidur, dan Tingkat Kantuk terhadap Kewaspadaan Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM) pada <i>Shift</i> Malam.....	193
8194 Perancangan Situs Web Pemasaran untuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) Menggunakan <i>Kansei Engineering</i> Dan Analisis SWOT Studi Kasus di UMKM Mimi Tea, Tasikmalaya	204
8213 Analisis Beban Kerja Mental pada Karyawan <i>Start Doffing Seksi After Treatment Nylon Filament Yarn</i> dengan Metode NASA-TLX Studi Kasus: PT Indonesia Toray Synthetics.....	214
8215 Pentingnya Penggunaan <i>Visual Cues</i> dalam Merancang Perangkat Pembelajaran Matematika untuk Siswa Tuli: Tinjauan Literatur	224
8257 Penerapan Metode <i>User Centered Design</i> dalam Merancang <i>Digital Marketing</i> Berbasis Web: Studi Kasus di UMKM Desa Sukapura, Kabupaten Bandung.....	237
8340 Analisis Faktor yang Berpengaruh terhadap Perilaku <i>Safety Riding</i> pada Mahasiswa.....	243
8355 Pengaruh Persepsi dalam Pengambilan Keputusan terhadap Penggunaan Jembatan Penyeberangan	248

C. MAKALAH BIDANG ERGONOMI LINGKUNGAN

8018 Identifikasi Risiko untuk Meningkatkan Kinerja di UMKM Tempe Kabupaten Bantul	257
8026 Analisis Potensi Bahaya Ergonomi pada Pekerja Pengasapan Ikan.....	266
8150 Implementasi <i>Single Minute Exchange Of Die (SMED)</i> untuk Meminimalkan Waktu <i>Setup</i> Produksi	276
8164 Optimalisasi Keseimbangan Lintasan Produksi Menggunakan Metode <i>Region Approach</i> dan Penilaian Postur Kerja Studi Kasus di Industri Furnitur XYZ, Kota Medan.....	285

8186	Analisa Kelelahan Kerja Operator <i>Sewing</i> dan Optimalisasi Waktu Baku dengan Metode <i>Line Balancing</i> Studi Kasus di PT. Globalindo Intimates, Kabupaten Klaten	291
8189	Mitigasi Risiko dan Bahaya Atas Keselamatan Kerja di UMKM Kaca	301
8190	Evaluasi Tingkat Risiko Ergonomi pada Pekerja Pemetik Biji Kopi di Bali.....	310
8210	Hubungan Tingkat Pengetahuan dan Sikap dengan Tindakan Pekerja dalam Implementasi <i>Job Safety Analysis</i> pada Pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT. X Denpasar	318
8220	Peluang Peningkatan Kemampuan Teknik Analisis Gerak yang Hemat Biaya dengan Memanfaatkan Pembaruan dalam Fitur Teknologi Kamera	324
8222	<i>Manual Material Handling</i> pada Proses Pengangkatan Patung Batu dengan Pendekatan Biomekanika untuk Mengurangi Risiko <i>Musculoskeletal Disorder</i>	332
8229	Pengaruh <i>Body Cooling Strategies</i> terhadap Penurunan <i>Heat Strain</i> Ketika Melakukan Aktivitas di Lingkungan Panas	338
8263	Analisis Risiko Operasional Produksi Batik dengan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) : (Studi Kasus di UMKM Batik Atiiqna Samarinda)	346
8276	Analisis Aktivitas Pekerja Fasilitas <i>Coal Handling</i> dengan Menggunakan <i>Gang Process Chart</i> pada <i>Major Overhaul</i> Unit Pembangkit	357
8309	Analisis Faktor Risiko pada Pekerja Pembuat Piranti Upakara di Desa Peliatan Ubud	367
8328	Investigasi Faktor Teknologi, Operasional, dan Lingkungan yang Mempengaruhi Risiko Kebakaran Kendaraan Listrik di Indonesia.....	376

D. MAKALAH BIDANG ERGONOMI MAKRO

7940	Evaluasi Penggunaan <i>Smartwatch</i> untuk Meningkatkan <i>Well-Being</i> Pengguna: Sebuah Tinjauan Pustaka.....	384
8002	Implementasi Aplikasi <i>Modrescript</i> Berbasis Ergonomi Total dalam Menurunkan Kelelahan Mata pada Penulisan <i>Aksara Modre</i>	394
8005	Identifikasi dan Manajemen Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Hazop Melalui Pendekatan RCA pada Unit He (<i>Heat Exchanger</i>)	401
8043	Intervensi Ergonomi pada Aplikasi Pembelajaran Basa Bali (Bali-Mobapp) Melalui Pendekatan UI/UX Dapat Meningkatkan Kenyamanan dan Hasil Belajar Mahasiswa	411
8126	Peningkatan Performansi Perusahaan Berdasarkan Kajian Ergonomi Kognitif dalam Aplikasi 14 <i>Points</i> Manajemen Strategik Edward Deming	419
8184	Pengembangan Desa Wisata Banyuanyar Boyolali Menggunakan Pendekatan <i>Macroergonomic Analysis and Design</i>	427

8191 Pendampingan Ergonomi (SHIP) dalam Pemberdayaan Masyarakat Pengembangan Wisata Konservasi.....	435
8197 Upaya Menuju Postur Aman Melalui Evaluasi <i>Baseline Risk Identification Of Ergonomic Factors</i> pada Proses Pengolahan Tempe : Studi Kasus di Tempe Barokah Tegal.....	445
8208 Peningkatan Budaya Keselamatan Berbasis Konsepsi <i>Safety-II</i> Menggunakan <i>Safety Model Canvassing</i> (SMC).....	454
8266 Evaluasi Sistem Informasi <i>Halal Food Tracer</i> untuk Meningkatkan Usabilitas Sistem Menggunakan Implementasi Model ISO 25023	464
8304 Pengukuran Entropi Budaya Organisasi dengan Menggunakan Model Barret: Studi Kasus Institut Teknologi Sepuluh Nopember.....	475
8311 <i>Socio-Culture Ergonomic</i> Berbasis TTG untuk Menunjang Kualitas Kesehatan dan Produktivitas Pekerja Pembuat <i>Jaja Sengait</i> di Desa Sading	485
8315 Implementasi Teknologi Tepat Guna Berbasis <i>Socio-Cultural Ergonomic</i> Berorientasi Kewirausahaan dan Konservasi Lingkungan Serta Kesehatan Masyarakat pada Upacara Melasti Pabejian.....	493
8316 Evaluasi Kemudahan dan Kualitas Layanan pada Aplikasi E-Health	503
8345 Analisis Perbedaan Pengetahuan, Sikap, dan Motivasi dalam Pemeriksaan Kesehatan Berkala pada Pegawai BPJS Kesehatan Cabang Kupang	521

E. MAKALAH BIDANG ERGONOMI PERANCANGAN PRODUK

7916 Desain Ulang Kursi Penumpang Kereta Api Eksekutif.....	529
8008 Perancangan dan Penerapan Alat Pelindung Diri untuk Memanjat Pohon Kelapa: Studi Kasus di IKM Kampung Gula, Borobudur.....	540
8082 Perancangan Desain Antarmuka Website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi Universitas Trisakti Menggunakan Metode <i>Double Diamond</i>	550
8198 Perbaikan Desain Kantin truk dengan <i>Kansei Engineering</i> : Studi Kasus di Institut Teknologi Bandung Kampus Jatinangor	560
8204 Analisis Perancangan Troli Perpustakaan Berdasarkan Studi Kasus di Universitas XYZ	573
8205 Perancangan Alat Bantu pada Proses Pembuatan Kerupuk dengan Pendekatan Ergonomi Pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali	583
8207 Desain <i>Product Development Process Dashboard</i> Menggunakan <i>Cognitive Ergonomics</i>	594
8211 Perancangan Jok Mobil Otomatis yang Dapat Mendeteksi Kelelahan dan Stres Pengendara Melalui Pendekatan Ergonomi.....	601
8310 Perancangan Tas Ransel <i>Dailypack</i> untuk Pekerja Berbasis Keberlanjutan Sosial.....	611

ANALISIS *ERGONOMIC RISK FACTOR (ERF)* PADA PEKERJA PANEN BUAH KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis Jacq*)

(*ERGONOMIC RISK FACTOR (ERF) ANALYSIS IN HARVEST WORKERS PALM FRUIT (Elaeis guineensis Jacq)*)

Marhani

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Email : Marhanih43@gmail.com

ABSTRAK

Para pekerja pada perkebunan kelapa sawit milik bapak Ladeppung yang bertempat di muara badak, kutai kartanegara, saat melakukan proses pemanenan buah kelapa sawit menunjukkan gerakan-gerakan tidak ergonomis yang dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal disorder pada para pekerja. Terdapat 4 aktivitas utama dalam proses pemanenan buah kelapa sawit yaitu eggrek buah, mengutip berondolan, mengumpulkan buah, dan menaikkan buah ke truk. Sehingga dilakukan penelitian untuk mengevaluasi risiko ergonomis pada pekerja pemanenan kelapa sawit di perkebunan Bapak Ladeppung dengan menggunakan kuisioner GOTRAK dan ERF yang terdapat pada SNI 9011 : 2021. Pada hasil survey GOTRAK menunjukkan bahwa setiap aktivitas proses pemanenan buah kelapa sawit menunjukkan bahwa setiap aktivitas tergolong pada tingkat resiko tinggi. Pada penilaian postur kerja dengan ERF diketahui bahwa setiap aktivitas tergolong berbahaya sehingga harus dilakukan pengendalian. Namun skor tertinggi terdapat pada kativitas mengumpulkan buah dengan skor 25.

Kata kunci: risiko ergonomi, gangguan musculoskeletal, postur kerja ,dan SNI 9011 :2021

ABSTRACT

The workers at Mr. Ladeppung's oil palm plantation in Muara Badak, Kutai Kartanegara, exhibit non-ergonomic movements during the oil palm fruit harvesting process, which could cause musculoskeletal disorders among them. There are four main activities involved in the oil palm fruit harvesting process: fruit bunch chopping, picking loose fruits, gathering fruits, and lifting fruits onto trucks. Therefore, a study was conducted to assess the ergonomic risks among the oil palm harvesting workers at Mr. Ladeppung's plantation. The assessment was done using the GOTRAK and ERF questionnaires specified in the SNI 9011:2021 standard. The GOTRAK survey results revealed that each activity in the oil palm fruit harvesting process was classified as having a high level of risk. The ERF assessment of work postures indicated that each activity was considered hazardous and required control measures. However, the highest score was recorded for the activity of gathering fruits, scoring 25.

Keywords: ergonomics risks, Musculoskeletal disorders, working posture, and SNI 9011 :2021

PENDAHULUAN

Gangguan otot tulang rangka akibat kerja (GOTRAK) merupakan gangguan pada jaringan lunak dan sistem saraf yang diakibatkan oleh pekerjaan(Harahap dan Widanarko, 2021).

Dampak dari GOTRAK yaitu dapat menyebabkan rasa sakit kronis, ketidaknyamanan, kelemahan, dan penurunan fungsi fisik (Florensia dan Widanarko, 2022). Akibat dampak tersebut dapat memengaruhi produktivitas, kualitas hidup, dan kesejahteraan pekerja.

Berdasarkan data Riskesdas tahun (2018), prevalensi penyakit muskuloskeletal di Indonesia sebesar 7,30%. Prevalensi tertinggi berdasarkan diagnosis berada di Aceh sebesar (13,3%), Bengkulu (12,1%), Bali (10,46,5%). Sedangkan untuk Kalimantan Timur berada di peringkat 10 sebesar (8,12%) (Riskesdas, 2018).

Perkebunan kelapa sawit milik bapak Ladeppung yang bertempat di desa Salo Cella, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara ini memiliki tumbuhan kelapa sawit yang telah berumur 8 tahun dengan luas tanah 7 hektar dan hasil panen kebun berkisar 7-8 ton tiap bulan atau tiap panennya. Dalam proses panennya memerlukan pekerja sebanyak 14 orang. Dengan durasi kerja atau lama proses panen 4 sampai 5 jam.

Proses pemanenan kelapa sawit dilakukan secara ber kelompok dengan 4 orang proses eggrek pelepah dan buah, 5 orang pengutip berondolan, 2 orang yang mengangkut TBS dan ke tempat pengumpulan, dan 3 orang yang

menaikkan buah ke mobil.

Survei awal pada pekerja menunjukkan terdapat gerakan tidak ergonomis pada saat proses panen sawit.

Para pekerja pada proses pemetikan ini sering mengeluhkan sakit pada leher setelah bekerja dan dibagian tangan. Pekerja pada bagian yang mengumpulkan buah kelapa sawit untuk dibawa ke tempat pengumpulan. Para pekerja pada proses pemetikan sering mengeluhkan pegal pada bagian bahu setelah bekerja. Pekerja bagian pengutipan berondolan kelapa sawit, para pekerja pada proses pengutipan berondolan sering mengeluhkan sakit pada paha karena berjongkok terlalu lama sekitar 5-6 jam dalam 1 hari kerja. Pekerja bagian meloading atau menaikkan buah kelapa sawit ke atas truk, para pekerja sering mengeluhkan sakit pada lengan dan bahu setelah bekerja karena harus mengangkat TBS ke truk.

Para pekerja pada proses pemanenan kelapa sawit seringkali terpaksa melakukan gerakan-gerakan yang kurang ergonomis, seperti membungkuk, mendongak, berjongkok, mendorong, dan mengangkat beban yang berat secara berulang-ulang dan

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi risiko ergonomis pada pekerja pemanenan kelapa sawit di perkebunan Bapak Ladeppung. Analisis GOTRAK dapat membantu untuk mengidentifikasi area dan keluhan yang rentan terhadap risiko cedera. Sedangkan ERF untuk menganalisis potensi bahaya faktor ergonomi dan mengendalikan risiko cedera pada pemanen kelapa sawit.

Apabila berdasarkan hasil pada pengukuran dengan menggunakan metode GOTRAK SNI 9011 : 2021 hasilnya menunjukkan bahwa banyak pekerja mengalami MSDS, maka perlu dilakukan analisis penyebab dari rasa nyeri tersebut. Metode yang digunakan dalam menentukan risiko ergonomi ini adalah *Ergonomi Risk Factor (ERF)* yang tercantum pada SNI 9011 : 2021.

Metode ERF secara khusus menilai dan mengukur faktor risiko ergonomi yang berkontribusi terhadap kemungkinan terjadinya cedera atau ketidaknyamanan pada pekerja. Hal ini mencakup aspek seperti kekuatan yang diperlukan untuk melakukan tugas, gerakan tubuh, posisi kerja, dan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi ergonomi. Dalam konteks petani kelapa sawit, hal ini dapat mencakup penilaian faktor risiko seperti penggunaan alat yang tidak ergonomis, beban yang terlalu berat, dan posisi kerja yang tidak nyaman. Dengan begitu, dapat dirancang strategi untuk mengurangi risiko cedera pada pekerja pemanen kelapa sawit.

METODE

Objek yang akan menjadi bahan penelitian ini terletak di perkebunan masyarakat yang terletak Desa Sallo cella, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur Kegiatan penelitian akan dilakukan selama satu bulan. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Juli 2023 - Agustus 2023.

Penelitian ini akan dilaksanakan dalam beberapa tahap, beberapa tahap yang harus dilaksanakan diantaranya adalah tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisa dan pembahasan serta tahap penutup. Pada tahap persiapan yang dilakukan adalah melakukan studi lapangan untuk mengidentifikasi masalah yang ada pada perkebunan tersebut. Kemudian dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi yang relevan terkait masalah yang ada untuk mendukung penelitian yang dilakukan.

Pada tahap studi lapangan didapatkan data bagaimana proses pemanenan buah kelapa sawit itu berlangsung yaitu proses memotong pelepah kelapa sawit, proses pemetikan kelapa sawit, proses mengutip berondolan, proses pengangkutan buah kelapa sawit ketempat pengumpulan, dan proses menaikkan buah kelapa sawit ke truk. Pada masing-masing kegiatan tersebut dilakukan survei dengan pengisian kuisioner GOTRAK untuk menentukan tingkat risiko keluhan GOTRAK.

Setelah itu dapat diidentifikasi masalah pada kegiatan tersebut, lalu dilakukan penetapan tujuan penelitian untuk menentukan tujuan dari dilakukan penelitian ini sebagai hasil yang diharapkan peneliti dalam proses penelitian ini, kemudian peneliti menetapkan batasan masalah sehingga pada proses penelitian ini bisa lebih terfokus pada tujuan yang telah dibuat.

Tahap pengumpulan data dilakukan sesuai dengan kebutuhan penelitian, yaitu peneliti melakukan observasi lapangan untuk mencari data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai.

Data primer adalah informasi yang dikumpulkan dari pengamatan dan studi di lapangan. Data sekunder adalah data yang didapatkan melalui studi literatur yang dapat dijadikan referensi.

Pada tahap ini data yang telah didapatkan dari observasi atau pengambilan data secara langsung. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data ialah dilakukan kegiatan observasi untuk melakukan pengamatan apakah dalam proses pemanenan buah kelapa sawit terdapat kegiatan yang dapat menyebabkan gangguan pada otot tulang rangka seperti kegiatan yang berulang-ulang dengan durasi yang lama. Berdasarkan observasi awal diketahui bahwa dalam proses pemanenan kelapa sawit terdapat beberapa kegiatan tidak ergonomis sehingga

dapat menyebabkan risiko ergonomi, selanjutnya dilakukan survei dengan pembagian kuisioner keluhan penilaian GOTRAK, lalu dilakukan proses pengukuran dengan menggunakan metode ERF berdasarkan data yang diambil, lalu dihitung skor hasil perhitungan apabila hasil skor lebih besar atau sama dengan 7 maka proses pemanenan kelapa sawit harus dilakukan pengendalian segera.

$$AK = F \times K \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- AK = akumulasi
- F = frekuensi
- K = tingkat keparahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkebunan kelapa sawit milik bapak Ladeppung terdapat di Kecamatan Muara Badak, Desa Salo Cella yang memiliki luas lahan 7 hektar dengan penghasilan rata-rata 7 ton/bulan. Kelapa sawit yang terdapat pada perkebunan tersebut telah berumur 8 tahun. Pada proses pemanenannya Bapak Ladeppung mempekerjakan pekerja dengan sistem upah hasil. Proses pemanenan akan dilakukan setiap 25-30 hari setelah panen. Pada perkebunan milik Bapak Ladeppung pada proses pemanenannya terdapat 14 orang pekerja. Pada aktivitas eggrek sawit 3 orang, aktivitas mengumpulkan buah 3 orang, aktivitas mengutip berondolan 4 orang, dan aktivitas menaikkan buah ke truk 4 orang. Proses pemanenan buah kelapa sawit biasanya memakan waktu 7-8 jam.

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Kuesioner GOTRAK diberikan kepada 14 orang pekerja pada setiap aktivitas pada proses pemanenan buah kelapa sawit perkebunan Bapak Ladeppung yang terdiri dari 4 aktivitas yaitu eggrek sawit, mengumpulkan buah, mengutip berondolan, dan menaikkan buah ke truk.

Tabel 1. Data rekapitulasi survei GOTRAK.

Survei	Aktivitas Kerja			
	Eggrek Sawit	Mengumpulkan Buah	Mengutip Berondolan	Menaikkkan buah ke truk
Jumlah Pekerja	3	3	4	4
Tangan Dominan				
Kanan		100%	100%	25%
Kiri				
Keduanya	100%			75%
Lama Kerja				
1-5 tahun		33%	75%	
5-10 tahun	67%	67%	25%	50%
>10 tahun	33%			50%
Kelelahan Mental				
Tidak pernah		67%	100%	
Terkadang	100%	33%		75%
Sering				
Selalu				25%
Kelelahan Fisik				
Tidak pernah				
Terkadang				
Sering	67%	100%	100%	75%
Selalu	33%			25%
Mengalami Rasa Nyeri/sakit				
Ya	100%	100%	100%	100%
Pernah Cidera				
Ya				
Tidak	100%	100%	100%	100%

Hasil Survei GOTRAK Pada Proses Pemanenan Buah Kelapa Sawit

Pada aktivitas eggrek sawit dilakukan survey dengan menggunakan GOTRAK dengan jumlah pekerja sebanyak 3 orang.

Tabel 2. Data rekapitulasi survei GOTRAK aktivitas eggrek sawit.

Segmen Tubuh	Eggrek Sawit								
	Muse			Rise			Mansa		
	F	K	AK	F	K	AK	F	K	AK
Leher	4	3	12	4	3	12	3	3	9
Siku	3	2	6	3	2	6	2	3	6
Lengan	3	2	6	3	2	6	3	3	9
Tangan	3	2	6	3	2	6	2	2	4
Paha	3	2	6	3	2	6	2	2	4
Betis	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Bahu	4	3	12	4	3	12	3	3	9
Punggung Atas	3	2	6	4	3	12	3	2	6
Punggung Bawah	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Pinggul	3	2	8	3	2	8	3	2	6
Lutut	2	2	6	1	1	1	2	2	4
Kaki	3	2	6	1	1	1	2	2	4

Diperoleh data bahwa semua pekerja pada aktivitas ini tergolong pada tingkat resiko tinggi karena ≥ 7 . Segmen tubuh yang tergolong resiko tinggi yaitu sebesar 27,8%, yang tergolong resiko sedang 55,6%, dan yang tergolong resiko rendah 16,7%.

Pada aktivitas mengumpulkan buah sawit dilakukan survey dengan menggunakan GOTRAK dengan jumlah pekerja sebanyak 3 orang.

Tabel 3. Data rekapitulasi survei GOTRAK aktivitas mengumpulkan buah.

Segmen Tubuh	Mengumpulkan Buah								
	Heri			Rustang			Ancu		
	F	K	AK	F	K	AK	F	K	AK
Leher	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Siku	2	2	4	3	2	6	3	2	6
Lengan	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Tangan	3	2	6	4	2	8	3	2	6
Paha	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Betis	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Bahu	3	3	9	2	3	6	2	3	6
Punggung Atas	3	2	9	3	3	9	3	3	9
Punggung Bawah	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Pinggul	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Lutut	2	2	4	2	2	4	1	1	1
Kaki	2	3	6	1	1	1	1	1	1

Diperoleh data bahwa semua pekerja pada aktivitas ini tergolong pada tingkat resiko tinggi karena ≥ 7 . Segmen tubuh yang tergolong resiko tinggi yaitu sebesar 19,4%, yang tergolong resiko sedang 63,9%, dan yang tergolong resiko rendah 16,7%

Pada aktivitas mengutip berondolan dilakukan survey dengan menggunakan GOTRAK dengan jumlah pekerja sebanyak 4 orang.

Tabel 4. Data survei keluhan GOTRAK aktivitas mengutip berondolan.

Segmen Tubuh	Mengutip Berondolan											
	Itani			Mustura			Tini			Fitri		
	F	K	AK	F	K	AK	F	K	AK	F	K	AK
Leher	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4
Siku	1	1	1	1	1	1	2	2	4	1	1	1

Lengan	1	1	1	2	2	4	2	2	4	1	1	1
Tangan	1	1	1	2	2	4	2	2	4	1	1	1
Paha	1	1	1	3	2	4	2	3	6	2	2	4
Betis	3	2	6	3	2	6	3	3	9	3	2	6
Bahu	2	2	4	3	2	6	2	3	6	3	2	6
Punggung Atas	3	2	6	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Punggung Bawah	3	2	6	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Pinggul	3	2	6	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Lutut	3	2	6	2	2	4	3	3	9	3	2	6
Kaki	3	2	6	2	2	4	3	2	6	3	2	6

Diperoleh data bahwa semua pekerja pada aktivitas ini tergolong pada tingkat resiko tinggi karena ≥ 7 . Segmen tubuh yang tergolong resiko tinggi yaitu sebesar 4,2%, yang tergolong risiko sedang 41,7%, dan yang tergolong resiko rendah 39,6%.

Pada aktivitas menaikkan buah ke truk dilakukan survey dengan menggunakan GOTRAK dengan jumlah pekerja sebanyak 4 orang.

Tabel 5. Data survei keluhan GOTRAK aktivitas menaikkan buah ke truk.

Segmen Tubuh	Menaikkan Buah ke Truk											
	Ariffin			Jumari			Iccang			Aterdianto		
	F	K	AK	F	K	AK	F	K	AK	F	K	AK
Leher	2	2	4	3	2	6	2	2	4	2	2	4
Siku	2	2	4	3	2	6	3	2	6	1	1	1
Lengan	4	2	8	2	2	4	3	2	6	3	2	6
Tangan	2	2	4	3	2	6	2	2	4	2	2	4
Paha	4	2	8	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Betis	4	2	8	4	2	8	3	2	6	3	2	6
Bahu	4	2	8	3	2	6	4	2	8	4	2	8
Punggung Atas	2	2	4	3	2	6	3	2	6	2	2	4
Punggung Bawah	2	2	4	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Pinggul	3	2	6	4	2	8	4	2	8	3	2	6
Lutut	2	2	4	1	1	2	3	2	6	2	2	4
Kaki	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1

Diperoleh data bahwa semua pekerja pada aktivitas ini terdapat bagian tubuh yang termasuk pada tingkat resiko tinggi karena ≥ 7 . Segmen tubuh yang tergolong resiko tinggi yaitu sebesar 18,8%, yang tergolong risiko sedang 41,7%, dan yang tergolong resiko rendah 39,6%.

Perhitungan ERF Aktivitas Eggrek Sawit

Aktivitas eggrek buah dilakukan oleh 3 orang pekerja dengan rentan waktu 5-6 jam dengan luas kebun 7 hektar. Dengan tugas masing-masing hanya meneggrek sawit.



Gambar 1. Aktivitas eggrek sawit.

Berdasarkan tabel hasil ERF pada segmen tubuh diatas diketahui bahwa pada aktivitas eggrek sawit paparan terbanyak yaitu pada tubuh bagian atas dengan skor 10. Pada aktivitas eggrek sawit pada bagian tubuh bawah dan punggung dengan skor 2.

Tabel 6. Skor Manual Handling Berdasarkan Tipenya.

Jenis Pengangkatan	Berat Beban	Skor	Keterangan
Jauh	5kg	3	-

Berdasarkan pada tabel di atas diketahui bahwa jarak dari eggrek ke tubuh pekerja ialah termasuk jarak jauh dengan beban yang di angkat yaitu berupa eggrek sekitar 5kg, maka pengangkatan ini masuk ke dalam zona hati-hati dengan poin 3.

Berdasarkan pada tabel penilaian ERF diketahui bahwa total skor untuk perhitungan langkah ke-3 adalah 5. Berdasarkan hasil perhitungan maka total skor pada proses eggrek sawit ini adalah 21, dapat disimpulkan bahwa nilai postur tubuh pada kegiatan eggrek sawit ini termasuk ke dalam kategori berbahaya dan diperlukan tindakan perbaikan secepatnya.

Perhitungan ERF Aktivitas Mengumpulkan Buah

Pada aktivitas mengumpulkan buah pekerja akan mengumpulkan buah yang telah dipanen untuk di kumpulkan di tempat pengumpulan buah.



Gambar 2. Aktivitas Mengumpulkan Buah.

Berdasarkan tabel hasil ERF pada segmen tubuh diatas diketahui bahwa pada aktivitas mengumpulkan buah yaitu pada tubuh bagian atas dengan skor 7. Pada tubuh bagian bawah dan punggung dengan skor 4.

Tabel 7. Skor Manual Handling Berdasarkan Tipenya.

Jenis Pengangkatan	Berat Beban	Skor	Keterangan
Jarak jauh	25-30kg	6	Pengangkatan dilakukan lebih dari 15 kali

Pekerja dalam 1 shift akan melakukan pengangkatan lebih dari 15 kali karena buah sawit setelah dipanen akan dikumpulkan dengan cara di angkat dengan tojok, lalu dibawa ketempat angkong berada, lalu dinaikkan ke angkong, lalu akan di dorong untuk membawa ke tempat pengumpulan. Berdasarkan pada aturan SNI 9011 : 2021 yang apabila pengangkatan dilakukan lebih dari 15 setiap shift maka langsung diberi poin 6, karena pengangkatan pada aktivitas ini dilakukan lebih dari 15 kali maka skornya 6.

Berdasarkan pada tabel penilaian ERF diketahui bahwa total skor untuk perhitungan langkah ke-3 adalah 8. Berdasarkan hasil perhitungan maka total skor pada proses eggrek sawit ini adalah 25, dapat disimpulkan bahwa nilai postur tubuh pada kegiatan menaikkan buah ke truk termasuk ke dalam kategori berbahaya dan diperlukan tindakan perbaikan secepatnya.

Perhitungan ERF Aktivitas Mengutip Berondolan

Pada aktivitas mengutip berondolan pekerja akan mengumpulkan berondolan yang berada di sekitar pohon, untuk dikumpulkan menjadi 1 di dalam karung agar nanti dapat diangkut.



Gambar 3. Aktivitas Mengutip Berondolan.

Berdasarkan tabel hasil ERF pada segmen tubuh diatas diketahui bahwa pada aktivitas mengutip berondolan yaitu pada tubuh bagian atas dengan skor 6. Pada tubuh bagian bawah dan punggung dengan skor 7.

Tabel 8. Skor Manual Handling Berdasarkan Tipenya.

Jenis Pengangkatan	Berat Beban	Skor	Keterangan
Jarak dekat	5-7kg	6	Pengangkatan dilakukan lebih dari 15 kali

Pekerja dalam 1 shift akan melakukan pengangkatan lebih dari 15 kali karena berondolan yang dikumpulkan akan ditaruh di dalam ember dengan muatan 5-7kg, lalu akan dimasukkan kedalam karung. Lalu karung tersebut akan di angkat ke tempat pengumpulan apabila telah terisi penuh. Berdasarkan pada aturan SNI 9011 : 2021 yang apabila pengangkatan dilakukan lebih dari 15 setiap shift maka langsung diberi poin 6 Berdasarkan pada tabel diatas diketahui bahwa total skor untuk perhitungan langkah ke-3 adalah 5. Berdasarkan hasil perhitungan maka total skor pada proses mengutip berondolan ini adalah 24, dapat disimpulkan bahwa nilai postur tubuh pada kegiatan mengutip berondolan termasuk ke dalam kategori berbahaya dan diperlukan tindakan perbaikan secepatnya.

Perhitungan ERF Aktivitas Menaikkan Buah ke Truk

Pada aktivitas menaikkan buah ke truk, pekerja akan bekerja dengan rentan waktu ± 2 jam, buah kemudian akan langsung dibawa ke pabrik untuk dijual.



Gambar 4. Menaikkan Buah ke Truk.

Berdasarkan tabel hasil ERF pada segmen tubuh diatas diketahui bahwa pada aktivitas menaikkan buah ke truk yaitu pada tubuh bagian atas dengan skor 9. Pada tubuh bagian bawah dan punggung dengan skor 1.

Tabel 9. Skor Manual Handling Berdasarkan Tipenya.

Jenis Pengangkatan	Berat Beban	Skor	Keterangan
Jarak jauh	25-30kg	6	Pengangkatan dilakukan lebih dari 15 kali

Pada aktivitas menaikkan buah ke truk, pengangkatan dilakukan lebih dari 15 kali dengan beban berat rata-rat 25-30kg. Berdasarkan pada aturan SNI 9011 : 2021 yang apabila pengangkatan dilakukan lebih dari 15 setiap shift maka langsung diberi poin 6, karena pengangkatan pada aktivitas ini dilakukan lebih dari 15 kali maka skornya 6.

Berdasarkan pada tabel penilaian ERF diketahui bahwa total skor untuk perhitungan langkah ke-3 adalah 5. Berdasarkan hasil dari tabel 4.16 sampai dengan tabel 4.19 maka total skor pada proses eggrek sawit ini adalah 21, dapat disimpulkan bahwa nilai postur tubuh pada kegiatan menaikkan buah ke truk termasuk ke dalam kategori berbahaya dan diperlukan tindakan perbaikan secepatnya.

Analisis hasil perhitungan dengan metode ERF

Berikut ini merupakan tabel hasil rekapitulasi dari perhitungan aktivitas pemanenan buah kelapa sawit dengan menggunakan checklist ERF yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 10. Hasil Rekapitulasi Skor Penilaian dengan Metode ERF.

Jenis	Eggrek Sawit	Mengumpulkan Buah	Mengutip Berondolan	Menaikkan Buah ke Truk
Tubuh bagian atas	11	7	6	9
Tubuh bagian bawah dan punggung	2	4	7	1
Manual Handling	8	14	11	11
Skor Total	21	25	24	21

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa setiap aktivitas memiliki nilai dengan skor total yang >7 sehingga setiap aktivitas dikatakan berbahaya dan memerlukan tindakan pengendalian.

Berdasarkan pada analisis diatas diketahui bahwa setiap aktivitas termasuk kegiatan berbahaya namun skor tertinggi terdapat pada kegiatan mengumpulkan buah yaitu 25. Hal ini dikarenakan pada pekerjaan ini pekerja akan bekerja dengan 2 kegiatan utama yaitu buah akan diangkat lalu dinaikkan ke angkong dengan berat rata-rata buah sawit yang tidak merata dan mendorong atau membawa angkong yang telah terisi buah sawit dengan berat rata-rata 100-120 kg per 1 kali angkut dengan jarak tempuh lebih dari 9 meter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, kesimpulan akan menjawab tujuan penelitian dilakukan.

Berdasarkan survei GOTRAK yang telah dilakukan maka semua pekerja untuk aktivitas proses pemanenan buah kelapa sawit terdapat keluhan MSDS. Hal ini terjadi dikarenakan postur kerja pekerja saat bekerja tidak ergonomis, terdapat gerakan *repetitif* dan beban kerja yang dirasakan yang dimana pekerja melakukan pengangkatan beban yang secara manual.

Berdasarkan pada bagian analisis dan pembahasan diketahui bahwa aktivitas dengan skor hasil dari checklist ERF diketahui terdapat pada aktivitas mengumpulkan buah maka diberikan usulan berupa re-desain dari bentuk tojok yang dimana tojok adalah alat yang digunakan untuk mengangkat buah sawit dan menaikannya ke angkong.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Bapak Ladeppung yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian di perkebunan kelapa sawit milik beliau, kepada para pekerja yang bersedia meluangkan waktunya dalam pengisian kuisisioner, dan kepada dosen pembimbing saya yaitu Ibu Theresia Pawitra dan Bapak Dharma Widada.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjanny, A., Fergusel, A. dan Siregar, D.M.S. 2019. Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Pengguna Komputer di Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Kesehatan Global*, Vol 2(1):45–51. doi: 10.33085/jkg.v2i1.4068.
- Badan Standarisasi Nasional. (2021). SNI 9011 :2021. *Pengukuran Dan Bahaya Ergonomi Di Tempat Kerja*. Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Bridger, R.S. 2003. *Introduction to Ergonomics*. London : Taylor & Francis.
- CDC (2022) *Work-Related Musculoskeletal Disorders & Ergonomics*. Available at: <https://www.cdc.gov/workplacehealthpromotion/health-strategies/musculoskeletal-disorders/index.html> (Accessed: 28 Maret 2023).
- Florensia, M. Y., & Widanarko, B. (2022). *Analisis Hubungan Faktor Fisik dan Psikososial terhadap Keluhan Gangguan Otot Tulang Rangka Akibat Kerja pada Guru SMK Negeri di Kota Pekanbaru*.
- Harahap, M. F., & Widanarko, B. (2021). *Analisis Faktor Psikososial Terhadap Gangguan Otot Tulang Rangka Akibat Kerja: A LITERATURE REVIEW*. 5(2), 749–760.
- Holder, N. L., Clark, H. A., Diblasio, D., Hughes, C. L., Scherpf, J. W., Harding, L., & Shepard, K. F. (1999). *Cause, Prevalence, and Response to Occupational Musculoskeletal Injuries Reported by Physical Therapists and Physical Therapist Assistants*. 79, 642–652. <https://academic.oup.com/ptj/article/79/7/642/2837065>
- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2015). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Jaffar, N., Abdul-Tharim, A. H., Mohd-Kamar, I. F., & Lop, N. S. (2011). A literature review of ergonomics risk factors in construction industry. *Procedia Engineering*, 20, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.142>
- Olutende, M., Kweyui, I. W., Wanzala, M., & Mse, E. (2022). Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders among Nurses in Kakamega County Kenya. *OALib*, 09(04), 1–14. <https://doi.org/10.4236/oalib.1108564>
- OSHA (2018) Identifying and Addressing Ergonomic Hazards Workbook, 3, p. 28. Available at: https://www.osha.gov/sites/default/files/2018-12/fy15_sh-27643_sh5_ErgonomicsWorkbook.pdf.
- Rachmawati, D., & Hidayat, I. M. (2019). Musculoskeletal Disorders and Its Related Factors among Workers in Circulator Loom Unit Musculoskeletal Disorders dan Faktor yang Berhubungan pada Pekerja di Unit Circulator Loom. *Occupational Safety and Health*, 8(3), 265–273.
- Susihono, W., & Prasetyo, W. (2012). Perbaikan Postur Kerja Untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Dengan Pendekatan Metode OWAS (Studi Kasus Di UD. Rizki Ragil Jaya - Kota Cilegon). *Spektrum Industri*, 10, 69–81.
- Tarwaka, H. A. Bakri, S., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta : UNIBA PRESS
- Tarwaka. (2010). *Dasar – Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja* . Solo: Harapan Press Solo
- Valentine, A., & Wisudawati, N. (2020). Analisis Postur Kerja pada Pengangkutan Buah Kelapa Sawit menggunakan Metode RULA dan REBA Analysis Of Work Posture On The Transportation Of Oil Palm Fruit Using The RULA And REBA Methods. *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri* (Vol. 2, Issue 1)

RISIKO GERAKAN REPETITIF PADA PROSES PENGUPASAN BAWANG

(Risk of Repetitive Movements in the Peeling Process)

Ni Putu Ardiyanti¹, Susy Purnawati²

¹Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Triatma Mulya

²Program Studi Magister Ergonomi Fisiologi Kerja, Pascasarjana, Universitas Udayana

Korespondensi: Ni Putu Ardiyanti, Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Triatma Mulya, Badung, Bali

E-mail: ardiyantiputu98@gmail.com

ABSTRAK

Kuliner khas Bali memiliki bumbu khas yang disebut *base genep* yang membuat masakan Bali memiliki cita rasa kaya akan rempah yang kuat dan tajam. Salah satu bahan *base genep* adalah bawang. Pada proses pembuatannya, bawang dipisahkan dari kulit dan dibersihkan terlebih dahulu sebelum digabungkan dengan bahan lainnya. Proses pengupasan bawang di industri kuliner taraf rumah tangga masih menggunakan metode konvensional atau belum menggunakan mesin pengupas. Proses ini dilakukan menggunakan pisau dan dilakukan satu persatu. Hal ini menimbulkan gerakan repetisi pada jari pekerja. Gerakan repetisi yang terus menerus dan dalam waktu yang cukup lama dapat menimbulkan *repetitive strain injuries* (RSI). Gejala yang ditimbulkan yaitu terjadi keluhan atau pegal pada otot bagian tangan. Metode penelitian yang digunakan adalah *literature review* terkait proses pengupas bawang, gerakan repetitif, CTS, kelelahan dan keluhan muskuloskeletal. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja akibat gerakan berulang pada proses pengupasan bawang putih. Hasil yang didapatkan adalah gerakan repetitif dapat meningkatkan risiko terjadinya *Carpal Tunnel Syndrome* pada pekerja bagian pengupasan. Simpulan dari penelitian ini adalah gerakan repetitif menimbulkan risiko terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja pada proses pengupasan.

Kata kunci: Gerakan Repetitif, Kecelakaan Kerja, Penyakit Akibat Kerja, dan Pengupas

ABSTRACT

Balinese culinary specialties have a special spice called base genep which makes Balinese cuisine have a rich taste of strong and sharp spices. One of base genep ingredients is onions. In the manufacturing process, the onions are separated from the skin and cleaned first before combining with the other ingredients. The process of peeling onions in the household culinary industry still uses conventional methods or does not use a peeling machine. This process is carried out using a knife and is done one by one. This causes repetitive motion in the worker's fingers. Continuous repetitive motion over a long period of time can cause repetitive strain injuries (RSI). The symptoms that arise are complaints or soreness in the muscles of the hand. The research method used was a literature review related to the onion peeling process, repetitive motion, CTS, fatigue and musculoskeletal complaints. The aim of this research is to determine the risk of accidents and occupational diseases due to repetitive motion during the garlic peeling process. The results obtained are that repetitive motion can increase the risk of Carpal Tunnel Syndrome in stripping workers. The conclusion of this research is that repetitive motion pose a risk of work accidents and occupational illnesses during the stripping process.

Keywords: Repetitive motion, Work Accidents, Occupational Illness, and Peeling

PENDAHULUAN

Kuliner Bali memiliki beberapa bumbu dasar yang khas yaitu “base genep” yang membuat makanan khas Bali memiliki rasa yang berbeda dari daerah lainnya. Bahan dari bumbu dasar terdiri dari lengkuas, jahe, kencir, bawang merah, bawang putih, kunyit, cabai besar, cabe rawit, kemiri, merica hitam, dan ketumbar. Semua bahan dicincang halus dan kemudian dicampur dengan minyak kelapa tradisional. Campuran dari semua bahan ini akan menghasilkan rasa khas yang kuat dan wangi. Penggunaan bawang merah dan bawang putih dalam membuat “base genep” memerlukan proses pengupasan kulit terlebih dahulu sebelum dihaluskan dengan bahan lain.

Proses pengupasan bawang dilakukan secara manual bagi kalangan industri rumah tangga. Kebutuhan bawang merah dan bawang putih dalam pembuatan “base genep” membuat pekerja harus mengupas bawang secara manual kurang lebih 1 kg sehari. Proses pengupasan bawang memerlukan waktu yang cukup lama dan menimbulkan aroma menyengat karena mengandung zat kimia yang dapat

menyebabkan perih pada mata (Setyawan & Upara, 2021). Pekerja pada bagian pengupasan bawang secara manual akan mengupas bawang satu demi satu sehingga pekerja melakukan gerakan yang berulang (*repetitive*).

Gerakan berulang yang terjadi pada tangan dan jari saat mengupas bawang dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan keluhan pada pekerja. *Repetitive strain injuries* (RSI) merupakan suatu kelainan akibat trauma kumulatif akibat adanya gerakan berulang secara terus menerus. Keluhan yang dapat ditimbulkan berupa rasa nyeri atau tidak nyaman pada beberapa bagian otot (Andre, 2019). Keluhan yang terus menerus terjadi pada pekerja pengupasan bawang khususnya pada bagian tangan dapat menimbulkan risiko terjadinya *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS). Hal ini dapat ditandai dengan munculnya rasa nyeri yang menjalar ke jari serta tangan, kesemutan, adanya rasa kebas, dan terjadi pelemahan pada otot jari dan tangan (Aswin, *et al*, 2022; Utami, *et al*, 2022).

Proses pengupasan bawang secara manual ini dilakukan pada posisi dan sikap kerja duduk yang monoton dalam waktu yang cukup lama. Posisi duduk saat bekerja terkadang berubah-ubah, mulai dari posisi duduk jongkok sampai posisi duduk bersila. Hal ini juga dapat menimbulkan risiko terjadi keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada pekerja pengupas bawang (Allo & Yanti, 2023; Rochmanu, *et al*, 2022; Marwanto, *et al*, 2021).

Apabila ditinjau dari permasalahan tersebut maka diperlukan adanya penelitian lebih lanjut dan intervensi ergonomi dengan tujuan menurunkan risiko terjadinya CTS, kelelahan dan keluhan muskuloskeletal pada pekerja pengupas bawang. Pertanyaan penelitian yang akan dijawab pada *literature review* ini adalah: (a) apakah gerakan repetitif menyebabkan risiko kejadian *Carpal Tunnel Syndrome* pada proses pengupasan bawang?; (b) apakah gerakan repetitif meningkatkan risiko terjadinya kelelahan pada proses pengupasan bawang?; (c) apakah gerakan repetitif meningkatkan risiko terjadinya keluhan muskuloskeletal pada proses pengupasan bawang?

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Literature Review* berupa menganalisis dan klasifikasi fakta yang dikumpulkan dalam penelitian yang dilakukan terkait risiko gerakan repetitif pada proses pengupasan bawang, CTS, kelelahan dan keluhan muskuloskeletal pada pekerja pengupas bawang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) adalah salah satu jenis *muskuloskeletal disorders*. CTS merupakan suatu kelainan akibat dari adanya penekanan saraf medianus pada terowongan karpal di pergelangan tangan. Gejala utama yang ditimbulkan dapat berupa kesemutan, rasa nyeri yang menjalar ke jari dan tangan yang dipersarafi oleh saraf medianus dan disertai dengan rasa kebas, kelemahan otot dan kaku. Penyebab terjadinya CTS berhubungan erat dengan penggunaan tangan yang dilakukan secara berulang dan berlebihan. Kejadian CTS di Indonesia belum diketahui prevalensinya sebab banyak kejadian yang tidak dilaporkan. Proses pengupasan bawang yang dilakukan secara berulang dapat meningkatkan risiko kejadian CTS pada pekerja (Utami, *et al*, 2022; ILO, 2013; Morina, *et al*, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Lisay, *et al* (2016) melaporkan bahwa keluhan CTS berhubungan dengan durasi kerja yang dilakukan oleh pekerja. Sari, *et al* (2018) melaporkan bahwa kejadian CTS disebabkan oleh faktor usia ≥ 30 tahun sebesar 40%, masa kerja ≥ 4 tahun sebesar 36%, durasi kerja ≥ 8 jam/hari sebesar 78,00%, gerakan repetitif pada bagian pergelangan tangan ≥ 30 gerakan/menit sebesar 68%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara usia, masa kerja, lama kerja dan gerakan repetitif pergelangan tangan terhadap kejadian CTS. Aprilia, *et al* (2021) melaporkan bahwa semakin banyak frekuensi gerakan repetitif yang dilakukan dalam satu durasi waktu maka keluhan kejadian CTS. Utami, *et al* (2022) melaporkan bahwa dari 40 responden, terdapat 31 orang mengalami CTS akibat

pekerjaan yang berhubungan dengan penggunaan tangan yang dilakukan secara terus menerus dengan gerakan yang monoton dan dalam waktu yang lama. Hal ini terjadi sebagai akibat inflammasi atau pembengkakan tenosinovial didalam terowongan carpal. Rosiyana & Koesyanto (2022) melaporkan bahwa terdapat hubungan antara gerakan berulang dan lama kerja terhadap gejala CTS.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa risiko terjadinya *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) pada pekerja pengupas bawang cukup tinggi akibat gerakan berulang (*repetitive*) dan monoton yang dilakukan saat pengupasan bawang serta waktu yang diperlukan cukup lama untuk proses tersebut. Risiko *Repetitive Strain Injuries* ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti menurunnya kekuatan otot pada jari dan tangan sehingga dapat menurunkan kinerja yang dapat berdampak pada produktivitas kerja pengupas bawang. Faktor utama penyebab CTS adalah dari segi karakteristik pekerjaan yang dilakukan.

Gerakan repetitif yang disertai dengan durasi kerja yang lama dapat menyebabkan pekerja lebih banyak menghabiskan waktunya untuk duduk. Pekerja pengupas bawang pada taraf industri rumah tangga terkadang hanya difasilitasi dengan kursi kecil ataupun duduk di pinggir teras, bahkan ada yang duduk di lantai sehingga membuat posisi duduk bersila. Hal ini dapat menyebabkan pekerja mudah mengalami kelelahan dengan kondisi yang monoton dan keluhan muskuloskeletal akibat fasilitas tempat duduk yang kurang sesuai sehingga posisi dan sikap duduk yang tidak fisiologis.

Penelitian yang dilakukan oleh Verawati (2016) melaporkan bahwa keadaan monoton berhubungan dengan gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja dalam melakukan aktivitas yang berulang dan kurang variasi. Marwanto, *et al* (2021) melaporkan bahwa terdapat hubungan antara sikap kerja dengan terjadinya *Low Back Pain* pada pekerja. Entianopa, *et al* (2021) melaporkan bahwa terdapat hubungan antara gerakan berulang, durasi dan sikap kerja dengan kelelahan otot pada pekerja. Rahmawati dan Dwilago, *et al* (2022) melaporkan bahwa terdapat hubungan antara keluhan muskuloskeletal dengan posisi kerja. Amlina, *et al* (2022) melaporkan bahwa sikap kerja berhubungan dengan terjadinya keluhan muskuloskeletal dengan penilaian keluhan muskuloskeletal sebesar 86,7% berada pada kategori sedang. Ardiyanti, *et al* (2022) melaporkan bahwa gerakan yang dilakukan berulang pada pergelangan tangan dapat menyebabkan peningkatan kelelahan dan keluhan muskuloskeletal. Selain itu, bekerja dalam posisi duduk yang monoton dan dilakukan dalam durasi kerja yang cukup lama dapat meningkatkan risiko keluhan pada otot. Hal ini disebabkan akibat otot tidak dapat melakukan relaksasi. Allo & Yanti (2022) melaporkan bahwa terdapat hubungan sikap kerja terhadap kelelahan kerja. Hal ini disebabkan karena melakukan posisi duduk dalam waktu yang cukup lama dengan posisi statis. Sikap kerja dalam keadaan membungkuk dan tidak menyandarkan tubuh merupakan penyebab terjadinya kelelahan bagi pekerja.

Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pekerjaan yang dilakukan secara berulang dapat menyebabkan kelelahan dan keluhan muskuloskeletal. Hal ini diperparah dengan tempat kerja yang tidak memadai seperti penggunaan kursi yang belum sesuai dengan ukuran tubuh pekerja sehingga kebanyakan pekerja mengalami posisi duduk dengan sikap kerja bersila atau selonjoran yang dapat menimbulkan posisi dan sikap tubuh paksa dan tidak alamiah. Hal ini yang akan menyebabkan pekerja mudah mengalami kelelahan dan peningkatan risiko terjadi keluhan pada otot terutama pada otot punggung. Durasi pengupasan bawang yang dilakukan cukup lama sehingga posisi duduk yang tidak alamiah ini bertahan cukup lama yang menimbulkan rasa nyeri dan pegal terutama pada bagian punggung.

KESIMPULAN

Gerakan repetisi yang dihasilkan dari proses pengupasan bawang dapat menimbulkan beberapa gangguan kesehatan yaitu risiko kejadian *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS). Kondisi ini ditambah dengan terjadinya posisi dan sikap kerja paksa yang meningkatkan kelelahan dan keluhan muskuloskeletal akibat durasi kerja yang lama dan gerakan monoton pada proses pengupasan bawang. Apabila kondisi

ini dibiarkan maka dapat meningkatkan angka kecelakaan dan penyakit akibat kerja akibat terjadinya pelemahan kekuatan gerakan motorik dan kecepatan pekerja dalam menyelesaikan tugasnya. Hal ini juga akan berdampak pada penurunan produktivitas pekerja. berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan intervensi berbasis pendekatan ergonomi seperti perbaikan alat kerja, stasiun kerja, dan pemberian peregangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan pada Program Studi Magister Ergonomi Fisiologi Kerja Pascasarjana Universitas Udayana yang telah memberikan dukungan dana pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, A.A. & Yanti, P. (2023). Hubungan antara Sikap Kerja dengan Kelelahan Kerja pada Tukang Jahit di Kecamatan Mentirotik, Toraja Utara. *Jurnal Dinamika Kesehatan Masyarakat*, 1(1), 16-21.
- Amlina, Y.R., Karim, D., & Rustam M. (2022). Hubungan Sikap Kerja dengan Keluhan Muskuloskeletal Pada Penjahit Konveksi. *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia*, 7(2):23-29.
- Andre, P. (2019). Treatment of an Upper Extremity Chronic Repetitive Strain Injury of 28 years Duration in a Professional Jazz Saxophonist using 5% Dextrose. *Cureus*, 11(2).
- Aprillia, N.P., Widjasena, B., & Suroto. (2021). Hubungan Antara Gerakan Repetitif dan Postur Kerja dengan Kejadian Carpal Tunnel Syndrome Pada Pekerja Pengupas Kulit Kelapa Manual di Pasar Tradisional se-Kota Surakarta. *JKM*, 9(6): 747-754.
- Ardiyanti, N.P., Purnawati, S., Adiputra, N., Dinata, I.M.K., & Priambadi, IG.N. (2022). Ergonomic Applications Reduce Fatigue, Musculoskeletal Complaints, Heat Radiation, and Increase Productivity of Pig Rollers. *Devotion Journal of Community Service*, 3(11):1.021-1.030.
- Aswin, B., Reskiaddin, L.O., & Halim, R. (2022). Hubungan Gerakan Repetitif Dengan Kejadian Carpal Tunnel Syndrome Pada Pekerja Pengemasan Ikan. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 11(1): 57-62.
- Dwilago, B.T., Anggraini, M.T., & Setiawan, M.R. (2022). Hubungan Gerakan Berulang dan Posisi Kerja dengan Keluhan Muskuloskeletal Disorders pada Pekerja Fillet Ikan di Kota Tegal. *Medica Arteriana*, 4(2): 90-97.
- Entianopa, Harahap, P.S., & Rahma, D. (2021). Hubungan Aktivitas Berulang, Sikap Kerja Dan Lama Kerja Dengan Keluhan Kelelahan Otot Pekerja Getah Karet. *Public Health and Safety International Journal*, 1(1): 7-11.
- International Labour Organization. (2013). *The Prevention of Occupational Disease*.
- Lisay, E.K.R., Polii, H., & Doda, V. (2016). Hubungan Durasi Kerja dengan Keluhan Carpal Tunnel Syndrome Pada Juru Ketik di Kecamatan Malalayang Kota Mando. *Jurnal Kedokteran Klinik*, 1(2), 46-52.
- Marwanto, A., Widada, A., Adeko, R., & Prasetyawati. (2021). Faktor yang berhubungan dengan Keluhan Low Back Pain(LBP) pada Pekerja PerajinBatu Bata di Kabupaten Seluma. *Jurnal Kesehatan Terpadu (Integrated Health Journal)*, 12(2): 77-84.
- Morina F., Bytyqi C., Mustafa A., & Morina G. (2012). Carpal tunnel syndrome: Diagnosis and surgical treatment. *Clinic of Orthopedics, University Clinical Center of Kosova, Prishtina, Kosova*.
- Rochmanu, A., Budiharti, N., & Hariyanto, S. (2022). Penambahan Fasilitas Kerja Dan Pemberian William's Flexion Exerciseguna Menurunkan Beban Kerja Pada Pekerja Pengupasan Bawang Di Kelurahan Kepanjen. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 5(1): 11-14.
- Rosiyana & Koesyanto, H. (2022). Hubungan Antara Gerakan Repetitif dan Lama Kerja dengan Gejala Carpal Tunnel Syndrome pada Pekerja Sektor Informal Pengelola Hasil Laut. *IJPHN*, 3(2): 231-239
- Sari, R.K. (2018) Faktor Risiko Kejadian Carpal Tunnel Syndrome (CTS) Pada Pekerja Bulu Mata Bagian Cantel (Studi di Desa Rakit Kecamatan Rakit Kabupaten Banjarnegara). Naskah Publikasi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.

- Setyawan, A.D. & Upara, N. (2021). Perancangan Mesin Kupas Bawang untuk Kebutuhan Restoran. *Seminar Nasional TEKNOKA*, 6(2021): 281-290.
- Utami, F.R., Munawarah, S., & Khairunissa, H. (2022). Hubungan Gerakan Repetitif Terhadap Kejadian Carpal Tunnel Syndrome (CTS) Pada Pemetik Daun Teh Di Pt. Mitra Kerinci Kabupaten Solok Selatan Tahun 2021. *Jurnal Fisioterapi dan Rehabilitasi*, 6(1): 42-47.
- Verawati, L. 2016. Hubungan Tingkat Kelelahan Subjektif Dengan Produktivitas Pada Tenaga Kerja Bagian Pengemasan di CV Sumber Barokah. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(1): 51-60.



KONGRES X & SEMINAR NASIONAL 2024 PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA UNTUK MEMPERBAIKI POSTUR KERJA PENYIKAT TOILET MENGGUNAKAN METODE REBA

(Design of Job Aids to Improve The Work Posture of Toilet Brushers Using the REBA Method)

Aura Maharani Puteri¹, Muhammad Justicio Ghalifaiq¹, Salfina Putri Rahmadhani¹, Syalma Syahrafina Nurachma¹, Firli Khairunnisa¹, Farell Ardani¹

¹Fakultas Rekayasa Industri, Prodi Teknik Industri, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi, Terusan Buah Batu, Bandung 40257, Indonesia

E-mail: auramptr@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas menyikat toilet merupakan salah satu kegiatan yang sering dilakukan oleh seorang cleaning service yang memiliki potensi resiko menyebabkan terjadinya Musculoskeletal Disorders (MSDs). Hal tersebut terjadi karena mayoritas postur kerja saat menyikat toilet adalah bungkuk dan adanya banyak keluhan nyeri yang terjadi. Dengan demikian perlu adanya perbaikan mengenai postur tersebut salah satunya dengan merancang alat bantu sikat toilet yang ergonomis. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan biomekanika kerja yaitu perhitungan skor Rapid Entire Body Assessment (REBA) untuk mengetahui skor resiko yang terjadi pada postur pekerja. Hasil skor REBA tersebut akan dijadikan dasar dalam perancangan sikat toilet ergonomis bernama sikat ergoclean yang dapat mengurangi potensi resiko terjadinya gangguan MSDs pada pekerja menyikat toilet di Universitas Telkom.

Kata kunci: Alat Bantu Kerja, Postur Kerja, MSDs, REBA

ABSTRACT

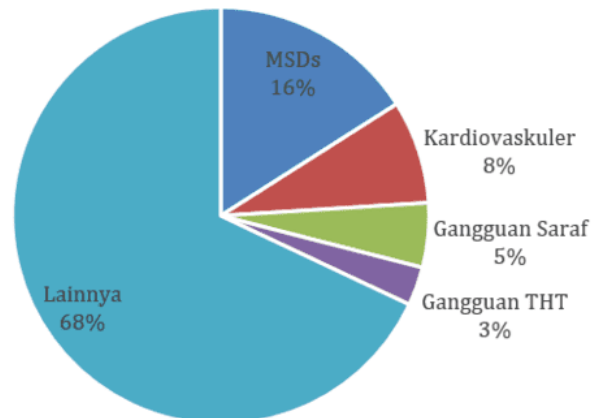
The activity of brushing toilets is one of the activities often carried out by a cleaning service which has the potential risk of causing Musculoskeletal Disorders (MSDs). This happens because most working postures when brushing toilets are bent and there are many pain complaints. Thus, there is a need to improve this posture, one of which is by designing an ergonomic toilet brush tool. This research uses a work biomechanics approach method, namely by calculating the Rapid Entire Body Assessment (REBA) score to determine the risk score that occurs in the worker's posture. The REBA score results will be used as a basis for designing an ergonomic toilet brush called Ergoclean which can reduce the potential risk of MSDs in toilet brushing workers at Telkom University.

Keywords: Job Aids, Work Posture, MSDs, REBA

PENDAHULUAN

Postur kerja manusia merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan terutama dalam melakukan aktivitas karena tidak jarang suatu aktivitas mengabaikan postur tubuh manusia sehingga dapat mengakibatkan penyakit muskuloskeletal. Menurut Umima, S (2021), gangguan *musculoskeletal* atau *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan gangguan pada fungsi normal jaringan halus yang mencakup saraf, tendon, dan otot, yang disebabkan ketika seseorang melakukan aktivitas kerja yang signifikan. Gambar 1 menunjukkan persentase penyakit yang diderita oleh pekerja di 12 kabupaten atau kota di Indonesia.

Penderita Penyakit Pada Pekerja di 12 Kabupaten atau Kota di Indonesia



Sumber: Sumiati. (2007). *Analisa Risiko Low Back Pain (LBP) pada Perawat Unit Darurat dan Ruang Operasi di RS Prikasih Jakarta Selatan*. Universitas Indonesia, Fakultas Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Universitas Indonesia

Gambar 1. Grafik Persentase Penderita Penyakit Pada Pekerja di Sebagian Besar Kota dan Kabupaten di Indonesia.

Berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan Departemen Kesehatan di sebagian besar kota dan kabupaten di Indonesia pada 9.482 pekerja ditemukan bahwa sebesar 16% pekerja menderita MSDs sebagai gangguan utamanya. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Puspitasari, N dan Arifin, A (2020) menemukan bahwa pada 408 pekerja rumah tangga di India, gangguan muskuloskeletal dilaporkan sebagai nyeri lutut (38,2%), nyeri punggung atas (31,9%), nyeri punggung bawah (27,5%), nyeri pergelangan kaki (26,0%), nyeri bahu (23,8%) dan nyeri leher (19,6%). Persentase tersebut menunjukkan bahwa MSDs termasuk ke dalam gangguan yang banyak mengancam pekerja. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya postur kerja yang tidak alamiah yang disebabkan oleh lingkungan atau metode kerja yang kurang sesuai dengan pekerja dan tidak memenuhi standar ergonomis. Gangguan ini tidak langsung muncul, tetapi berlangsung lama dan bertahap dengan gejala adanya penurunan kemampuan fisik seseorang yang kemudian menimbulkan rasa sakit pada muskuloskeletal.

Cleaning service atau petugas kebersihan merupakan pekerja bertugas untuk menjaga memberikan pelayanan kebersihan di suatu tempat seperti kantor, rumah sakit atau instansi lainnya (Nurul, 2020). Tidak jarang petugas *cleaning service* memiliki postur tubuh yang buruk saat bertugas, termasuk saat membersihkan toilet, sehingga dapat memicu gangguan MSDs. Umumnya, aktivitas membersihkan kamar mandi terdiri dari mengepel lantai, menyikat dinding dan lantai, serta menyikat toilet. Menyikat toilet merupakan salah satu aktivitas yang krusial untuk diperhatikan karena tak jarang dalam melakukan aktivitas tersebut seseorang merasakan sakit akibat postur tubuh yang kurang baik seperti bungkuk. Hal ini didukung oleh pernyataan Siregar, H.F (2022) yang mengungkapkan bahwa menyikat dengan posisi jongkok atau dengan posisi tubuh membungkuk termasuk kedalam posisi kerja yang tidak normal sehingga dapat mengakibatkan rasa sakit disekitar punggung.

Berdasarkan hasil survei awal yang telah dilakukan pada pekerja penyikat toilet di Universitas Telkom, terdapat beberapa hal yang memungkinkan timbul keluhan MSDs saat proses pekerjaannya, seperti posisi sedikit membungkuk ketika menyikat lantai, posisi sedikit membungkuk ketika membersihkan wastafel, dan posisi setengah membungkuk ketika menyikat toilet. Proses menyikat toilet dilakukan oleh 1 orang untuk 10-14 toilet perhari dengan jumlah waktu kurang lebih 1-2 jam. Adapun beberapa keluhan dari pekerja yang ditemui, seperti sakit pada daerah punggung, sakit pada kedua bahu, dan sakit pada leher. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat sikat ergonomis yang dapat memperbaiki postur tubuh pekerja saat membersihkan toilet. Alat tersebut akan memanfaatkan pendekatan biomekanika kerja untuk meminimalkan risiko gangguan MSDs.

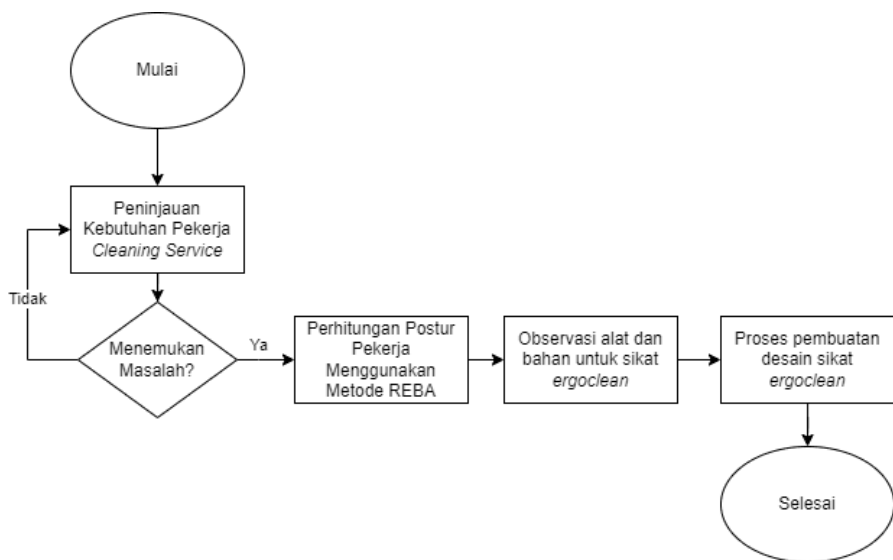


Gambar 2. Postur Tubuh Eksisting Pekerja *Cleaning Service*.

Gambar 2 menunjukkan posisi pekerja penyikat toilet pada saat melakukan aktivitas menyikat toilet. Dapat terlihat bahwa postur pekerja tersebut membungkuk dan tidak menggunakan sikat pada saat membersihkan toilet yang menyebabkan nyeri. Dengan demikian, perlu adanya perhitungan dengan metode REBA untuk mengetahui skor resiko yang terjadi. Biomekanika kerja adalah Studi mengenai interaksi pekerja dengan peralatan, mesin dan material, sehingga pekerja dapat meningkatkan performasinya dan di sisi lain dapat meminimalkan resiko cedera kerja (muskuloskeletal) (Lusi et al., 1999). Salah satu faktor dalam biomekanika kerja adalah postur dan sikap tubuh pada saat melakukan aktivitas tersebut (Andry Septianto, 2019). Dalam hal ini, pendekatan biomekanika kerja dapat diterapkan pada aktivitas menyikat toilet dengan menganalisis postur pekerja saat melakukan aktivitas menggunakan metode pengukuran REBA.

METODE

Penelitian dilakukan pada pekerja penyikat toilet yang bertugas membersihkan toilet di Universitas Telkom di Desa Sukapura, Kecamatan Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Penelitian berlangsung pada bulan Februari 2024. Gambar 3 menunjukkan alur dari penelitian ini.



Gambar 3. Diagram Alur Permasalahan.



Pengukuran postur tubuh dilakukan dengan analisis REBA. Menurut Valentine & Wisudawati (2020), *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) merupakan metode yang digunakan dalam bidang ergonomi untuk mengevaluasi posisi kerja operator yang terdiri dari postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki. Mengetahui hasil perhitungan REBA, diharapkan dapat mengetahui level risiko, memperbaiki postur pekerja, dan

meminimalkan resiko terkena MSDs pada penyikat toilet. Menurut Abdillah (2022) mengungkapkan langkah yang dapat dilakukan dalam melakukan pengukuran postur pekerja menggunakan metode REBA, meliputi: pengambilan foto posisi yang dianalisis, penilaian sudut enam bagian tubuh, mengubah data sudut menjadi klasifikasi posisi, serta penyesuaian. Analisis REBA melibatkan kategorisasi skala penilaian postur menjadi dua kelompok berbeda; kelompok A terdiri dari daerah serviks, daerah toraks, dan ekstremitas bawah, sedangkan kelompok B terdiri dari daerah brakialis, daerah antebrakial, dan daerah karpal.

Observasi alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *ergoclean* dilakukan berdasarkan hasil survei alat yang digunakan oleh penyikat toilet. Pengembangan sikat yang digunakan dilakukan dengan cara *benchmarking* produk serupa yang sudah ada di pasaran kemudian dilakukan modifikasi. Setelah melakukan peninjauan dari beberapa referensi produk yang sudah ada, peneliti melakukan desain sikat *ergoclean* menggunakan Autodesk Inventor berdasarkan data antropometri Indonesia dengan menambahkan fitur *adjustable* pada sisi tongkat sikat sehingga pengguna dapat mengatur pendek-panjang tongkat sikat, sehingga *ergoclean* juga dapat digunakan oleh penyikat toilet atau bahkan pekerja pembersih lainnya serta masyarakat yang ingin melakukan pembersihan dimanapun untuk lokasi yang berkeramik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. *Benchmarking* Penyikat Toilet.

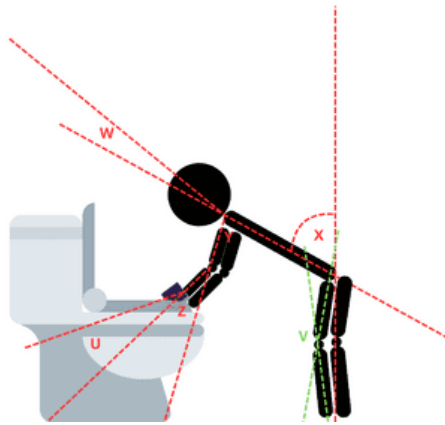
Gambar Produk Eksisting	Cara Kerja Produk
	

Sumber: <https://www.tokopedia.com/toebutisuky/sikat-pembersih-kloset-gagang-panjang-ergonomis-serbaguna-toilet-wc?src=topads>

Pada produk eksisting, diketahui bahwa sikat memiliki bentuk sedikit melengkung di bagian kepala untuk penyesuaian kenyamanan menyikat dinding bagian dalam toilet. Sikat ini sudah dirancang dengan ergonomis, tetapi masih dapat dikembangkan dari segi penggunaan panjang tiang. Tiang pada sikat eksisting dirancang agar kaku dengan ukuran panjang +/- 33 cm dan ukuran sikat +/- 12cm. Jika dijumlahkan ukuran tersebut masih tergolong pendek bagi pengguna dengan tubuh relatif tinggi dengan total panjang +/- 45 cm sehingga berpotensi bungkuk pada saat melakukan aktivitas penyikatan. Dengan demikian, pada penelitian ini, sikat akan dikembangkan dengan

cara menambahkan fitur penyesuaian panjang tiang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan pengguna dan mengurangi resiko bungkuk akibat kerja.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan pada penyikat toilet didapatkan ilustrasi postur membersihkan toilet yang terdapat pada Gambar 4.



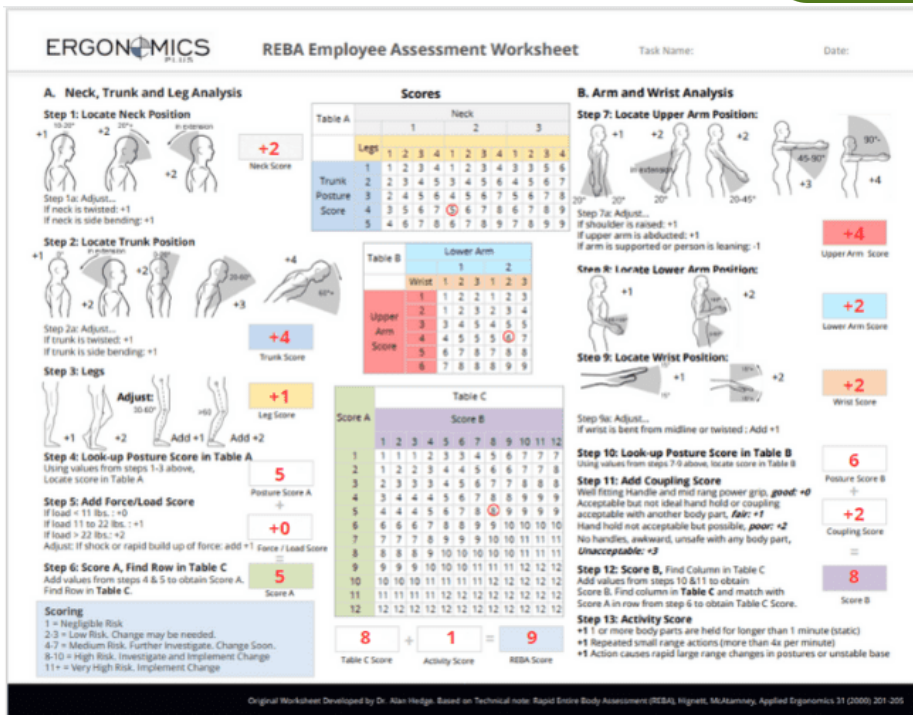
Gambar 4. Ilustrasi Postur Kerja Eksisting Tanpa Sikat *Ergoclean*.

Merujuk pada ilustrasi postur penyikat toilet, didapatkan jenis-jenis sudut yang dapat dilihat pada Tabel 2, yaitu X, Y, Z, U, V, dan W. Sudut X merupakan jenis sudut yang terbentuk untuk menghitung posisi batang tubuh. Sudut Y merupakan jenis sudut yang terbentuk untuk menghitung posisi lengan bawah. Sudut Z merupakan jenis sudut yang terbentuk untuk menghitung posisi lengan atas. Sudut U merupakan jenis sudut yang terbentuk untuk menghitung posisi pergelangan tangan. Sudut V merupakan jenis sudut yang terbentuk untuk menghitung posisi kaki. Sudut W merupakan jenis sudut yang terbentuk untuk menghitung posisi leher.

Tabel 2. Hasil Sudut Postur Eksisting Tanpa Sikat *Ergoclean*.

Jenis Sudut	Besar Sudut
X	61°
Y	83°
Z	32°
U	24° ke arah belakang tubuh
V	10°
W	10° ke arah belakang tubuh

Dengan didapatnya derajat perhitungan di atas, nilai REBA untuk postur pada kondisi eksisting dapat dicari. Perhitungan REBA dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Perhitungan REBA Pada Postur Eksisting Tanpa Sikat Ergoclean.

Berdasarkan perhitungan REBA, pada tabel A didapat skor 5, tabel B didapat skor 6 dan penyesuaian +2 karena tidak terdapat pegangan sehingga menjadi 7, dan tabel C didapat skor 8. Adanya penambahan poin +1 untuk kondisi tubuh yang statis sehingga nilai akhir skor REBA untuk kondisi eksisting ini adalah 9 yang masuk dalam kategori “High Risk, Investigate and Implement Change” atau memiliki resiko yang tinggi membutuhkan investigasi dan mengimplementasikan perubahan. Perbaikan postur tubuh penyikat toilet ketika menyikat toilet dapat diperbaiki dengan cara merancang sikat yang ergonomis agar postur tubuh tidak bungkuk dan dapat mengurangi potensi resiko terjadinya gangguan MSDs pada pekerja.



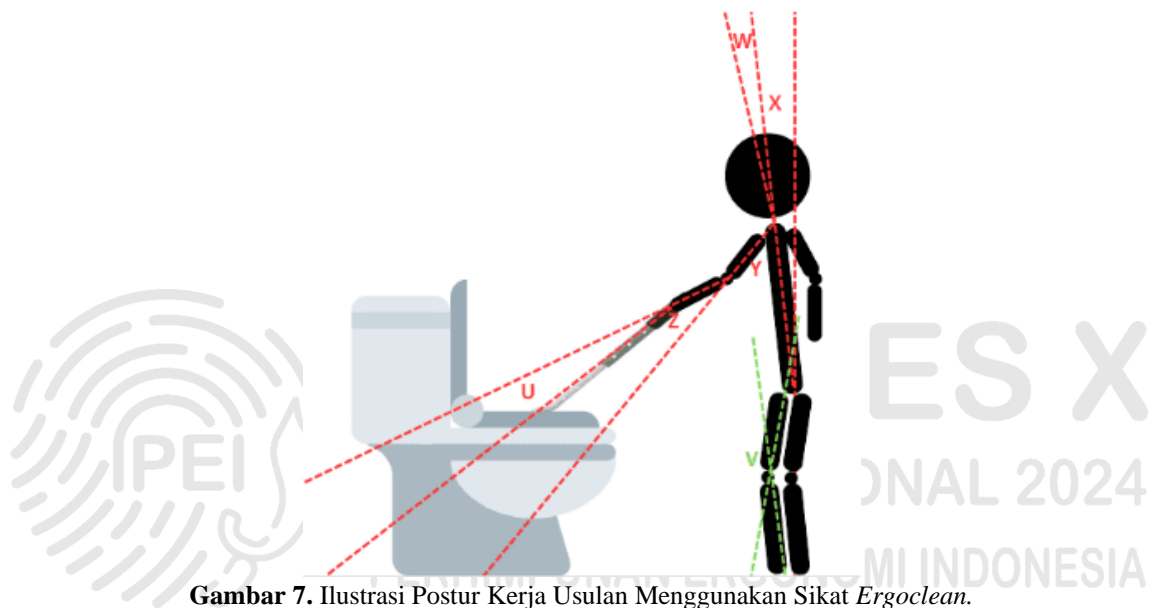
Gambar 6. Desain Sikat Ergoclean.

Sikat Ergoclean merupakan suatu sikat pembersih toilet yang dirancang dengan pendekatan metode REBA agar dapat memperbaiki postur tubuh yang bungkuk ketika membersihkan toilet. Ukuran Ergoclean dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna (adjustable) dengan ukuran maksimal 100 x 12 x 4,5 cm sehingga pengguna dapat nyaman ketika menggunakannya. Sikat Ergoclean dirancang agar melengkung pada ujung tiangnya agar memudahkan pembersihan dinding toilet yang sulit dijangkau tanpa perlu dengan postur yang bungkuk. Alat ini memiliki gagang berbahan karet yang tidak akan membuat licin. Perancangan alat ini berdasarkan data antropometri orang dewasa berusia 18-40 tahun di Indonesia. Berikut merupakan tabel data antropometri yang digunakan untuk merancang desain sikat Ergoclean.

Tabel 3. Data Antropometri dan Persentil yang Digunakan.

Dimensi	Persentil		
	5 th	50 th	95 th
Panjang rentang tangan ke depan	54,19	70,22	86,25
Panjang tangan	14,61	18,01	21,41
Lebar tangan	5,38	10,4	15,42

Data antropometri panjang rentang tangan ke depan digunakan untuk merancang panjang tiang sikat Ergoclean yang dapat disesuaikan (*adjustable*) sehingga menggunakan persentil 5th dan 95th. Selanjutnya panjang tangan dan lebar tangan menggunakan persentil 50th untuk merancang gagang sikat agar nyaman digunakan oleh rata-rata pekerja.

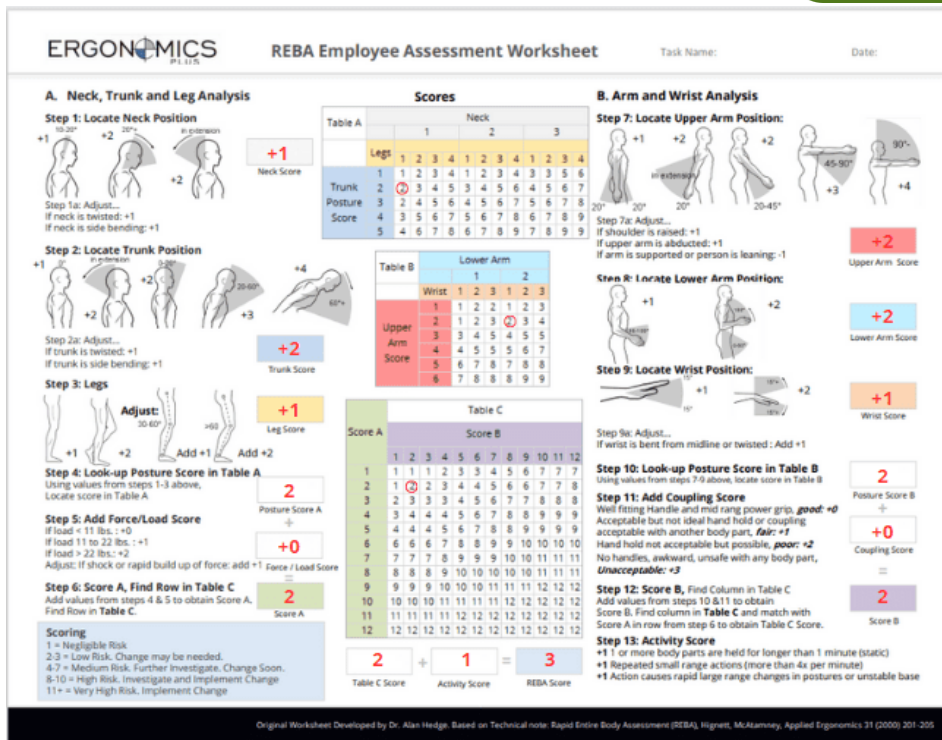


Gambar 7. Ilustrasi Postur Kerja Usulan Menggunakan Sikat Ergoclean.

Gambar 7 menunjukkan ilustrasi postur pekerja setelah menggunakan Sikat Ergoclean. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui derajat perhitungan yang dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil Sudut Postur Usulan Menggunakan Sikat Ergoclean.

Jenis Sudut	Besar Sudut
X	6°
Y	45°
Z	24°
U	10° ke arah depan tubuh
V	10°
W	6° ke arah depan tubuh



Gambar 8. Hasil Perhitungan REBA Pada Postur Usulan Menggunakan Sikat Ergoclean.

Berdasarkan perhitungan REBA pada Gambar 8, pada tabel A didapat skor 2 dengan penyesuaian +0, tabel B didapat skor 2 dengan penyesuaian +0 karena sudah terdapat pegangan yang sesuai sehingga skor menjadi 2, dan tabel C didapat skor 2. Adanya penambahan poin +1 untuk kondisi aktivitas yang berulang sehingga nilai akhir skor REBA untuk kondisi eksisting ini adalah 3 yang masuk dalam kategori “Low Risk, Change may be needed” atau memiliki resiko rendah dan perubahan mungkin dibutuhkan. Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode REBA (Kusuma 2020; Restuputri et al. 2017; Basuki & Narto 2020) menunjukkan bahwa penggunaan metode ini menghasilkan usulan perbaikan postur kerja dengan skor yang minim dan perancangan yang ergonomis dengan skor perbaikan pada rentang 2 hingga 3. Berdasarkan perhitungan skor REBA pada kondisi usulan dapat diketahui bahwa penggunaan sikat Ergoclean dapat memperbaiki postur kerja pekerja ketika membersihkan toilet sehingga potensi terjadinya MSDs kecil terhadap pekerja. Perancangan desain sikat Ergoclean memiliki kontribusi dalam memperkaya desain sikat pembersih toilet yang ergonomis.

KESIMPULAN

Aktivitas menyikat toilet merupakan salah satu kegiatan yang sering dilakukan oleh seorang cleaning service yang memiliki potensi resiko menyebabkan terjadinya Musculoskeletal Disorders (MSDs). Berdasarkan observasi dan perhitungan skor REBA pada pekerja yang melakukan aktivitas menyikat toilet di Universitas Telkom, diketahui bahwa aktivitas tersebut memiliki potensi resiko yang tinggi dan membutuhkan perubahan pada postur tersebut. Dengan demikian perlu ada suatu rancangan usulan agar potensi resiko tersebut dapat diminimumkan. Salah satu solusi yang dikaji oleh peneliti adalah dengan memberikan rancangan usulan menggunakan sikat toilet yang ergonomis dapat meminimalkan potensi terjadinya MSDs.

Sikat Ergoclean merupakan suatu sikat pembersih toilet yang dirancang dengan pendekatan metode REBA agar dapat memperbaiki postur tubuh yang bungkuk ketika membersihkan toilet. Ukuran Ergoclean dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna (adjustable) dengan ukuran maksimal 100 x 12 x 4,5 cm sehingga pengguna dapat nyaman ketika menggunakannya. Sikat Ergoclean dirancang agar melengkung pada ujung tiangnya agar memudahkan pembersihan dinding toilet yang sulit dijangkau tanpa perlu dengan postur yang bungkuk. Alat ini memiliki gagang berbahan karet yang tidak akan membuat licin.

Berdasarkan perhitungan REBA pada ilustrasi postur pekerja menggunakan sikat Ergoclean dalam menyikat toilet, diketahui bahwa potensi resiko menurun secara signifikan menjadi resiko rendah dan mungkin dibutuhkan perubahan. Hal ini menandakan bahwa rancangan alat usulan berupa sikat ergonomis ini dapat mengurangi resiko

terjadinya MSDs pada postur pekerja karena pekerja tidak diharuskan membungkuk ketika membersihkan dinding toilet yang sulit dijangkau. Perancangan desain sikat *Ergoclean* memiliki kontribusi dalam memperkaya desain sikat pembersih toilet yang ergonomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibuat untuk membantu para pekerja dan pembaca agar mengetahui potensi resiko terjadinya MSDs pada aktivitas menyikat toilet. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pekerja penyikat toilet yang telah bersedia menjadi responden dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada Dino Caesaron atas bimbingan dan masukan yang sangat berharga sepanjang proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andy, S., (2019). Analisa Biomekanika Kerja dan Lingkungan Fisik Kerja Terhadap Kepuasan Kerja Pegawai. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*. 2(1), 52.Z
- Antropometri Indonesia. (n.d.). Rekap data antropometri indonesia. Retrieved from <https://antropometriindonesia.org>. [26 April 2024]
- DEPKES. (2005). Profil masalah kesehatan tahun 2005. Retrieved from: www.depkes.go.id
- Hignett, S & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- Lusi, S., Hilma, R. Z., Beery, Y. (2015). *Pengantar Ergonomi Industri*. Andalas University Press, 18 hlm.
- Nurul, S. C. (2020). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Obesitas Sentral Pada Petugas Keamanan dan Kebersihan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Tahun 2020*. Skripsi. Sekolah Sarjana Universtias Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 73 hlm.
- Puspitasari, N & Arifin, A. (2020). *Edukasi Kesehatan Kerja: Updaya Promotif dan Preventif Muskuloskeletal Disorder (MSDs) Pada Prakerja Batik Tulis di Kelompok Batik Suka Maju*. *Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 100.
- Septianto, A. (2019). Analisa Biomekanika Kerja dan Lingkungan Fisik Kerja Terhadap Kepuasan Kerja Pegawai, *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 2(1), 52-60.
- Siregar, H. F. (2021). Desain Sikat Lantai Multifungsi dengan Gagang. *Jurnal Narada*, 8, 114.
- Sumiati. (2007). *Analisa Risiko Low Back Pain (LBP) pada Perawat Unit Darurat dan Ruang Operasi di RS. Prikasih Jakarta Selatan*. Skripsi. Sekolah Pascasarjana Universitas Indonesia. Depok. 56 hlm.
- Tunang, I. P. et al. (2022). Gangguan Muskuloskeletal Akibat Kerja: Epidemiologi, Faktor Risiko, Gejala Klinis, Tatalaksana dan Pencegahan *jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 9 (2), 109.
- Umima, S. (2021). *Faktor yang Berhubungan Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders Pekerja Laundry di Percut Sei Tuan*. Skripsi. Sekolah Pascasarjana Universitas Islam Negeri. Medan. 111 hlm.
- Wardani, A. T. & Mutazam, A. (2023). Analisis Faktor Resiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) Dengan Metode Nordic Body Map (NBM) dan REBA Pada Petugas Cleaning Service di RSU Permata Hati Semarang, *ADVANCES in Social Humanities Research*, 1(1), 43-51.

PERBAIKAN POSTUR KERJA PADA AKTIVITAS *SORTING* DAN *GRADING* BIJI KOPI DENGAN MERANCANG FASILITAS KERJA

Improvement Work Posture in Sorting and Grading Coffee Beans

Chandra Dewi Kurnianingtyas¹, Rosalia Kartika Dewi², Twin Yoshua R Destyanto³

¹Universitas Atma Jaya Yogyakarta

²Universitas Atma Jaya Yogyakarta

³Universitas Atma Jaya Yogyakarta

E-mail: chandra.dewi@uajv.ac.id

ABSTRAK

Industri kecil Temanggoeng Coffee merupakan suatu industri kecil yang mengolah biji kopi mentah menjadi bubuk kopi. Buah kopi yang diterima harus memenuhi standar pengolahan biji kopi, yaitu matang sempurna (merah cerry), tidak busuk, dan tidak ada tangkai/daun/kotoran yang ikut terolah. Salah satu tahapan pengolahan buah kopi adalah pengecekan, pemilihan / sortasi, dan grading untuk menghasilkan ukuran yang seragam dan sesuai standar pengolahan biji kopi. Pada tahapan sortasi, pemilihan buah kopi yang utuh, tidak pecah, tidak berlubang, tidak ada buah hitam, dan tidak ada kotoran (tangkai, kerikil, daun, dll). Pengolahan kopi memasuki tahap penyangraian/roasting yang menentukan pembentukan cita rasa kopi. Pada aktivitas pengolahan biji kopi, aktivitas yang mempunyai risiko cedera muskoleletal di bagian sorting dan grading. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan postur kerja pada aktivitas sorting dan grading pengolahan biji kopi dengan merancang fasilitas kerja. Pekerja mengalami keluhan muskoleletal di bagian leher atas, leher bawah, pinggang, bokong, dan pantat. Metode penelitian yang digunakan untuk penilaian dengan *Assessment of Repetitive Task Tool (ART Tool)* dan wawancara dengan kuesioner *Nordic Body Map*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja di UMKM Temanggoeng Coffee mempunyai risiko tinggi mengalami keluhan muskuloskeletal. erbaikan postur kerja perlu dilakukan dengan merancang fasilitas kerja untuk aktivitas sorting dan grading biji kopi. Perancangan fasilitas kerja dengan menggunakan software CATIA. Hasil penilaian postur kerja sebelum dilakukan perbaikan dengan menggunakan ART TOOL didapat bahwa, risiko yang paling tinggi sebesar 12. Nilai skor 12 memberikan risiko sedang. Investigasi lebih lanjut diperlukan untuk mengurangi risiko cedera muskuloskeletal. Usaha untuk mengurangi risiko dengan merancang fasilitas kerja untuk aktivitas sorting grading. Setelah dilakukan perbaikan postur kerja dengan memberikan usulan alat sorting grading maka penilaian postur kerja menjadi berkurang (nilai tujuh)

Kata kunci: Postur kerja, *sorting*, *grading*

ABSTRACT

Temanggoeng Coffee small industry is a small industry that processes raw coffee beans into coffee powder. The coffee fruit received must meet coffee bean processing standards, namely perfectly ripe (cherry red), not rotten, and no stalks/leaves/dirt involved in the processing. One of the stages of coffee fruit processing is checking, selecting/sorting, and grading to produce a uniform size and according to coffee bean processing standards. At the sorting stage, select coffee berries that are whole, not broken, not hollow, without black fruit, and without dirt (stems, gravel, leaves, etc.). Coffee processing enters the roasting stage which determines the formation of coffee flavor. In coffee bean processing activities, activities that have a risk of musculoskeletal injury are in the sorting and grading sections. This research aims to improve work posture in sorting and grading coffee bean processing activities. Workers experience musculoletal complaints in the upper neck, lower neck, waist, and buttocks. The research method used for assessment with Assessment of Repetitive Task Tool (ART Tool) and interviews with questionnaires Nordic Body Map. The research results show that workers at Temanggoeng Coffee MSMEs have a high risk of experiencing musculoskeletal complaints. Improving work posture needs to be done by designing work facilities for sorting and grading coffee beans. Design of work facilities using CATIA software. The results of the work posture assessment before improvements were carried out using ART TOOL showed that the highest risk was 12. The exposure score is 12. It is medium level. Further investigation is needed to reduce the risk of musculoskeletal injury. Efforts to reduce the risk of injury by designing work facilities for sorting and grading activities. After work posture improvements were carried out by providing a sorting grading tool, the work posture assessment was reduced (value 7).

Keywords: work posture, *sorting*, *grading*

PENDAHULUAN

Temanggoeng Coffee merupakan salah satu industri kopi skala UMKM yang berlokasi di Dusun Karangkulon, Desa Gunungpayung, Kecamatan Candiroto, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah. Berawal dari melihat keprihatinan harga kopi ditingkat petani yang tergolong rendah. Keinginan untuk mulai membuat industri

pengolahan kopi skala rumah tangga mulai dari panen *greenbean* hingga menjadi kopi siap saji. *Added value* penting dilakukan untuk meningkatkan perekonomian petani kopi. Tujuan penelitian ini adalah memperbaiki postur kerja dengan merancang fasilitas kerja.

Proses pengolahan kopi Temanggung dimulai dengan penerimaan bahan baku dari kebun sendiri dan petani kopi lokal. Buah kopi yang diterima harus memenuhi standar pengolahan biji kopi, yaitu matang sempurna (merah cerry), tidak busuk, dan tidak ada tangkai/daun/kotoran yang ikut terolah. Salah satu tahapan pengolahan buah kopi adalah pengecekan, pemilihan / sortasi, dan grading untuk menghasilkan ukuran yang seragam dan sesuai standar pengolahan biji kopi. Pada tahapan sortasi, pemilihan buah kopi yang utuh, tidak pecah, tidak berlubang, tidak ada buah hitam, dan tidak ada kotoran (tangkai, kerikil, daun, dll). Pengolahan kopi memasuki tahap penyangraian/roasting yang menentukan pembentukan cita rasa kopi. Pada proses pengolahan biji kopi, terutama pada tahapan penyangraian memastikan biji matang sempurna rata dari dalam dan luar, seragam, dan tidak gosong berasa arang. Level hasil proses penyangraian atau *roasting* dapat dikelompokkan menjadi *light*, *medium*, *dark*. Setelah disangrai, kopi dikemas dalam berbagai ukuran (100gr, 250gr, dan 1kg) untuk kopi bubuk, dan karung 100kg untuk kopi beras/*greenbean* dan *roasted bean*.

UMKM Temanggung Coffee menghasilkan berbagai produk kopi berkualitas tinggi, mulai dari kopi beras/*green bean*, kopi sangrai/*roasted bean*, hingga kopi bubuk. Kopi beras adalah biji kopi yang telah dihilangkan kulit arinya dan siap untuk disangrai. Kopi sangrai adalah kopi beras yang telah melalui proses *roasting* dan memiliki berbagai tingkat kematangan, seperti *light*, *medium*, dan *dark*. Kopi bubuk adalah kopi sangrai yang telah digiling menjadi bubuk halus dan siap untuk diseduh. UMKM Temanggung Coffee menawarkan produk kopi berkualitas tinggi dengan cita rasa yang khas dan aroma yang memikat. Konsumen dapat memilih produk kopi yang sesuai dengan selera dan kebutuhan mereka.

Salah satu tahap penting dalam pengolahan kopi adalah proses sortasi dan grading. Pada tahap ini, biji kopi dipilah berdasarkan ukuran, warna, dan kualitasnya. Proses ini dilakukan secara manual oleh pekerja, sehingga membutuhkan ketelitian dan ketepatan yang tinggi. Proses kerja ini memberikan risiko cedera muskuloskeletal.

Pada aktivitas sorting dan grading, dilakukan secara duduk di lantai. Aktivitas sorting dan grading dilakukan dengan duduk dan pekerja melakukan gerakan berulang dalam waktu lama dengan postur kerja membungkuk. Hal ini dapat menyebabkan keluhan muskulokeletal, serta meningkatkan risiko cedera. Pekerja harus fokus dan teliti dalam memilah biji kopi berdasarkan ukuran, warna, dan kualitasnya. Hal ini dapat menyebabkan kelelahan mata dan leher. Aktivitas sorting dan grading dilakukan secara manual. Postur kerja yang tidak nyaman di tahap Sortasi dan Grading dapat menyebabkan berbagai masalah bagi pekerja, seperti kelelahan fisik, nyeri otot dan sendi, penurunan produktivitas, dan meningkatkan risiko kesalahan atau ketidakteelitian saat sorting dan grading.

Kondisi kerja yang tidak nyaman dapat berdampak pada kelelahan dan cedera pada pekerja sehingga dapat menurunkan produktivitas dan efisiensi kerja. Selain itu kesalahan dalam proses Sortasi dan Grading dapat menurunkan kualitas produk kopi. Tujuan penelitian ini melakukan perbaikan postur kerja pada aktivitas sortation dan grading biji kopi.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pekerja industri kopi memiliki risiko tinggi mengalami MSDs. Sebuah penelitian di Brasil menemukan bahwa 70% pekerja industri kopi mengalami nyeri punggung bawah (Cruz et al., 2020). Penelitian lain di Indonesia menemukan bahwa 65% pekerja industri kopi mengalami nyeri leher (Kusuma, 2016). Penelitian terkait MSDs pada pekerja industri kopi telah menunjukkan prevalensi yang cukup tinggi. Sebuah studi di Brasil menemukan 70% pekerja kopi mengalami keluhan MSDs, dengan keluhan terbanyak pada punggung, leher, dan bahu (Cruz et al., 2014). Studi lain di Indonesia menunjukkan prevalensi MSDs pada pekerja kopi lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja di industri lain (Yulianti et al., 2018). Beberapa penelitian telah menunjukkan hubungan antara pekerjaan Sortasi dan Grading biji kopi dengan keluhan muskuloskeletal. Sebuah studi di Brasil menemukan bahwa pekerja sortasi kopi memiliki prevalensi yang lebih tinggi dari sakit punggung dan leher dibandingkan dengan pekerja di industri lain (Björklund et al., 2014). Studi lain di Indonesia menemukan bahwa pekerja grading kopi memiliki prevalensi yang lebih tinggi dari sakit bahu dan lutut dibandingkan dengan pekerja di industri lain (Van der et al., 2017). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan Sortasi dan Grading biji kopi dapat meningkatkan risiko MSDs pada pekerja. Sebuah penelitian di Indonesia menemukan bahwa pekerja Sortasi dan Grading biji kopi memiliki prevalensi MSDs yang lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja di departemen lain (Nuraini, 2020). Penelitian lain di Brasil menemukan bahwa pekerja sortasi dan grading biji kopi memiliki risiko MSDs yang lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja di industri lain (Silvia et al., 2018). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan Sortasi dan Grading biji kopi dapat berisiko terhadap kesehatan muskuloskeletal. Sebuah penelitian di Brasil menemukan bahwa pekerja sortasi kopi memiliki prevalensi nyeri punggung yang lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja lain (Ambar et al., 2018).

METODE

Penelitian dilakukan di UMKM Temanggoeng Coffee. Jumlah pekerja di bagian sorting grading 5 orang. Setiap hari pekerja melakukan aktivitas sorting dan grading selama 6 jam. Bila permintaan meningkat maka akan dilakukan lembur di hari Minggu.

Keluhan muskuloskeletal diteliti dengan menggunakan kuesioner Nordic Body Map. Para pekerja di bagian sorting dan grading diminta untuk mengisi kuesioner. Pengisian kuesioner Nordic Body Map dengan didampingi oleh peneliti supaya tidak terjadi kesalahan pengisian. Keluhan muskuloskeletal yang dirasakan di bagian atau area tubuh. Pekerja menuliskan keluhan yang dialaminya mulai tidak sakit, agak sakit, sakit maupun sangat sakit.

Metode yang digunakan untuk menilai postur kerja dengan metode Art tools. Tujuan penggunaan ART TOOL adalah untuk mengidentifikasi risiko yang signifikan dan kemudian mengurangi tingkat risiko dalam pekerjaannya. Metode ini untuk menilai beberapa faktor risiko umum dalam pekerjaan berulang yang berkontribusi terhadap perkembangan gangguan ekstremitas atas. Setelah mengevaluasi postur kerja maka dilakukan rancangan perbaikan terkait dengan pekerjaan yang dilakukan.

ART TOOL paling sesuai untuk pekerjaan yang melibatkan tindakan anggota tubuh bagian atas. Pekerja yang diulangi setiap beberapa menit, atau bahkan lebih sering, dan terjadi setidaknya 1-2 jam per hari atau shift. Pekerjaan-pekerjaan tersebut biasanya ditemukan dalam pekerjaan perakitan, produksi, pemrosesan, pengemasan, pengepakan dan penyortiran. ART terdiri dari tiga bagian yaitu panduan penilaian – yang memberikan informasi rinci tentang cara menggunakan alat ini, faktor risiko dan kriteria penilaian. Diagram alir – ini memberikan gambaran umum tentang proses penilaian. Formulir uraian pekerjaan dan lembar penilaian – ini menyediakan tempat untuk mencatat informasi tentang tugas serta temuan penilaian. Penilaian dibagi menjadi empat tahap: Tahap A: Frekuensi dan pengulangan gerakan; Tahap B: Kekuatan; Tahap C: Postur canggung; Tahap D: Faktor tambahan.. Setiap tahapan harus mengikuti diagram alur dan atau panduan penilaian untuk menentukan tingkat risiko pada setiap faktor risiko. Tingkat risiko diklasifikasikan dengan warna dan notasi huruf. G = HIJAU Tingkat risiko rendah. A = KUNING Tingkat risiko sedang. R = MERAH Tingkat risiko tinggi

Skor tugas dan skor paparan membantu memprioritaskan tugas-tugas yang memerlukan perhatian paling mendesak dan membantu memeriksa efektivitas perbaikan apa pun. Warna yang diberikan pada faktor risiko akan membantu mengidentifikasi fokus tindakan pengurangan risiko. UMKM Temanggung Coffee mempunyai 5 pekerja di bagian sortasi dan grading. Wawancara dengan para pekerja ini diharapkan dapat memberikan informasi yang mendalam tentang kondisi kerja, postur tubuh, dan keluhan muskuloskeletal yang mereka alami selama proses Sortasi dan Grading kopi. Dari proses pengambilan data yang telah dilakukan melalui proses wawancara dan mengisi lembar kuesioner, Berdasarkan hasil wawancara kepada para pekerja, kemudian dilakukan pengisian kuesioner Nordic Body Map untuk mengidentifikasi posisi bagian tubuh yang menjadi keluhan ketika melakukan proses Sortasi dan Grading dalam durasi waktu yang relative lama.

Setelah postur kerja dinilai dengan menggunakan ART TOOL, maka usaha untuk melakukan perbaikan postur kerjanya dengan merancang sebuah fasilitas kerja. Rancangan fasilitas kerja ini dilakukan dengan menggunakan *software* CATIA. Simulasi rancangan fasilitas kerja yang diusulkan sebagai perbaikan risiko cedera muskuloskeletal. Setelah disimulasikan fasilitas kerjanya kemudian menilai postur kerja dengan fasilitas kerja hasil perbaikan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas sorting dan grading biji kopi dapat ditunjukkan pada Gambar 1. Pekerja saat sorting dan grading dilakukan dengan duduk dilantai dengan postur kerja membungkuk. Aktivitas tersebut dilakukan berulang-ulang dan dilakukan selama 6 jam. Usaha yang dilakukan pekerja bila keluhan muskuloskeletal terjadi adalah dengan berbenti sejenak dan meluruskan kakinya. Sesaat kemudian bekerja lagi dengan postur kerja yang sama. Hasil penilai postur kerja dengan menggunakan ART TOOL sebesar 12. Hasil tersebut memberikan rekomendasi untuk segera dilakukan perbaikan terhadap postur kerja. Perbaikan yang diusulkan dengan merancang fasilitas kerja.



Gambar 1. Pekerja sedang Melakukan *Sorting* dan *Grading*

Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM)

Keluhan muskulokeletal dilihat dari hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) untuk semua pekerja. Bagian tubuh yang dirasakan mengalami keluhan yang paling tidak nyaman di bagian leher bagian atas, leher bagian bawah, punggung, pinggang, bokong, dan pantat. Keluhan muskulokeletal yang dialami pekerja ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Keluhan Muskuloskeletal yang Dialami Pekerja

Bagian tubuh yang dikeluhkan pekerja	Prosentase keluhan
Leher atas	100%
Pinggang	80%
Bokong	80%
Leher bawah	60%
Punggung	60%
Pantat	20%

Assessment of Repetitive Task Tool (ART Tool)

Tabel 2. Hasil *Assessment of Repetitive Task Tool* (ART Tool) untuk Semua Pekerja

No	Nama	Stage A		Stage B		Stage C		Stage D		Task Score		Duration	Exposure Score	
		L	R	L	R	L	R	L	R	L	R		L	R
1	Tri Mariyah	0	6	0	0	2	4	0	0	2	10	1	2	10
2	Yatini	0	6	0	0	4	5	1	1	5	12	1	5	12
3	Murinah	0	6	0	0	3	4	1	1	4	11	1	4	11
4	Sarwiti	0	6	0	0	2	4	0	0	2	10	1	2	10
5	Is	0	6	0	0	2	4	0	0	2	10	1	2	10

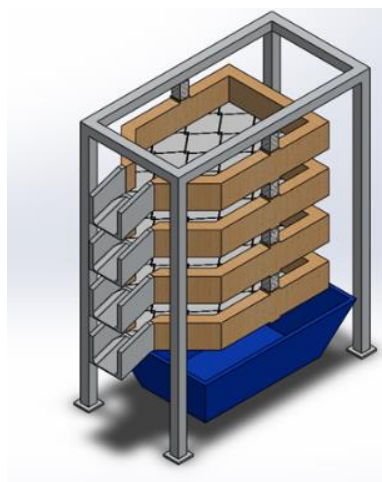
Tabel 3. Rincian *Assessment of Repetitive Task Tool* untuk Pekerja yang mempunyai Risiko MSD Tertinggi

Stage	Left/Right	Skor	Alasan
Stage A1 (<i>Arm Movements</i>)	Left	G-0	Postur tubuh lengan kiri baik saat melakukan gerakan mengangkat dan memindahkan kopi.
	Right	A-3	Postur tubuh lengan kanan kurang baik saat melakukan gerakan mengangkat dan memindahkan kopi. Hal ini dapat meningkatkan risiko MSDs pada lengan kanan.
Stage A2 (<i>Repetition</i>)	Left	G-0	Frekuensi gerakan lengan kiri dalam aktivitas sortasi dan grading kopi tidak melebihi batas yang aman.

Stage B (<i>Force</i>)	Right	A-3	Frekuensi gerakan lengan kanan dalam aktivitas sortasi dan grading kopi melebihi batas yang aman. Hal ini dapat meningkatkan risiko MSDs pada lengan kanan.
	Left	G-0	Gaya kerja saat mengangkat beban dengan lengan kiri tidak melebihi batas yang aman.
Stage C1 (<i>Head/neck posture</i>)	Right	G-0	Gaya kerja saat mengangkat beban dengan lengan kanan sedikit melebihi batas yang aman. Hal ini perlu diperhatikan dan diperbaiki untuk mencegah risiko MSDs pada lengan kanan.
	Left&Right	A-1	Postur kepala dan leher baik selama aktivitas sortasi dan grading kopi.
Stage C2 (<i>Back Posture</i>)	Left&Right	R-2	Postur punggung kurang baik selama aktivitas sortasi dan grading kopi. Hal ini dapat meningkatkan risiko MSDs pada punggung.
Stage C3 (<i>Arm Posture</i>)	Left	G-0	Postur lengan kiri baik selama aktivitas sortasi dan grading kopi.
	Right	G-0	Postur lengan kanan sedikit membungkuk, namun masih dalam batas toleransi. Hal ini perlu diperhatikan dan diperbaiki untuk mencegah risiko MSDs pada lengan kanan.
Stage C4 (<i>Wrist Posture</i>)	Left	G-0	Postur pergelangan tangan kiri baik selama aktivitas sortasi dan grading kopi.
	Right	A-1	Postur pergelangan tangan kanan sedikit membungkuk, namun masih dalam batas toleransi. Hal ini perlu diperhatikan dan diperbaiki untuk mencegah risiko MSDs pada pergelangan tangan kanan.
Stage C5 (<i>Hand/Finger</i>)	Left	A-1	Postur tangan dan jari kiri baik selama aktivitas sortasi dan grading kopi.
	Right	A-1	Postur tangan dan jari kanan sedikit membungkuk, namun masih dalam batas toleransi. Hal ini perlu diperhatikan dan diperbaiki untuk mencegah risiko MSDs pada tangan dan jari kanan.
Stage D1 (<i>Breaks</i>)	Left&Right	G-0	Frekuensi istirahat selama aktivitas sortasi dan grading kopi cukup untuk mencegah kelelahan dan risiko MSDs.
Stage D2 (<i>Works Pace</i>)	Left&Right	A-1	Kecepatan kerja selama aktivitas sortasi dan grading kopi tidak melebihi batas yang aman.
Stage D3 (<i>Other Factor</i>)	Left	G-0	Tidak ada faktor lain yang dapat meningkatkan risiko MSDs pada pekerja.
	Right	G-0	Tidak ada faktor lain yang dapat meningkatkan risiko MSDs pada pekerja.
D4 (<i>Duration</i>)	Left&Right	1	Pekerja melakukan pekerjaan selama 6 jam/hari.

Perbaikan Fasilitas Kerja dan Postur Kerja

Berdasarkan observasi dan hasil analisis menggunakan ART Tool, penulis mengusulkan bahwa fasilitas kerja yang digunakan pada proses *Sortasi dan Grading* perlu dievaluasi untuk mengurangi risiko *MSDs (Musculoskeletal Disorder)* akibat postur kerja yang tidak ergonomis terlebih dengan durasi kerja yang relatif lama dan kegiatan yang monoton. penulis mengusulkan sebuah alat/mesin terotomasi sehingga lebih memudahkan pekerja dalam melakukan proses *Sortasi dan Grading*.

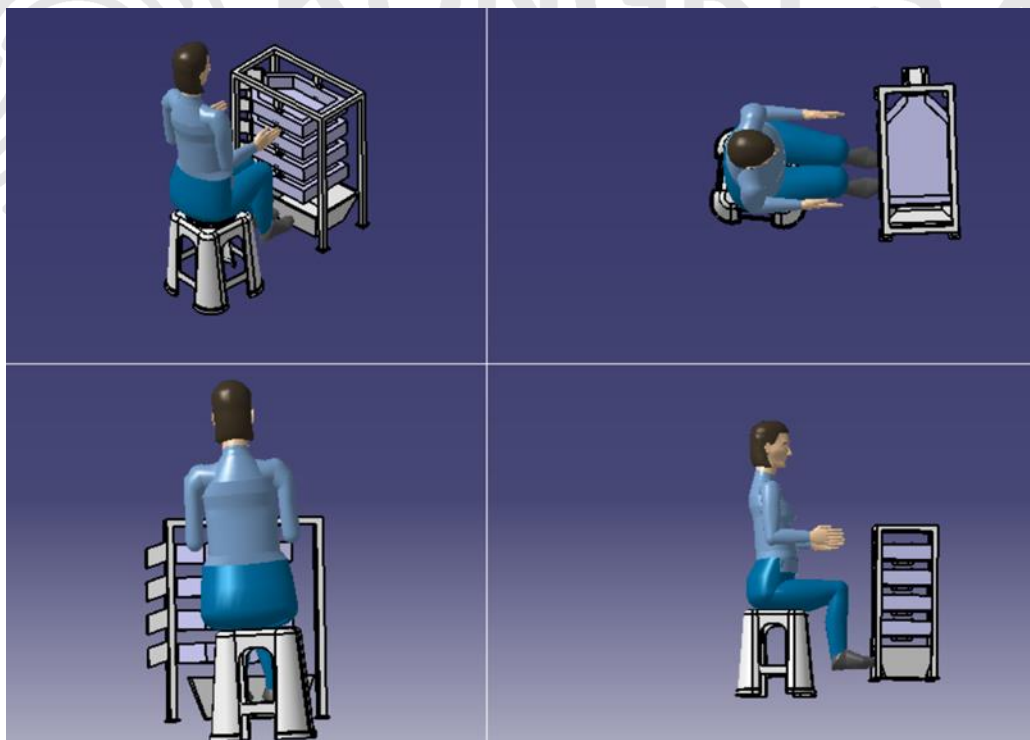


Gambar 2. Usulan Alat Sortasi dan Grading Biji Kopi

Pada penelitian ini perlu dilakukan simulasi usulan alat dan pekerja untuk menilai postur kerjanya. Simulasi yang digunakan *Software Catia*. Posisi kerja yang diusulkan yaitu dengan postur duduk dan menggunakan kursi dan posisinya berada di samping mesin untuk memastikan mesin bekerja dengan baik dan melakukan pengendalian kualitas terhadap hasil grading. Sehingga pekerja tidak perlu lagi melakukan sortasi dan grading secara manual, duduk dengan durasi waktu yang lama dan melakukan gerakan yang monoton.



Gambar 3. Simulasi Perbaikan Postur Kerja saat Pekerja Melakukan Sorting dan Grading Biji Kopi



Gambar 4. Simulasi Perbaikan Postur Kerja saat Pekerja Melakukan Sorting dan Grading dengan 4 Pandangan

Berdasarkan hasil investigasi postur kerja dengan menggunakan ART TOOL, maka pekerja yang memberikan risiko cedera muskuloskeletal tertinggi adalah pekerja Yatini. Simulasi ART TOOL setelah perbaikan hanya untuk pekerja Yatini karena paling berisiko. Tabel 3 merupakan hasil simulasi ART TOOL dengan menggunakan usulan alat sortasi dan grading.

Tabel 4. Hasil Simulasi *Assessment of Repetitive Task Tool* dengan Menggunakan Usulan Alat Sortasi dan Grading Biji Kopi

Nama	Stage A		Stage B		Stage C		Stage D		Task Score		Duration	Exposure Score	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R		L	R
Yatini	0	3	0	0	1	2	2	2	3	7	1	3	7

Tabel 5. Rincian Simulasi *Assessment of Repetitive Task Tool* dengan Menggunakan Usulan Alat Sortasi dan Grading Kopi

Stage	Left/ Right	Skor	Alasan
Stage A1 (<i>Arm movements</i>)	Left	G-0	Postur lengan kiri baik, tidak ada gerakan repetitif atau tertahan.
	Right	G-0	Postur lengan kanan baik, tidak ada gerakan repetitif atau tertahan.
Stage A2 (<i>Repetition</i>)	Left	G-0	Pekerja tidak melakukan gerakan repetitif yang berlebihan dengan lengan kiri.
	Right	A-3	Pekerja melakukan gerakan repetitif dengan lengan kanan dalam waktu lama.
Stage B (<i>Force</i>)	Left	G-0	Gaya kerja mengangkat beban dengan lengan kiri baik, tidak ada gerakan yang membahayakan.
	Right	G-0	Gaya kerja mengangkat beban dengan lengan kanan baik, tidak ada gerakan yang membahayakan.
Stage C (<i>Head/neck posture</i>)	Left & Right	G-0	Postur kepala dan leher baik, tidak ada kelengkungan berlebihan.
Stage C2 (<i>Back Posture</i>)	Left & Right	A-1	Postur punggung sedikit membungkuk, namun tidak terlalu parah.
Stage C3 (<i>Arm Posture</i>)	Left	G-0	Postur lengan kiri baik, tidak ada kelengkungan berlebihan.
	Right	G-0	Postur lengan kanan baik, tidak ada kelengkungan berlebihan.
Stage C4 (<i>Wrist Posture</i>)	Left	G-0	Postur pergelangan tangan kiri baik, tidak ada kelengkungan berlebihan.
	Right	G-0	Postur pergelangan tangan kanan baik, tidak ada kelengkungan berlebihan.
Stage C5 (<i>Hand/Finger</i>)	Left	G-0	Postur tangan dan jari kiri baik, tidak ada kelengkungan berlebihan.
	Right	A-1	Postur tangan dan jari kanan sedikit melengkung, namun tidak terlalu parah.
Stage D1 (<i>Breaks</i>)	Left & Right	A-2	Pekerja tidak cukup sering beristirahat selama bekerja.
Stage D2 (<i>Works Pace</i>)	Left & Right	G-0	Kecepatan kerja baik, tidak terlalu cepat atau lambat.
Stage D3 (<i>Other Factors</i>)	Left	G-0	Tidak ada faktor lain yang memengaruhi risiko MSDs.
	Right	G-0	Tidak ada faktor lain yang memengaruhi risiko MSDs.
D4 (<i>Duration</i>)	Left & Right	1	Pekerja bekerja selama 6 jam.

KESIMPULAN

Seratus prosen pekerja pada aktivitas sortasi dan grading biji kopi mengalami keluhan muskuloskeletal di beberapa bagian area tubuh. Keluhan ketidaknyamanan terjadi di bagian leher atas, leher bawah, pinggang, punggung, dan pantat. Hasil penilaian postur kerja dengan menggunakan metode ART TOOL didapat nilai 12. Setelah diberikan usulan fasilitas alat soring dan grading maka risiko muskuloskeletal menurun. Penilaian postur kerja setelah perbaikan postur kerja menjadi mempunyai nilai 7.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan trima kasih kepada UMKM Temanggung Coffee yang telah berjasa dan berperan membantu proses pengambilan data. Ucapan trima kasih juga diberikan pada Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan dukungan moril dan material sehingga penelitian ini dapat dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cruz, J. D., Pereira, R. L., Carvalho, A. F., & Fransozo, S. (2014). *MSDs (Musculoskeletal Disorder disorders and associated factors among coffee workers in Brazil*. *Work*, 51(1), 78-85.
- Yulianti, A. R., Haryadi, W., & Purwanto, A. (2018). *Prevalensi muskuloskeletal disorder (MSDs (Musculoskeletal Disorder)) pada pekerja industri kopi di Jawa Barat*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 13(2), 118-123.
- Björklund, R., Miedema, H. H., & Bongers, P. M. (2014). *Nordic Body Map: An effective tool to identify MSDs (Musculoskeletal Disorder problems in the workplace*. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 40(2), 146-153.
- Van der Beek, A. J., van der Berg, M. H., van der Horst, H. G., & Frings-Dresen, M. H. (2017). *The Nordic Body Map: A useful tool for screening MSDs (Musculoskeletal Disorder disorders in healthcare workers*. *Journal of occupational health*, 59(12), 882-889.
- Nuraini, N., & Syahrial, Y. (2020). *Prevalensi MSDs (Musculoskeletal Disorder Disorders (MSDs (Musculoskeletal Disorder)) pada Pekerja Sortasi dan Grading Biji Kopi di PT. XYZ*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 15(3), 301-306.
- Silva, A. S., Cruz, P. A., Carvalho, J. A., & Oliveira, S. R. (2018). *MSDs (Musculoskeletal Disorder disorders in coffee sorting and grading workers: A systematic review*. *Annals of Work Exposures and Health*, 62(4), 446-457.
- Ambar R.V., Christina P.G., Johana M.C., *Discomfort, pain, posture and level of risk in a coffee harvesting task*. (2018) Institute of Industrial and Systems Engineers Annual Conference and Expo, IISE 2018, 11(8), 3104-3111.
- Cruz, L. S., De Oliveira, A. C. L., De Carvalho, T. F., De Lima, A. P., & Jordão, A. A. (2020). *Prevalence of MSDs (Musculoskeletal Disorder disorders among coffee workers in Southern Brazil*. *Work (Australia)*, 57(4), 473-480. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32270078/>
- Kusuma, R. I., & Wahyuni, S. (2016). *Hubungan antara Postur Kerja dengan Nyeri Leher pada Pekerja Pengolahan Kopi di Kabupaten Jember*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 52-56.
- Susanti, D., et al. (2017). *Risk factors for hand and wrist injuries among coffee sorting workers in Indonesia*. *Journal of occupational health*, 59(6), 440-445.
- Sari, R., et al. (2017). *Prevalensi penyakit sendi pada pekerja Sortasi dan Grading biji kopi di Jawa Barat*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2), 112-117.
- Colombini, S., Grieco, A., Biagini, F., & Avakian, R. (2016). *Application of the Assessment of Repetitive Tasks (ART) tool to identify and assess risk factors for MSDs (Musculoskeletal Disorder disorders in the manufacturing sector*. *Ergonomics*, 59(5), 632-640.

HASIL PENGUKURAN FAKTOR BAHAYA PSIKOLOGI DENGAN INSTRUMEN PERMENAKER NOMOR 5 TAHUN 2018

Studi Kasus di SMA Negeri 1 Sulang Kabupaten Rembang Jawa Tengah

(Results Of Measuring Psychological Hazard Factors With Permenaker Number 5 Of 2018 instruments: Case Study on Sulang State Senior High School)

Sri Rahayu Gusmarwani
Universitas AKPRIND Indonesia

Program Studi Teknik Kimia Universitas Akprind Indonesia
Jalan Kalisahak 28 Yogyakarta 55222
E-mail: gusmarwani@akprind.ac.id

ABSTRAK

Stres diimplikasikan sebagai faktor penyebab dari absen, kecelakaan kerja, masalah psikologis, tuntutan kompensasi, produktivitas yang rendah, tindakan pencurian di tempat kerja, kinerja yang tidak maksimal, dan tingkat keluar masuk pekerja yang tinggi. Stres berdampak langsung secara menyeluruh. Stres kerja adalah faktor yang menyebabkan karyawan tertekan, bosan, dan merasa kondisi yang tidak nyaman dalam bekerja di perusahaan. Faktor-faktor penyebab stress kerja adalah faktor individu, organisasi, dan lingkungan kerja.

Instrumen yang digunakan untuk pengukuran faktor bahaya psikologis di SMA Negeri 1 Sulang adalah kuesioner SDS (Survei Diagnosis Stres) yang diadopsi dari Permenaker No. 5 tahun 2018 tentang K3 Lingkungan Kerja. Kuesioner ini terdiri dari 30 pertanyaan yang mencakup berbagai macam sumber stres kerja (stressor). Variabel penyebab stress kerja pada penelitian ini hanya menggunakan faktor lingkungan kerja yaitu faktor intrinsik pekerjaan (beban berlebih secara kualitatif dan kuantitatif), peran dalam organisasi (ketaksaan peran, konflik peran, tanggungjawab terhadap orang lain, dan pengembangan karir). Hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan perhitungan skor, rata-rata guru dan administrasi di SMA Negeri 1 Sulang mengalami stress sedang, karena itu perlu dilakukan pengendalian. Pengendalian yang direkomendasikan adalah dengan menggunakan pengendalian secara administratif, meliputi pembatasan beban kerja guru yang dapat dilakukan dengan menghitung beban guru sebagai fungsional maupun administrasi. Dengan demikian diharapkan beban psikologis dalam tahap sedang dapat diatasi.

Kata kunci: bahaya psikologis, stres kerja, pengukuran

ABSTRACT

Stress is implicated as a causative factor from absenteeism, work accidents, psychological problems, compensation demands, low productivity, theft at work, suboptimal performance, and high levels employee turnover. Stress has a direct impact across the board. Work stress is a factor that causes employees to be depressed, bored, and feel uncomfortable working in the company. The factors that cause work stress are individual, organization, and occupational environment. The instrument that used for the measurement of psychological risk factors at SMA Negeri 1 Sulang is the SDS (Stress Diagnosis Survey) questionnaire adopted from Permenaker No. 5 of 2018 concerning Occupational Environment. This questionnaire consists of 30 questions that cover a wide variety of sources of work stress (stressors). The variables that cause work stress in this study only use work environment factors, namely work intrinsic factors (qualitative and quantitative overload), responsibility towards others, and career development). The results of the research obtained based on the calculation of the score, the average teacher and administration at SMA Negeri 1 Sulang experienced moderate stress, therefore it was necessary to carry out control. The most effective control is administrative control like measurements of working load of teacher as functional and administration work. With this measurements we can decision the load and we can handle it.

Keywords: psychological hazard, work stress, measurement

PENDAHULUAN

Tiga unsur pembentuk suatu tempat kerja adalah adanya kegiatan bagi suatu usaha, tenaga kerja yang bekerja di sana, dan sumber atau sumber-sumber bahaya (Undang undang nomor 1 tahun 1970). Sumber bahaya ini dapat berasal dari tenaga kerja yang bekerja maupun yang sering memasuki tempat kerja untuk menyetel, mengoperasikan, maupun mengontrol beberapa pekerjaan. Selain bersumber dari tenaga kerja maupun orang lain yang berada di tempat kerja, sumber bahaya dapat berasal dari peralatan, instalasi, metode, cara kerja, material atau bahan, dan lingkungan kerja (UU 1 tahun 1970). Faktor-faktor bahaya yang terkait dengan lingkungan kerja, diantaranya faktor bahaya fisika, kimia, biologi, ergonomi atau fisiologis, dan psikologis atau psikososial (Permenaker 5 tahun 2018). Psikososial adalah hubungan yang dinamis antara kondisi psikologis dan sosial individu. Perilaku individu memiliki kaitan erat dengan keadaan psikologisnya maupun keadaan sekitarnya atau kondisi sosial. Bahaya psikososial di tempat kerja dapat didefinisikan sebagai aspek-aspek dari desain kerja, organisasi kerja dan manajemen kerja, serta segala aspek yang berhubungan dengan lingkungan sosial kerja yang berpotensi dapat menyebabkan gangguan pada psikologi dan fisik-fisiologis kerja. Bahaya psikologis di tempat kerja dapat berdampak negatif pada kesehatan mental dan kesejahteraan pekerja. Masalah psikososial merupakan masalah psikis atau kejiwaan yang timbul sebagai akibat terjadinya perubahan sosial. Oleh karena itu, masalah atau bahaya psikososial dapat terjadi sebagai akibat atau dampak negatif dari adanya proses interaksi sosial seseorang yang buruk. Resiko kerja dan gangguan kesehatan tersebut dapat merugikan para pekerja, yang dapat mengakibatkan pekerja meninggal, keracunan, cacat dan mengidap penyakit kronis sehingga tidak mampu lagi untuk bekerja. Perlu dilakukan identifikasi bahaya untuk meminimalisasi terjadinya penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh perilaku pekerja dan kondisi tempat kerja yang kurang baik.

Peraturan terkait dengan pengelolaan dan pengukuran psikologi di tempat kerja salah satunya adalah Permenaker No 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja. Psikologi merupakan ilmu yang mempelajari perilaku manusia dan proses mental yang terlibat di dalamnya (Gumelar, 2023). Kelelahan menunjukkan keadaan tubuh fisik dan mental yang berbeda, tetapi semuanya berakibat kepada penurunan daya kerja dan berkurang ketahanan tubuh untuk bekerja (dinanty,dkk. 2023). Stres diimplikasikan sebagai faktor penyebab dari absen, kecelakaan kerja, masalah psikologis, tuntutan kompensasi, produktivitas yang rendah, tindakan pencurian di tempat kerja, kinerja yang tidak maksimal, dan tingkat keluar masuk pekerja yang tinggi. Stres berdampak langsung secara menyeluruh. Sebagai contoh saat pandemi yang berdampak pada kelompok pekerja usia di atas 50 tahun yang akan memasuki masa pensiun. Akibat pandemi, mayoritas dari kelompok usia ini memutuskan untuk meninggalkan profesinya lebih cepat sebelum pensiun meskipun sebagian dari mereka masih cukup produktif. Stres terkait pekerjaan didefinisikan sebagai ketidakmampuan seorang pekerja untuk mengatasi tekanan yang ada dalam sebuah pekerjaan. Stres akibat kerja adalah sebuah respons yang ditimbulkan karena dihadapkan pada tekanan dan tuntutan kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan seseorang, sehingga orang tersebut tidak dapat mengatasinya (Rahmawati, 2024).

Menurut Ardi, dkk., (2023), stress kerja adalah perasaan yang menekan atau tertekan yang dialami karyawan dalam menghadapi pekerjaannya. Stres kerja merupakan bagian stres dalam kehidupan sehari-hari dimana saat bekerja berpotensi mengalami stres cukup tinggi, antara lain dapat disebabkan oleh ketegangan dalam berinteraksi dengan atasan, pekerjaan yang menuntut konsentrasi tinggi, beban kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan, kondisi kerja yang tidak mendukung, serta persaingan yang berat dan tidak sehat. Stres kerja adalah faktor yang menyebabkan karyawan tertekan, bosan, dan merasa kondisi yang tidak nyaman dalam bekerja di perusahaan. Faktor-faktor penyebab stress kerja adalah faktor individu, organisasi, dan lingkungan kerja. Diperkirakan 80% sampai 90% dari semua kejadian kecelakaan di industri terkait dengan masalah pribadi dan ketidakmampuan pekerja untuk menangani stres. Masalah perilaku individu yang berkaitan dengan stres dalam tingkatan rendah yaitu, makan atau terlalu banyak makan, tidak bisa tidur, merokok, penyalahgunaan obat terlarang. Sejak tahun 1990 sampai dengan tahun 2001, menunjukkan bahwa 182.700 kasus stres diakibatkan pekerjaan di Inggris. Masalah kesehatan terkait pekerja yang paling banyak adalah muskuloskeletal sebesar 30% dan stress sebesar 28%. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Nothwestren National Life pada tahun 1991, sebanyak 40% pekerja melaporkan bahwa pekerjaan mereka sangat membuat stress dan seperempat dari pekerja melihat pekerjaan mereka sebagai penyebab stress nomor satu dalam kehidupan mereka.

Stres yang dialami dapat disebabkan dari setiap aspek di pekerjaan, tetapi pekerjalah yang menentukan sejauh mana situasi yang dihadapi mengakibatkan stres bagi dirinya. Tekanan yang dirasakan dari pekerja dapat berasal dari faktor-faktor intrinsik dalam pekerjaan yang menimbulkan kebosanan karena pekerjaan berulang-ulang dan tempat kerja yang bising, konflik peran, adanya karir yang tidak berkembang, hubungan yang buruk dengan rekan kerja maupun dengan atasan, ditambah lagi adanya struktur organisasi yang buruk, aturan main yang terlalu kaku, sedikitnya keterlibatan atasan, serta ciri individu dalam menghadapi situasi yang dihadapi. Bahaya Psikososial adalah suatu bahaya non fisik yang timbul karena adanya interaksi dari aspek-aspek job description, disain kerja dan organisasi serta manajemen di tempat kerja serta konteks lingkungan sosial yang berpotensi menimbulkan gangguan fisik, sosial dan psikologi. Pentingnya mempelajari Bahaya Psychososial adalah agar produktivitas kerja dapat tetap terjaga (Fithri dan Anisa, 2017).

Menurut Kemala, (2018), stres kerja meningkat antara tahun 2006 dan 2010 diakibatkan paparan pekerjaan faktor psikososial seperti beban kerja yang tinggi, kontrol pekerjaan yang rendah, dukungan sebaya rendah, hubungan yang buruk, ketidakjelasan peran dan konflik, dan kurangnya konsultasi dan informasi tentang perubahan.

Risiko psikologis merupakan potensi kerugian self-esteem dari frustrasi karena tujuan tidak tercapai (Chaerunisa dan Siregar, 2019)

Tahapan stres kerja berawal ketika stressor ditempat kerja terus memapar para pekerja, maka tingkat stres akan terus meningkat, sehingga dapat berdampak signifikan terhadap performa seorang pekerja. Dampak yang mungkin terjadi dapat berupa peningkatan performa kerja (eustress) atau sebaliknya penurunan performa kerja (distress). Dampak lain yang mungkin terjadi yaitu meningkatnya absensi kerja, angka kecelakaan kerja, turn-over pekerja dan rendahnya kinerja suatu perusahaan. Stres kerja terjadi disebabkan ketidaksesuaian faktor psikososial kerja terhadap kapasitas kejiwaan pekerja (Lubis, SRH, 2022).

Wardani, dkk., 2023, melakukan pengukuran tingkat kecemasan yang ditampilkan oleh remaja saat berhadapan dengan publik dengan menggunakan instrumen *Social Appearance Anxiety Scale* (SAAS).

Amri dan Herizal, (2017), menjelaskan mengenai metode penentuan beban kerja psikologis yang dibedakan menjadi:

Pengukuran beban kerja mental secara objektif (Objective Workload Measurement). Pengukuran secara objektif adalah suatu pengukuran beban kerja di mana sumber data yang diolah adalah data-data kuantitatif. Pengukuran denyut jantung. Pengukuran ini digunakan untuk mengukur beban kerja dinamis seseorang sebagai manifestasi gerakan otot. Metode ini biasanya dikombinasikan dengan perekaman gambar video, untuk kegiatan motion study.

Pengukuran cairan dalam tubuh. Pengukuran ini digunakan untuk mengetahui kadar asam laktat dan beberapa indikasi lainnya yang bisa menunjukkan kondisi dari beban kerja seseorang yang melakukan suatu aktivitas. Pengukuran waktu kedipan mata. Durasi kedipan mata dapat menunjukkan tingkat beban kerja yang dialami oleh seseorang. Orang yang mengalami kerja berat dan lelah biasanya durasi kedipan matanya akan lama, sedangkan untuk orang yang bekerja ringan (tidak terbebani mental maupun psikisnya), durasi kedipan matanya relatif cepat. Pola Gerakan Bola Mata. Umumnya gerakan bola mata yang berirama akan menimbulkan beban kerja yang optimal dibandingkan dengan gerakan bola mata yang tidak beraturan.

Pengukuran juga dapat dilakukan dengan beberapa metode lainnya, yaitu: Alat ukur Flicker yang dapat menunjukkan perbedaan performansi mata manusia, melalui perbedaan nilai flicker dari tiap individu. Perbedaan nilai flicker ini umumnya sangat dipengaruhi oleh berat/ringannya petugasan, khususnya yang berhubungan dengan kerja mata. Ukuran performansi kerja petugas, antara lain Jumlah kesalahan (error) dan Perubahan laju hasil kerja (work rate). Pengukuran beban kerja mental secara subjektif (Subjective Workload Measurement) adalah pengukuran beban kerja di mana sumber data yang diolah adalah data yang bersifat kualitatif. Pengukuran ini merupakan salah satu pendekatan psikologi dengan cara membuat skala psikometri untuk mengukur beban kerja mental. Cara membuat skala tersebut dapat dilakukan baik secara langsung (terjadi secara spontan) maupun tidak langsung (berasal dari respon eksperimen). Metode pengukuran yang digunakan adalah dengan memilih faktor-faktor beban kerja mental yang berpengaruh dan memberikan rating subjektif. Tahapan pengukuran beban kerja mental secara subjektif terdiri dari penentuan faktor-faktor beban kerja mental penugasan yang diamati, penentuan range dan nilai interval, pemilihan bagian faktor beban kerja yang signifikan untuk tugas-tugas yang spesifik, penentuan kesalahan subjektif yang diperhitungkan berpengaruh dalam memperkirakan dan mempelajari beban kerja.

Metode pengukuran beban kerja secara subjektif merupakan pengukuran beban kerja mental berdasarkan persepsi subjektif responden/petugas.

Pengukuran beban kerja psikologis untuk para guru sangat perlu untuk dilakukan, mengingat para guru memiliki tugas fungsional sebagai pengajar dan pekerjaan administratif terkait dengan pelaporan individu maupun keorganisasian. Beban kerja yang berlebih akan dapat memicu beban psikologis yang akan mempengaruhi performa guru dalam melakukan transfer ilmu untuk para siswa, sehingga penelitian terkait pengukuran faktor bahaya psikologis untuk para guru dengan studi kaus di SMA Negeri 1 Sulang sebagai salah satu contoh objek penelitian sangat penting untuk dilakukan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasional deskriptif dengan desain cross sectional. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data kuisisioner yang dilakukan pada 54 responden yaitu guru dan administrasi SMAN 1 Sulang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. 54 peserta terdiri dari pria dan Wanita.

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisisioner SDS (Survei Diagnosis Stres) yang diadopsi dari Permenaker No. 5 tahun 2018 tentang K3 Lingkungan Kerja. Kuisisioner ini terdiri dari 30 pertanyaan yang mencakup berbagai macam sumber stres kerja (stressor). Variabel penyebab stress kerja pada penelitian ini hanya menggunakan faktor lingkungan kerja yaitu faktor intrinsik pekerjaan (beban berlebih secara kualitatif dan kuantitatif), peran dalam organisasi (ketaksaan peran, konflik peran, tanggungjawab terhadap orang lain, dan pengembangan karir).

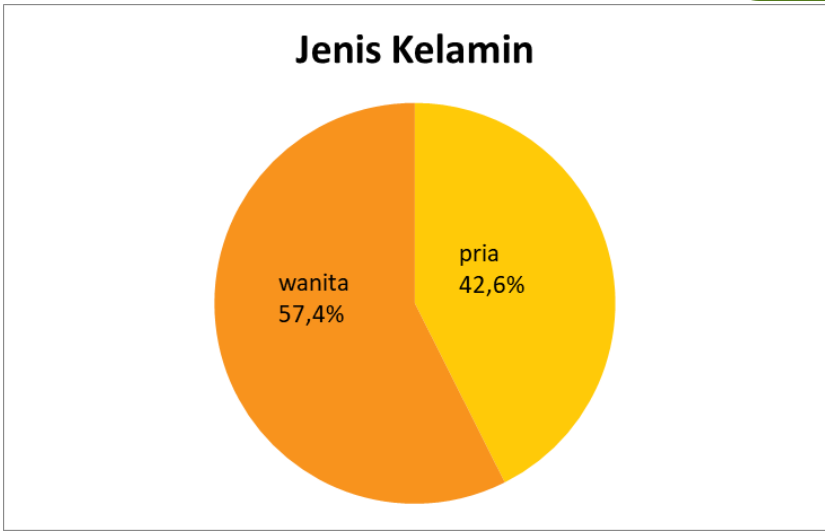
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan kuisisioner sebagai alat ukur. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisisioner SDS (Survei Diagnosis Stres) yang diadopsi dari Permenaker No. 5 tahun 2018 tentang K3 Lingkungan Kerja. Kuisisioner ini terdiri dari 30 pertanyaan yang mencakup berbagai macam sumber stres kerja (stressor). Variabel penyebab stress kerja pada penelitian ini hanya menggunakan faktor lingkungan kerja yaitu faktor intrinsik pekerjaan (beban berlebih secara kualitatif dan kuantitatif), peran dalam organisasi (ketaksaan peran, konflik peran, tanggungjawab terhadap orang lain, dan pengembangan karir).

Hasil Penelitian

Jumlah responden yang mengisi kuisisioner sebanyak 54 orang, terdiri dari 23 laki-laki dan 31 wanita. Peserta yang berprofesi sebagai guru sebanyak 45 orang dan 9 orang sebagai administrasi. Usia termuda dari peserta yang mengikuti pengisian kuisisioner 29 tahun dan usia tertua dari peserta adalah 60 tahun. Karakteristik responden dapat dilihat pada gambar 1 sampai dengan gambar 4



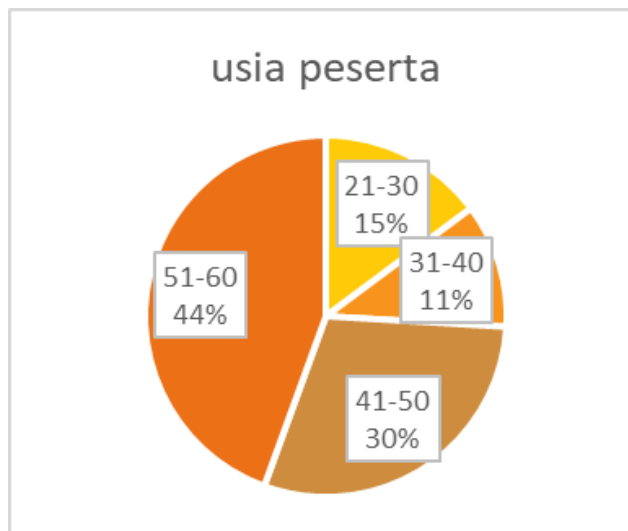
Gambar 1. Persentase peserta berdasarkan jenis kelamin.



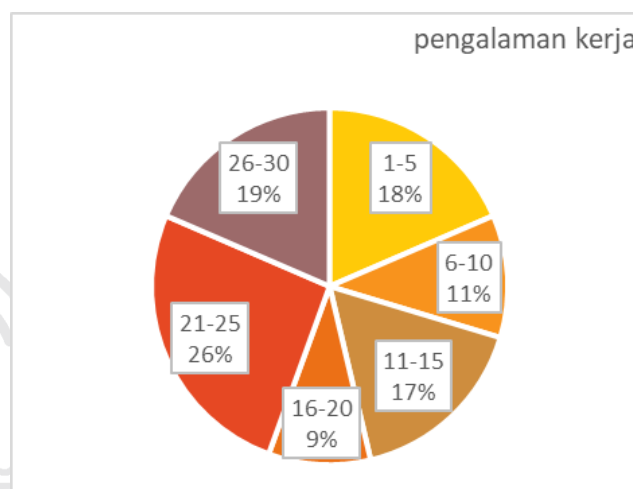
Gambar 2. Persentase peserta berdasarkan profesi.



S X
AL 2024
INDONESIA



Gambar 3. Persentase peserta berdasarkan usia.



Gambar 4. Persentase peserta berdasarkan pengalaman kerja.

Tingkat stres kerja yang dialami responden diklasifikasikan menjadi 3 tingkatan yaitu, stress ringan, stress sedang, stress berat untuk masing-masing ketaksaan peran, konflik peran, beban berlebih kuantitatif, beban berlebih kualitatif, pengembangan karir, dan tanggungjawab terhadap orang lain. Hasil pengukuran disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Stress berdasarkan skor masing-masing kriteria.

Kriteria	Skor	Kesimpulan
Ketaksaan peran	12,26	Stress sedang
Konflik Peran	12,64	Stress sedang
Beban berlebih kuantitati	14,32	Stress sedang
Beban berlebih kualitatif	13,22	Stress sedang
Pengembangan Karir	11,49	Stress sedang
TanggungJawab terhadap orang lain	13,17	Stress sedang

Sumber: hasil perhitungan skor kuisisioner.

Responden rata-rata mengalami stress sedang untuk semua kriteria. Ketaksaan peran adalah peran seseorang yang tidak memiliki cukup informasi untuk dapat melaksanakan tugas yang diberikan saat bekerja dan tidak mengerti apa yang harus dikerjakan atau merealisasikan harapan-harapan yang tidak berkaitan dengan peran pekerja. Konflik peran muncul akibat adanya konflik yang terjadi karena adanya benturan pada saat sedang menjalankan peran tertentu. Merupakan bentuk perselisihan antara harapan yang berkaitan dengan suatu peran. Konflik peran merupakan hasil tidak konsistensinya harapan berbagai pihak dengan adanya perbedaan anatar tuntutan peran dengan kebutuhan. Beban berlebih kuantitatif adalah beban berlebih secara fisik ataupun mental dimana individu harus melakukan terlalu banyak hal dalam pekerjaannya dan memungkinkan menjadi stressor pekerjaan. Beban berlebih kualitatif adalah akibat tuntutan pekerjaan yang lebih tinggi dari batas kognitif dan teknis individu sehingga menyebabkan pekerja tidak produktif dan destruktif bagi individu pekerja. Pengembangan karir adalah sebuah proses peningkatan kemampuan kerja yang dapat dicapai seseorang dalam dunia kerja untuk mencapai jenjang karir yang diinginkan. Pengembangan karir merupakan serangkaian aktifitas sepanjang hidup yang berkontribusi pada eksplorasi dan pemenuhan karir individu. Pengembangan karir dapat diartikan juga sebagai serangkaian aktifitas kepegawaian dalam perencanaan karir masa depan dan pengembangan diri mereka secara maksimum di perusahaan. Tanggungjawab terhadap orang lain yang dimaksud adalah kewajiban yang dilakukan dan berhubungan dengan orang lain dalam lingkungan kerja yang menimbulkan stres kerja.

Berdasarkan beberapa definisi kriteria ini, peserta yang sebagian besar berprofesi sebagai guru mengalami stress sedang, sehingga harus dilakukan pengendalian terutama dalam pengaturan skala prioritas pekerjaan, kejelasan informasi, dan tuntutan terkait kompetensi yang dimiliki seorang guru yang kadang-kadang harus mengajar diluar kompetensi yang dimiliki karena keterbatasan sumber daya manusia yang ada.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rata-rata peserta mengalami stress sedang untuk semua kriteria, karena itu perlu dilakukan pengendalian agar tingkatan stress tidak berkembang menjadi stress berat. Pengendalian secara administratif dengan mengukur beban kerja guru yang memiliki tugas rangkap sebagai pekerja fungsional dan administrasi dapat dilakukan agar faktor bahaya psikologi untuk para guru di SMA Negeri 1 Sulang dapat dikendalikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Sulang beserta jajaran guru dan administrasi yang telah berkenan menjadi responden.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri. & Herizal. (2017). Analisis Beban Kerja Psikologis dengan Menggunakan Metode NASA-TLX pada Operator Departemen Fiber Line di PT. Toba Pulp Lestari. *Industrial Engineering Journal*. 6(1). 29-35.
- Ardi, DA. Muna, KUNE. Dwi Martha, D. Setiawati, LD. (2023). Gambaran Tingkat Stres Pada Pekerja PT Sucofindo Cabang Surabaya Tahun 2022. *Sehatrakyat (Jurnal Kesehatan Masyarakat)*, 2(2), 221-228. Retrieved from <https://journal.yp3a.org/index.php/sehatrakyat>
- Chairunissa, F. & Siregar. MR. (2019). Pengaruh Risiko Fisik Dan Risiko Psikologis Terhadap Niat Berkunjung Kembali Yang Dimediasi Oleh Citra Kognitif Pada Wisatawan Di Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi Manajemen*. 4(3). 375-390.
- Dinanty, A.W.R. Najahan.F. Miranti.A.A. Natsir. A.H. Radianto.D.O. (2023). Pengukuran Dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi Pada pekerja DKRTH Di Area ITS Raya. *Journal Of Student Research*. 1(3). 355-366.
- Fithri, P. & Anisa, F. (2017). Pengukuran Beban Kerja Psikologis Dan Fisiologis Pekerja Di Industri Tekstil. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. 16(2). 120-130. Retrieved from <http://josi.ft.unand.ac.id>

- Gumelar, G. (2023). Menavigasi Tantangan Dan Menciptakan Peluang: Peran Vital Ilmu Psikologi Di Era Kecerdasan Buatan. *Jurnal Penelitian dan Pengukuran Psikologi*. 12(01). 1-4. Retrieved from <http://doi.org/10.21009/JPPP.121.01>
- Kemala, A. (2018). Faktor Psikososial Lingkungan Kerja (Studi Kasus) Pada Karyawan Pabrik SSP PT. X. *Jurnal Psikologi*. 11(1). 95-106. Retrieved from <https://doi.org/10.35760/psi.2018.v11i1.2077>
- Lubis, SRH. (2022). Pengukuran Faktor Psikososial Terhadap Stres Kerja Pada Penjahit Konveksi *Home Industry*. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 11(2). 101-110. Retrieved from <http://journals.stikim.ac.id/index.php/jikm>
- RI (Republik Indonesia). (1970). Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Sekretariat Negara. Jakarta.
- RI (Republik Indonesia). (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Kementerian Ketenagakerjaan dan Transmigrasi. Jakarta.
- Rachmawati, I.H. (2024). Lingkungan Kerja Bikin Kamu Stress? Bahaya Psikologi Di Tempat Kerja Harus Dikelola Perusahaan. Sinergi Solusi Artikel QHSE. Retrieved from <https://synergysolusi.com/artikel-qhse/lingkungan-kerja-buat-kamu-stress-bahaya-psikologi-di-tempat-kerja-harus-dikelola-perusahaan/>. [13 Juni 2024]
- Wardani, AK, Hidayah, N, & Safaria, T. (2023). Faktor Struktural *Social Appearance Anxiety Scale*. *Jurnal Penelitian dan Pengukuran Psikologi*, 12(01), 5-10.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

EVALUASI RESIKO ERGONOMI POSTUR KERJA PEMANEN SAWIT DI PERKEBUNAN BESAR DI KALIMANTAN TIMUR DENGAN SNI 9011:2021

(*Ergonomic Risk Evaluation of Work Posture for Oil Palm Harvest Workers in Large Plantations in East Kalimantan using SNI 9011:2021*)

¹Theresia Amelia Pawitra, ²Rivki Al Khairi, ³Dharma Widada

^{1,2,3} Universitas Mulawarman, Samarinda

E-mail: triciapawitra@gmail.com

ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Sebagai penghasil kelapa sawit terbesar di dunia, industri kelapa sawit telah menyediakan lapangan pekerjaan tenaga kerja baik secara langsung maupun tidak langsung. Penghasil kelapa sawit adalah perkebunan rakyat, perkebunan besar negara serta perkebunan besar swasta. Pada sebagian perkebunan besar, proses pemanenan kelapa sawit dilakukan secara manual. Oleh karena itu pekerja perkebunan kelapa sawit berpotensi mengalami gangguan muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi postur kerja pada 2 perkebunan besar; swasta (PT DSN) dan negara (PTP XIII) di Kalimantan Timur. Hasil survei gotrak menunjukkan bahwa dari 96 orang pekerja didapatkan bahwa pada pekerjaan pemanenan tandan sawit, rasa nyeri mayoritas terdapat pada pinggul, pada pengangkut tandan sawit, mayoritas sakit terasa pada bagian lengan dan pinggul, dan pada pengutip berondol, mayoritas pada bagian betis. Karena jumlah pekerja yang mendapatkan skor gotrak ≥ 8 melebihi 30% maka dilanjutkan dengan evaluasi *Ergonomic Risk Factor*. Hasil evaluasi menunjukkan pengangkutan tandan baru segar (skor 74) mempunyai total skor yang paling besar diikuti oleh pemanenan (skor 62) dan pengutipan berondolan (skor 55). Pada aktivitas pengangkutan tandan sawit ke truk, ketidakergonomisan disebabkan karena postur tubuh (skor 38) dan manual material handling (skor 36). Sedangkan pada aktivitas pengutipan berondolan dan penurunan tandan sawit, *manual handling* lebih banyak berkontribusi untuk besarnya total skor dibanding postur tubuh. Usulan perbaikan untuk mengurangi potensi bahaya ergonomi adalah dengan melaksanakan *holistic safe care* untuk pemanenan tandan sawit, penggunaan *tractor scissor lift* pada pengangkutan tandan ke truk dan modifikasi *nut picker* untuk pengutipan berondolan.

Kata Kunci: ergonomi, sawit, Musculoskeletal disorder, SNI 9011:2021.

ABSTRACT

Oil palm is a crucial commodity for Indonesia's economic development. As the world's top producer of palm oil, this industry has created both direct and indirect employment opportunities. Producers range from smallholder farms to large state-owned and private plantations. In several large plantations, the harvesting process is still carried out manually. Consequently, workers are prone to musculoskeletal disorders due to poor ergonomic work postures. This study focuses on evaluating work postures at two major plantations, one private (PT DSN) and one state-owned (PTP XIII) in East Kalimantan. The gotrak survey of 96 workers revealed that the majority of pain among fruit bunch harvesters was in the hips, among transporters in the arms and hips, and among loose fruit collectors in the calves. Given that over 30% of workers had a gotrak score of ≥ 8 , an Ergonomic risk factor evaluation was conducted. The results indicated that fruit bunch transportation (score 74) had the highest total score, followed by harvesting (score 62) and loose fruit collection (score 55). For transporting fruit bunches to the truck, poor ergonomics were due to body posture (score 38) and manual material handling (score 36). In loose fruit collection and unloading fruit bunches, manual handling was the main contributor to the total score. To mitigate ergonomic hazards, recommended improvements include implementing holistic safe care for harvesters, using tractor scissor lifts for transporting fruit bunches, and designing specialized tools for loose fruit collection.

Keywords: ergonomic, palm oil, Musculoskeletal disorder, SNI 9011:2021.

PENDAHULUAN

Menurut BPS, (2020), luas areal sawit yang berada di Kalimantan Timur seluas 1.228.238 Ha yang terdiri dari kebun milik perkebunan rakyat, perkebunan milik negara, dan perkebunan milik swasta. Beberapa perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan kelapa sawit yaitu PT.Perkebunan XIII Kebun Tabara dan PT Dharma Satya Nusantara. Kedua perkebunan ini termasuk perkebunan yang besar, hanya saja PT DSN dimiliki oleh swasta dan PTP XIII milik pemerintah. PTP XIII Kebun Tabara terletak di Paser dan PT DSN terletak di Muara Wahai. Pada kedua perkebunan besar ini, proses pemanenan kelapa sawit masih dilakukan secara manual

(Pawitra dkk, 2023). Penanganan manual meliputi pemanenan Tandan Buah Segar (TBS), yang meliputi memanen TBS, mengutip berondolan, mengangkat TBS ke pengumpulan buah dan dari pengumpulan buah ke truk.

Pekerja perkebunan kelapa sawit berpotensi mengalami gangguan muskuloskeletal (*musculoskeletal disorders/MSDs*) akibat postur kerja yang tidak ergonomis. *Muskuloskeletal* merupakan cedera dan penyakit pada otot, saraf, tendon, ligamen, sendi, cartilago dan tulang belakang (Suryani dkk, 2022). Hal ini disebabkan oleh aktivitas fisik berat dan berulang seperti memanen, mengutip berondolan, dan mengangkat buah sawit, postur tubuh canggung saat bekerja, misalnya membungkuk atau memutar badan, penggunaan alat kerja yang kurang ergonomis dan durasi kerja yang panjang dengan istirahat terbatas.

Perbaikan postur kerja menjadi penting untuk mengurangi risiko cedera dan MSDs, meningkatkan kenyamanan dan efisiensi kerja, menjaga kesehatan jangka panjang pekerja, mengurangi risiko cedera dan MSDs dan Meningkatkan produktivitas perkebunan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi potensi gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan (WMSD) pada pekerja kelapa sawit selama empat aktivitas utama pemanenan buah sawit. Misalnya, penelitian di perkebunan sawit di Indonesia (Teresia & Lestari, 2022; Priyambada & Suharyanto dkk., 2019; Suryani dkk., 2022; Surya, 2017; Arsi dkk., 2020; Hendra & Rahardjo, 2009; Alisha dkk., 2021; Prabawati & Lidiana, 2021; Syuaib dkk., 2015), di perkebunan sawit Malaysia (Ng dkk., 2013; Deros dkk., 2016; Nawi dkk., 2016; Henry dkk., 2015), dan di perkebunan sawit di berbagai negara seperti Indonesia, Malaysia, Papua Nugini, Kamerun, Ghana, dan Myanmar (Myzabella dkk., 2019). Namun, dari literatur yang ditinjau, hanya Saputri dkk. (2022) yang meneliti di Berau, Alisha dkk. (2021) di Kalimantan Barat, dan Pawitra, dkk (2023) di Kalimantan Timur. Pada tahun 2010, Bank Dunia menyoroti bahwa keselamatan dan kesehatan pekerja di perkebunan kelapa sawit merupakan tantangan bagi keberlanjutan industri di masa depan (Myzabella et al., 2019). Meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja akan berdampak pada kinerja kerja, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ketidakergonomisan postur tubuh pekerja sawit di perkebunan sawit serta memberikan usulan perbaikan.

METODE

Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan pada bulan November-Desember 2023. Responden penelitian ini adalah 96 orang pekerja pemanen sawit dari PT Perkebunan XIII Kebun Tabara dan PT Dharma Satya Nusantara. Evaluasi tingkat keergonomisan postur tubuh pekerja dilakukan dengan metode Gotrak dan *Ergonomics Risk Factor* (ERF). Kedua metode ini bersumber pada SNI 9011:2021.

SNI 9011:2021 ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu identifikasi pekerja menggunakan survei Gotrak mulai dari pengambilan video pekerjaan sampai mengisi lembaran survei gotrak. Apabila jumlah pekerja yang mempunyai skor Gotrak ≥ 8 melebihi 30% dari jumlah responden yang diteliti, maka perlu dilakukan analisis lanjutan menggunakan metode ERF. Gambar 1 menjelaskan cara menentukan skor Gotrak, warna merah mengindikasikan resiko tinggi, kuning berarti resiko sedang dan hijau indikasi resiko rendah.

Frekuensi	Keparahan			
	Tidak ada masalah (1)	Tidak nyaman (2)	Sakit (3)	Sakit Parah (4)
Tidak pernah (1)	1	2	3	4
Terkadang (2)	2	4	6	8
Sering (3)	3	6	9	12
Selalu (4)	4	8	12	16

Gambar 1. Tingkat Risiko Keluhan GOTRAK (BSN,2021).

Untuk menentukan skor gotrak, responden ditanya mengenai tingkat keparahan dan tingkat frekuensi rasa tersebut pada tiap segmen tubuh. Skala untuk tingkat keparahan adalah sebagai berikut: (1) Tidak ada masalah: tidak ada keluhan dan tidak mengganggu pekerjaan, (2) Tidak nyama : ada keluhan dan mulai/cenderung mengganggu pekerjaan (3) Sakit : nyeri dan mengganggu pekerjaan, (4) Sakit parah: sangat nyeri sehingga tidak dapat melakukan pekerjaan. Sedangkan skala untuk frekuensi adalah sebagai berikut: (1) Tidak pernah : tidak pernah terjadi, (2) Terkadang: bisa terjadi 1 – 3 kali dalam 1 tahun, (3) Sering : bisa terjadi 1 – 3 kali dalam 1 bulan dan (4) Selalu : terjadi hampir setiap hari

Sedangkan untuk penghitungan ERF, peneliti membuat video masing-masing aktifitas pemanenan, kemudian dari video tersebut ditentukan apakah ada potensi bahaya ergonomi, apabila ada, maka dihitung berapa persen prosentase waktu paparan pekerja mengalami bahaya tersebut. Perhitungan tingkat paparan pekerja dapat menggunakan rumus di bawah ini.

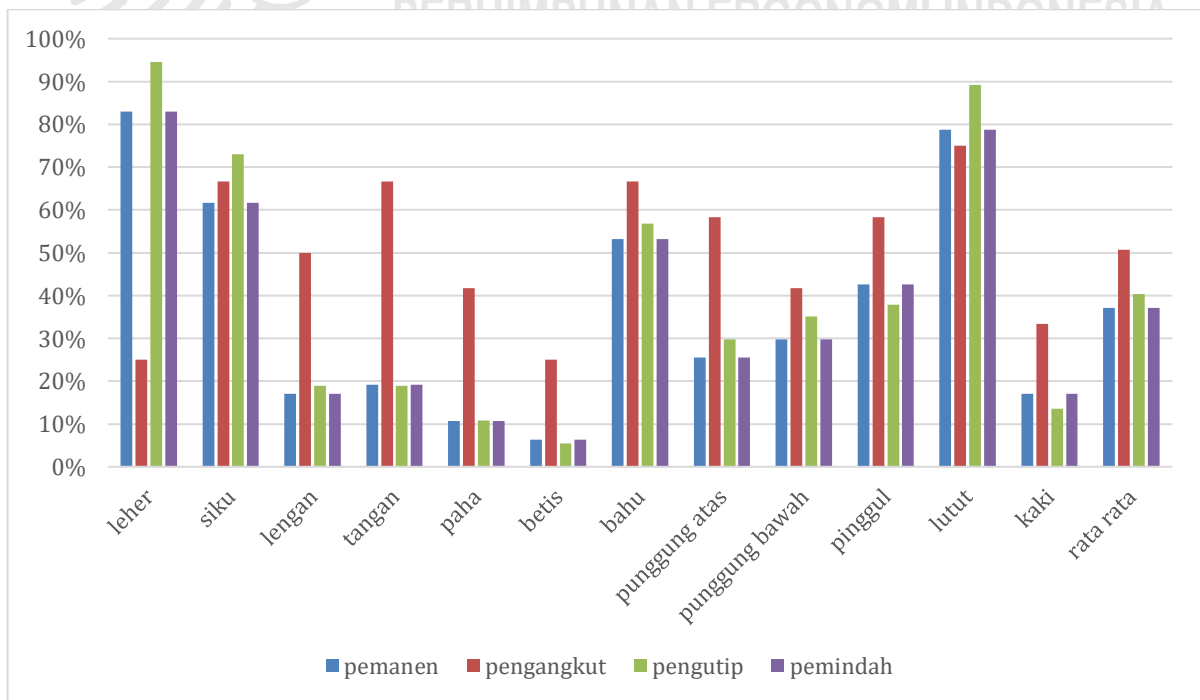
$$\text{persentase} = \frac{\text{durasi paparan dari bahaya(jam)}}{\text{Durasi kerja dalam satu kali shift(jam)}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Nilai prosentase paparan digunakan untuk mendapatkan nilai skor ERF. Apabila total skor aktivitas tersebut ≥ 7 , maka potensi kesalahan postur kerja sangat parah sehingga sesegera mungkin perlu adanya tindakan perbaikan. Sedangkan apabila hasilnya rendah maka keputusan perbaikan postur kerja dapat dipertimbangkan kembali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Survei Gotrak

Survei gotrak dilakukan pada 96 orang pekerja pemanen sawit PT Perkebunan XIII Kebun Tabara dan PT Dharma Satya Nusantara, dengan perincian pemanen sebanyak 47 orang, pengutip berondolan sebanyak 37 orang, dan pengangkut sebanyak 12 orang. Rata-rata pemanen berumur di atas 35 tahun, sehingga dapat meningkatkan potensi bahaya MSD. Gambar 2 menunjukkan hasil gotrak untuk tiap pekerjaan yang mempunyai nilai ≥ 7 .



Gambar 2. Diagram Gotrak Tingkat risiko Tinggi.

Gambar 2 menunjukkan bahwa semua aktifitas dalam pemanenan mempunyai lebih dari 30% responden yang mempunyai nilai skor gotrak ≥ 8 . Keluhan pada pemanen (batang pertama) terjadi pada segmen siku, bahu, punggung bawah, pinggul, dan lutut. Hal ini dikarenakan adanya gerakan repetitif.

Pada saat memanen (menurunkan TBS dengan menggunakan egrek) pekerja merasakan sakit pada bagian sendi yang sering bergerak terutama pada bagian bahu, dan leher karena gerak repetitif yang dilakukan saat melakukan aktivitas penurunan TBS. Hal ini menyebabkan otot menjadi lelah dan kaku (Walker-Bone & Palmer, 2002). Selain itu, otot yang digunakan secara intensif menyebabkan otot menjadi lelah dalam waktu singkat (Susihono & Adiatmika, 2021). Sementara pada bagian pinggul dan kaki merupakan bagian yang terus bergerak dan memuntir mengikuti sudut TBS yang diturunkan menggunakan egrek dari aktivitas menjatuhkan TBS. Pada aktifitas pengangkutan TBS (batang kedua) pekerja merasakan sakit pada bagian lengan, tangan, betis, bahu, pinggul, lutut, dan kaki. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada saat responden melakukan pengangkutan ke truk, tangan dan lengan menyangga tojok (T-Hook) agar tetap stabil dari mendirikan egrek hingga melempar TBS agar tetap berada di atas kepala. Hal ini menyebabkan tangan harus kontraksi penuh dan menyebabkan kelelahan pada otot. Sedangkan pada bagian bahu harus terus fleksi sebesar 90° dalam waktu yang lama menyebabkan otot menjadi lelah. Dan pada bagian betis, pinggul, lutut, dan kaki merupakan bagian yang menerima beban paling tinggi dari berat tojok (T-Hook) dan TBS saat diangkat hal ini menyebabkan pinggul mendapatkan *postural stresses* dari TBS secara jangka panjang selama proses pemanenan. Selain itu pengangkutan TBS terjadi pengulangan gerakan dalam waktu singkat yang menyebabkan otot menjadi cepat lelah. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 3. Pekerja Pemanen.



Gambar 4. Pekerja Pengangkut.

Pada pengutipan berondolan pekerja mengalami sakit pada bagian betis, hal ini dikarenakan pada saat transisi dari jongkok untuk berdiri memerlukan tenaga terutama pada bagian betis dan kaki hal ini membuat otot

kelelahan. Selain betis juga berfungsi untuk merubah sudut tubuh saat posisi jongkok. Pengutipan berondol dilakukan pengulangan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Pekerja Pengutip Berondolan.

2. Survei ERF

Setelah dilakukan analisis postur kerja dengan survei gotrak, dan didapatkan hasil semua aktivitas pemanenan mempunyai skor gotrak lebih atau sama dengan 8, maka analisis postur dilanjutkan dengan metode ERF. Tabel 1 menunjukkan rekapitulasi skor ERF. Skor ini didapat dari pengisian checklist yang terdapat pada SNI 9011:2021. Pada checklist peneliti mencentang postur-postur yang tidak ergonomis yang terjadi pada tiap-tiap aktivitas beserta prosentase waktu mengalami posisi tersebut dibagi lama shift kerja. Skor tiap posisi ditentukan kedua hal tersebut. Nilai di Tabel 1 merupakan nilai rata-rata ERF dari PT DSN dan PTP XIII.

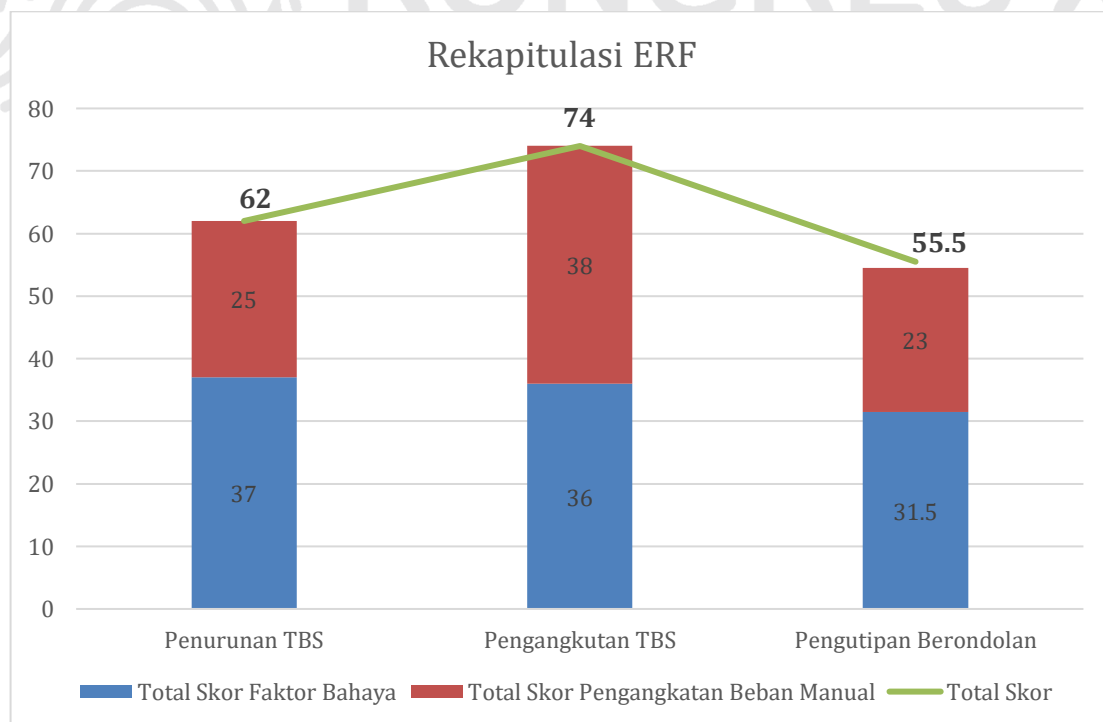
Tabel 1. Rekapitulasi ERF.

No potensi bahaya	Kategori	skor		
		Penurunan TBS	Pengangkatan TBS	Pengutipan Berondolan
1	Leher memuntir	4,5	5	5,5
2	Lengan tidak ditopang	6,5	2	0
4	Pergelangan tangan menekuk	3	0	3
5	Gerakan tangan sedang	0	4	0
6	Gerakan tangan intensif	1	0	0
9	Menggenggam dengan power grip	4,5	6	0
10	memencet benda dengan jari-jari tangan >1 kg	0	3	3,5
11	Kulit tertekan benda keras	1	2	0
14	faktor kontrol	1	1	1
15	pencahayaan	1,5	1	1,5
16	temperatur	1,5	1	1,5
17	Tubuh membungkuk 20 – 45 °	0	4	4,5
18	Tubuh membungkuk 45 °	0	0	4,5
19	tubuh menekuk ke belakang	2,5	0	0
20	Pemutiran torso	0	1	0
22	Posisi jongkok	0	0	6,5
23	Pergelangan kaki menekuk ke atas	0	0	0
24	aktivitas pergelangan kaki	2,5	0	0
27	tubuh tertekan oleh benda keras	0	2	0
30	Beban sedang	0	0	0
31	Beban berat	6,5	3	0
32	faktor kontrol	1	1	1
Total Skor Faktor Bahaya		37	36	31,5

Tabel 1. Rekapitulasi ERF (lanjutan)

No potensi bahaya	Kategori	skor		
		Penurunan TBS	Pengangkatan TBS	Pengutipan Berondolan
Pengangkatan beban secara manual				
33	Pengangkatan beban secara manual	12	18	9
34	batang tubuh memuntir saat mengangkat	0	1	0
35	Mengangkat dengan satu tangan	0	2	4
36	Mengangkat beban tidak terduga	0	4	0
37	Pengangkatan 1-5 kali per menit	1	0	1
38	Mengangkat lebih dari 5 kali per-menit	3	5	0
39	Posisi benda berada di atas bahu	2	4	0
40	Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	0	0	4
41	Mengangkut benda dengan jarak 3-9 meter	4	4	2
42	Mengangkut benda dengan jarak lebih dari 9 meter	3	0	3
Total Skor Pengangkatan Beban Manual		25	38	23
Total Skor		62	74	55,5

Berdasarkan hasil penilaian postur kerja menggunakan survei ERF pada Tabel 3, didapatkan klasifikasi tingkat risiko dari hasil perhitungan final skor pada setiap aktivitas pekerja pemanen sawit. Berikut ini adalah hasil penilaian dari setiap aktivitas pemanenan sawit yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan ERF.

Gambar 6 menunjukkan bahwa Pengangkatan TBS mempunyai total skor yang paling besar diikuti oleh pemanenan TBS dan pengutipan berondolan. Pada aktivitas pengangkatan TBS ke truk, ketidakergonomisan disebabkan karena postur tubuh (skor 38) dan *Manual material handling* (MMH) (skor 36). Sedangkan untuk pengutipan berondolan dan penurunan TBS, MMH lebih banyak berkontribusi untuk besarnya total skor dibanding postur tubuh.

3. Usulan perbaikan

Berikut ini merupakan rekomendasi usulan perbaikan pada alternatif perbaikan pada pekerjaan Pemanenan Sawit sebagai berikut. *Nilai ergonomic risk factor* setelah perbaikan didapatkan dari penghitungan ERF kembali dengan menggunakan alat yang diusulkan. Penggunaan alat-alat bantu yang diusulkan ini, akan menghilangkan beberapa posisi yang tidak ergonomis, sehingga akan mengurangi skor yang lama.

3.1. Aktivitas Pemanenan TBS

Berdasarkan pada analisis data pada pemanen dapat dilihat pada Tabel 2 pemanen pada bagian lengan tidak ditopang, pergelangan tangan yang menekuk, dan berat dari egrek yang lebih dari 5 kg (berat egrek = 6 kilogram). Apabila pemanenan masih dilakukan secara manual, maka perbaikan yang diusulkan adalah pengendalian yang bersifat administrasi dengan melakukan *Holistic Self Care* yaitu gabungan antara *stretching exercise* dan *breathing technique*. Menurut Umairah (2020), *Holistic Self Care* dengan menggabungkan *Stretching Exercise* dan *Breathing Technique* dapat mengatasi gangguan otot tulang rangka akibat kerja dengan melakukan latihan 5 hari per minggu, dilakukan selama 4 minggu bahkan 6 minggu ini memberikan perbaikan pada tubuh pekerja, bahkan untuk pasien yang mengalami nyeri kronis dapat melakukan *Stretching Exercise* dan *breathing technique* dalam membantu mengatasi rasa nyeri. Dengan melakukan *Holistic Self Care* sebelum melakukan pemanenan pekerja dapat mengurangi beban yang diakibatkan oleh *Forcefull extersions* pada egrek (*loading spike*) yang diangkat sepanjang pemanenan

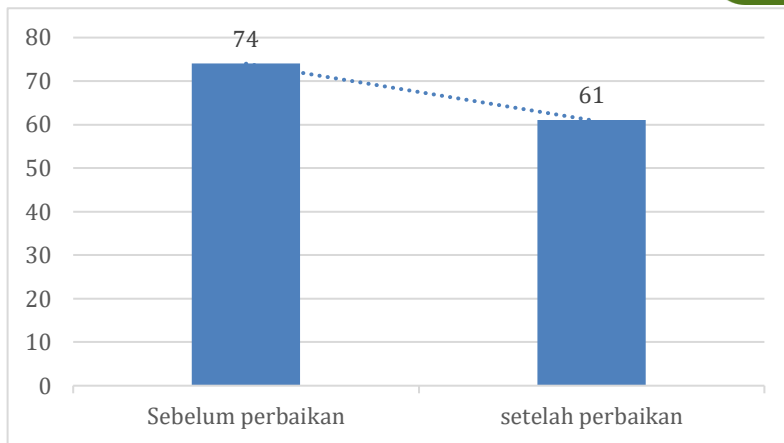
3.2. Aktivitas Pengangkutan TBS

Tinggi truk yang dipakai dalam pengangkutan TBS dari tanah ke atas truk setinggi 3,5 m, maka dibutuhkan tenaga yang besar dalam mengangkat seberat 20 kg secara berulang-ulang dalam waktu 71,5 menit setiap hari. Hal ini dapat menimbulkan otot menjadi cepat lelah dan dapat menimbulkan MSD. Salah satu usulan perbaikan yang dapat dilakukan dengan mengganti *tractor* yang dipakai sekarang dengan *tractor* yang mempunyai *scissor lift* pada bagian baknya. Hal ini dapat memudahkan dalam pemindahan TBS dari tanah langsung menuju bak *truck* tanpa perlu dikumpulkan di TPH (tempat penimbunan hasil) terlebih dahulu.



Gambar 7. *Tractor Scissor Lift* (sumber :*Quick.com*).

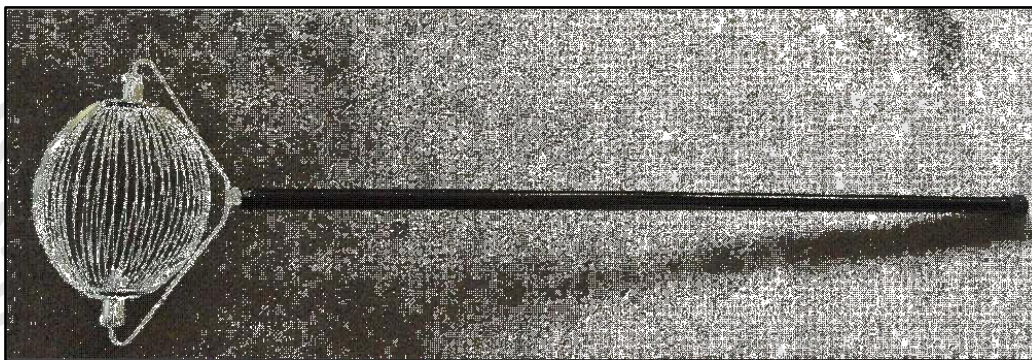
Dengan menggunakan *Tractor scissor lift* pada pekerjaan pengangkutan TBS dapat mengurangi beberapa postur kerja yang tidak ergonomis, misalnya menancapkan tojok ke TBS yang biasanya menyebabkan postur membungkuk, pengangkatan dan pelemparan TBS dengan tojok ke atas truk. Dengan pengurangan postur-postur tersebut, maka terjadi pengurangan poin pada pengangkutan TBS sebesar 13 poin. Skor akhir 74 berubah menjadi skor akhir 61 pada proses pengangkutan TBS.



Gambar 8. Perbandingan pengangkut.

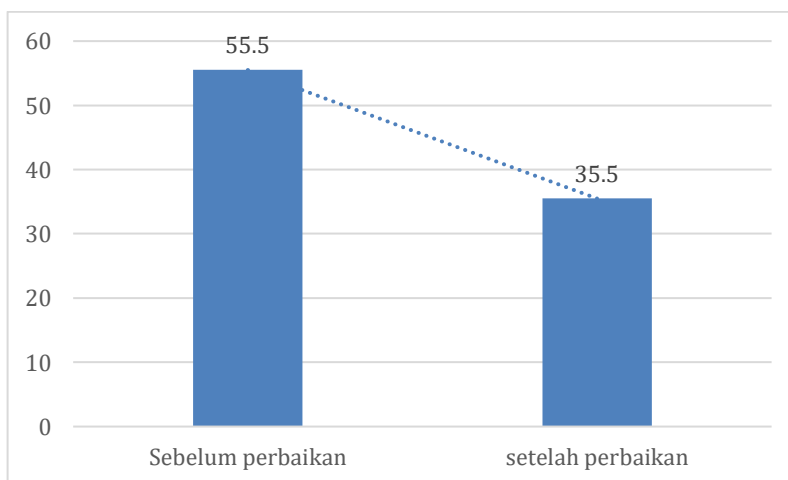
3.3. Aktivitas Pengutipan berondolan

Usulan perbaikan pada pengutip berondolan yang dapat diterapkan pada pekerjaan yaitu pengendalian rekayasa teknik berupa alat yaitu alat *Nut pickers*.



Gambar 9. *Nut Picker* (Sumber: Buana Produk cipta indonesia).

Dengan menggunakan *Nut Pickers* pada pengutip berondolan dapat dilihat bahwa ada pekerja tidak lagi berjongkok pada waktu lama dan pergelangan tangan tidak menekuk. Hal ini dapat mengurangi poin sebesar 20 poin (skor akhir 55,5 menjadi 35,5).



Gambar 10. Perbandingan Pengutip Berondolan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survei gangguan otot rangka dari 96 orang pekerja didapatkan bahwa pada pekerjaan pemanen TBS rasa nyeri mayoritas terdapat pada pinggul, pada pengangkut TBS mayoritas sakit terasa pada bagian lengan dan pinggul, dan pada pengutip berondol mayoritas sakit pada bagian betis.

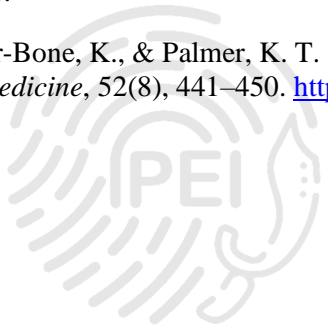
Hasil ERF menunjukkan bahwa aktivitas pengangkutan TBS mempunyai skor tertinggi (74) diikuti oleh pemanenan TBS (62) dan pengutipan berondolan (55).

Rekomendasi perbaikan pada pengangkutan TBS ke truk adalah menggunakan tractor scissor lift. Sedangkan pada pemanenan TBS menggunakan *Holistic Self Care* yaitu gabungan antara *stretching exercise dan breathing technique*. Selanjutnya untuk pengutipan berondolan, didesain alat seperti nut picker. Penggunaan *Tractor scissor lift* pada pekerjaan pengangkutan TBS dapat mengurangi beberapa postur kerja yang tidak ergonomis yaitu postur membungkuk dan pengangkatan lengan di atas perut, sehingga alat bantu ini dapat mengurangi nilai ERF sebanyak 13 poin. Penggunaan nut picker pada saat pengutipan berondolan menyebabkan pengurangan waktu pada saat berjongkok ataupun pergelangan yang menekuk sehingga nilai ERF berkurang sebanyak 20 poin.

DAFTAR PUSTAKA

- Alisha, N., Halim, R., Syukri, M., Aswin, B., & Hidayati, F. (2021). Determinan Keluhan Muskuloskeletal Pada Pekerja Bongkar Muat Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Determinants Of Musculoskeletal Complaints In Workers Unloading And Loading Of Palm Oil Fresh Fruit Bunches (FFB). *JIK (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, 5(2), 366–374.
- Arsi, F., Zadry, H. R., & Afrinaldi, F. (2020). Perbaikan Postur Kerja Proses Muat Kelapa Sawit Berdasarkan Metode Selang Alami Gerak (SAG). *Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.24036/invotek.v20i1.710>
- Azzahri, L. M., Hastuty, M., & Yusma, R. H. (2020). Hubungan Usia Kelapa Sawit Dan Kontur Tanah Dengan Kejadian Muskuloskeletal Disorders (Msds) Pada Pemanen Kelapa Sawit Di PT. Johan Sentosa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(1), 70–77.
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). *SNI 9011:2021 Pengukuran Dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi Di Tempat Kerja Kepala*. 1–47.
- Deros, B. M., Ali, M. H., Mohamad, D., & Daruis, D. D. I. (2016). Ergonomic risk assessment on oil palm industry workers. *Iranian Journal of Public Health*, 45(March), 44–51.
- Hendra, & Rahardjo, S. (2009). Risiko Ergonomi Dan Keluhan Muskuloskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Panen Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi IX*, November, 978–979.
- Henry, L. J., Jafarzadeh Esfehiani, A., Ramli, A., Ishak, I., Justine, M., & Mohan, V. (2015). Patterns of work-related musculoskeletal disorders among workers in palm plantation occupation. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 27(2), NP1785–NP1792. <https://doi.org/10.1177/1010539513475657>
- Myzabella, N., Fritschi, L., Merdith, N., El-Zaemey, S., Chih, H., & Reid, A. (2019). Occupational health and safety in the palm oil industry: A systematic review. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 10(4), 159–173. <https://doi.org/10.15171/ijoem.2019.1576>
- Nawi, N. S. M., Deros, B. M., Rahman, M. N. A., Sukadarin, E. H., & Nordin, N. (2016). Malaysian oil palm workers are in pain: Hazards identification and ergonomics related problems. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 16(May), 50–57.
- Ng, Y. G., Bahri, M. T. S., Irwan Syah, M. Y. I., Mori, I., & Hashim, Z. (2013). Ergonomics observation: Harvesting tasks at oil palm plantation. *Journal of Occupational Health*, 55(5), 405–414. <https://doi.org/10.1539/joh.13-0017-FS>

- Prabawati, R. K., & Lidiana, E. (2021). Profil Pekerja Pemanen Kelapa Sawit Bagian Cutting Egrek. *Herb-Medicine Journal*, 4(2), 23. <https://doi.org/10.30595/hmj.v4i2.9931>
- Pawitra, T.A., Fathimahhayti, F.D., Sitania, F.D., Mas'ud, M., Marhani. (2023). Assessment of musculoskeletal disorders among palm oil farmers with SNI 9011:2021 in Muara Wahau. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 15(3), 243-251
- Priyambada, G., & Suharyanto, S. (2019). Analisis Risiko Postur Kerja Di Industri Kelapa Sawit Menggunakan Metode Ovako Working Analysis System Dan Nordic Body Map Pada Stasiun Pemanenan Dan Penyortiran Tbs. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 25(1), 43–56. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2019.25.1.4>
- Suryani, E., Bakar, Y., Yulius, M. N., & Wahyudi. (2022). Assessment Postur Kerja Pada Pekerja Panen Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Industri – Universitas Bung Hatta*, 9(1), 25–31.
- Susihono, W., & Adiatmika, I. P. G. (2021). The effects of ergonomic intervention on the musculoskeletal complaints and fatigue experienced by workers in the traditional metal casting industry. *Heliyon*, 7(2), e06171. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06171>
- Teresia, V., & Lestari, D. I. (2022). Analisis postur kerja terhadap keluhan gangguan muskuloskeletal pada pekerja pemanen kelapa sawit. *Tarumanagara Medical Journal*, 4(2), 352–359. <https://doi.org/10.24912/tmj.v4i2.20767>
- Umairah, S., Putri, V. A., Rosyida, & Ruzain, R. B. (2020). Efektifitas Holistic Self Care Mengatasi Gangguan Otot Tulang Rangka Akibat Kerja Pada Pekerja Dodos Sawit Riau. *Jurnal Universitas Islam Riau*, 1(69), 5–24.
- Walker-Bone, K., & Palmer, K. T. (2002). Musculoskeletal disorders in farmers and farm workers. *Occupational Medicine*, 52(8), 441–450. <https://doi.org/10.1093/occmed/52.8.441>



TINGKAT SIGNIFIKANSI TEXT NECK SYNDROM PADA MAHASISWA TERHADAP PENGGUNAAN SMARTPHONE

(Signification Level of Text Neck Syndrom in Students to Smartphone Usage)

Arminas¹, Nofias Fajri^{2*}, Iksan Adiasa³

¹Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

^{2,3}Program Studi Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

Nipa-nipa Bantaeng, Sulawesi Selatan.

E-mail: fiasfajri@atim.ac.id

ABSTRAK

Text neck syndrome adalah kondisi dimana ketidaknyamanan leher atau cedera otot punggung atas yang diakibatkan seseorang yang menundukkan atau menekuk kepalanya untuk melihat *smartphone* dengan waktu yang lama. *Text neck syndrome* merubah postur tubuh dari seorang individu. Perubahan postur tubuh akan mengakibatkan berbagai permasalahan pada otot belakang. Penelitian dilakukan pada mahasiswa jurusan Teknik Industri Agro angkatan 2022 Politeknik ATI Makassar. Jenis penelitian yang dilakukan yaitu deskriptif kuantitatif dengan menggunakan kuesioner *Smartphone Addiction Scale-Short Version SAS-SV* dan *Neck Disability Index* (NDI) dan pengambilan sudut leher menggunakan alat antropometri goniometer. Pada analisa data penelitian ini menggunakan metode *Structural Equation Model Part Least Square* (SEM PLS). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini terdapat dua hipotesis dalam model *text neck syndrome* dengan 60 responden. Hasil analisis model diperoleh bahwa semua hipotesis diterima. Variabel sudut leher dipengaruhi oleh tingkat ketergantungan *smartphone* dan tingkat nyeri leher dengan nilai *path coefficient* 0.204 dan 0.138. Pada mahasiswa teknik industri agro angkatan 2022 Politeknik ATI Makassar sudut lehernya sekitar 15-30 derajat. Berdasarkan dengan tingkat keparahan sudut leher mahasiswa tersebut dikategorikan sedang. Berdasarkan uji t variabel eksternal terhadap *text neck syndrome* yang berpengaruh secara signifikan yaitu variabel jenis kelamin dengan nilai $0,001 < 0,1$ dan durasi penggunaan *smartphone* dengan $0,069 < 0,1$.

Kata kunci: *Smartphone, sudut leher, text neck syndrome, SEM PLS*

ABSTRACT

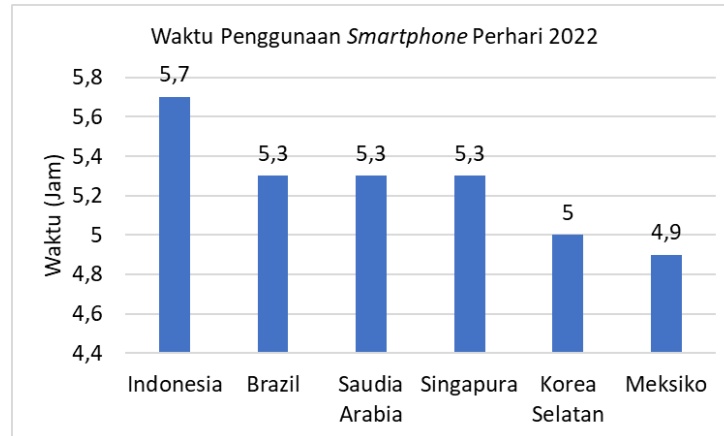
Text neck syndrome is a condition with discomfort neck muscles of the upper back or injury caused by someone who made or bent his head to look *smartphone* for a long time. *Text neck syndrome* change posture of an individual. The posture will result in problems in the back. The research was done in the 2022 polytechnic ati makassar industrial engineering student agro. The kind of research is descriptive quantitative *smartphone* using a questionnaire *addiction scale-short version sas-sv* neck and disability index () *ndi* and take the neck using a anthropometry goniometer. In this research data analysis uses the *structural equation model part least square* (SEM PLS). The results obtained in this study contained two hypotheses in the *text neck syndrome* model with 60 respondents. The results of the model analysis showed that all hypotheses were accepted. The neck angle variable is influenced by the level of *smartphone* dependence and the level of neck pain with path coefficient values of 0.204 and 0.138. For agro-industrial engineering students class of 2022 at ATI Makassar Polytechnic, the neck angle is around 15-30 degrees. Based on the severity of the student's neck angle, it is categorized as moderate. Based on the t test, the external variables on *text neck syndrome* that have a significant effect are the gender variable with a value of $0.001 < 0.1$ and the duration of *smartphone* use with $0.069 < 0.1$.

Keywords: *Smartphone, neck corner, text neck syndrom, SEM PLS*

PENDAHULUAN

Kemajuan pengetahuan dan teknologi di era digital semakin pesat. Menurut Katherina (2017) dalam Pujiono (2021), generasi Z adalah generasi pertama yang tumbuh dalam era digital. Sejak usia dini, generasi Z sudah diperkenalkan dengan berbagai perangkat digital sebagai bagian dari revolusi digital. Menurut Neupane dkk., (2017), sebanyak 79% orang menggunakan ponsel selama 10 jam perhari. Hal ini menunjukkan bahwa orang-orang menghabiskan waktu untuk menggunakan *smartphone* lebih banyak. Bahkan anak-anak usia sekolah secara alamiah lebih tertarik hal-hal tentang *online*.

Berdasarkan data newzoo yang diluncurkan Sadya (2023), ada delapan negara dengan pengguna *smartphone* terbanyak di dunia pada tahun 2022 yaitu China, India, Amerika Serikat, Indonesia, Brasil, Rusia, Jepang dan Meksiko. Indonesia berada di urutan keempat penggunaan *smartphone* terbanyak di dunia pada tahun 2022 dengan 192,17 juta pengguna, sedangkan menurut hasil reset data.ai (2023), Indonesia merupakan negara tingkat rata-rata penggunaan waktu *smartphone* tertinggi dalam satu hari. Rata-rata orang Indonesia menggunakan *smartphone* sebesar 5,7 jam per hari. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata jam yang dihabiskan perangkat seluler perhari perpengguna.

Penggunaan *smartphone* paling banyak dari segi kelompok usia berada pada rentang usia 18-29 tahun (Adisty, 2022). Rentang usia ini rata-rata adalah pelajar (mahasiswa). Seperti halnya pada mahasiswa jurusan Teknik industri agro angkatan 2022. Mereka menggunakan *smartphone* dengan posisi leher yang berbeda-beda sehingga akan memberikan efek terhadap tubuh baik cedera psikologis maupun fisik. Gangguan postur dapat terjadi pada pengguna *smartphone* salah satunya adalah *text neck syndrome* (Kumari dkk., 2021). Orang-orang yang posisi lehernya menjulur ke depan dan menempatkan kepala mereka di depan bahu untuk menggunakan ponsel dalam waktu yang lama akan membuat postur tubuh merosot dan membuat lekukan leher berisiko menjadi rata (Robles, 2019).

Menurut Prianthara dkk (2019) *Text neck syndrome* adalah kondisi dimana ketidaknyamanan leher atau cedera otot punggung atas yang diakibatkan seseorang yang menundukkan atau menekuk kepalanya untuk melihat *smartphone* dengan waktu yang lama. *Text neck syndrome* ini akan memberikan gejala nyeri pada leher, bahu, punggung atas, atau bahkan tengkorak. Tingkat keparahan cedera dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu ringan, sedang dan berat. Hal ini, untuk mengetahui tingkat keparahan yaitu dengan posisi leher 0° , 15° , 30° , 45° dan 60° . Menurut sebuah studi, sakit leher, kaku, dan pegal adalah gejala *text neck syndrome* yang paling umum (Sindwani, 2023).

Penelitian Alsived dkk., (2021), menyatakan bahwa adanya hubungan signifikan antara *text neck syndrome* dan penggunaan *smartphone*. Terlalu lama penggunaan *smartphone* akan memberikan postur leher yang kurang tepat pada sebagian siswa. Hal ini ditunjukkan oleh data mahasiswa kedokteran sebanyak 428 yang berpartisipasi, dimana 304 adalah perempuan dan 124 adalah laki-laki dengan prevalensi *Text Neck Syndrome* adalah 68,1%. Di antara responden, 49,5% mengalami cacat ringan, 16,1% mengalami cacat sedang, dan 2,6% mengalami cacat leher parah.

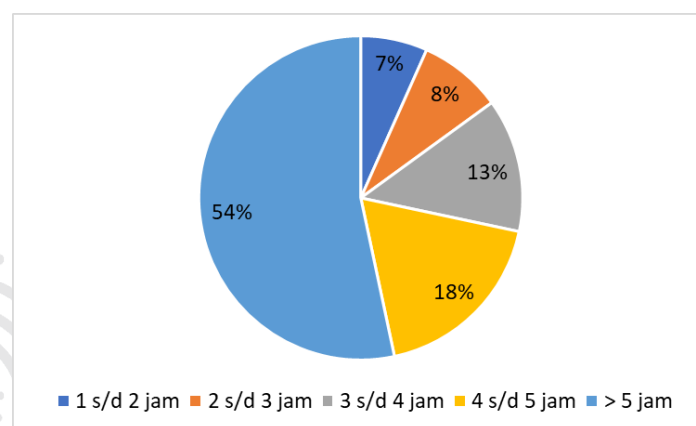
METODE

Penelitian ini dilaksanakan dikampus Politeknik ATI Makassar jl. Sunu No.220, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2023 sampai bulan Juli 2023 di Laboratorium Teknik Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi. Penelitian ini menggunakan Kuesioner *Smartphone Addiction Scale-Short Version* (SAS-SV) dan *Neck Disability Index* (NDI). Populasi dalam penelitian ini adalah Pada analisa data penelitian ini menggunakan metode *Structural Equation Model Part Least Square* (SEM PLS)

dengan menggunakan *Software Warp PLS* digunakan untuk analisa struktural. Adapun langkah-langkah pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan *smartphone* terhadap *text neck syndromemahasiswa* angkatan 2022 yang berada di Politeknik ATI Makassar Jurusan Teknik Industri Agro dengan jumlah 116 mahasiswa. Pada penelitian ini jumlah responden yang diperoleh sebanyak 60 responden, dimana jumlah responden diperoleh dari berdasarkan rumus slovin yang dipakai dan dari jumlah tersebut sudah memenuhi syarat minimal yaitu $9 \times 5 = 45$ sampel.

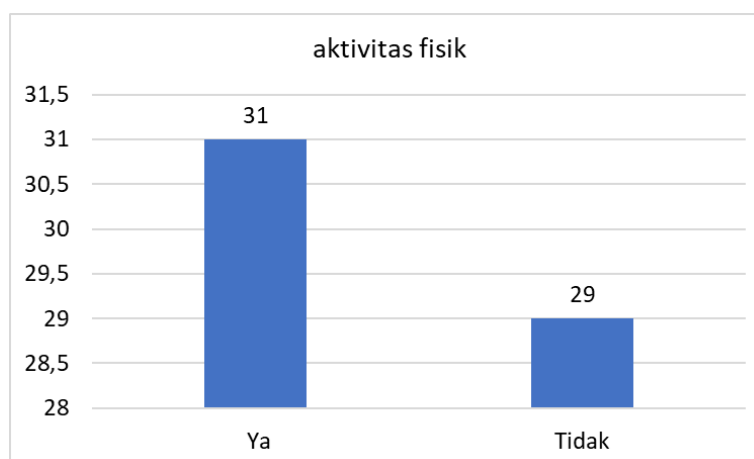
HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek dalam penelitian ini berjumlah 60 subjek dengan 34 jenis kelamin perempuan dan 26 jenis kelamin laki-laki. Sehingga presentase subjek perempuan sebesar 57% dan laki-laki sebesar 43%. Berdasarkan hasil kuesioner yang didapatkan dari sejumlah 60 subjek penelitian, 4 orang diantaranya menggunakan *smartphone* 1 s/d 2 jam, 5 orang menggunakan *smartphone* selama 2 s/d 3 jam, 8 orang menggunakan *smartphone* selama 3 s/d 4 jam, 11 orang menggunakan *smartphone* selama 4 s/d 5 jam dan 32 orang menggunakan *smartphone* selama lebih dari 5 jam dengan tujuan penggunaan paling sering adalah untuk media sosial, lalu hiburan, mencari informasi pengetahuan, dan kuliah. Data tersebut disajikan dalam Gambar 2 sebagai berikut.



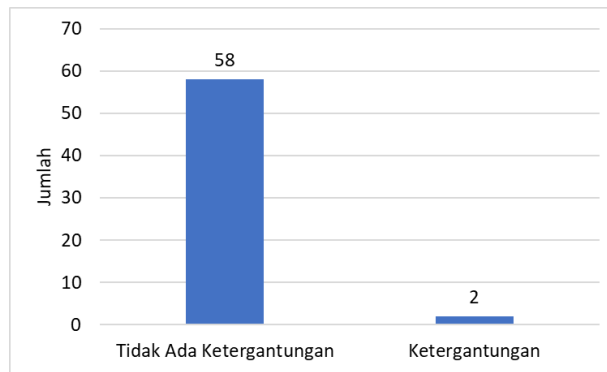
Gambar 2. Durasi penggunaan *smartphone*.

Berdasarkan hasil kuesioner dari 60 subjek penelitian terdapat 31 orang yang melakukan aktivitas fisik dan 29 orang yang tidak melakukan aktivitas fisik. Aktivitas fisiki merupakan salah satu faktor yang bisa mempengaruhi *text neck syndrome*. Aktivitas fisik yaitu olahraga seperti jogging, push up, peregangan, bersepeda, dll.



Gambar 3. Aktivitas Fisik.

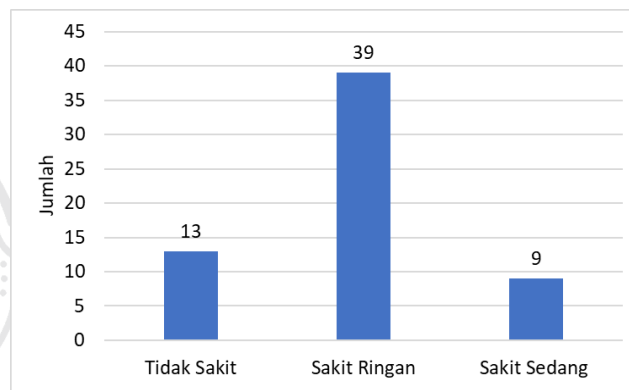
Data tingkat ketergantungan terhadap *smartphone* pada 60 subjek penelitian yang didapatkan setelah kuesioner SAS-SV diisi dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. Tingkat ketergantungan *smartphone*.

Berdasarkan hasil kuesioner *SAS-SV* pada gambar diatas hanya dua orang yang mengalami ketergantungan *smartphone* sehingga bisa dikatakan bahwa subjek penelitian tidak banyak yang mengalami ketergantungan *smartphone* dengan rata-rata 30 dan standar deviasinya 39,60.

Berdasarkan hasil kuesioner *Neck Disability Index* yang telah dibagikan subjek penelitian dari 60 subjek mengkategorikan tidak sakit, sakit ringan dan sakit sedang. Dari 60 subjek diperoleh data pada Gambar 5.

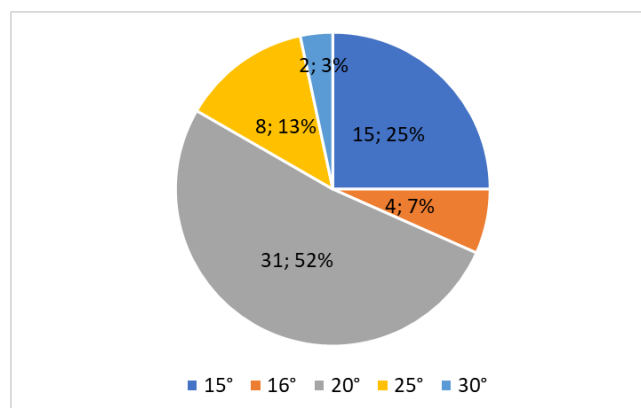


Gambar 5. Tingkat nyeri leher.

Berdasarkan data tersebut rata-rata tingkat nyeri leher 20,33 yang dialami subjek penelitian ada dalam kategori ringan dengan paravelensi tidak sakit 13, sakit ringan 39 dan sakit sedang 9 dengan standar deviasi 16,9.

1. Posisi leher

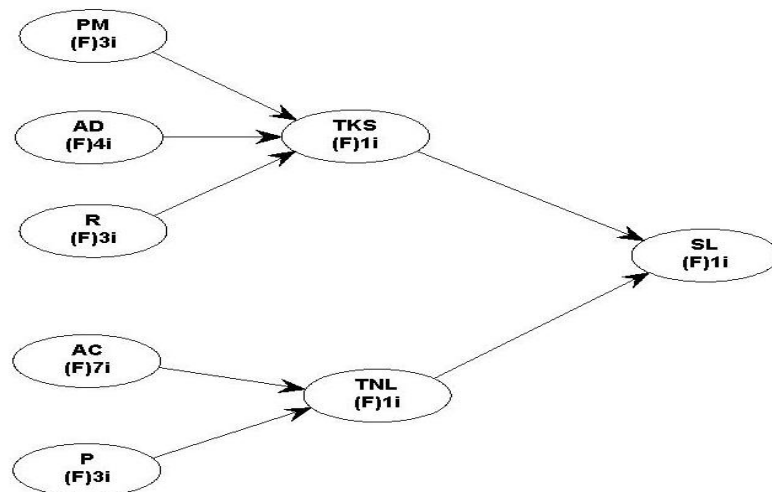
Berdasarkan hasil antropometri yang didapatkan dari sejumlah 60 subjek penelitian dapat dilihat pada gamabar berikut.



Gambar 6. Sudut Leher subjek.

Model Text Neck Syndrome

Pembentukan diagram jalur sesuai dengan hipotesis dan kerangka model yang sudah ditetapkan terlebih dahulu. Pada proses ini menggunakan bantuan *software* Warp PLS 7.0.



Gambar 7. Path diagram model text neck syndrome.

Berdasarkan *path diagram* yang terbentuk maka model persamaan regresi model *text neck syndrome* dari rancangan model Gambar 7 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Persamaan regresi model *text neck syndrome*.

Variabel	Persamaan Regresi
TKS	$A1*PM + A2*AD + A3*R + \epsilon1$
TNL	$B1*AC + B2*P + \epsilon2$
SL	$C1*TKS + C2*TNL + \epsilon3$

Singkatan tersebut adalah:

TKS = Tingkat Ketergantungan *Smartphone*

TNL = Tingkat Nyeri Leher

SL = Sudut Leher

L = Level

Variabel $\epsilon1$, $\epsilon2$, $\epsilon3$ merupakan variabel yang tidak termasuk dalam penelitian, karena error yang dibobotkan oleh *software* SEM PLS terhadap masing-masing variabel. Nilai A1, A2, A3, A4, B1, B2, C1, C2, dapat diketahui berdasarkan *path coefficient* hasil evaluasi model struktural.

Koefisien jalur merupakan suatu nilai koefisien regresi tersrandarisasi (β) yang menunjukkan efek langsung dari variabel independen ke variabel dependen didalam model jalur. Berdasarkan perhitungan koefisien jalur pada model penelitian menunjukkan koefisien jalur berada pada rentang 0,131 hingga 0,953. Nilai koefisien jalur yang berada pada rentang -0,1 hingga 0,1 dianggap nilai tidak signifikan, nilai koefisien lebih besar dari 0,1 merupakan nilai yang signifikan dan memiliki perbandingan lurus sedangkan nilai -0,1

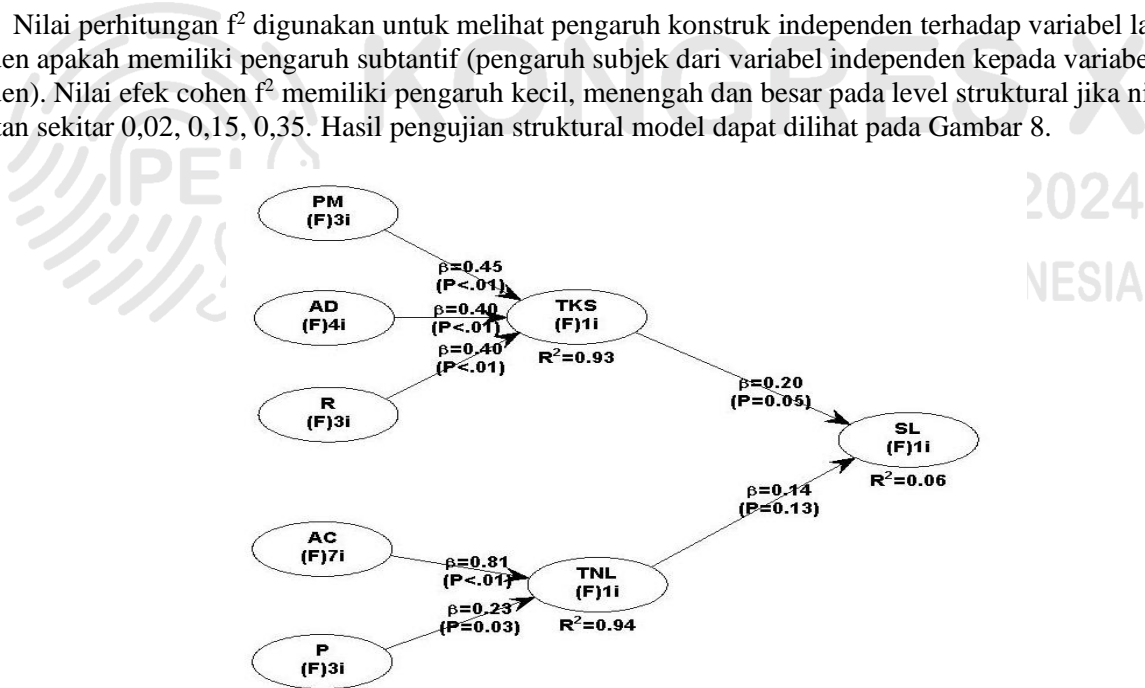
kebawah berarti memiliki perbandingan terbalik terhadap variabel. Nilai koefisien jalur ini dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 2. Nilai koefisien jalur (β).

Path	Path Coefficient (β)	Keterangan
PM→TKS	0.453	Signifikan
AD→TKS	0.398	Signifikan
R→TKS	0.402	Signifikan
AC→TNL	0.809	Signifikan
P→TNL	0.234	Signifikan
TKS→SL	0.204	Signifikan
TNL→SL	0.138	Signifikan

Pada Tabel 2 hasil nilai koefisien jalur antara 0,138 hingga 0,809, menyatakan semua nilai jalur koefisien lebih dari 0,05 sehingga semua indikator pengukuran konstruk berpengaruh secara signifikan.

Nilai perhitungan f^2 digunakan untuk melihat pengaruh konstruk independen terhadap variabel laten dependen apakah memiliki pengaruh substantif (pengaruh subjek dari variabel independen kepada variabel dependen). Nilai efek cohen f^2 memiliki pengaruh kecil, menengah dan besar pada level struktural jika nilai berurutan sekitar 0,02, 0,15, 0,35. Hasil pengujian struktural model dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil pengujian struktural.

Setiap bagian dari model penelitian membutuhkan suatu validasi terhadap model pengukuran tersebut, model struktural dan keseluruhan model yang dapat diukur dengan nilai *Goodness of Fit* (GoF) indeks. Nilai *Goodness of Fit* dalam model yang dibangun dengan Warp PLS jika $\geq 0,1$ menunjukkan kualitas keseluruhan model kecil, jika $\geq 0,25$ berarti kualitas model menengah dan jika $\geq 0,36$ menunjukkan kualitas keseluruhan model besar. Nilai indeks GoF dari model ini berdasarkan *output* adalah sebesar 0,655 yang berarti secara keseluruhan memiliki kualitas model yang besar karena nilai indeks GoF $\geq 0,36$.

Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis penelitian dilakukan setelah evaluasi struktural model dilakukan. Pengujian hipotesis penelitian yang diajukan pada model penelitian dapat diterima atau ditolak. Nilai koefisien jalur pada rentang -0,1 hingga 0,1 dianggap tidak signifikan, sedangkan jika nilai koefisien jalur lebih besar dari 0,1 merupakan nilai yang signifikan dan berbanding lurus. Oleh karena itu hipotesis dapat diterima jika nilai *path coefficient* (β) lebih besar dari 0,1. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai hasil pengujian hipotesis.

Hipotesis Penelitian	Path	Path Coeficient (β)	Keterangan
H1	T KS→SL	0.2 04	Signifikan
H2	T NL→SL	0.1 38	Signifikan

Pengujian dengan SEM PLS harus dilakukan dengan menggunakan simulasi metode bootstrapping terhadap sampel. Pengujian ini bertujuan agar meminimalkan masalah ketidak normalan data dalam penelitian. Hasil pengujian hipotesis model metode resampling bootstrapping dari SEM PLS sebagai berikut:

1. Pengujian hipotesis H1

Pengujian hipotesis H1 menyatakan bahwa tingkat ketergantungan *smartphone* (TKS) berpengaruh secara positif terhadap tingkat nyeri leher (SL). Nilai uji terhadap koefisien jalur TKS dengan SL menunjukkan nilai *path coefficient* sebesar 0,226 lebih besar dari 0,1 maka hipotesis diterima.

2. Pengujian hipotesis H2

Pengujian hipotesis H2 menyatakan bahwa tingkat nyeri leher (TNL) berpengaruh secara positif terhadap tingkat nyeri leher (SL). Nilai uji terhadap koefisien jalur TNL dengan SL menunjukkan nilai *path coefficient* sebesar 0,131 lebih besar dari 0,1 maka hipotesis diterima.

Tujuan penelitian ini adalah untuk bagaimana pengaruh penggunaan *smartphone* terhadap *text neck syndrome*. Fokus penelitian ini adalah *text neck syndrome* yang merupakan kondisi dimana ketidak nyamanan leher atau cedera otot punggung atas yang diakibatkan seseorang yang menundukkan atau menekuk kepalanya untuk melihat *smartphone* dengan waktu yang lama. Variabel yang dinilai dalam penelitian ini sudut leher yang merupakan posisi leher saat melakukan aktivitas seperti membaca dan penggunaan *smartphone*. Analisa data yang dilakukan dari tahap konseptual model hingga pengujian hipotesis penelitian. Hasil analisis menunjukkan variabel-variabel yang mempengaruhi *text neck syndrome*. Berdasarkan nilai R^2 didapatkan bahwa variabel tingkat ketergantungan *smartphone* dengan nilai 0,935 dan tingkat nyeri leher tergolong dengan nilai 0,939 yang tergolong kuat. Sedangkan variabel sudut leher dengan nilai 0.063 tergolong lemah, menunjukkan seberapa baik model penelitian yang diajukan dan berarti variabel-variabel eksogen yang terdapat dalam model penelitian secara kuat menentukan variabel-variabel endogen tersebut.

Berdasarkan uji t variabel eksternal terhadap *text neck syndrome* yang berpengaruh secara signifikan yaitu variabel jenis kelamin dengan nilai $0,001 < 0,1$ dan durasi penggunaan *smartphone* dengan $0,069 < 0,1$. Maka sesuai penelitian yang dilakukan oleh Kumari dkk (2021), bahwa jenis kelamin dan penggunaan *smartphone* berpengaruh terhadap *text neck syndrome*. Jenis kelamin laki-laki lebih banyak menggunakan *smartphone* dibandingkan perempuan karena laki-laki sering bermain game daripada perempuan, sehingga penggunaan *smartphone* lebih lama dibandingkan perempuan.

Berdasarkan hasil hipotesis yang didapatkan bahwa dari dua hipotesis yang diuji, semua hipotesis diterima. Hasil akhir model pada Gambar 8 Menunjukkan model penelitian dengan hubungan antar variabel berdasarkan hipotesis. Pada hipotesis pertama variabel tingkat ketergantungan *smartphone* memiliki instrumen konstruk terdiri dari *phone management* dengan nilai *path coefficient* 0.453, *addictive* dengan nilai *path coefficient* 0.398 dan respon dengan nilai *path coefficient* 0.402. Ketiga indikator tersebut *phone management* merupakan paling berpengaruh terhadap tingkat ketergantungan *smartphone*. Seseorang yang mengetahui cara menangani dan mengelola penggunaan *smartphone* dapat terhindar dari ketergantungan *smartphone*. Tingkat ketergantungan *smartphone* berpengaruh pada variabel sudut leher dengan nilai *path coefficient* 0.204. Sesuai dengan penelitian Alsiwed dkk., (2021) bahwa tingkat ketergantungan *smartphone* berpengaruh terhadap sudut leher.

Hipotesis kedua Variabel tingkat nyeri leher memiliki pengaruh dari konstruk-konstruknya. Instrumen konstruknya yaitu *activity* dengan nilai *path coefficient* 0.809 dan *pain* dengan nilai *path coefficient* 0.234. Dua

indikator tersebut *activity* yang paling berpengaruh terhadap tingkat nyeri, sehingga semakin seseorang melakukan aktivitas maka tingkat nyeri leher seseorang akan rendah dan menjaga postur tubuh yang tepat saat menggunakan *smartphone*. Tingkat nyeri leher berpengaruh pada variabel sudut leher dengan nilai *path coefficient* 0,138. Sesuai dengan penelitian Yustianti dan Pusparini (2019), bahwa terdapat hubungan tingkat nyeri leher dengan posisi leher atau sudut leher saat menggunakan *smartphone*.

Variabel sudut leher dipengaruhi oleh tingkat ketergantungan *smartphone* dan tingkat nyeri leher yang paling berpengaruh terhadap sudut leher yaitu tingkat ketergantungan *smartphone*. Pada mahasiswa teknik industri agro angkatan 2022 Politeknik ATI Makassar sudut lehernya sekitar 15-30 derajat. Berdasarkan dengan tingkat keparahan sudut leher mahasiswa tersebut dikategorikan sedang. Sesuai dengan penelitian alsiwed dkk., (2021) terdapat pengaruh penggunaan *smartphone* dengan *text neck syndrome*. Semakin tinggi sudut leher seseorang akan mengalami *text neck syndrome* sehingga akan merubah postur tubuh yang mempengaruhi kinerja

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis, dapat disimpulkan bahwa hasil pengolahan dan pengujian menggunakan aplikasi Warp PLS 7.0 didapatkan bahwa penggunaan *smartphone* memiliki pengaruh terhadap *text neck syndrome* pada mahasiswa teknik industri agro. Dapat dilihat bahwa variabel tingkat ketergantungan *smartphone* dipengaruhi oleh indikator *phone management* dengan nilai *path coefficient* 0,453. Variabel tingkat nyeri leher dipengaruhi oleh *activity* dengan nilai *path coefficient* 0,809. Variabel sudut leher paling dipengaruhi oleh tingkat ketergantungan *smartphone* dengan nilai *path coefficient* 0,204

DAFTAR PUSTAKA

- Adisty N. 2022. Mengulik Perkembangan Penggunaan *Smartphone* di Indonesia. <https://goodstats.id/>. [Download 21-08-2023]
- Alsiwed KT, Alsarwani RM, Alshaikh SA, Howaidi RA, Aljahdali AJ, Bassi MM. 2021. The prevalence of text neck syndrome and its association with smartphone use among medical students in Jeddah, Saudi Arabia. *Journal of Musculoskeletal Surgery and Research*, 5(4): 266-272.
- Alzaid AN, Alshadokhi OA, Alnasyan. 2018. The prevalence of neck pain and the relationship between prolonged use of electronic devices and neck pain in: a Saudi Arabia, cross-sectional study in Saudi Arabia. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 70(11): 1992-1999.
- Amalia RF, Hamid, AYS. 2020. Adiksi *Smartphone*, Kesehatan Mental Anak, dan Peranan Pola Asuh. *Jurnal Ilmu Keperawatan Jiwa*, 3(2), 221-240.
- Bridger R.S. 1995. *Introduction to Ergonomi*. Singapore: Mc. Graw – Hill International
- Dampati PS, Chrismayanti NKSD, Veronica, E. 2020. Pengaruh Penggunaan *Smartphone* Dan Laptop Terhadap Muskuloskeletal Penduduk Indonesia Pada Pandemi Covid-19. *Gema Kesehatan*, 12(2):57-67.
- Data.ai. 2023. Warganet Indonesia rata-rata menghabiskan waktu 5,7 jam sehari untuk bermain ponsel pada 2022. www.data.ai. [Download 31-05-2023]
- Devi OB, Singh SJ, Singh N. 2008. Fat deposition variation between urban and rural Meitei women inhabiting the valley districts of Manipur, India. *Internet J Biol Anthropol*, 2(1).
- Fajri N. 2019. Pengembangan Model Individual dan Collective Trust Terhadap Teknologi 4.0. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Firdausy CM. 2022. Hubungan Intensitas Penggunaan *Smartphone* Dengan Text Neck Syndrome Pada Mahasiswa S1 Fisioterapi Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Gańczyk M, Kułak W, Zalewska A. 2020. Is the use of mobile phones good for your neck? Text neck syndrome as an awareness of the existing threat—literature review. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 26(3): 240-243.
- Grive DW, Pheasant S. 1982. A Biomechanics, in W. T. Singleton (ed), *The Body at Work*. Biological Ergonomics. Cambridge: Cambridge Universiti Press

- Hikmawati E. 2020 „Kajian Saintifik Fenomena Adiksi Gadget dan Media Sosial di Indonesia“, *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 10(1): 25–39.
- Hutagaol DT. 2021. Universitas Sumatera Utara Poliklinik Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 1(3): 82–91.
- Hae-jung Lee. 2016. Neck pain and functioning in daily activities associated with smartphone usage. *The Journal of Korean physical therapy*, 28(3): 183-188.
- Iridiastadi H, Yassierli. 2014. *Ergonomi Suatu Pengantar*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Jyothsna, G., 2019. Text Neck Syndrome in Adolescents: How to Stem the Tide. *International Journal of Pediatric Nursing IJPEN*, 35.
- Kamalakannan M, Rakshana R, Padma R. 2020. Estimation and prevention of text neck syndrome among smart phone users. *Biomedicine*, 40(3): 372-376.
- Katherina H. 2017. Gen Z: Generasi Terbaru dengan DNA Digital. swa.co.id.
- Khan AF, Gillani, SF, Khan AF. 2018. Are you suffering pain neck due to smart phone text neck syndrome. *Age*, 42(58.4): 1095-1097.
- Kothare H, Patil C, Muley R. 2019. Immediate effects of kinesio taping on upper trapezius muscle on subjects having text neck. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*, 4(2): 131-33..
- Kumari S, Kumar R, Sharma D. 2021. Text Neck Syndrome: The Pain of Modern Era. *International Journal of Health Sciences and Research*, 11(11): 161–165.
- Marinding Y. 2020. Pengaruh Penggunaan Gadget Smartphone. *Honoli Journal of Primary Teacher Education*, 1(1): 17-25.
- Marpaung J. 2018. Pengaruh Penggunaan Gadget Dalam Kehidupan. *KOPASTA: Jurnal Program Studi Bimbingan Konseling*, 5(2): 55–64.
- Mandias GF. 2017. Analisis pengaruh pemanfaatan smartphone terhadap prestasi akademik mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Klabat. *Cogito Smart Journal*, 3(1): 83-90.
- Muhammad M. 2021. Hubungan Antara Tingkat Ketergantungan *Smartphone* dan Nyeri Leher & Tangan. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Namwongsa, S., Puntumetakul, R., Neubert, M. S., Chaiklieng, S., & Boucaut, R. 2018. Ergonomic risk assessment of smartphone users using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) tool. *PLoS ONE*, 13(8), p.1-16.
- Neupane, S., Ali, U. and Mathew, A., 2017. Text Neck Syndrome-Systematic Review. *Imperial journal of interdisciplinary research*, 3(7): 141-148.
- Nurmianto E. 2003. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya Edisi Pertama. *Surabaya: Guna widya*.
- Nursikuwagus A, Hikmawati E, Wisesty UN, Mungguna W, Mahayana D. 2020. Kajian saintifik fenomena adiksi gadget dan media sosial di Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 10(1): 25-39.
- Pięta J, Kuźdzał A, Zagórski A. 2021. Ocena Występowania Bólu W Odcinku Studentów Fizjoterapii I Informatyki. *Journal of the Polish Chamber of Physiotherapists* [Preprint].
- Pramestari D. 2017. Analisis postur tubuh pekerja menggunakan metode ovako work posture analysis system (owas). *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(2): 22-29.
- Pratiwi AMS, Amini S. 2018. Hubungan intensitas penggunaan smartphone dengan perilaku prososial remaja. Doctoral Dissertation. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Priantara IMD, Suparwati KTA, Suadnyana IAA. 2019. Perbedaan Efektivitas Myofascial Release Technique dengan Contract Relax Stretching pada Terapi Konvensional dalam Menurunkan Disabilitas Cervical pada Text Neck Syndrome. *Bali Health Journal*, 3(2-1): S44-S51.
- Pujiono A. 2021. Media Sosial Sebagai Media Pembelajaran Bagi Generasi Z. *Didache: Journal of Christian Education*, 2(1): 1-19
- Purnomo H. 2013. *Antropometri dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Putlely Z, Lesnussa YA, Wattimena AZ, Matdoan MY. 2021. Structural Equation Modeling (SEM) untuk Mengukur Pengaruh Pelayanan, Harga, dan Keselamatan terhadap Tingkat Kepuasan Pengguna Jasa Angkutan Umum Selama Pandemi Covid-19 di Kota Ambon. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 4(1): 1-13.
- Rachmawati D. 2019. Welcoming gen Z in job world (Selamat datang generasi Z di dunia kerja). *Proceeding Indonesian Carrier Center Network (ICCN) Summit*, 1(1): 21-24
- Retnawati H. 2017. *Teknik Pengambilan Sampel*. FMIPA Pend. Matematika UNY
- Ridwan AM. 2020. Mengidentifikasi Risiko Postur Tubuh Pekerja dengan Menggunakan Metode Quickexposure Check (QEC) pada Pabrik Tahu UD. AA JAYA DI KOTA MAKASSAR. Makassar.
- Rifda A. 2022. Karakteristik Generasi Z dan Tahun Berapa Generasi Z. www.gramedia.com. [Download 05-06-2023]
- Robles P. 2019. Why your smartphone is causing you 'text neck' syndrome. <https://multimedia.scmp.com/>. [Download 05-06-2023]
- Sadya S. 2023. Pengguna Smartphone Indonesia Terbesar Keempat Dunia pada 2022. www.dataindonesia.id. [Download 04-06-2023]
- Santoso. 2004. *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*. Cetakan I. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Schawbel D. 2014. Generation Z. *Understanding the Next Generation of Worker*. Retrieved November, 10: 2014.
- Singh AP, Dangmei J. 2016. Understanding the Generation Z, the future workforce. *South-Asian Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(3): 1-5.
- Sindwani V. 2023. Text Neck. <https://www.physio-pedia.com/>. [Download 05-06-2023]
- Stoudt HW, Damon A, McFarland. 1960. Heights and Weights of White Americans, *Human Biology*, 32, 331-341
- Sugiyono 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabet
- Surgical Technology International. 2023. www.surgicaltechnology.com. [Download 30-08-2023]
- Tarwaka. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan Kesehatan Kerja dan Produktivitas Kerja*. Cetakan pertama. Surakarta: Uniba Press
- Wignjosuebrot, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Guna Widya. Surabaya.
- Yassierli, Wijayanto T, Hardiningtyas D. 2020. *Panduan Ergonomi "Working From Home"*. Penerbit Perhimpunan Ergonomi Indonesia.
- Yunita, M. M., Lesmana, T., Jatmika, D., Damayanti, A., & Kusuma, T. F. (2021). Mengenal bahaya adiksi gadget dan cara mengatasinya. *Jurnal Pengabdian dan kewirausahaan*,

ANALISIS POSTUR KERJA PADA PEKERJA PT. SUN ENERGY MENGUNAKAN METODE RULA, ANALISIS NBM DAN TREE DIAGRAM

(*Analysis Of Work Posture For PT. Sun Energy Workers Using RULA Method, NBM Analysis And Tree Diagram*)

Iksan Adiasa^{1*}, Nofias Fajri², Arminas³, Rifqi Musthafa⁴

¹Program Studi Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

²Program Studi Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

³Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

⁴Program Studi Teknik Industri, Universitas Teknologi Sumbawa

Jl. Sunu No 220, Suangga, Kec. Tallo, Makassar, Sulawesi Selatan.

E-mail: iksan.adiasa@atim.ac.id

ABSTRAK

PT. Surya Utama Nuansa (SUN Energy) merupakan salah satu perusahaan pengembang proyek sistem tenaga surya terbesar di Indonesia. Salah satu permasalahan dalam perusahaan yaitu para pekerja *finance* yang mengeluhkan sakit berupa keluhan muskuloskeletal. Hal ini dikarenakan pekerja bekerja selama 8 jam perhari hampir 90% pekerjaan dilakukan dengan posisi duduk berhadapan dengan meja dan komputer. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk meminimalisir risiko tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu meminimalisir risiko keluhan muskuloskeletal dengan cara menganalisis postur kerja menggunakan RULA dan *Nordic Body Map* serta Tree Diagram untuk memberikan usulan perbaikan postur kerja yang baik untuk karyawan PT. SUN Energy. RULA merupakan metode yang digunakan untuk menilai risiko seorang pekerja yang mengalami penyimpangan saat melakukan aktivitas pekerjaan yang membutuhkan penggunaan anggota tubuh bagian atas. *Nordic body Map* merupakan metode pengukuran yang subyektif yang berfungsi untuk mengukur rasa sakit otot bagi para pekerja. Hasil dari penelitian didapatkan bahwa skor RULA untuk 2 pekerja berisiko tinggi dan 1 pekerja berisiko sedang. Hasil NBM menunjukkan keluhan ketiga pekerja berisiko sedang. Usulan perbaikan postur pekerja yaitu pemberian arahan kepada pekerja tentang postur kerja yang baik dan buruk agar pekerja dapat meminimalisir pekerja terjadi muskuloskeletal dan memasang poster mengenai postur kerja yang baik di sekitar area kerja. Diharapkan dari penelitian ini dapat meminimalisir risiko meminimalisir terjadinya sakit akibat kerja.

Kata kunci: Postur Kerja, *Musculoskeletal Disorders*, RULA, NBM, *Tree Diagram*

ABSTRACT

PT. Surya Utama Nuansa (SUN Energy) is one of Indonesia's largest solar power system project development companies. One of the problems in the company is that financial workers complain of pain in the form of musculoskeletal complaints. This is because workers work for 8 hours per day, and almost 90% of their work is done in a sitting position facing a table and computer. Therefore, further analysis needs to be carried out to minimize this risk. The aim of this research is to minimize the risk of musculoskeletal complaints by analyzing work posture using RULA and Nordic Body Map and Tree Diagram to provide suggestions for improving good work posture for PT employees. Solar energy. RULA is a method used to assess the risk of a worker experiencing deviation when carrying out work activities that require the use of the upper body. The nordic body map is a subjective measurement method that functions to measure muscle pain in workers. The results showed RULA scores in 2 high-risk workers and 1 moderate-risk worker. The NBM results show that the three workers' complaints are at moderate risk. Suggestions for improving workers' working posture include providing direction to workers about good and bad working postures so that workers can minimize musculoskeletal problems and placing posters about good working postures around the work area. It is hoped that this research can minimize the risk of occupational diseases.

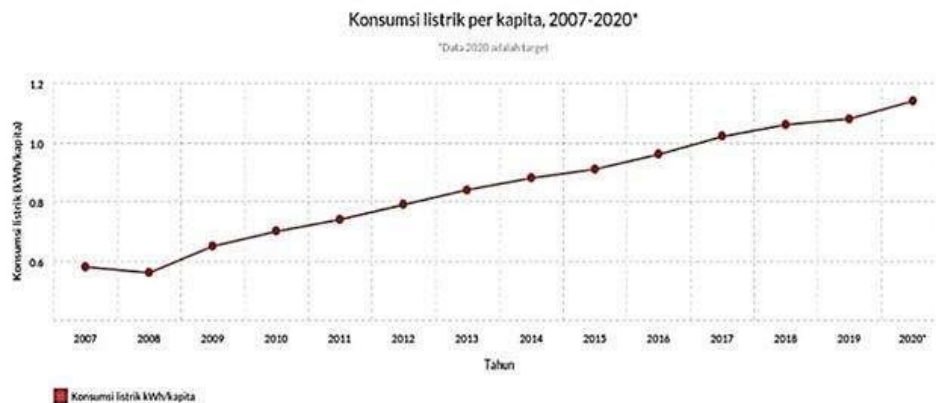
Keywords: Work Posture, *Musculoskeletal Disorders*, RULA, NBM, *Tree Diagram*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di Indonesia saat ini telah meningkat. Hal ini terlihat dari munculnya berbagai macam teknologi seperti *smartphone* dan teknologi lainnya. Perkembangan teknologi didasari pada berkembangnya industri 4.0 yaitu *internet of things* dimana pada industri ini teknologi informasi sangat

dibutuhkan dalam menunjang aktivitas manusia sehari-hari. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan sumber energi dalam menunjang penggunaan teknologi dalam aktivitas sehari-hari. Energi yang paling banyak digunakan sebagai penunjang teknologi informasi yaitu energi listrik.

Menurut Hasan (2012), energi listrik merupakan salah satu bentuk energi dasar yang dibutuhkan dan dapat diubah menjadi bentuk energi lain seperti mekanik, termal, dan lain-lain. Listrik adalah salah satu tuntutan paling mendasar dan vital dalam kehidupan tanpa listrik, aktivitas manusia akan sangat terganggu, sehingga ketersediaan energi listrik harus tetap terjaga (Widayana, 2012). Bagi penggunaan teknologi, listrik adalah sumber daya yang penting bagi penggunaan teknologi di Indonesia. Berikut adalah data konsumsi listrik di Indonesia dari tahun ke tahun, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Konsumsi Listrik

Pada gambar I.1 dapat dilihat bahwa konsumsi listrik di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Namun, peningkatan tersebut tidak didasari dengan sumber daya yang melimpah. Energi listrik umumnya bersumber dari batu bara, dan energi fosil, dimana sumber daya tersebut terbatas. Menurut Bachtiar dan Hayattul (2018), kekurangan energi listrik dan ketergantungan pada bahan bakar fosil memaksa pemerintah untuk mencari sumber daya alternatif untuk menyelesaikan masalah tersebut. Penggunaan energi terbarukan merupakan alternatif untuk mengurangi kebutuhan energi fosil dengan mengoptimalkan potensi alamnya. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang energi terbarukan, yaitu PT Surya Utama Nuansa (SUN Energy).

Perusahaan PT. Surya Utama Nuansa (SUN Energy) didirikan pada tahun 2016. Dalam tiga tahun terakhir, SUN Energy telah mengembangkan 49 MWp dari proyek tenaga surya terbesar di Indonesia. SUN Energy menyediakan solusi terintegrasi mulai dari konsep hingga konstruksi, termasuk pengaturan lokasi dan perizinan proyek, serta berbagai model pembiayaan, seperti penyewaan panel surya dan pemeliharaan setelah pemasangan. Perusahaan PT. SUN Energy memiliki proyek sistem tenaga surya di banyak tempat, termasuk pabrik, bangunan, perkantoran, pusat perbelanjaan, hotel, fasilitas kesehatan umum, perumahan pom bensin, dan lahan pertanian.

PT. SUN Energy selain bagian lapangan terdapat juga pekerja di kantor yang bergerak di bidang *finance*, *procurement*, dan lain-lain. Para pekerja, bekerja selama 8 jam sehari hampir 90% pekerjaan dilakukan dengan posisi duduk berhadapan dengan meja dan komputer. Hal tersebut menyebabkan banyak pekerja yang mengeluhkan beberapa penyakit. Salah satu jenis penyakit akibat kerja yang berlebih adalah keluhan muskuloskeletal (Tarwaka, 2004). Keluhan muskuloskeletal yaitu gangguan yang terjadi pada struktur tubuh seperti sendi, otot tendon, ligament, saraf, tulang, dan sistem peredaran darah local (Hastarina, 2018). Dari hasil observasi yang telah dilakukan, beberapa karyawan mengeluhkan sakit pada bagian punggung dan lengan. Berikut gambar postur kerja karyawan PT. SUN Energy pada bidang *finance* seperti yang ditunjukkan pada gambar I.2



Gambar 2. Postur Kerja Karyawan PT SUN Energy

Berdasarkan gambar 2, postur kerja pekerja tersebut terlalu membungkuk hal ini dapat menyebabkan muskuloskeletal disorder atau cedera pada muskuloskeletal. Postur kerja yang baik adalah kaki tidak terbebani dengan berat tubuh dan punggung tegak lurus 90° dalam posisi selalu stabil selama bekerja. Display tempat kerja juga menjadi salah satu faktor produktifitas bagi pekerja baik secara positif maupun negatif seperti posisi kursi, meja, *keyboard*, *monitor computer*, dan pencahayaan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis postur kerja menggunakan RULA, nordic body map dan *Tree Diagram* untuk memberikan usulan perbaikan postur kerja yang baik untuk karyawan PT. SUN Energy.

Penilaian risiko postur kerja dilakukan dengan menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Menurut McAtamney (1993), input dari RULA adalah postur (telapak tangan, lengan atas, lengan bawah, punggung dan leher), beban angkat, gaya yang digunakan (statis/dinamis), dan beban kerja. Metode ini memberikan perhitungan cepat untuk pekerja, seperti perhitungan risiko di tempat kerja yang berhubungan dengan *upper limb disorder*, dan otot-otot yang dibutuhkan sehubungan dengan postur di tempat kerja (penggunaan kekuatan dan pekerjaan statis berulang) (McAtamney dkk., 1993). Selanjutnya dilakukan analisis keluhan sakit pada otot pekerja menggunakan *nordic body map*.

Menurut Wilson (1995), menyatakan bahwa kuesioner *Nordic Body Map* adalah salah satu bentuk checklist ergonomi yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat nyeri otot pekerja. *Nordic body map* membantu mengidentifikasi dan menilai keluhan sakit. Selanjutnya dilakukan pemberian usulan perbaikan menggunakan *tree diagram*. Menurut Lasina dkk. (2021), diagram pohon (*tree diagram*) merupakan sebuah pendekatan/ metode yang digunakan untuk identifikasi penyebab suatu masalah dan dapat menentukan usulan dari akar masalah. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menganalisis postur kerja dan keluhan pada pekerja PT. SUN Energy dan memberikan usulan untuk meminimalisir terjadinya sakit akibat kerja. Adapun harapan pada penelitian ini adalah agar kesehatan pekerja dapat terjaga dan tidak lagi sakit akibat bekerja terutama untuk pekerja di PT.SUN Energy.

METODE

Penelitian ini dilakukan di PT. Surya Utama Nuansa (SUN Energy) yang terletak di Menara Tekno, Jl. H. Fachrudin No.19, RT.1/RW.7 Kebon Sirih, Tanah Abang, Kec. Menteng, Daerah Khusus Ibukota Jakarta. *Nordic Body Map* (NBM), *Tree Diagram*, dan RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) adalah sarana untuk menilai postur, gaya, dan gerakan seseorang dalam pekerjaan yang melibatkan penggunaan anggota badan bagian atas (Adiasa dkk., 2020). Menurut Andrian (2013), metode ini dibuat untuk mempelajari risiko seorang pekerja mengalami penyimpangan saat melakukan aktivitas pekerjaan yang membutuhkan penggunaan anggota tubuh bagian atas. Berikut adalah gambar RULA *Worksheet* Dapat dilihat pada gambar 3.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

Step 4a: Adjust...
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. hold >10 minutes),
Or if action repeated occurs <N> per minute: -1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittent): -0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist				
		1	2	3	4	
1	1	2	2	2	3	3
2	2	2	2	2	3	3
3	3	3	3	3	4	4
4	4	4	4	4	5	5
5	5	5	5	5	6	6
6	6	6	6	6	7	7
7	7	7	7	7	8	8
8	8	8	8	8	9	9

Table B: Neck, Trunk and Leg Score

Neck Posture	Legs		
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	3	4	5	6
4	3	3	4	5	6
5	4	4	5	6	7
6	4	4	5	6	7
7	5	5	6	7	7
8	5	5	6	7	7

Scoring: (final score from Table C)
1 or 2 = acceptable posture
3 or 4 = further investigation, change may be needed
5 or 6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: -1
If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. hold >10 minutes),
Or if action repeated occurs <N> per minute: -1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittent): -0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Gambar 3. RULA Worksheet
Sumber: Ansari & Sheikh (2014).

Untuk mengukur rasa sakit otot karyawan, *Nordic Body Map* (NBM) adalah metode pengukuran objektif yang dapat digunakan. Menurut Willson dan Corlett (1995), kuesioner daftar periksa ergonomis yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi ketidaknyamanan pekerja yang diatur dan distandarisasi adalah kuesioner *Nordic Body Map*. Tujuan dari kuesioner *Nordic Body Map* adalah untuk menentukan bagian tubuh mana yang membuat karyawan merasa sakit baik sebelum maupun sesudah mereka bekerja di tempat kerja. Gambar di bawah 4 menunjukkan *Nordic Body Map*.

Posisi Keluhan	Skoring				NBM
	1	2	3	4	
0	Leher				
1	Tengkuk				
2	Bahu kiri				
3	Bahu kanan				
4	Lengan atas kiri				
5	Punggung				
6	Lengan atas kanan				
7	Pinggang				
8	Pinggul				
9	Pantat				
10	Siku kiri				
11	Siku kanan				
12	Lengan bawah kiri				
13	Lengan bawah kanan				
14	Pergelangan tangan kiri				
15	Pergelangan tangan kanan				
16	Tangan kiri				
17	Tangan kanan				
18	Paha kiri				
19	Paha kanan				
20	Lutut kiri				
21	Lutut kanan				
22	Betis kiri				
23	Betis kanan				
24	Pergelangan kaki kiri				
25	Pergelangan kaki kanan				
26	Kaki kiri				
27	Kaki kanan				

Gambar 4. NBM
Sumber : Dermawan (2020)

Analisis *Tree Diagram* dilakukan untuk mencari akar masalah dan solusi dari suatu masalah (Adiasa dkk., 2021). Menurut Duffy dkk. (2012), *Tree Diagram* adalah alat universal yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti menciptakan langkah-langkah logis untuk mencapai hasil tertentu, melakukan analisis lima alasan untuk mempelajari penyebab, membuat komunikasi untuk mendorong orang untuk berpartisipasi dalam pengembangan hasil yang didukung bersama, mempelajari alur proses pada tingkat yang lebih rinci, dan menggambarkan perkembangan hirark secara grafik.

Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengumpulkan Data

Tahap pengumpulan ini dilakukan dengan pengukuran denyut nadi menggunakan kamera, pembagian kuesioner NBM saat selesai bekerja dan mengamati pekerjaan yang dilakukan para pekerja selama jam kerja untuk mendapatkan data-data yang diperlukan.

2. Perhitungan Nilai RULA

Pada tahap ini dilakukan analisis postur kerja dengan menggunakan metode RULA untuk mengetahui *final score* dari tabel RULA berdasarkan penilaian postur kerja. Analisis RULA dilakukan dengan menghitung sudut postur kerja menggunakan *software Autodesk Inventor 2017*, kemudian menganalisis sudut postur kerja ke dalam *Worksheet* RULA yang terdiri dari kolom A, kolom B dan Kolom C. Setelah itu didapatkan nilai akhir dari analisis RULA. Adapun RULA *Worksheet* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.

3. Perhitungan Nilai NBM

Pada tahap ini dilakukan analisis NBM untuk mengetahui muskuloskeletal disorder yang dirasakan pekerja dengan menyebarkan kuisisioner. Kuesioner NBM berisi tingkat keluhan sakit akibat kerja yang berada di 27 titik tubuh pekerja. Kuesioner NBM dapat dilihat pada gambar 4. Setelah dilakukan perhitungan, dilanjutkan dengan menghitung klasifikasi tingkat risiko berdasarkan total skor individu. Berikut disajikan klasifikasi tingkat risiko berdasarkan total skor individu pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Risiko Berdasarkan Total Skor Individu

Total Skor Individu	Tingkat Risiko	Tindakan Perbaikan
28-49	Rendah	Belum ada perbaikan yang diperlukan.
50-70	sedang	Mungkin diperlukan perbaikan lebih cepat di hari berikutnya.
71-90	Tinggi	Diperlukan Perbaikan Segera
92-122	Sangat Tinggi	Diperlukan perbaikan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber : Dermawan (2020)

4. Pembuatan Usulan perbaikan dengan *Tree Diagram*

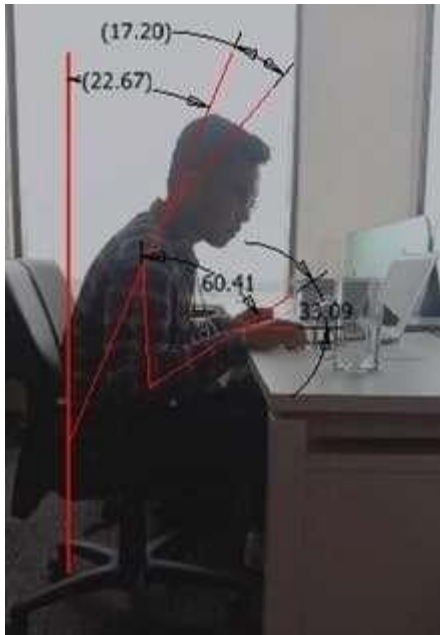
Pada tahap ini dilakukan pembuatan *Tree Diagram* berdasarkan hasil dari RULA dan NBM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Divisi *finance* bertugas pada pencairan, pengelolaan dan melakukan pembayaran di perusahaan. Divisi *finance* bekerja mengelola keuangan di PT. SUN Energy. Umumnya, pekerja *finance* mengurus reimburse, mengurus tender dan melakukan pembayaran transaksi yang dilakukan perusahaan. Para pekerja di PT. SUN Energi bekerja selama 8 jam sehari. Pekerja *finance* berkerja tidak pernah *work from home* dan selalu bekerja dikantor. Para pekerja bekerja selama 8 jam perhari dan hampir 90% pekerjaan dilakukan dengan posisi duduk berhadapan dengan meja dan komputer. Sebagian pekerja mengeluhkan pegal-pegal di bagian pinggang dan leher. Sehingga dilakukan analisis postur kerja dengan RULA dan Nordic Body Map.

Analisis Postur Kerja Pekerja *Finance* Pertama

Jika posisi duduk salah, maka dapat mengakibatkan sakit pada tulang belakang dan bagian leher. Dibawah ini terdapat gambar postur duduk dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Postur Pekerja Finance Pertama

Berdasarkan gambar 5, pekerja *finance* bekerja dengan posisi duduk dan sedikit membungkuk. Adapun hasil yang didapatkan pada perhitungan sudut-sudut dengan proses duduk pada bagian leher 17,20° bagian lengan bawah 60,41° bagian lengan atas 30,00° punggung 22,67° bagian pergelangan tangan 33,09°. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan RULA Worksheet yang dapat dilihat pada gambar 6.

ERGONOMICS PLUS RULA Employee Assessment Worksheet Task Name: Pekerja 3 Date:

A. Arm and Wrist Analysis

- Step 1: Locate Upper Arm Position: Upper Arm Score: 4
- Step 2: Locate Lower Arm Position: Lower Arm Score: 1
- Step 3: Locate Wrist Position: Wrist Twist Score: 3
- Step 4: Wrist Twist: Wrist Twist Score: 1
- Step 5: Look-up Posture Score in Table A: Posture Score A: 4
- Step 6: Add Muscle Use Score: Muscle Use Score: 1
- Step 7: Add Force/Load Score: Force / Load Score: 0
- Step 8: Find Row in Table C: Wrist and Arm Score: 5

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	3
1	3	3	3	3	3
1	4	4	4	4	4
2	1	2	3	3	3
2	2	3	3	3	4
2	3	3	3	4	4
2	4	4	4	4	4
3	1	3	4	4	4
3	2	4	4	4	5
3	3	4	4	4	5
3	4	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	4	5
4	4	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	5	5	6
5	3	5	5	5	6
5	4	5	5	5	6
6	1	6	6	6	7
6	2	6	6	6	7
6	3	6	6	6	7
6	4	6	6	6	7

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

- Step 9: Locate Neck Position: Neck Score: 3
- Step 10: Locate Trunk Position: Trunk Score: 3
- Step 11: Legs: Leg Score: 1
- Step 12: Look-up Posture Score in Table B: Posture B Score: 4
- Step 13: Add Muscle Use Score: Muscle Use Score: 1
- Step 14: Add Force/Load Score: Force / Load Score: 0
- Step 15: Find Column in Table C: Neck, Trunk, Leg Score: 5

Neck Posture	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	2	2
1	3	3	3	3	3
1	4	4	4	4	4
2	1	2	2	2	2
2	2	2	2	2	3
2	3	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4
3	1	3	3	3	3
3	2	4	4	4	4
3	3	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4
4	1	5	5	5	5
4	2	5	5	5	5
4	3	5	5	5	5
4	4	5	5	5	5
5	1	6	6	6	6
5	2	6	6	6	6
5	3	6	6	6	6
5	4	6	6	6	6

Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Neck	Trunk	Leg	Score
1	1	1	1
1	2	2	2
1	3	3	3
1	4	4	4
2	1	2	2
2	2	2	3
2	3	3	3
2	4	4	4
3	1	3	3
3	2	4	4
3	3	4	4
3	4	4	4
4	1	5	5
4	2	5	5
4	3	5	5
4	4	5	5
5	1	6	6
5	2	6	6
5	3	6	6
5	4	6	6

Scoring: (final score from Table C)
1-2 = acceptable posture
3-4 = further investigation, change may be needed
5-6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

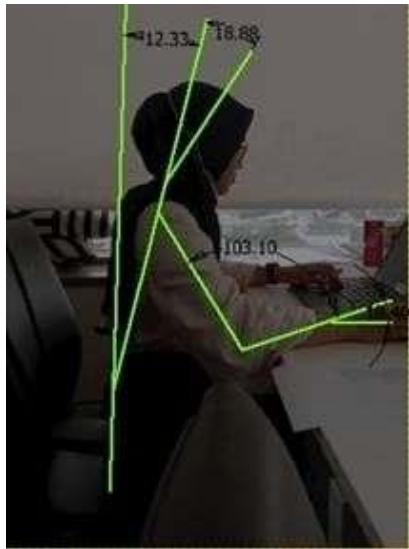
RULA Score: 6

Gambar 6. Perhitungan RULA Pekerja Finance Pertama

Pada gambar 6, didapatkan skor akhir penilaian RULA sebesar 6, skor 6 yang dimana masuk ke dalam kegiatan level sedang. pada level sedang, risiko pekerjaan berisiko sedang sehingga harus dilakukan investigasi lebih lanjut dan tindakan perubahan segera.

Analisis Postur Kerja Pekerja Finance Kedua

Jika posisi duduk salah, maka mengakibatkan sakit pada tulang belakang dan bagian leher. Dibawah ini terdapat gambar postur duduk pekerja kedua dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Postur Pekerja Finance Kedua

Berdasarkan gambar 7, pekerja *finance* bekerja dengan posisi duduk dan sedikit membungkuk. Adapun hasil yang didapatkan pada perhitungan sudut-sudut dengan proses duduk pada bagian leher 18,88° bagian lengan bawah 103° bagian lengan atas 45° bagian punggung 12,33° bagian pergelangan tangan 18,40°. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan RULA Worksheet yang dapat dilihat pada gambar 8.

ERGONOMICS PLUS RULA Employee Assessment Worksheet Task Name: Pekerja 2 Date:

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Step 6: Add Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score

Step 8: Find Row in Table C

Scores

Table A		Wrist Score			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	3
2	2	2	2	2	3
3	3	3	3	3	4
4	4	4	4	4	5
5	5	5	5	5	6
6	6	6	6	6	7

Table B: Neck, Trunk, Leg Score

Neck	Trunk	Leg
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9

Table C

Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

Scoring: (final score from Table C)
 1-2 = acceptable posture
 3-4 = further investigation, change may be needed
 5-6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Step 13: Add Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C

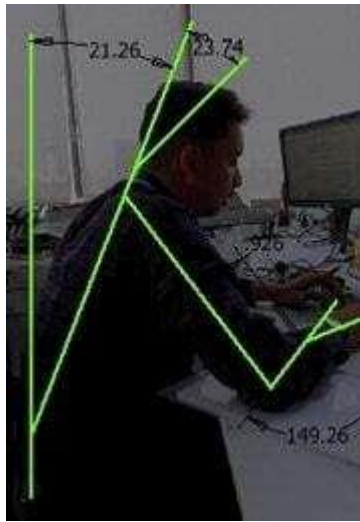
Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. Based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, MA/Amey & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

Gambar 8. Perhitungan RULA Pekerja Finance Kedua

Pada gambar 8, didapatkan skor akhir penilaian RULA sebesar 4, skor 4 yang dimana masuk ke dalam level kecil. Pada level ini, risiko pekerjaan berisiko kecil sehingga perlu dilakukan investigasi lebih lanjut dan mungkin dibutuhkan perubahan

Analisis Postur Kerja Pekerja Finance Ketiga

Jika posisi duduk salah, maka mengakibatkan sakit pada tulang belakang dan bagian leher. Dibawah ini terdapat gambar postur duduk dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Postur Pekerja Finance Ketiga

Berdasarkan gambar IV.5, pekerja *finance* bekerja dengan posisi duduk dan sedikit membungkuk. Adapun hasil yang didapatkan pada perhitungannya sudut-sudut dengan proses duduk padabagian leher 23,74° bagian lengan atas 60° bagian lengan bawah 149,26° bagian punggung 21,26° bagian pergelangan tangan 33,09°. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan RULA Worksheet yang dapat dilihat pada gambar 10.

ERGONOMICS PLUS RULA Employee Assessment Worksheet Task Name: Pekerja 3 Date:

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position: Upper Arm Score: 4

Step 2: Locate Lower Arm Position: Lower Arm Score: 1

Step 3: Locate Wrist Position: Wrist Score: 3

Step 4: Wrist Twist: Wrist Twist Score: 1

Step 5: Look-up Posture Score in Table A: Posture Score A: 4

Step 6: Add Muscle Use Score: Muscle Use Score: 1

Step 7: Add Force/Load Score: Force / Load Score: 0

Step 8: Find Row in Table C: Wrist & Arm Score: 5

Table A: Wrist Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Score							
		1	2	3	4				
1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
1	3	2	3	3	3	3	4	4	4
1	4	2	3	3	3	3	4	4	4
2	1	3	4	4	4	4	4	5	5
2	2	3	4	4	4	4	4	5	5
2	3	3	4	4	4	4	4	5	5
2	4	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	4	4	4	4	4	4	5	5
3	2	4	4	4	4	4	4	5	5
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	5	5	6	6
5	2	5	5	5	5	5	5	6	6
5	3	5	5	5	5	5	5	6	6
5	4	5	5	5	5	5	5	6	6
6	1	6	6	6	6	6	6	7	7
6	2	6	6	6	6	6	6	7	7
6	3	6	6	6	6	6	6	7	7
6	4	6	6	6	6	6	6	7	7

Table B: Neck, Trunk, and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position: Neck Score: 4

Step 10: Locate Trunk Position: Trunk Score: 3

Step 11: Legs: Leg Score: 1

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	Trunk Posture Score					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	2	3	3	4
2	2	3	3	4	4	5
3	3	4	4	5	5	6
4	4	5	5	6	6	7
5	5	6	6	7	7	8
6	6	7	7	8	8	9

Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Neck	Trunk	Leg	RULA Score							
			1	2	3	4	5	6		
1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	5
1	2	1	2	2	3	3	4	4	5	5
1	3	1	3	3	4	4	5	5	6	6
1	4	1	4	4	5	5	6	6	7	7
1	5	1	5	5	6	6	7	7	8	8
1	6	1	6	6	7	7	8	8	9	9
2	1	2	7	7	7	7	8	8	9	9
2	2	2	8	8	8	8	9	9	9	9
2	3	2	8	8	8	8	9	9	9	9
2	4	2	8	8	8	8	9	9	9	9
2	5	2	8	8	8	8	9	9	9	9
2	6	2	8	8	8	8	9	9	9	9

Scoring: (Final score from Table C)

1-2 = acceptable posture
 3-4 = further investigation, change may be needed
 5-6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

Final RULA Score: 7

Gambar 10. Perhitungan RULA Pekerja Finance Ketiga

Pada gambar 10, didapatkan skor akhir penilaian RULA sebesar 7, skor 7 dimana masuk dalam level tinggi. Pada level ini risiko pekerjaan berisiko tinggi sehingga perlu dilakukan investigasi dan perlu dilakukan perubahan. Berdasarkan hasil RULA dari ketiga pekerja ditemukan bahwa terdapat 2 pekerja yang memiliki risiko yang cukup tinggi dimana perlu dilakukan investigasi lebih lanjut dan tindakan perubahan segera. Selain itu 1 pekerja memiliki risiko sedang dimana perlu dilakukan investigasi lebih lanjut dan mungkin dibutuhkan perubahan. Selanjutnya dilakukan analisis nordic body map untuk mengetahui keluhan pada bagian tubuh pekerja.

Analisis Nordic Body Map

Analisis *nordic body map* dilakukan untuk mengetahui keluhan pada pekerja dan mengukur rasa sakit otot bagi para pekerja. Berikut adalah hasil pengukuran tingkat keluhan pada pekerja *finance* di PT. SUN Energy yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Kuisisioner *Nordic Body Map*

No	Tingkat Keluhan												
	Pekerja <i>finance</i> 1				Pekerja <i>finance</i> 2				Pekerja <i>finance</i> 3				
	TS	AS	S	SS	TS	AS	S	SS	TS	AS	S	SS	
0		2				2				2			
1		2				2				2			
2	1					2			1				
3		2			1				1				
4	1				1				1				
5		2			1					2			
6		2			1				1				
7		2				2				2			
8		2			1				1				
9		2			1				1				
10		2			1				1				
11		2			1				1				
12	1				1				1				
13		2			1				1				
14	1				1				1				
15		2				2			1				
16	1				1				1				
17		2			1					2			
18		2			1				1				
19		2			1				1				
20		2			1				1				
21		2			1				1				
22		2			1				1				
23		2			1				1				
24		2			1				1				
25		2			1				1				
26		2			1					2			
27		2			1					2			
Total		46				33				35			

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa hasil skor untuk pekerja *finance* 1 sebesar 46, hasil skor untuk pekerja *finance* 2 sebesar 33 dan hasil skor pekerja *finance* 3 sebesar 35. Berdasarkan klasifikasi pada tabel II.1 artinya tingkat risiko untuk ketiga pekerja *finance* termasuk dalam kategori rendah, yaitu belum diperlukan adanya tindakan perbaikan. Namun, pada pengisian kuisisioner NBM, dapat dilihat bahwa ketiga pekerja *finance* mengeluhkan agak sakit pada leher bagian atas, leher bagian bawah dan pinggang. Hal ini menunjukkan bahwa postur kerja *finance* kurang tepat. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan analisis untuk mencari akar penyebab dari faktor kerja yang salah dan solusi untuk meminimalisir risiko sakit akibat kerja dari postur tubuh yang salah.

Analisis Tree Diagram

Analisis *Tree Diagram* dilakukan untuk mencari akar masalah dan solusi dari masalah pada postur para pekerja. Masalah dalam penelitian ini adalah postur para pekerja yang kurang baik. Berikut adalah hasil dari analisis *Tree Diagram* yang dapat dilihat pada gambar 11,



Gambar 11. Tree Diagram Penyebab Postur Kerja Yang Kurang Baik

Berdasarkan gambar 11, hasil dari *Tree Diagram* menunjukkan bahwa akar permasalahan dari postur kerja yang kurang baik adalah overwork, ukuran meja kerja tidak sesuai dengan dimensi tubuh, pekerja yang terlalu membungkuk, belum adanya SOP, meja kerja terlalu tinggi atau rendah, kursi kerja terlalu tinggi atau rendah. Faktor yang dianalisis adalah faktor 5M yaitu Man, material, method, machine dan, money. Namun hanya tiga faktor yang dianalisis dan menjadi faktor penyebab postur kerja yang kurang baik yaitu manusia, metode, dan mesin. Dari hasil analisis didapatkan usulan perbaikan pada faktor manusia diberikan usulan perbaikan yaitu istirahat yang cukup dan ukuran meja yang harus disesuaikan tubuh, pada faktor metode diberikan usulan perbaikan yaitu dengan duduk pada posisi yang benar dan membuat SOP tentang penggunaan komputer yang benar, dan pada faktor mesin diberikan usulan perbaikan yaitu ukuran meja yang disesuaikan dimensi tubuh dan ukuran kursi yang disesuaikan tubuh.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu hasil analisis dari postur kerja dengan menggunakan metode RULA, yaitu skor RULA postur kerja pekerja pertama sebesar 6, skor RULA postur kerja pekerja kedua skor sebesar 4, skor RULA postur kerja pekerja ketiga skor sebesar 7. Ketiga skor postur pekerja tersebut berisiko sedang dan tinggi, dimana postur kerja tersebut harus dilakukan investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perubahan.

Berdasarkan pada analisis nordic body map, didapatkan hasil skor total akhir dari ketiga pekerja *finance* yaitu 46, 33, dan 35. Ketiga pekerja *finance* tersebut masuk kedalam tingkat berisiko rendah serta belum diperlukan adanya tindakan perbaikan. Usulan perbaikan postur pekerja yaitu pemberian arahan kepada pekerja tentang postur kerja yang baik dan buruk agar pekerja dapat meminimalisir pekerja terjadi muskuloskeletal dan memasang poster mengenai postur kerja yang baik di sekitar area kerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT Surya Utama Nuansa (SUN Energy) yang telah bersedia memberikan kesempatan untuk penulis dalam melakukan penelitian. Terima kasih juga kepada pihak-pihak lain yang membantu penulis dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Adiasa, I., Lasina, A. U. R., & Mashabai, I. (2021). Analisis Kerusakan Pada Mesin GER Alsthom FR Di PLTM Bambalo PT. PLN (Persero) ULP Poso Menggunakan Tree Diagram Dan Corrective Maintenance. *Jurnal Industri dan Teknologi Samawa*, 2(2), 64-68.

- Adiasa, I., Suarantalla, R., Rabbani, R., Nur, M., Amirul, M., & Ardiansyah, S. (2020). Perancangan meja laptop portabel menggunakan metode rapid upper limb assessment (RULA) dan pendekatan antropometri. *Jurnal Industri dan Teknologi Samawa*, 1(2), 19-23.
- Ansari, N. A., & Sheikh, M. J. (2014). Evaluation of work Posture by RULA and REBA: A Case Study. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 11(4), 18-23.
- Duffy, G. L., Laman, S. A., Mehta, P., Ramu, G., Scriabina, N., & Wagoner, K. (2012). Beyond The Basics: Seven New Quality Tools Help Innovate. *Communicate, and Plan*.
- Hasan, H. (2012). perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau Saugi. *Jurnal riset dan teknologi kelautan*, 10(2), 169-180.
- Hastarina, M. (2018). Pengukuran Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) Dengan Quick Exposure Check (QEC). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(2), 6-14.
- Iridiastadi, H., MSIE, P. D., & Yassierli, P. D. (2014). Ergonomi suatu pengantar. *Bandung: PT. Remaja Rosdakarya*.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied ergonomics*, 24(2), 91-99.
- Sianturi, W. A. (2020). Upaya Mempertahankan Ergonomik Pada Posisi Berbaring, Duduk, Berdiri Dan Berjalan Serta Upaya Mencegah Hazard Psikososial.
- Siswanto, F. M., Yenniastuti, B. P., Putra, T. A., & Kardena, I. M. (2015). Aktivitas fisik maksimal akut (acute overtraining) menyebabkan kerusakan sel β pankreas mencit. *JURNAL BIOMEDIK: JBM*, 7(2).
- Sutalaksana, I. Z. (2006). Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi. Bandung: Departemen Teknik Industry ITB
- Sutjiadi, A. D. (2003). Aplikasi Network Pohon Dalam Tree Diagram. *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*.
- Setiawan, A. (2014). *Penentuan Waktu Istirahat Optimal Guna Meningkatkan Produktivitas Operator (Studi Kasus di PT. Indo Stone-Yogyakarta* (Doctoral dissertation, UPN" Veteran" yogyakarta).
- Tarwaka (2004) Analisis postur kerja dengan keluhan *musculoskeletal disorders* pada pekerja manual handling bagian *Rolling Mill*.
- Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja Dan Produktivitas. *Uniba, Surakarta*, 34-50.
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan energi surya. *Jurnal pendidikan teknologi dan kejuruan*, 9(1).
- Wijaya, K. (2019). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Pekerja Konveksi Sablon Baju. *In Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*.

OPTIMISASI DESAIN MEJA DAN KURSI KANTIN BERDASARKAN IDENTIFIKASI POSTUR KERJA

(*Optimization of Canteen Tables and Chairs Design Based on Work Posture Identification*)

Latahita Fajar Gumilang¹, Ratih Dianingtyas²

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Sleman, Yogyakarta Indonesia

E-mail: rd.kurnia@uii.ac.id

ABSTRAK

Menanggapi adanya masalah yang terjadi pada salah satu fasilitas yang ada pada kantin terutama pada tingkat sekolah maupun universitas yang kurang diperhatikan dari sisi keamanan serta sisi kebersihannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kurangnya perhatian pada fasilitas kantin pada tingkat sekolah maupun universitas dengan cara memberikan desain meja dan kursi yang lebih ergonomis serta memiliki banyak fitur yang memudahkan para penggunanya. Tiga metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah antropometri dan postur kerja menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) digunakan untuk mengetahui keinginan dari operator. Metode antropometri diterapkan untuk mendesain meja dan kursi agar lebih ergonomis, sementara metode RULA digunakan untuk menilai risiko ergonomis yang dialami pengguna saat menggunakan fasilitas kantin. Data dikumpulkan dari 30 responden berusia 18-26 tahun, yang terdiri dari berbagai suku dan jenis kelamin. Pada penelitian ini didapatkan hasil redesign meja dan kursi yang sesuai dengan antropometri responden, sehingga menghasilkan tingkat ergonomi yang tinggi dan fitur-fitur yang mendukung aktivitas pengguna.

Kata kunci: Antropometri, meja dan kursi ergonomis, RULA, EFD.

ABSTRACT

Responding to a problem that occurred in one of the facilities in the canteen, especially at the school and university level, which lacked attention in terms of safety and cleanliness. This research aims to overcome the lack of attention to canteen facilities at school and university level by providing table and chair designs that are more ergonomic and have many features that make it easier for users. The three methods used in this research are anthropometry and work posture using Rapid Upper Limb Assessment (RULA). The Ergonomic Function Deployment (EFD) method is used to determine the desires of the operator. The anthropometric method is applied to design tables and chairs to be more ergonomic, while the RULA method is used to assess the ergonomic risks experienced by users when using canteen facilities. Data was collected from 30 respondents aged 18-26 years, consisting of various ethnicities and genders. In this research, the results of redesigning tables and chairs were obtained in accordance with the respondents' anthropometry, resulting in a high level of ergonomics and features that support user activities.

Keywords: Anthropometry, ergonomic table and chair, RULA, EFD.

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu menuntut ilmu dapat dilakukan dimana saja serta kapan saja. Hal tersebut menandakan bahwa ilmu merupakan hal yang sangatlah penting. Apalagi di Indonesia hal ini sudah menjadi kewajiban, terutama bagi generasi muda. Perkembangan era globalisasi membuat semakin mudahnya mendapatkan informasi. Setiap instansi pendidikan tentu saja harus memfasilitasi calon-calon penerus bangsa dengan fasilitas yang terbaik serta memberikan keamanan dan kenyamanan bagi setiap peserta didiknya. Hal tersebut tentu sangat berpengaruh terhadap siswa dalam menyerap pelajaran atau ilmu yang diberikan oleh pengajarnya (Cynthia, Martono, and Indriayu 2015). Fasilitas fisik berpengaruh dalam proses belajar mahasiswa (Febri 2021), selain itu belajar mengajar juga memiliki peran dan pengaruh dalam pencapaian prestasi belajar siswa tersebut. Fasilitas tersebut akan menunjang kegiatan akademik maupun non-akademik yang baik apabila fasilitas yang tersedia sangat memadai. Fasilitas yang dimaksud tentu saja bukan hanya untuk kegiatan belajar mengajar, tetapi fasilitas yang didapatkan oleh setiap murid juga harus mendukung keamanan serta kenyamanan mereka ketika mereka sedang beristirahat di kantin maupun tempat lainnya. Kantin adalah tempat yang selain berfungsi sebagai tempat makan dan minum, juga digunakan untuk berbincang-bincang, beristirahat, bahkan mengerjakan tugas.

Fasilitas yang ada di kantin juga harus mendapat perhatian dari institusi terkait, karena kurangnya sanitasi dan kebersihan dapat menjadi sumber penularan penyakit (Arifin and Wijayanti 2019). Selain itu, kondisi tersebut bisa menyebabkan cedera ringan yang, jika tidak ditangani, dapat berkembang menjadi cedera serius (Destha Joanda and Suhardi 2017). Selain itu menurut (Taysaar Fajari 2023) alat kerja yang ergonomis dianggap mampu mengurangi resiko cedera.

Kantin tentu saja menjual berbagai jenis makanan dan minuman. Untuk membuat kantin lebih terorganisir dan bersih, diperlukan perubahan, terutama jika sanitasi di kantin tersebut kurang baik. Perubahan ini sebaiknya mengikuti perkembangan era industri 4.0 saat ini, yang ditandai dengan digitalisasi di berbagai aspek. Selain itu, penataan tempat makan juga perlu disesuaikan dengan prinsip-prinsip ergonomi. Oleh karena itu, hadirilah inovasi untuk meja dan kursi yang dapat digunakan pada kantin-kantin sekolah maupun untuk tingkat universitas. Meja dan kursi tersebut memiliki berbagai keunggulan dan juga inovasi yang berbeda dari kebanyakan meja dan kursi yang ada. Meja kursi ini dapat memberikan fasilitas-fasilitas yang dibutuhkan serta tetap sejalan dengan industri 4.0. Meja kursi ini dibuat dengan pendekatan antropometri pengguna serta dilakukan pengujian menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) agar memastikan keergonomisan meja kursi tersebut, serta mampu memberikan fungsi yang beraneka ragam, seperti *interactive screen* yang digunakan untuk memesan makanan serta minuman yang dilengkapi dengan menu pembayaran, wadah tempat yang digunakan untuk menyimpan tisu secara aman, kursi yang memiliki stop kontak yang digunakan untuk melakukan pengisian daya, serta dilengkapi tempat yang digunakan untuk menyimpan *hand sanitizer*.

Pengukuran pembuatan meja kursi dengan menggunakan pendekatan antropometri bertujuan untuk menghilangkan keluhan *musculoskeletal disorder* para pengguna meja dan kursi (Harahap, Huda, and Pujanggoro 2013). Oleh karena itu digunakan pendekatan antropometri agar tercipta kenyamanan dan keamanan ketika menggunakan meja kursi tersebut serta digunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) untuk memastikan keamanan meja kursi tersebut.

METODE

Subjek pada penelitian perancangan meja dan kursi ergonomis dengan pendekatan antropometri adalah remaja dengan usia 18-26 tahun. Objek dari penelitian ini adalah meja dan kursi pada kantin dengan pengambilan data menggunakan lembar pengamatan Pengukuran Dimensi Antropometri. Penyesuaian atau evaluasi pada meja dan kursi pada kantin dengan mempertimbangkan resiko yang dialami pengguna melalui metode RULA.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) merupakan adalah sebuah metode yang digunakan untuk menilai gerakan dalam suatu aktivitas kerja untuk bagian atas tubuh (Hikam Fauzi Zarkasyi et al. 2023). Metode ini digunakan untuk mengestimasi terjadinya gangguan musculoskeletal (Novianti and Tanjung 2016). Dalam penelitian ini, metode RULA digunakan untuk menentukan skor dari responden yang sedang menggunakan fasilitas meja dan kursi pada kantin Universitas XYZ.

Ergonomic Function Deployment (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) adalah sebuah metode yang digunakan untuk membuat suatu rancangan produk yang sesuai dengan keinginan konsumen dan ergonomis (Mamun and Hasanuzzaman 2020). Metode EFD merupakan pengembangan dari Quality Function Deployment (QFD), yang memperkenalkan hubungan baru antara preferensi konsumen dan elemen ergonomi produk (Ramadhani & Hahury, 2023). Dalam perancangan produk, EFD digunakan untuk memastikan bahwa alat tersebut dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam hal kenyamanan, keamanan, dan efektivitas (Safira et al., 2022).

Antropometri

Secara definisi, antropometri adalah ilmu yang mempelajari pengukuran dimensi tubuh manusia (ukuran, berat, volume, dan lain-lain) dan karakteristik khusus dari tubuh seperti ruang gerak. Pengukuran antropometri adalah pengukuran tentang struktur dan proporsi tubuh manusia yang menitik beratkan pada ukuran dan meter (Issue et al., 2024). Dalam penelitian ini, antropometri digunakan untuk merancang sebuah meja dan kursi agar desain meja dan kursi menjadi lebih ergonomis serta lebih nyaman ketika digunakan duduk oleh mahasiswa. Data

operator mencakup informasi tentang responden yang meliputi nama, umur, jenis kelamin, dan dimensi tubuh yang diukur untuk penelitian. Data operator ini penting karena menjadi dasar validitas data dalam penelitian. Umur dan jenis kelamin dapat memengaruhi dimensi tubuh manusia, sehingga hasilnya akan bervariasi pada setiap individu. Data diambil dari 30 responden, dengan 1 responden primer (responden 1) dan 29 responden sekunder, berusia antara 18-26 tahun. Dimensi tubuh yang dikumpulkan dan digunakan untuk merancang meja dan kursi pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4, dan tabel 5 menampilkan data dimensi tubuh dari responden.

Tabel 4. Data Dimensi Antropometri.

Dimensi Antropometri	Bagian Meja
Tinggi Popliteal (TPO)	Menentukan tinggi permukaan meja dan tinggi kursi
Tinggi Siku Duduk (TSD)	Menentukan tinggi permukaan meja
Tinggi Bahu pada Posisi Duduk (TSD)	Menentukan tinggi sandaran kursi

Tabel 5. Data Operator

Responden	Umur (tahun)	Dimensi Tubuh (cm)		
		Tinggi Popliteal (TPO)	Tinggi Siku Duduk (TSD)	Tinggi Bahu pada Posisi Duduk (TBD)
Responden 1	19	43	24	55
Responden 2	20	38.9	26.2	54
Responden 3	19	43.6	64.7	54.2
Responden 4	20	46	56	66.5
Responden 5	21	44	29	68
Responden 6	21	47.2	22.2	57
Responden 7	20	44.5	27	58.5
Responden 8	20	40	35.3	54.4
Responden 9	21	52.5	28.5	57.8
Responden 10	21	41.7	71.8	64
Responden 11	20	42.6	46	59
Responden 12	19	47.2	34	67.5
Responden 13	22	42.5	30	70
Responden 14	19	43	68	74
Responden 15	20	41.7	59	59.5
Responden 16	18	48.6	24	61.5
Responden 17	22	39	45	58.7
Responden 18	20	45.5	40.5	56.2
Responden 19	22	42.2	43.4	61.8
Responden 20	23	44	73	61.5
Responden 21	21	41	36.8	60
Responden 22	21	45.3	52	68.8
Responden 23	21	37.8	26.6	78
Responden 24	20	43.7	35.6	55.6
Responden 25	20	41.4	59	64.8
Responden 26	20	41.4	49	60
Responden 27	20	43.4	35.5	62.5
Responden 28	26	42.3	69	64
Responden 29	20	44.3	66	58
Responden 30	20	48	67.8	55.5

Sumber: Bank Data Laboratorium DSK&E Universitas XYZ

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Tabel 6. Hasil Sudut Responden 1.

No	Segmen Tubuh	Sudut yang Terbentuk (°)
1	<i>Neck</i>	27.64°
2	<i>Trunk</i>	44.63°
3	<i>Upper Arm</i>	47.06°
4	<i>Lower Arm</i>	56.97°
5	<i>Wrist</i>	19.59°

Berdasarkan sudut yang terbentuk dari responden 1, dari perhitungan menggunakan *software ergofellow* didapatkan skor Rula sebesar 5 or 6 dengan *action level 3* yang berarti penelitian dan perubahan dibutuhkan di masa mendatang.

Ergonomic Function Deployment (EFD)

Pendekatan ini dilakukan untuk menganalisis informasi mengenai kebutuhan operator dan menghasilkan pernyataan kebutuhan yang spesifik serta mendukung prinsip perancangan ergonomis produk.

Tabel 7. Keinginan Operator.

No	Keinginan Operator
1	Nyaman digunakan
2	Tersedia aliran listrik
3	Nyaman ketika digunakan dalam waktu yang lama
4	Terdapat tempat <i>hand sanitizer</i>

Tabel 7 menampilkan hasil analisis data mengenai keinginan operator. Data tersebut didapatkan melalui wawancara dengan operator atau pengguna meja dan kursi pada Universitas XYZ. Berdasarkan hasil penyusunan kebutuhan pengguna, yang menjadi fokus utama dalam memenuhi kebutuhan perancangan produk adalah meja dan kursi yang nyaman digunakan baik dalam waktu singkat maupun lama, serta tersedia akses aliran listrik dan *sanitizer*.

Antropometri

Perhitungan antropometri dilakukan untuk memperbarui ukuran dari produk meja dan kursi yang sudah ada sebelumnya. Berdasarkan pemilihan dimensi yang telah ditentukan, selanjutnya dilakukan perhitungan persentil yang sesuai dengan kebutuhan produk meja dan kursi. Berikut merupakan hasil perhitungan persentil:

Tabel 8. Perhitungan Persentil.

Antropometri	Rata-Rata	Standar Deviasi	P5	P50	P95
TPO	43.53	3.04	38.45	43.53	48.31
TSD	44.83	17.09	13.42	44.83	72.97
TBD	61.53	18.18	35.01	61.53	94.84

Tabel 8 menunjukkan perhitungan persentil yang telah dilakukan. Pengukuran dan pengolahan data antropometri dari data di atas dijadikan acuan dalam menetapkan spesifikasi meja dan kursi, dengan mempertimbangkan kelonggaran dan faktor-faktor lainnya. Perhitungan antropometri Tinggi Popliteal (TPO) ditambah Tinggi Siku Duduk (TSD) digunakan untuk menentukan tinggi permukaan meja dengan nilai persentil 50 didapatkan nilai $43.53 \text{ cm} + 44.86 \text{ cm} = 88 \text{ cm}$. Nilai persentil 50 dipilih agar pengguna dengan cakupan masyarakat luas dapat menggunakannya secara ergonomis. selain itu kantin juga merupakan fasilitas umum yang digunakan oleh manusia dengan berbagai macam ukuran tubuh. Perhitungan antropometri Tinggi Popliteal (TPO) digunakan untuk menentukan tinggi kursi dengan nilai persentil 95 didapatkan nilai 48.31 cm. Nilai persentil 95 digunakan agar pengguna kursi dengan badan yang besar dapat menggunakannya secara ergonomis. Untuk tinggi

kursi dipilih persentil 95 dimaksudkan agar seseorang dengan tubuh terbesar tidak terlalu melipat kaki ketika duduk di kursi tersebut. Perhitungan antropometri Tinggi Bahu pada Posisi Duduk (TBD) digunakan untuk menentukan panjang dudukan kursi dengan nilai persentil 50 didapatkan nilai 61.56 cm. Nilai persentil 50 dipilih agar masyarakat umum dapat menggunakannya secara ergonomis. Selain itu kantin juga merupakan fasilitas umum yang digunakan oleh manusia dengan berbagai macam ukuran tubuh. Menurut (Riandy, Yuwono, and Suhardja 2021), dimensi minimal untuk lebar meja adalah 61 cm dan ukuran optimalnya adalah 76,2 cm. Ukuran ini didasarkan pada ruang gerak maksimal yang diperlukan saat makan (Julius & Zelnik, 2003). Selain itu, menurut pedoman ukuran meja dari Soekresno (2000), ukuran ergonomis untuk lebar meja adalah 62,5 cm. Berdasarkan referensi tersebut, desain yang kami usulkan adalah meja dengan tinggi meja 85 cm dan lebar meja 75 cm, serta kursi dengan tinggi dudukan 50 cm dan tinggi sandaran 60 cm, dengan mempertimbangkan kemudahan produksi.

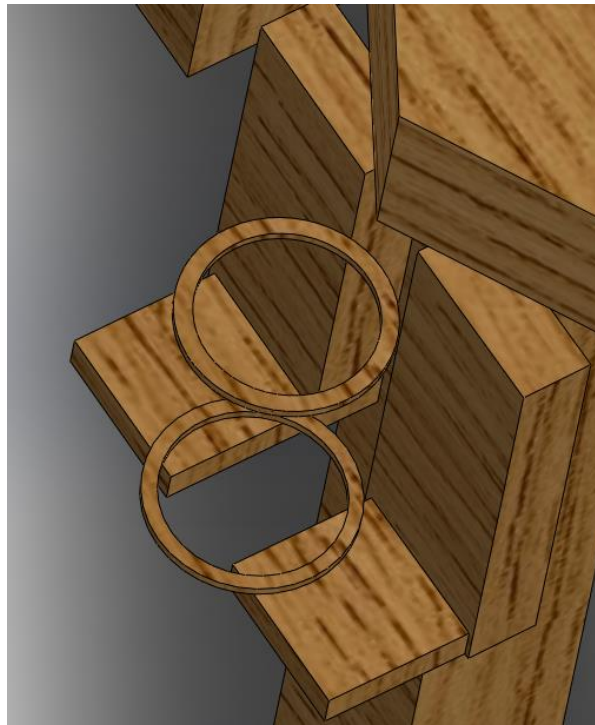
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil dari *redesign* meja dan kursi pada kantin sebagai berikut:



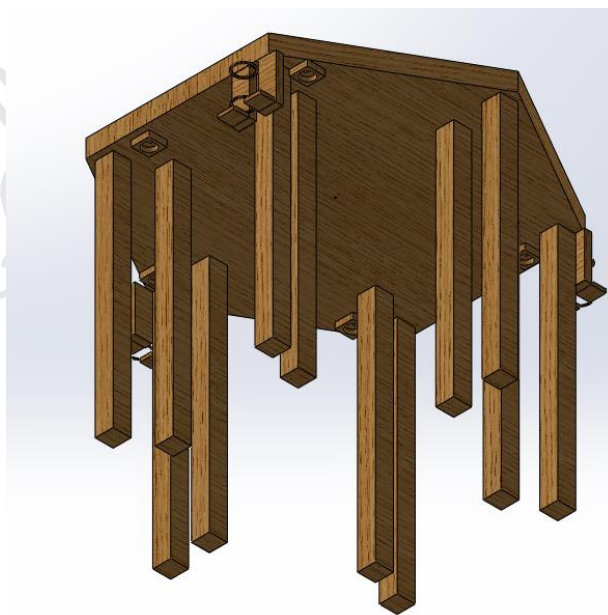
Gambar 1 Produk Meja dan Kursi pada Kantin Sebelumnya.



Gambar 2 Redesain Produk Meja dan Kursi pada Kantin.



Gambar 3 Tempat Penyimpanan *Hand Sanitizer*.



Gambar 4 Stop Kontak Dibawah Meja.



Gambar 5 Kursi setelah dilakukan *redesign*.

Meja hasil *redesign* pada penelitian ini adalah meja yang telah ditambahkan fitur *interactive screen* serta tempat untuk menyimpan tisu, *interactive screen* yang digunakan untuk memesan menu serta melakukan pembayaran secara online, tempat menyimpan tisu ditambahkan agar tisu tersusun rapih diatas meja serta dapat menghemat tempat pada meja tersebut, selain itu ditambahkan fitur untuk tempat menyimpan *hand sanitizer* yang berfungsi untuk menjaga kebersihan dari pengguna meja dan kursi ini di kantin, lalu terdapat stop kontak yang berfungsi untuk mengisi daya baterai perangkat elektronik pengguna meja dan kursi, stop kontak tersebut terletak pada bawah meja sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan penyimpanan perangkat elektronik ketika melakukan pengisian daya. Kursi hasil *redesign* pada penelitian ini adalah kursi yang dilakukan perubahan terhadap ketinggian kursi yang diukur menggunakan Tinggi Popliteal (TPO). Sandaran kursi yang telah dilakukan *redesign* dengan panjang 61cm yang diambil dengan dimensi antropometri Tinggi Bahu saat Duduk (TBD). Meja tersebut juga telah disesuaikan dengan keinginan operator ketika menggunakan meja pada saat berada di kantin Universitas XYZ

KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan skor RULA dari operator sebesar 5 - 6, skor tersebut masuk *kedalam action level 3* dan cukup beresiko hal tersebut harus dilakukan penyelidikan lebih lanjut dan perubahan areal kerja segera. Ukuran meja dan kursi yang ergonomis berdasarkan penelitian ini adalah perubahan perubahan ukuran pada tinggi permukaan kursi yang diambil berdasarkan pengukuran antropometri Tinggi Popliteal (TPO), yakni awalnya 50 cm direkomendasikan menjadi 49 cm, rekomendasi kedua yakni menentukan tinggi permukaan meja, dimensi antropometri Tinggi Popliteal (TPO) ditambah Tinggi Siku Duduk (TSD) digunakan untuk menentukan tinggi permukaan meja dengan nilai persentil 50 didapatkan nilai $43.53 \text{ cm} + 44.86 \text{ cm} = 88 \text{ cm}$, perubahan selanjutnya adalah pada panjang sandaran kursi yang pada umumnya sepanjang 30 – 40 cm direkomendasikan menjadi 61 cm, pengukuran ini diambil dengan menggunakan data antropometri Tinggi Bahu pada Posisi Duduk (TBD). Terdapat 4 keinginan dari operator terkait meja dan kursi yang berada di kantin Universitas XYZ oleh karena itu, inovasi yang dapat diberikan pada meja dan kursi di kantin adalah adanya *interactive screen* yang menempel pada meja yang dapat digunakan untuk memesan makanan secara digital dan membayar secara online yang merupakan perwujudan dari dunia digitalisasi. Inovasi pada kursi ialah adanya tempat *hand sanitizer* yang digunakan untuk menjaga kebersihan pengguna yang menggunakan fasilitas meja dan kursi yang ada di kantin, serta adanya stop kontak untuk mengisi daya ponsel para pengunjung di kantin, karena ketika mereka di kantin mereka juga sambil beristirahat dan sekaligus dapat mengisi daya gawai mereka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan dengan bantuan partisipan di area universitas dan dukungan dari pihak laboratorium universitas. Secara khusus, saya ingin berterima kasih kepada panitia Kongres dan Seminar Perhimpunan Ergonomi Indonesia Tahun 2024 yang telah menyediakan platform dan kesempatan bagi peneliti untuk berbagi dan berkolaborasi melalui artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Muhammad Hakam, and Yuni Wijayanti. 2019. "Sejarah Artikel: Diterima 18 Februari." *Jurnal HIGEIA* 3(3):442–53.
- Cynthia, Lela Camellia, Trisno Martono, and Mintasih Indriayu. 2015. "Pengaruh Fasilitas Belajar Dan Motivasi Belajar Terhadap Prestasi Belajar Mata Pelajaran Ekonomi." *Jurnal Pendidikan Bisnis Dan Ekonomi* 01(02):1–20.
- Destha Joanda, Alfian, and Bambang Suhardi. 2017. "Analisis Postur Kerja Dengan Metode REBA Untuk Mengurangi Resiko Cedera Pada Operator Mesin Binding Di PT. Solo Murni Boyolali." *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC* 72–76.
- Febri, Avita. 2021. "Pengaruh Kelengkapan Fasilitas Belajar Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas V Mi Nurul Ulum Madiun." *Jurnal Paradigma* 11(1):187–201.
- Harahap, Patima, Listiani Huda, and Sugi Pujangkoro. 2013. "Analisis Ergonomi Redesain Meja Dan Kursi Siswa Sekolah Dasar." *Jurnal Teknik Industri USU* 3(2):38–44.
- Hikam Fauzi Zarkasyi, Muhamad, Siti Hanan, Asih Setyo Rini, Ogie Kustandi, and Doto. 2023. "Analisis Postur Kerja Pada Supir Truk PT. Zafana Mas Sakti Menggunakan Metode RULA Dan REBA." *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri* 3(2):917–29.
- Issue, Volume, Dylan Dias Permana, and Hery Murnawan. 2024. "JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Rancang Bangun Mesin Pengaduk Pakan Ternak Bebek Melalui Pendekatan Antropometri Guna Mengurangi Waktu Proses Pengadukan Di UD ." 7(2).
- Mamun, M. A. A., and M. Hasanuzzaman. 2020. "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title." *Energy for Sustainable Development: Demand, Supply, Conversion and Management* 1–14.
- Novianti, Mirsa Diah, and Sultan Tanjung. 2016. "Analisis Perbaikan Postur Kerja Operator Pada Proses pembuatan Pipa Untuk Mengurangi Musculoskeletal Disorders Dengan Menggunakan Metode RULA." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi* 006(November 2016):1–11.
- Riandy, FERIA, Astrid Austranti Yuwono, and Gai Suhardja. 2021. "Kajian Ergonomi Furniture Pada Area Café Greens & Bean Terhadap Pengguna." *Idealog: Ide Dan Dialog Desain Indonesia* 5(1):39.
- Taysaar Fajari, Fakhreza. 2023. "Desain Interior FAD Itenas Bandung Desain Interior Area Kerja Ergonomis Pada Kantor PT.MNC Asia Holding Di Jakarta." *Agustus* 2(2):149–56.
- Ramadhani, D., & Hahury, S. (2023). Pengembangan Alat Penyaring Tahu Yang Ergonomis Menggunakan Metode EFD. *Industrial Engineering Journal–System*, 1(02), 16-29.
- Safira, E., Nofirza, N., Anwardi, A., Harpito, H., Rizki, M., & Nazaruddin, N. (2022). Evaluation of Human Factors in Redesigning Library Bookshelves for The Blind Using The Ergonomic Function Deployment (EFD) Method. *Proc. 3rd South Am. Int. Ind. Eng. Oper. Manag. Conf.*, pp. 2050–2062.

EVALUASI ANTROPOMETRI KURSI PENENUN DI RUMAH TENUN TUJUH SAUDARA DI MAJALAYA

Studi Kasus Penenun Pria dan Penenun Wanita

(Anthropometric Study and Ergonomic Assessment of Weavers at Tujuh Saudara Weaving House, Majalaya: A Case Study of Male Weaver and Female Weaver)

Yosua Novalesi¹

¹Institut Teknologi Bandung

Fakultas Seni Rupa dan Desain, Institut Teknologi Bandung
27123022@mahasiswa.itb.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan menenun menjadi tradisi warisan generasi yang memiliki signifikansi untuk menghasilkan wastra (kain tradisi) yang mengandung nilai-nilai filosofis. Salah satu produk wastra yang terkenal adalah tenun limar Palembang yang diproduksi oleh rumah tenun Tujuh Saudara yang terletak di Majalaya, Jawa Barat. Proses pembuatan satu buah kain tenun menghabiskan waktu berbulan-bulan dengan durasi bekerja 8-9 jam per hari dengan jeda istirahat secukupnya. Situasi ini menghasilkan keluhan muskuloskeletal karena penenun harus bekerja dalam posisi statis yang lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan keluhan muskuloskeletal sekaligus memberikan rekomendasi perbaikannya. Studi ini menggunakan kuesioner Nordic Body Map yang dibagikan kepada dua penenun di rumah tenun Tujuh Saudara untuk menentukan titik keluhan yang paling signifikan, yang kemudian dianalisis secara deskriptif dengan pendekatan antropometri. Evaluasi dengan Rapid Entire Body Assessment (REBA) diberikan untuk menilai risiko postur dan urgensi perbaikannya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan penenun di rumah tenun Tujuh Saudara memiliki masa bekerja kurang dari lima tahun. Penenun mengalami nyeri pada area pinggang dan pantat dengan skor REBA sebesar 10, menunjukkan risiko tinggi dan memerlukan intervensi segera. Keluhan muskuloskeletal ini disebabkan oleh ketidaksesuaian antara dimensi tubuh penenun dan desain kursi yang digunakan sehingga memaksa otot-otot pinggang dan pantat bekerja keras dalam menahan beban tubuh. Rekomendasi perancangan ulang kursi penenun disarankan untuk mempertimbangkan karakteristik tubuh penenun dengan harapan dapat mengurangi keluhan yang dialami serta meningkatkan produktivitas penenun di masa mendatang.

Kata kunci: Penenun Pria dan Wanita, Antropometri, Keluhan Muskuloskeletal

ABSTRACT

Weaving, as a generational heritage tradition, holds profound significance in producing traditional textiles (wastra) imbued with philosophical values. One renowned example is the Limar Palembang weaving, crafted by the Tujuh Saudara weaving house in Majalaya, West Java. The creation of a single woven fabric spans several months, involving daily work durations of 8-9 hours with adequate rest breaks. However, the prolonged static posture during weaving often leads to musculoskeletal complaints among weavers. This research aims to identify the factors contributing to these complaints and propose remedial recommendations. The study utilized the Nordic Body Map questionnaire, distributed to two weavers at the Tujuh Saudara weaving house to pinpoint the most significant pain locations, subsequently analyzed descriptively through anthropometric methods. Additionally, the Rapid Entire Body Assessment (REBA) was employed to assess posture risks and prioritize necessary improvements. Findings revealed that weavers at Tujuh Saudara weaving house typically have less than five years of experience. They commonly experience discomfort in the lower back and buttocks, with a REBA score of 10 indicating high risk necessitating urgent intervention. These musculoskeletal issues stem from discrepancies between the weavers' body dimensions and the design of the chairs used, forcing the muscles of the lower back and buttocks to work strenuously to support their body weight. Redesigning the weaving chairs to better suit the weavers' body characteristics is recommended to alleviate these concerns and potentially enhance productivity in future weaving activities.

Keywords: Male and Female Weavers, Anthropometry, Musculoskeletal Disorders (MSDs)

PENDAHULUAN

Budaya menenun sudah diwariskan dari generasi ke generasi oleh bangsa Indonesia. Kebudayaan ini berkembang dari proses menganyam daun dan serat kayu sejak jaman prasejarah yang kemudian berkembang di

daerah-daerah di Indonesia dengan bentuk, material, dan motif yang beragam (Shobur et al., 2019). Kain tenun adalah hasil persilangan dari benang memanjang (lungsing) dan melebar (pakan) yang pembuatannya didasarkan pada pola anyaman tertentu dengan alat tenun (Fadlia, 2023). Salah satu industri tenun yang berkembang baik di Indonesia adalah tenun limar Palembang yang diproduksi oleh rumah tenun Tujuh Saudara di Desa Majalaya, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Rumah tenun ini sudah berdiri sejak tahun 2019 dan awalnya dikelola oleh satu orang yang kini sudah mewariskan pekerjaan tenun kepada kedua anaknya, MA (laki-laki, 34 tahun) dan TI (perempuan, 42 tahun) dengan rencana penambahan pegawai dalam beberapa tahun mendatang. Dalam pembagian tugas penenunan, penenun pria (MA) mengerjakan kain berukuran besar, sedangkan penenun wanita (TI) mengerjakan selendang. Kedua penenun ini bekerja dengan rata-rata 8-9 jam per hari bahkan bisa lebih lama apabila ada tenggat waktu yang lebih ketat sesuai dengan permintaan.

Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa durasi kerja yang lama berhubungan dengan peningkatan keluhan muskuloskeletal sebesar 1,55 kali dari durasi bekerja normal pada umumnya (Mandaha et al., 2022). Sebuah studi di India bekerja lebih dari 9 jam menunjukkan keluhan muskuloskeletal di peringkat pertama dalam pengujian selama 30 hari dibandingkan keluhan-keluhan lain seperti kesulitan penglihatan, gangguan kebisangan ruangan, dan kecelakaan kerja (Koiri, 2020). Situasi seperti ini terjadi karena durasi bekerja yang panjang dengan posisi bekerja yang statis, yang menyebabkan keluhan nyeri di beberapa bagian tubuh yang dikenal sebagai keluhan muskuloskeletal. Keluhan muskuloskeletal ini didefinisikan sebagai masalah yang terjadi pada sistem rangka yang melibatkan otot, saraf, tendon, ligamen, sendi, dan tulang rawan yang menghubungkan semua area tubuh yang bergerak (Zinabu et al., 2024). Kondisi ini dapat mempengaruhi produktivitas kerja karena otot mengalami beban statis yang berulang-ulang dalam kurun waktu yang lama (Oksfriani & Debbie Kandou, 2021).

Keluhan muskuloskeletal sendiri terbagi menjadi dua jenis, yakni keluhan sementara dan keluhan tetap. Keluhan sementara terjadi ketika otot menerima beban statis dan hilang jika beban dilepaskan, sedangkan keluhan tetap bersifat permanen meskipun beban kerja dihentikan (Zahra & Prastawa, 2023). Keluhan yang dialami oleh penenun pria dan wanita di rumah tenun Tujuh Saudara dikategorikan sebagai keluhan sementara yang muncul pada saat proses penenunan saja. Proses menenun di rumah tenun Tujuh Saudara terdiri dari pembuatan motif dan pembuatan kain yang pembuatan motif benang tenun dilakukan di tempat lain. Proses pembuatan kain mengharuskan pekerja duduk monoton dengan posisi kaki membuka atau merapat, tangan kiri dan kanan bergerak untuk pengaturan motif, dan kepala menunduk untuk memantau pergerakan alat tenun. Gerakan repetitif ini menggerakkan tubuh bagian atas dan pinggang kebawah untuk menggerakkan pedal dan sisir tenun. (Muhamad Majdi, 2020). Kerja repetitive, postur kerja yang tidak biasa, mengangkat dan membawa beban, penggunaan alat-alat yang tidak ergonomis, serta kurangnya waktu istirahat merupakan faktor penyumbang keluhan muskuloskeletal. (Kodle et al., 2022). Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian ini bertujuan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi keluhan muskuloskeletal dengan pendekatan antropometri untuk melihat antropometri alat tenun yang digunakan, antropometri tubuh penenun, dan interaksi antara keduanya untuk menghasilkan langkah-langkah perbaikan untuk mencapai intervensi ergonomis yang tepat.

Antropometri Kursi Penenun

Antropometri didefinisikan sebagai pengukuran dimensi tubuh manusia yang digunakan untuk merancang fasilitas ergonomis, dan terdiri dari data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh meliputi ukuran, bentuk, dan kekuatan sebagai acuan penanganan masalah desain. Antropometri mengakomodasi kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja karena dirancang sesuai dengan dimensi yang tepat (Pattiasina et al., 2022). Pengukuran dimensi tubuh ini dibedakan menjadi dua jenis yakni pengukuran dimensi statis dimana subyek diukur dalam posisi diam (dimensi struktural) dan pengukuran dimensi tubuh yang bersifat dinamis (dimensi fungsional) (Purnomo, 2023). Berikut ini adalah posisi bekerja penenun di rumah tenun Tujuh Saudara di Majalaya, Jawa Barat.



Sumber: Dokumen pribadi (2024)

Gambar 1. Antropometri penenun di rumah tenun Tujuh Bersaudara

Data antropometri memiliki peran penting dalam mengevaluasi tempat kerja karena mempengaruhi postur pekerja saat bekerja. Data-data ini juga krusial dalam perancangan alat, karena data antropometri yang tidak akurat mengakibatkan rasa ketidaknyamanan saat bekerja, akibatnya pekerja merasakan keluhan muskuloskeletal hingga cedera karena kecelakaan kerja. Bekerja dengan posisi duduk memiliki keuntungan pembebanan pada kaki, penggunaan energi, serta alur sirkulasi darah dapat dikurangi hingga 20% dibandingkan jika bekerja dengan posisi berdiri karena pergerakan tangan dapat dikontrol dengan nyaman. Namun, posisi duduk yang terlalu lama juga dinilai kurang tepat karena berpotensi menyebabkan permasalahan-permasalahan di beberapa bagian tubuh yakni pada tulang belakang dan bagian bawah posterior bawah tulang pinggul. Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mendapatkan rancangan tempat duduk yang relatif nyaman meliputi beberapa aspek;

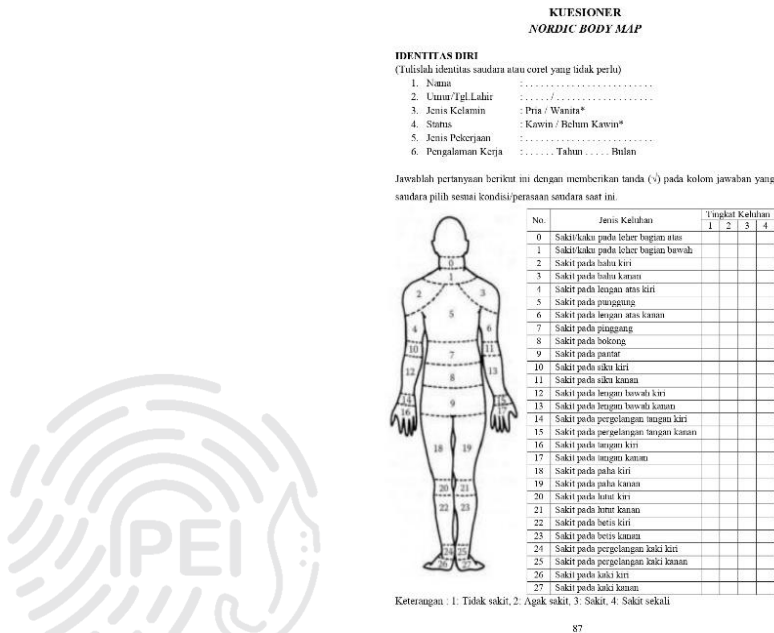
1. Rancangan kursi memberikan kenyamanan penggunaannya. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan pekerja seperti demografi pengguna, aktivitas yang dikerjakan, dan durasi aktivitas tersebut dijalankan.
2. Rancangan kursi memerlukan keserasian dengan stasiun kerja sesuai dengan tugas yang dijalankan. Sebagaimana mestinya, kursi dapat memudahkan penggunaannya untuk menjalankan tugas dan mengakomodasi gerakan-gerakan fisiologis.
3. Rancangan kursi harus mampu meningkatkan produktivitas penggunaannya dalam bekerja terlebih lagi bagi pengguna yang bekerja dengan posisi duduk dalam jangka waktu yang lama.
4. Rancangan kursi dapat menjamin rasa aman supaya pengguna terhindar dari potensi cedera maupun kecelakaan kerja dalam pekerjaan yang dilakukan.

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai perancangan ulang kursi kerja dikalangan penenun ikat di Jepara mengevaluasi kursi penenun setempat dengan menyebarkan kuesioner Nordic Body Map kepada 30 penenun. Hasilnya menunjukkan skor keluhan 'sangat sakit' adalah area pinggang sebanyak 21 orang, diikuti area pinggang sebanyak 18 orang, area bokong sebanyak 9 orang, serta area betis kiri dan kanan, pergelangan kaki kiri dan kanan, kaki kiri dan kanan sebanyak 6 orang. Setelah diadakan proses perancangan ulang kursi penenun, hasil kuesioner Nordic Body Map menghasilkan penurunan tingkat keluhan muskuloskeletal secara signifikan (Choiru Zulfa & Azzat, 2023). Implementasi perancangan ulang kursi untuk penenun di UKM Tenun Ikat Medali Mas di Kediri menunjukkan adanya faktor pendukung dan juga faktor penghambat. Pengembangan kursi ini adalah rasa aman yang diberikan karena kursi dirancang dengan sandaran punggung sehingga dapat mengurangi rasa sakit pada bagian tulang belakang pada saat bekerja. Namun, kebiasaan adaptasi dengan posisi duduk dan aktivitas gerakan tangan belum sepenuhnya mengurangi resiko keluhan meskipun sudah dirancang sesuai dengan ukuran tubuh (Nevita, 2019). Permasalahan yang dihadapi oleh industri tenun ini adalah produktivitas yang rendah namun memiliki permintaan pasar yang terus meningkat. Alat bantu kerja yang digunakan merupakan alat tradisional yang dinilai tidak ergonomis yang tidak sesuai dengan ukuran tubuh pekerja. Kondisi seperti ini mengakibatkan keluhan-keluhan muskuloskeletal yang berdampak pada penurunan produktivitas (Pattiasina et al., 2022). Sebuah studi menunjukkan perancangan ulang kursi penenun dapat meningkatkan produktivitas penenun songket Palembang sebesar 50%. Waktu bekerja sebelum adanya intervensi adalah 5 jam, sedangkan waktu kerja meningkat menjadi 7,5 jam setelah adanya intervensi dalam bentuk perancangan ulang. Penenun songket Palembang awalnya membutuhkan waktu 70 hari kerja untuk membuat sebuah kain, tetapi dengan adanya

rancangan ulang ini, penenun dapat menyelesaikan sebuah kain songket kurang dari 60 hari bekerja (Patradhiani et al., 2023).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observatif-analitik yang dilakukan pada penenun di rumah tenun Tujuh Saudara di Majalaya, Kabupaten Bandung Barat. Terdapat dua penenun yang dianalisis yaitu penenun pria MA (34 tahun) dan penenun wanita TI (42 tahun). Teknik pengambilan data menggunakan kuesioner Nordic Body Map untuk memetakan keluhan-keluhan nyeri pada saat sedang bekerja. Kuesioner ini berisi data nama responden, jenis kelamin, umur, dan lama bekerja. Penilaian rasa sakit pada setiap bagian tubuh dalam kuesioner ini dibagi menjadi 4 kategori yakni: (1) Tidak Sakit, (2) Agak Sakit, (3) Sakit, (4) Sangat Sakit. Partisipan diminta untuk memberikan penilaian pada bagian tubuh sesuai dengan skala yang diberikan.



Sumber: Repository Universitas Brawijaya (2024)
Gambar 2. Kuesioner Nordic Body Map

Analisis data yang digunakan menggunakan analisis deskriptif dengan penilaian berdasarkan pendekatan antropometri. Hasil total skor yang diperoleh selanjutnya dijumlahkan menggunakan skala Likert yang ditetapkan untuk menentukan level urgensi intervensi postur bekerja.

Tabel 1. Skor Total Nordic Body Map Questionnaire

Skala Likert	Total Skor Individu	Tingkat Risiko	Tindakan Perbaikan
1	28-49	Rendah	Belum ditemukan urgensi perbaikan
2	50-70	Sedang	Mungkin diperlukan perbaikan kemudian hari
3	71-90	Tinggi	Perlu perbaikan segera
4	92-122	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan perbaikan total sesegera mungkin

Pengumpulan data menggunakan kuesioner Nordic Body Map ini berpotensi menghasilkan skor yang subjektif karena berbagai faktor salah satunya pola kebiasaan penenun yang terbiasa menggunakan posisi demikian untuk bekerja. Untuk mengatasi subjektivitas ini, pengukuran level urgensi dilakukan dengan menggunakan Rapid Entire Body Assessment (REBA) yang menggunakan data dokumentasi yang diambil selama penenun sedang bekerja. Penjabaran skor REBA memiliki skor 1-15 dengan penjabaran sebagai berikut.

Tabel 2. Skor Rapid Entire Body Assesment (REBA)

Action Level	Skor REBA	Keterangan
0	1	Tidak ada risiko cedera, tidak memerlukan intervensi
1	2-3	Sangat rendah, intervensi mungkin dibutuhkan
2	4-7	Medium, memerlukan penelusuran lebih lanjut untuk tindak lebih lanjut
3	8-10	Tinggi, memerlukan penelusuran dan perubahan segera
4	11-15	Sangat tinggi dan memerlukan intervensi segera

Skor 1 menandakan tidak adanya level risiko sehingga tidak memerlukan tindakan intervensi. Skor 2-3 menandakan level risiko sangat rendah dan intervensi perubahan mungkin diperlukan. Skor 4-7 menandakan level risiko sedang dan memerlukan investigasi atau penelusuran lebih lanjut supaya dapat melakukan intervensi segera. Skor 8-10 menandakan level risiko tergolong tinggi dan memerlukan intervensi segera. Skor 11-15 menandakan level risiko cedera sangat tinggi sehingga diperlukan intervensi segera (Kodle et al., 2022). Perhitungan skor REBA dilakukan dengan menggunakan *software* ErgoFellow 3.0 untuk mendapatkan perhitungan yang lebih komprehensif. Hasil perhitungan ini selanjutnya akan dilanjutkan dengan metode wawancara tidak terstruktur dengan penenun untuk mendapatkan data yang lebih valid. Temuan-temuan yang didapatkan dielaborasi kembali dengan pendekatan antropometri dan keterkaitannya dengan keluhan yang dirasakan oleh penenun di rumah tenun Tujuh Saudara di Majalaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

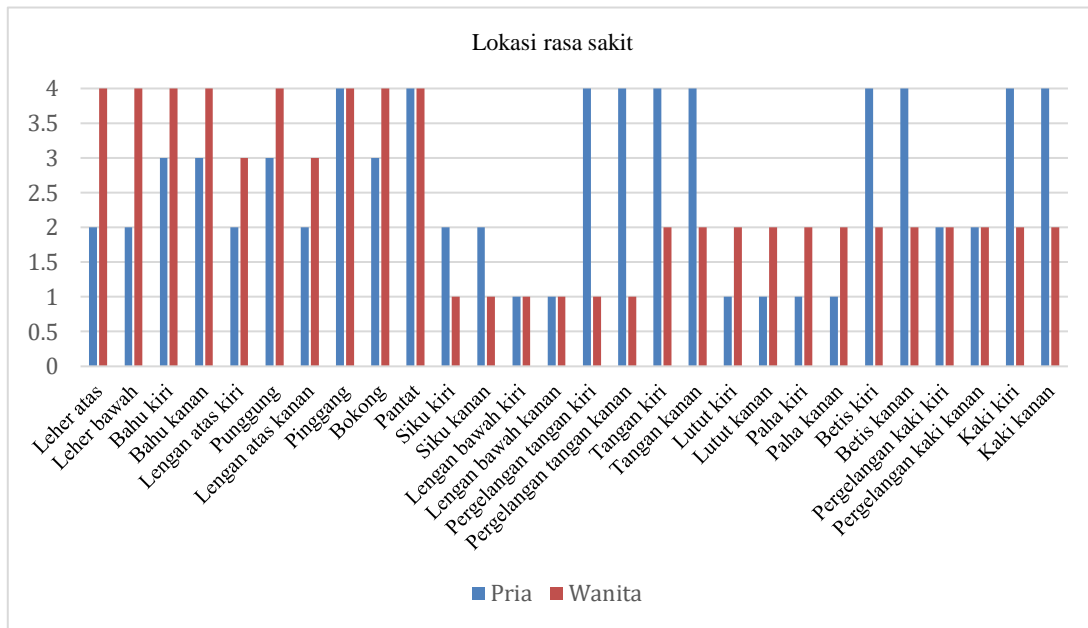
Pada penelitian ini, terdapat dua penenun yang bekerja di rumah tenun Tujuh Saudara di Majalaya dengan demografi sebagai berikut.

Tabel 3. Demografi penenun di rumah tenun Tujuh Saudara

Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Lama Bekerja (tahun)
MA	Laki-laki	34	4
TI	Perempuan	42	1

Melalui wawancara lebih lanjut, kedua penenun memiliki kondisi yang baik dan tidak memiliki riwayat sakit seperti pengalaman kecelakaan ataupun kerusakan rangka. Kondisi eksisting tempat bekerja memang sudah diwariskan dari generasi sebelumnya sehingga belum ada perbaikan/intervensi tempat bekerja. Hasil pengumpulan data kuesioner rasa sakit melalui Nordic Body Map dari penenun pria dan penenun wanita dijabarkan sebagai berikut.

Diagram 1. Sebaran data keluhan rasa sakit penenun dengan menggunakan kuesioner Nordic Body Map



Hasil kuesioner menjelaskan bahwa kedua penenun memiliki rasa sakit yang berbeda. Penenun pria (inisial MA) mengalami puncak keluhan rasa sakit pada area pinggang, pantat, pergelangan tangan kiri, pergelangan tangan kanan, tangan kiri, tangan kanan, betis kiri, betis kanan, kaki kiri, dan kaki kanan. MA sudah melakukan pekerjaan ini selama 4 tahun. Berdasarkan hasil wawancara, penenun MA merasakan sakit pada area tangan dikarenakan penenun pria mengerjakan kain tenun dengan ukuran lebar 120cm sehingga memerlukan kekuatan tangan yang lebih besar pada saat menggerakkan sisir tenun. Hal ini berdampak pada beban yang dihasilkan lebih besar karena untuk merapatkan benang lusi (benang mendatar) kedalam benang pakan (benang vertikal) dalam jumlah banyak memerlukan energi yang lebih besar. Rasa sakit juga dialami pada area pinggang kebawah seperti pantat, betis kiri, betis kanan, kaki kiri, dan kaki kanan akibat adanya energi yang dikeluarkan untuk menginjak pedal injakan untuk membuka sisir tenun. Area pijakan ini awalnya menimbulkan masalah karena tidak bisa mengakomodasi bentuk telapak kaki penenunnya, tetapi MA masih dapat mentoleransi hal tersebut, sehingga rasa sakit pada telapak kaki tidak begitu dirasakan seperti rasa sakit pada area pinggang dan pantat.



Sumber: Dokumen Pribadi (2024)
Gambar 2. Posisi duduk penenun pria di kursi tenun

Penenun wanita (inisial TI) mengeluhkan nyeri pada area leher atas, leher bawah, bahu kiri, bahu kanan, punggung, pinggang, bokong, dan pantat setelah bekerja selama setahun terakhir. Pekerjaan TI meliputi pembuatan selendang dengan lebar 40cm. Hasil wawancara mendalam mengungkapkan bahwa TI masih sering merasakan nyeri pada area leher, bahu, pinggang, hingga pantat disebabkan oleh status relatif baru dalam pekerjaan ini. TI juga duduk di kursi dengan dimensi antropometri yang sama dengan penenun MA dan keduanya merasakan titik paling sakit di area pinggang dan pantat yang diduga terkait dengan kursi yang digunakan untuk bekerja.



Sumber: Dokumen Pribadi (2024)

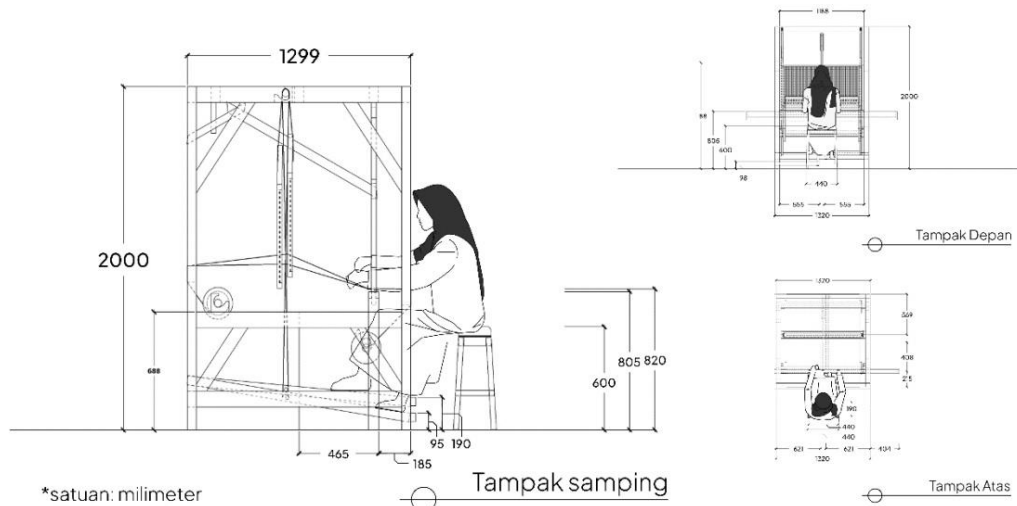
Gambar 3. Dimensi kursi penenun di rumah tenun Tujuh Saudara

Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa kursi penenun di rumah tenun Tujuh Saudara memiliki detail dimensi sebagai berikut: (a) panjang bagian atas kursi adalah 41cm dan bagian bawah adalah 44 cm; (b) lebar kursi pada bagian atas adalah 19cm dengan lebar kursi bagian bawah adalah 25cm; (c) tinggi kursi adalah 54cm dengan tambahan bantalan busa dengan tebal 6cm; (d) pada bagian bawah tiap kaki kursi terdapat bantalan karet dengan tebal 2cm untuk menghindari kemungkinan kursi bergeser pada saat sedang digunakan.

Kursi yang digunakan untuk bekerja telah ada semenjak generasi sebelumnya dan dibuat berdasarkan pengukuran mandiri oleh pekerja lokal. Sebagai respons terhadap kelelahan ini, MA menginovasi tempat duduk dengan melapisi alas duduk dengan busa atau spons dan dilapisi dengan kain. Tujuan inisiatif ini adalah untuk meminimalisir rasa pegal pada pantat, namun dalam praktiknya, keluhan masih tetap dirasakan. Kondisi seperti ini pada awalnya memberikan kenyamanan, namun dalam jangka panjang akan menimbulkan permasalahan. Permasalahan ini disebabkan karena adanya distribusi tekanan yang tidak merata sehingga menyebabkan postur yang kurang optimal yang berdampak pada ketidaknyamanan otot dan kelelahan seiring berjalannya waktu (Giorgi et al., 2021). Studi lain menunjukkan bahwa kursi dengan bantalan yang busa yang tidak tepat juga tidak membantu meningkatkan sirkulasi sehingga dapat menyebabkan rasa pegal berkelanjutan (Baker et al., 2018). Oleh karena itu, tempat duduk harus didesain sesuai dengan pengukuran standar yang tepat sehingga berat badan yang ditopang dapat tersebar pada permukaan kursi yang lebih luas. Pheasanr dan Haslegrave dalam Purnomo (2023) menyarankan standar-standar kursi yang tepat yaitu: (a) tempat duduk yang digunakan harus memungkinkan penggunaanya dapat bergerak secara fisiologis seperti variasi perubahan posisi duduk; (b) ukuran tempat duduk yang disesuaikan harus mengacu pada dimensi ukuran antropometri pemakainya; (c) sudut lutut membentuk 90 derajat dengan telapak kaki bertumpu pada injakan kaki. Tinggi rendahnya kursi juga mempengaruhi penggunaanya. Kursi yang terlalu tinggi dapat membuat penggunaanya cenderung membungkukkan badan sehingga tulang belakang menekuk ke depan yang berdampak pada rasa sakit pada otot leher, bahu, pinggang dan punggung (Purnomo, 2023). Hasil kuesioner Nordic Body Map menunjukkan bahwa penenun MA dan TI merasakan kesamaan rasa nyeri pada bagian pinggang dan pantat yang terkait dengan kondisi kursi yang digunakan.

Sumber: Dokumen Pribadi (2024)

Gambar 4. Antropometri penenun pada saat sedang bekerja



Sumber: Dokumen Pribadi (2024)

Gambar 4. Antropometri penenun pada saat sedang bekerja

Berdasarkan gambar yang disajikan, dapat diketahui bahwa kursi penenun tidak memiliki sandaran punggung sehingga penumpuan beban berada pada bagian pinggang ke pantat. Tinggi posisi duduk penenun pada pijakan atas adalah 41cm sementara tinggi posisi duduk pada pijakan bawah adalah 50,5cm. Kondisi pantat tidak sepenuhnya menumpu pada alas duduk dikarenakan penenun harus menenun dalam kondisi duduk agak mundur ke belakang atau membuka lutut sedikit ke arah luar karena tinggi dari alat tenun dari lantai ke kayu pembidang penenunan benang hanya 60cm, sehingga lutut terbentur pada kayu pembidang benang pakan apabila dilakukan dengan posisi lutut tegak. Pengumpulan data hasil survei antropometri tubuh dilakukan kepada penenun di rumah tenun Tujuh Saudara berdasarkan pedoman pengambilan data antropometri Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Data antropometri penenun di rumah tenun Tujuh Saudara

Nama Penenun	Data Antropometri (cm)					
	Tinggi saat berdiri (D1)	Tinggi bahu saat duduk (D10)	Lebar pinggul (D19)	Panjang popliteal (D14)	Tinggi popliteal (D16)	Tinggi lutut (D15)
MA	154	59	46	40	40	48
TI	144	55	32	43	34	43

Antropometri penenun MA dan penenun TI menunjukkan perbedaan signifikan karena faktor jenis kelamin. MA memiliki dimensi tinggi bahu saat duduk, lebar pinggul, tinggi popliteal, dan tinggi lutut yang lebih besar daripada penenun TI sehingga perancangan ulang kursi untuk penenun di rumah tenun Tujuh Saudara dapat didasarkan pada acuan antropometri penenun MA. Hasil wawancara dengan MA menunjukkan bahwa rumah tenun Tujuh Saudara akan menambah jumlah pegawai di masa mendatang. Hal ini mengindikasikan kebutuhan antropometri yang dapat berubah seiring berjalannya waktu, sehingga kebutuhan antropometri bisa berubah seiring dengan berjalannya waktu, sehingga rancangan desain kursi yang dapat disesuaikan (*adjustable*) dapat menjadi solusi efektif untuk mempersiapkan kebutuhan perbedaan antropometri antar penenun yang lebih fleksibel.

Tingkat Urgensi Perancangan Ulang Alat Kerja di Rumah Tenun Tujuh Saudara

Berdasarkan data kuesioner Nordic Body Map (NBM), didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil kuesioner NBM penenun di rumah tenun Tujuh Saudara

Nama penenun	Usia (tahun)	Masa bekerja (tahun)	Jenis kelamin	Total skor NBM	Tindakan perbaikan

MA	34	4	Laki-laki	70	Kategori sedang, memerlukan tindakan dikemudian hari
TI	42	1	Perempuan	64	Kategori sedang, memerlukan tindakan dikemudian hari

Berdasarkan hasil total skor kuesioner Nordic Body Map, kedua penenun berada dalam level risiko sedang dan tindakan intervensi tidak diperlukan dalam jangka waktu yang dekat. Kategori ini dapat muncul dikarenakan kedua penenun memiliki masa bekerja kurang dari 5 tahun. Penelitian terdahulu menunjukkan adanya hubungan signifikan antara masa kerja dengan tingkat keluhan muskuloskeletal pada pekerja *manual handling* di Tangerang Selatan (Azzahra et al., 2022). Masa kerja diidentifikasi sebagai faktor risiko yang mempengaruhi seseorang terkena gangguan muskuloskeletal terutama pekerjaan yang menggunakan kekuatan fisik yang intensif. Temuan dari studi terdahulu mengungkapkan bahwa dari 76 penenun dengan masa kerja baru kurang dari 5 tahun, tidak ada yang menderita keluhan muskuloskeletal (Adnyani et al., 2023). Hasil penelitian oleh Kormaliawati dkk (2019) menjelaskan bahwa pekerja dengan masa bekerja lebih dari 5 tahun lebih banyak mengeluhkan muskuloskeletal (Komariawati et al., 2019). Hal ini disebabkan karena masa kerja menjadi akumulasi aktivitas kerja seseorang yang dilakukan secara berulang-ulang dengan jangka waktu yang lama (Koesyanto, 2013), yang mengakibatkan penurunan daya otot dan tulang pekerja (Aulia et al., 2023).

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Sumber: ErgoFellow 3.0 (2024)

Gambar 5. Hasil skor REBA posisi bekerja penenun di rumah tenun Tujuh Saudara

Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) dapat mengevaluasi aspek fisiologis manusia seperti bagian leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan bagian kaki dari pekerja. Metode ini juga memiliki perhitungan beban eksternal yang dialami oleh pekerja melalui dokumentasi aktivitas pekerja (Prayoga & Nurwildani, 2023). Penenun di rumah tenun Tujuh Saudara memiliki skor REBA sebesar 10 yang menunjukkan bahwa postur bekerja berada dalam level risiko tinggi sehingga memerlukan tindakan intervensi segera. Penelitian serupa juga disampaikan oleh Maksuk (2021) bahwa skor REBA aktivitas penenunan di Griya Tenun Tuan Kentang memiliki skor akhir 9 dimana skor ini berada dalam level risiko tinggi dan memerlukan upaya perbaikan (Maksuk et al., 2021).

KESIMPULAN

Kedua penenun di rumah tenun Tujuh Saudara di Majalaya memiliki karakteristik masa bekerja < 5 tahun dan memiliki keluhan muskuloskeletal pada area pinggang dan pantat. Penelusuran lebih lanjut menunjukkan bahwa keluhan yang dialami berasal dari kursi dan juga stasiun kerja yang dipakai untuk bekerja. Kursi penenun dibuat dengan metode teknik dan pengukuran secara tradisional. Meskipun dilengkapi dengan busa dan karpet pelapis penutupnya, upaya tersebut tidak cukup efektif memberikan dalam kenyamanan penenun. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan upaya perubahan dalam bentuk perancangan ulang kursi penenun dengan menerapkan antropometri hasil pengukuran-pengukuran yang terstandarisasi.

Rekomendasi penelitian lebih lanjut dalam penelitian ini seperti perancangan kursi yang dapat disesuaikan (*adjustable*) yang mengacu pada keragaman antropometri penenun dimasa mendatang. Hal ini dapat menjadi solusi untuk mengatasi keluhan-keluhan yang sudah ada dan berdampak pada peningkatan produktivitas penenun dengan kenyamanan dan keamanan yang diberikan. Karakteristik lingkungan pedesaan tempat tinggal penenun pedesaan menetapkan bahwa desain bahwa sebaiknya dibuat sesuai dengan konteks dan ketersediaan material. Dengan demikian, jika dibutuhkan lebih banyak kursi, penenun tidak akan menghadapi kendala dalam

memperolehnya dari hasil rancangan ini. Pendekatan ini juga mendukung inovasi yang berkelanjutan dan dapat diwariskan kepada generasi mendatang.

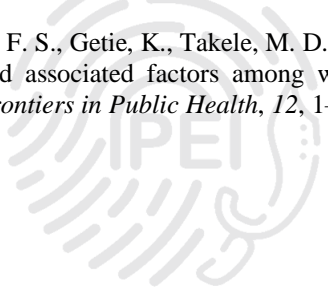
UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada rumah tenun Tujuh Saudara atas kerjasama dan ketersediaan dalam penelitian ini. Penghargaan juga disampaikan kepada program studi Magister Desain Fakultas Seni Rupa dan Desain Institut Teknologi Bandung atas bimbingan dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyani, N. P. D. P. K., Pebrunto, H., Ashabul, M., Mathar, K., & Karmila, D. (2023). Hubungan Antara Masa Kerja dan Durasi Kerja dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders(MSDS) Pada Pengrajin Tenun. *Journals of Ners Community*, 13(2), 252–260.
- Aulia, A. R., Wahyuni, I., & Jayanti, S. (2023). Hubungan Durasi Kerja, Masa Kerja, dan Postur Kerja dengan Keluhan Nyeri Punggung Bawah pada Pekerja Batik Tulis di Kampung Batik Kauman Kota Pekalongan. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 22(2), 120–124. <https://doi.org/10.14710/mkmi.22.2.120-124>
- Azzahra, Bahri, S., & Puji, L. K. R. (2022). Hubungan Sikap Kerja, Masa Kerja Dan Durasi Kerja Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (Msd) Pada Pekerja Manual Handling Di Gudang X. Tangerang Selatan. *Frame of Health Journal*, 1(1), 143–152.
- Baker, R., Coenen, P., Howie, E., Williamson, A., & Straker, L. (2018). The short term musculoskeletal and cognitive effects of prolonged sitting during office computer work. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph15081678>
- Choiru Zulfa, M., & Azzat, N. (2023). Perancangan Ulang Kursi Kerja Tenun Ikat Untuk Mengurangi Musculoskeletal Disorders Menggunakan Metode Antropometri Redesigning Ikat Work Chairs to Reduce Musculoskeletal Disorders Using Anthropometric Methods. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8–13. <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/integrasi>
- Fadlia, A. (2023). *TRANSFIGURASI TENUN SONGKET PALEMBANG Abstrak Pendahuluan Wastra Nusantara adalah istilah yang digunakan untuk mengacu pada kain-kain tradisional Indonesia . Kata " wastra " dalam bahasa Indonesia berarti " tekstil " atau " kain , " sementara " Nusantara " .* 1–13.
- Giorgi, S., Hueting, R., Capaccioli, A., di Ciommo, F., Rondinella, G., Kilstein, A., Keseru, I., Basu, S., Delaere, H., Vanobberghen, W., Bánfi, M., & Shiftan, Y. (2021). Improving Accessibility and Inclusiveness of Digital Mobility Solutions: A European Approach. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 220, Issue 1ea). https://doi.org/10.1007/978-3-030-74605-6_33
- Kodle, N. R., Bhosle, S. P., & Pansare, V. B. (2022). Ergonomic risk assessment of tasks performed by workers in granite and marble units using ergonomics tool's REBA. *Materials Today: Proceedings*, 72, 1903–1916. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.10.153>
- Koesyanto, H. (2013). Masa Kerja dan Sikap Kerja Duduk Terhadap Nyeri Punggung. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 9–14.
- Koiri, P. (2020). Occupational health problems of the handloom workers: A cross sectional study of Sualkuchi, Assam, Northeast India. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 8(4), 1264–1271. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.04.025>
- Komarliawati, M., Djojogugito, A., & Nurhayati, E. (2019). Hubungan Masa Kerja dengan Keluhan Muskuloskeletal pada buruh angkut LPG di PT X tahun 2018. *Prosiding Pendidikan Dokter*, 5(1), 56–62.
- Maksuk, Shobur, S., & Habibi, U. (2021). Penilaian Risiko Ergonomi Pada Pekerja Tenun Tradisional di Sentra Industri Tenun. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 7(2), 95–105. <https://doi.org/10.24843/JEI.2021.v07.i02.p02>.
- Mandaha, H., Setyobudi, A., Ch Berek, N., & Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Kerja, B. (2022). Gambaran Faktor Risiko Keluhan Muskuloskeletal Pada Pengrajin Tenun Motif Sumba di Desa Rindi Kabupaten Sumba Timur. *Media Kesehatan Masyarakat*, 4(1), 115–121. <https://doi.org/10.35508/mkmhttps://ejurnal.undana.ac.id/MKM>

- Muhamad Majdi. (2020). Analisis Faktor Dan Kebiasaan Melakukan Pengobatan Tradisional Dengan Keluhan Muskuloskeletal Pada Pekerja Tenun Di Desa Kembang Kerang Daya, Kabupaten Lombok Timur. *Afiasi : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 11–22. <https://doi.org/10.31943/afiasi.v5i1.91>
- Nevita, A. P. (2019). Pengembangan Kursi Kerja Ergonomis di UKM Tenun Ikat Medali Mas. *JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(1), 31–41. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v3i1.495>
- Oksfriani, & Debbie Kandou, G. (2021). Keluhan Muskuloskeletal pada Nelayan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 12(1), 34–40. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/kesmas/article/view/46305>
- Patradhiani, R., Kurniawan, B., & Rosyidah, M. (2023). Rancang Bangun Kursi Ergonomis Untuk Mengurangi Musculoskeletal Pada Pengrajin Songket Palembang. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 22(2), 93. <https://doi.org/10.20961/performa.22.2.78370>
- Pattiasina, N. H., Markus, P., & Pattiselanno, S. R. R. (2022). Kajian Antropometri Pengrajin Tenun Ikat Khas Maluku. *Jurnal Simetrik*, 11(2), 495–503. <https://doi.org/10.31959/js.v11i2.849>
- Prayoga, D., & Nurwildani, M. F. (2023). Analisis Postur Tubuh pada Pekerja dengan Metode Rapid Entire Body Assisment (REBA) pada CV SP Aluminium Yogyakarta. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 3(2), 436–447. <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v3i2.7122>
- Purnomo, H. (2023). Antropometri dan Aplikasinya. *Graha Ilmu*, 96.
- Shobur, S., Maksuk, & Sari, F. I. (2019). Risk Factors of Musculoskeletal Disorders (Msds) on Weaving Workers in Kelurahan Tuan Kentang Palembang. *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 6(2), 113–122.
- Zahra, A. H., & Prastawa, H. (2023). Pengukuran Beban Kerja Mental Menggunakan Metode Nasa – Task Load Index Pada Karyawan Pt . Pln (Persero) Unit Layanan Pelanggan Semarang Tengah. *Industrial Engineering Online Journal*, 12(3).
- Zinabu, F. S., Getie, K., Takele, M. D., Chanie, S. T., Abich, Y., Shibabaw, Y. Y., & Kibret, A. K. (2024). Lower back pain and associated factors among weavers working in Bahir Dar City, Northwest Ethiopia: A cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 12, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1400312>



RISIKO HEAT STRESS PADA PEKERJA OBESITAS

(Risk of Heat Stress in Obese Workers)

Made Alyashanti Radya Bulandari¹, Luh Putu Ratna Sundari²

¹ Program Studi Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana, Bali

² Departemen Ilmu Faal, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana, Bali

Email: ratnabudhiyasa@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Pekerja obesitas sering kali menghadapi risiko tambahan terkait dengan heat stress di tempat kerja. Heat stress dapat menyebabkan dampak kesehatan serius bagi pekerja, terutama mereka yang mengalami obesitas. Paparan panas di tempat kerja dapat menyebabkan risiko kesehatan yang signifikan, terutama bagi pekerja yang mengalami obesitas. Obesitas dapat mempengaruhi kemampuan tubuh untuk mengatur suhu secara efisien, meningkatkan produksi panas metabolik, serta mengurangi kemampuan berkeringat dan pendinginan tubuh.

Metode: Paper ini menyajikan kajian tentang faktor-faktor fisiologis dan lingkungan yang berkontribusi terhadap risiko heat stress pada pekerja obesitas. Selain itu, juga dibahas implikasi kesehatan dari paparan panas yang berlebihan bagi pekerja obesitas serta strategi mitigasi yang dapat diterapkan di tempat kerja untuk mengurangi risiko tersebut pada artikel-artikel yang terbit dalam kurun waktu 10 tahun terakhir di Pub Med dan Google Scholar dengan kata kunci: heat stress, pekerja obesitas, kesehatan kerja dan lingkungan kerja.

Hasil dan Kesimpulan: Dari kajian pustaka disimpulkan bahwa obesitas dapat memperburuk respons tubuh terhadap panas, meningkatkan risiko dehidrasi, kelelahan panas, dan bahkan penyakit serius seperti heat stroke. Penanganan yang tepat terhadap risiko heat stress pada pekerja obesitas melibatkan strategi pencegahan yang terkoordinasi, seperti monitoring kondisi kerja, edukasi kesehatan, dan penyediaan lingkungan kerja yang sesuai. Dengan memahami faktor-faktor ini dapat diimplementasikan langkah-langkah perlindungan yang efektif untuk memitigasi risiko heat stress dan meningkatkan kesejahteraan pekerja obesitas di tempat kerja.

Kata Kunci: heat stress, pekerja obesitas, kesehatan pekerja, lingkungan kerja

ABSTRACT

Background: Obese workers often face additional risks associated with heat stress in the workplace. Heat stress can cause serious health impacts for workers, especially those who are obese. Exposure to heat in the workplace can cause significant health risks, especially for obese workers. Obesity can affect the body's ability to regulate temperature efficiently, increase metabolic heat production, and reduce sweating and cooling abilities.

Methods: This paper presents a review of the physiological and environmental factors that contribute to the risk of heat stress in obese workers. In addition, the health implications of excessive heat exposure for obese workers and mitigation strategies that can be implemented in the workplace to reduce the risk are discussed in articles published within the last 10 years in Pub Med and Google Scholar with the keywords: heat stress, obese workers, occupational health and work environment.

Results and Conclusion: The literature review concluded that obesity can worsen the body's response to heat, increasing the risk of dehydration, heat exhaustion, and even serious illnesses such as heat stroke. Properly addressing the risk of heat stress in obese workers involves coordinated prevention strategies, such as monitoring working conditions, health education, and providing an appropriate working environment. By understanding these factors, effective protective measures can be implemented to mitigate the risk of heat stress and improve the well-being of obese workers in the workplace.

Keywords: heat stress, obese workers, worker health, work environment

PENDAHULUAN

Populasi obese semakin meningkat dari tahun ke tahun di seluruh belahan dunia baik di negara berkembang maupun di negara maju. Hal ini disebabkan karena gaya hidup masyarakat yang cenderung ke pola hidup sedentari. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar 2018 didapat prevalensi kelebihan berat dan obesitas orang

dewasa (>18 tahun) di Indonesia sebesar 26,6%. Ini meningkat bila dibandingkan dengan riskesdas sebelumnya. Persentase obesitas pada wanita lebih tinggi dibandingkan laki-laki, yaitu 29,3% pada wanita dan 14,5 persen pada pria. Dari data di atas selama dua dekade terjadi peningkatan persentase obesitas di Indonesia, dimana saat ini 1 dari 3 (35,5 persen atau sekitar 64,4 juta) penduduk di Indonesia hidup dengan kelebihan berat dan obesitas (Riskesdas, 2018). Semakin tingginya angka obesitas tentu saja akan menurunkan kualitas hidup dari suatu masyarakat karena obesitas rentan akan kesakitan.

Kondisi obesitas membuat seluruh aktivitas akan terganggu, termasuk dalam pekerjaan yang disebabkan kondisi obesitas yang tidak fisiologis, semua aktivitas di tubuh kita berjalan tidak normal, harus beradaptasi dengan kondisi kelebihan berat badan yang tentu saja akan membebani seluruh fungsi organ secara normal. Sebagai makhluk sosial penderita obesitas juga harus beraktifitas di lingkungannya seperti melakukan pekerjaan rutin untuk kebutuhan pribadi atau bekerja untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan beraktifitas sebagai masyarakat pada umumnya. Obese identik dengan indeks massa tubuh yang meningkat yang akan membuat beban kerja organ di dalam tubuh akan meningkat, seperti kerja otak, jantung, paru, hati, ginjal serta sistem saraf atau neurosensoris yang akan membuat kelelahan organ-organ tersebut karena harus beradaptasi dengan kondisi obes (Lee and Shin, 2017).

Aktivitas manusia bekerja selalu dipengaruhi oleh faktor internal maupun faktor eksternal. Internal adalah kondisi fisiologis tubuh manusia itu sendiri, Eksternal adalah kondisi lingkungan di mana manusia itu tinggal dan bekerja. Lingkungan tentu saja akan mempengaruhi kondisi tubuh kita dalam berespon terhadap situasi sekitar apakah rasa panas, dingin, hening, bising, sepi atau ramai. (Park, Kim and Oh, 2017), Kondisi obese akan membuat respon tubuh berbeda dalam beradaptasi pada suatu lingkungan.

Indonesia sebagai negara tropis adalah negara yang terpapar matahari sepanjang tahunnya, meski dibagi menjadi 2 musim, musim penghujan dan musim kemarau. Kondisi ini tentu saja akan mempengaruhi cuaca lingkungan luar tubuh manusia yang pasti akan mempengaruhi keamanan dalam beraktifitas. Suhu lingkungan yang tinggi atau rasa panas dari lingkungan tentu saja akan mempengaruhi respon fisiologis pada tubuh manusia. Adapun keluhan yang sering terjadi akibat paparan panas yang berlebih dikenal sebagai heat related illnesses yang sering kita kenal dengan heat stress ada tahapannya seperti, heat cramp, heat exhaustion dan yang terberat heat stroke yang mengancam nyawa, ditambah lagi apabila individu yang bersangkutan beraktifitas berat yang membentuk panas berlebihan terutama pada kondisi obese. Heat stress adalah kondisi di mana tubuh manusia terpapar suhu lingkungan yang tinggi untuk waktu yang lama, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan antara produksi dan pengeluaran panas tubuh. Hal ini dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan seperti kelelahan panas, kram otot, pusing, bahkan dalam kasus yang lebih ekstrim dapat menyebabkan heat stroke yang mengancam jiwa (Matthew et al, 2022).

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui secara mendalam bagaimana respon tubuh terhadap panas terutama pada kondisi obesitas dalam beraktifitas sehari-hari, sehingga dapat dirancang suatu kondisi lingkungan dan bagaimana cara penanganan yang baik yang dapat meminimalisir risiko terhadap terjadinya heat stress tersebut.

METODE

Adapun metode yang dilakukan adalah dengan mengkaji literatur 10 tahun terakhir yang terbit di Pubmed, Scopus dan Google Scholar dengan kata kunci heat stress, obese workers, worker health, work environment. Didapat 10 artikel yang terpilih yang sesuai dengan kata kunci tersebut kemudian dikaji dan dapat diuraikan poin-poinnya dalam sub bab hasil dan diskusi di bawah ini.

HASIL DAN DISKUSI

Heat Stress

Heat stress adalah kondisi di mana tubuh manusia mengalami tekanan berlebihan akibat paparan suhu panas yang tinggi atau lingkungan yang panas dan lembap. Ini terjadi ketika tubuh kesulitan untuk mengeluarkan panas yang dihasilkan secara efisien, yang bisa menyebabkan peningkatan suhu tubuh, dehidrasi, dan gangguan fungsi tubuh

lainnya. Kondisi ini dapat berlangsung dalam rentang waktu yang singkat atau berkepanjangan, tergantung pada tingkat paparan panasnya dan kemampuan tubuh untuk beradaptasi atau mendinginkan diri. Heat stress dapat berkembang melalui beberapa tahap, dimulai dari yang ringan hingga yang sangat serius tergantung pada seberapa parah paparan panasnya dan seberapa cepat intervensi dilakukan. Berikut adalah tahapan umum dari heat stress (Gauer and Meyers, 2019).

1. Heat Cramps (Kram Panas)
Ini adalah tahap awal yang biasanya terjadi saat seseorang melakukan aktivitas fisik yang intens di lingkungan panas. Gejalanya termasuk kram otot yang menyakitkan, terutama di perut, lengan, atau kaki. Kram terjadi karena kehilangan cairan dan garam melalui keringat.
2. Heat Exhaustion (Kelelahan Panas)
Jika tidak ditangani dengan baik, kram panas dapat berkembang menjadi kelelahan panas. Gejalanya meliputi pusing, lemah, mual atau muntah, kulit dingin dan lembab, detak jantung cepat, dan kelelahan yang ekstrim. Pada tahap ini, tubuh mengalami dehidrasi dan terlalu panas karena terlalu lama terpapar suhu tinggi.
3. Heat Stroke (Stroke Panas):
Ini adalah kondisi yang sangat serius dan bisa mengancam jiwa jika tidak segera ditangani. Heat stroke terjadi ketika tubuh kehilangan kemampuan untuk mengatur suhu dengan benar dan suhu inti tubuh naik di atas 40°C (104°F). Gejalanya meliputi kulit yang merah panas dan kering, kebingungan, kesadaran menurun, kejang, bahkan koma.

Tahapan-tahapan ini menunjukkan bahwa heat stress bisa dimulai dari gejala yang relatif ringan seperti kram otot hingga kondisi yang mengancam jiwa seperti heat stroke. Penting untuk mengenali gejala-gejalanya dan segera mengambil tindakan untuk mencegah perkembangan kondisi yang lebih serius. Pencegahan dengan minum cukup cairan, mengenakan pakaian yang sesuai, dan mengambil istirahat di tempat yang sejuk sangatlah penting untuk menghindari masalah kesehatan ini (Sorensen and Hess, 2022).

Mekanisme Fisiologis Tubuh Terhadap Lingkungan Panas

Tubuh manusia memiliki mekanisme fisiologis yang kompleks untuk merespons lingkungan panas dengan tujuan mempertahankan suhu tubuh dalam kisaran yang aman. Berikut adalah beberapa mekanisme utama yang terlibat dalam respons fisiologis terhadap lingkungan panas (Foster et al., 2020):

Vasodilatasi: Ketika tubuh terpapar suhu panas, pembuluh darah di kulit akan melebar (vasodilatasi). Hal ini meningkatkan aliran darah ke permukaan kulit, memfasilitasi transfer panas dari dalam tubuh ke lingkungan melalui radiasi.

Berkeringat: Kelenjar keringat aktif untuk mengeluarkan cairan (keringat) ke permukaan kulit. Proses evaporasi dari keringat yang menguap membantu mendinginkan tubuh. Produksi keringat juga membantu dalam mempertahankan keseimbangan cairan dan elektrolit.

Penurunan suhu inti tubuh: Sistem termoregulasi tubuh bekerja untuk mempertahankan suhu inti tubuh (dalam dada dan perut) dalam kisaran yang normal, sekitar 37°C atau 98.6°F. Ini melibatkan kontrol yang rumit terhadap produksi panas (metabolisme) dan pengeluaran panas (melalui keringat dan vasodilatasi).

Perubahan Metabolisme: Ketika terpapar panas, tubuh dapat mengubah pola metabolisme untuk menghasilkan lebih sedikit panas. Ini bisa berarti mengurangi aktivitas fisik atau memperlambat proses metabolik lainnya untuk mengurangi produksi panas tambahan.

Perubahan Perilaku: Secara naluriah, manusia dapat merespons lingkungan panas dengan mencari tempat yang lebih sejuk, beristirahat di bawah naungan, atau mengenakan pakaian yang lebih ringan untuk mengurangi beban panas pada tubuh.

Mekanisme ini bekerja secara terintegrasi untuk menjaga suhu tubuh stabil dalam berbagai kondisi lingkungan. Namun, jika paparan panas berlebihan atau terlalu lama, mekanisme ini bisa terbebani dan menyebabkan heat-

related illnesses seperti kelelahan panas atau bahkan stroke panas. Oleh karena itu, penting untuk memahami respons fisiologis tubuh terhadap panas dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang tepat untuk melindungi kesehatan saat berada di lingkungan panas.

Faktor-Faktor Fisiologis yang Mempengaruhi Risiko Heat Stress pada Obesitas (Bastardot, Marques and Vollenweider, 2019):

1. Perubahan dalam komposisi tubuh:
Perubahan komposisi tubuh pada obesitas dapat meningkatkan risiko heat stress karena beberapa faktor. Orang yang mengalami obesitas cenderung memiliki lebih sedikit perbandingan permukaan tubuh terhadap volume: Semakin besar tubuh, semakin sedikit permukaan tubuh yang tersedia untuk menghilangkan panas. Ini mengurangi kemampuan tubuh untuk mengatur suhu saat terpapar panas eksternal. Penyakit penyerta: Orang yang obesitas cenderung memiliki penyakit lain seperti diabetes atau hipertensi, yang dapat memperburuk toleransi terhadap panas
2. Peningkatan persentase lemak tubuh dan isolasi termal :
Tumpukan lemak di bawah kulit (jaringan adiposa subkutan) memiliki konduktivitas termal yang lebih rendah dibandingkan dengan otot atau jaringan lainnya. Hal ini membuat penurunan panas menjadi lebih lambat dan mengurangi efisiensi proses pendinginan tubuh melalui konveksi, radiasi, dan evaporasi. 2. Lemak subkutan yang berlebihan berfungsi sebagai isolator termal yang buruk, menghambat pelepasan panas dari tubuh ke lingkungan. Hal ini membuat sulit bagi tubuh untuk menyesuaikan suhu tubuh dengan suhu lingkungan yang tinggi (Speakman, 2018).
3. Perubahan rasio luas permukaan terhadap volume tubuh
Perubahan rasio luas permukaan terhadap volume tubuh pada obesitas berdampak signifikan terhadap risiko heat stress. Pada dasarnya, semakin besar tubuh seseorang, semakin rendah rasio luas permukaan terhadap volume tubuhnya. Ini berarti bahwa meskipun tubuh lebih besar, proporsi area permukaan yang digunakan untuk memancarkan panas relatif lebih kecil dibandingkan dengan volume tubuh secara keseluruhan. Akibatnya, kemampuan tubuh untuk menghilangkan panas yang dihasilkan saat berada di lingkungan panas atau saat beraktivitas fisik meningkat. Kondisi ini menjadi lebih penting karena proses pengaturan suhu tubuh (thermoregulasi) terganggu pada individu dengan obesitas. Dengan demikian, orang yang mengalami obesitas cenderung lebih rentan terhadap heat stress karena tidak hanya memiliki lebih sedikit area permukaan relatif untuk menghilangkan panas, tetapi juga karena kemungkinan penurunan respons tubuh terhadap perubahan suhu dan beban panas (Fischer et.al, 2016).
4. Gangguan respons termoregulasi: Orang yang obesitas mungkin mengalami gangguan dalam mekanisme keringat. Hal ini bisa karena gangguan dalam sinyal regulasi dari hipotalamus atau karena jumlah kelenjar keringat yang tidak proporsional terhadap luas permukaan tubuh yang lebih besar. Tundaan dalam onset berkeringat dan dissipasi panas individu dengan obesitas cenderung memiliki toleransi yang lebih rendah terhadap panas. Mereka lebih rentan terhadap heat stress dan peningkatan risiko penyakit terkait panas seperti heat stroke atau heat exhaustion.
5. Pertimbangan metabolisme:
Produksi panas metabolik pada obesitas mengacu pada jumlah energi yang dihasilkan oleh tubuh sebagai hasil dari metabolisme makanan yang dikonsumsi. Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi panas metabolik pada individu dengan obesitas meliputi: 1. Metabolisme basal yang lebih tinggi: orang dengan obesitas cenderung memiliki tingkat metabolisme basal yang lebih tinggi untuk mempertahankan fungsi tubuh yang lebih besar. Metabolisme basal adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk menjaga fungsi dasar tubuh seperti pernapasan, pemrosesan nutrisi, dan pemeliharaan suhu tubuh, 2. Penyimpanan dan metabolisme lemak: Lemak tubuh yang berlebihan dalam individu obes menyebabkan proses metabolisme yang lebih intens untuk mengelola dan menyimpan lemak. Proses ini menghasilkan panas sebagai produk sampingan metabolisme (Lee and Shin, 2017).
6. Penurunan efisiensi termogenik makanan: Efisiensi termogenik makanan mengacu pada energi yang digunakan untuk memproses dan mencerna makanan. Pada orang yang obes, efisiensi ini mungkin sedikit lebih rendah, karena tubuh harus bekerja lebih keras untuk memproses makanan berlebihan.

7. **Aktivitas fisik:** Aktivitas fisik yang lebih rendah pada individu obesitas dapat menyebabkan penurunan produksi panas sebagai hasil dari aktivitas fisik. Namun, karena tingkat metabolisme basal yang lebih tinggi, produksi panas total dari aktivitas fisik dan metabolisme makanan tetap tinggi.

Faktor Lingkungan Kerja yang Mempengaruhi Risiko Heat Stress.

Lingkungan Kerja sangat mempengaruhi risiko heat stress, karena tubuh manusia sangat cepat berespon terhadap perubahan suhu, sehingga faktor lingkungan kerja lebih diutamakan agar menjadi lebih nyaman. Adapun faktor-faktor lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi heat stress meliputi: suhu udara tinggi, kelembaban tinggi, intensitas radiasi matahari, ventilasi dan sirkulasi udara, pakaian kerja, beban kerja fisik, durasi paparan, kondisi kesehatan individu, kebiasaan minum dan nutrisi, adaptasi dan pengalaman (De Sario et.al., 2023).. Pemahaman yang baik tentang faktor-faktor ini penting untuk mengimplementasikan langkah-langkah pencegahan yang efektif di tempat kerja guna mengurangi risiko terjadinya heat stress pada pekerja. Adapun jenis jenis pekerjaan yang meningkatkan risiko heat stress:

Pekerjaan di Luar Ruangan: Contohnya pekerja konstruksi, petani, petugas kebersihan, dan pekerja tambang yang terpapar langsung dengan sinar matahari dan panas udara.

Pekerjaan di Dalam Ruangan yang Terlalu Panas: misalnya pekerja di pabrik yang memproduksi atau memproses bahan-bahan dengan suhu tinggi seperti pekerjaan di dapur industri atau di ruang boiler.

Pekerjaan dengan Pakaian Pelindung Berat: seperti pekerja di industri pengolahan kimia atau pekerja pemadam kebakaran yang menggunakan baju tahan panas yang dapat menghambat proses pendinginan tubuh.

Pekerjaan yang Memerlukan Aktivitas Fisik Intensif: seperti pekerjaan konstruksi atau pekerjaan yang melibatkan angkutan barang berat di lingkungan yang panas.

Pekerjaan dengan Ruang Terbatas: contohnya di ruang bawah tanah, kamar mesin, atau di dalam kendaraan yang terpapar panas di musim panas.

Pekerjaan yang Membutuhkan Pakaian Tertutup Secara Penuh: Seperti pekerjaan di daerah gurun atau padang pasir yang memerlukan pemakaian pakaian pelindung dari sinar matahari yang terik.

Pekerja di sektor-sektor ini cenderung lebih rentan terhadap heat stress karena mereka terpapar langsung dengan suhu lingkungan yang tinggi dan seringkali harus beraktivitas dalam kondisi yang memicu peningkatan suhu tubuh.

Risiko Heat Stress pada Pekerja Obesitas

Obesitas dapat meningkatkan risiko terjadinya heat stress pada pekerja karena beberapa alasan utama yang berhubungan dengan kapasitas tubuh untuk mengatur suhu. Berikut adalah beberapa implikasi kesehatan dan risiko yang dapat terjadi pada pekerja obesitas terkait dengan heat stress (Fischer et. al, 2016):

1. **Kapasitas Thermal yang Terbatas:** Individu yang mengalami obesitas cenderung memiliki lebih sedikit permukaan kulit relatif terhadap volume tubuhnya. Hal ini dapat mengurangi kemampuan mereka untuk membuang panas melalui penguapan keringat. Dengan demikian, tubuh mereka lebih sulit untuk menjaga suhu tubuh dalam batas normal saat terpapar panas eksternal.
2. **Respon Kardiovaskular yang Buruk:** Obesitas sering kali menyebabkan gangguan kardiovaskular seperti tekanan darah tinggi atau penyakit jantung koroner. Ini bisa membuat pekerja obesitas lebih rentan terhadap komplikasi yang terkait dengan heat stress, seperti dehidrasi atau heat exhaustion.
3. **Kehilangan Elektrolit yang Cepat:** Pekerja obesitas mungkin mengalami kehilangan elektrolit lebih cepat karena jumlah keringat yang lebih besar dan potensinya untuk dehidrasi lebih tinggi. Kehilangan elektrolit yang tidak seimbang dapat meningkatkan risiko kelelahan panas dan kondisi serius lainnya seperti heat stroke.

4. Tingkat Kelelahan yang Lebih Tinggi: Pekerja obesitas mungkin mengalami tingkat kelelahan yang lebih tinggi secara umum, dan paparan panas yang ekstrem dapat memperburuk kelelahan ini. Kombinasi dari kelelahan umum dan heat stress dapat mengurangi produktivitas, meningkatkan risiko kecelakaan kerja, dan mempengaruhi kesejahteraan secara keseluruhan.

5. Risiko Penyakit Terkait Panas yang Lebih Tinggi: Pekerja obesitas memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kondisi terkait panas seperti heat exhaustion atau heat stroke karena mereka cenderung memiliki kesulitan dalam menyesuaikan suhu tubuh mereka.

6. Penyulit Kesehatan yang Ada. Jika pekerja obesitas juga menderita kondisi kesehatan kronis lainnya seperti diabetes atau penyakit jantung, risiko mereka terhadap heat stress dan dampak negatifnya dapat semakin meningkat.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, penting untuk mempertimbangkan perlindungan tambahan dan pengaturan lingkungan kerja yang lebih baik bagi pekerja obesitas. Ini termasuk pengawasan kesehatan yang lebih cermat, pemberian istirahat yang cukup, asupan cairan yang memadai, dan pencegahan terhadap paparan panas yang berlebihan sesuai dengan panduan keselamatan dan kesehatan kerja yang relevan (Tustin et al., 2021).

Strategi dan Intervensi Mitigasi Heat Stress

Strategi dan intervensi mitigasi heat stress pada pekerja obesitas melibatkan pendekatan yang holistik untuk mengurangi risiko dan memastikan kesehatan mereka terjaga saat bekerja di lingkungan yang panas. Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diambil (Tustin et.al, 2021)

1. Edukasi dan Pelatihan: Memberikan edukasi kepada pekerja obesitas tentang risiko heat stress dan tanda-tanda bahaya seperti heat exhaustion atau heat stroke. Pelatihan harus mencakup pengetahuan tentang cara mengenali gejala-gejala tersebut dan tindakan yang harus diambil saat terjadi.

2. Penilaian Risiko: Melakukan penilaian risiko yang komprehensif untuk mengidentifikasi pekerja obesitas yang mungkin lebih rentan terhadap heat stress. Ini termasuk mengevaluasi kondisi kesehatan mereka dan faktor-faktor lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi suhu tubuh mereka.

3. Pengaturan Lingkungan Kerja: Mengoptimalkan lingkungan kerja untuk mengurangi paparan panas yang berlebihan, seperti menggunakan ventilasi yang baik, instalasi sistem pendingin udara di ruang tertutup, atau memberikan tempat kerja yang lebih sejuk jika memungkinkan.

4. Perencanaan Pekerjaan: Mengatur jadwal kerja untuk menghindari aktivitas fisik berat pada periode waktu yang paling panas dari hari, atau memberikan lebih banyak waktu istirahat bagi pekerja obesitas untuk mendinginkan tubuh mereka.

5. Pakaian dan Perlindungan: Memastikan bahwa pakaian kerja yang dipilih sesuai dengan kondisi panas, memungkinkan ventilasi yang baik, dan mampu menyerap keringat dengan efektif. Pilihan pakaian yang tepat dapat membantu mencegah penumpukan panas di tubuh.

6. Pengawasan Kesehatan: Memantau secara teratur kondisi kesehatan pekerja obesitas untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal heat stress atau masalah kesehatan lainnya yang dapat mempengaruhi toleransi terhadap panas.

7. Promosi Hidrasi: Mendorong konsumsi cairan yang cukup, terutama air, untuk menggantikan cairan yang hilang melalui keringat. Ini penting untuk mencegah dehidrasi yang dapat memperburuk kondisi heat stress.

8. Sistem Peringatan Dini: Mengimplementasikan sistem peringatan dini atau monitoring suhu tubuh bagi pekerja obesitas yang bekerja di lingkungan panas, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil secara cepat jika diperlukan.

9. Perencanaan Darurat: Membuat rencana darurat yang jelas dan dipahami bersama untuk menangani kasus-kasus heat stress yang parah, termasuk prosedur evakuasi dan pertolongan pertama.

10. Evaluasi dan Penyesuaian: Melakukan evaluasi teratur terhadap keefektifan strategi mitigasi yang telah diimplementasikan dan melakukan penyesuaian sesuai kebutuhan untuk meningkatkan perlindungan pekerja obesitas terhadap risiko heat stress.

Penerapan langkah-langkah ini tidak hanya membantu mengurangi risiko heat stress pada pekerja obesitas, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan mereka secara keseluruhan di tempat kerja.

KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa suhu lingkungan yang panas akan mempengaruhi tubuh secara fisiologis. Tubuh memiliki mekanisme untuk pengaturan suhu sehingga tubuh dapat merespon panas dan melindunginya dengan mekanisme yang ada. Kondisi obesitas sangat rentan terhadap paparan panas karena kondisi yang tidak fisiologis di mana respon seluruh organ pada orang obese akan lebih berat dibanding orang normal karena beban tubuh yang berlebih. Sehingga harus dipertimbangkan usaha-usaha untuk mengatur kondisi lingkungannya kerjanya agar lebih nyaman. Intervensi perlu ditargetkan untuk meningkatkan keselamatan tempat kerja dan melindungi kesehatan pekerja obesitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastardot, F., Marques-Vidal, P. & Vollenweider, P. Association of body temperature with obesity. (2019). The CoLaus study. *Int J Obes* 43:1026–1033 <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0218-7>.
- Cecilia Sorensen, Jeremy Hess. (2022). Treatment and Prevention of Heat-Related Illness. *New England Journal of Medicine*. 387 (15): 1404-1413. doi:10.1056/NEJMc2210623.
- De Sario M, deDonato FK, Bonafede M, Marinaccio A, Levi M, Ariani F, Morabito M, Michelozzi P. (2023).
- Occupational heat stress, heat-related effects and the related social and economic loss: a scoping literature review. *Front Public Health*. 2(11):1173553. doi: 10.3389/fpubh.2023.1173553.
- Fischer AW, Csikasz RI, von Essen G, Cannon B, Nedergaard J. No insulating effect of obesity. (2016). *Am J Physiol Endocrinol Metab* ;311(1): E202-13. doi: 10.1152/ajpendo.00093.2016.
- Foster J, Hodder SG, Lloyd AB, Havenith G. (2020). Individual Responses to Heat Stress: Implications for Hyperthermia and Physical Work Capacity. *Front Physiol*. 11(1): 541483. doi: 10.3389/fphys.2020.541483
- Gauer R, Meyers BK. (2019). Heat-Related Illnesses. *Am Fam Physician*. 99(8):482-489. PMID: 30990296.
- John R. Speakman. (2018) Chapter 26 - Obesity and thermoregulation, Editor(s): Andrej A. Romanovsky. *Handbook of Clinical Neurology*, Elsevier, Vol. 156, Pages 431-443. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63912-7.00026>
- Lee SJ, Shin SW (2017). Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *N Engl J Med* . 376(15):1491–2. doi: 10.1056/NEJMc1701944
- Matthew N. Cramer, Daniel Gagnon, Orlando Laitano, and Craig G. Crandall. (2022). Human temperature regulation under heat stress in health, disease, and injury. <https://doi.org/10.1152/physrev.00047.2021>.
- Park J, Kim Y, Oh I. (2017). Factors affecting heat-related diseases in outdoor workers exposed to extreme heat. *Ann Occup Environ Med*. 29 (29) :30. doi: 10.1186/s40557-017-0183-y.
- Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) (2018). Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI tahun 2018.
- Tustin A. Sayeed Y, Berenji M, Fagan K, McCarthy RB, Green-McKenzie, J, McNicholas J, Onigbogi CB, Perkison WB, Butler JW. (2021). Prevention of Occupational Heat-Related Illnesses. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 63(10): e737-e744. | DOI: 10.1097/JOM.0000000000002351

IDENTIFIKASI RISIKO *MUSCULOSKELETAL DISORDERS* (MSDS) PADA PENGGUNA *E-SPORT* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *NORDIC BODY MAP* (NBM) DAN NASA-TLX

(Identification Of The Risk Of Musculoskeletal Disorders (MSDS) In E-Sports Users Using The Nordic Body Map (NBM) And Nasa-Tlx Methods)

Ade Geovania Azwar¹, Nurwathi², Ahmad Munandar³, Sasayusa Adha⁴

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana, Bandung, Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana, Bandung, Indonesia

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana, Bandung, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana, Bandung, Indonesia

Alamat Korespondensi penulis pertama

E-mail: ade.geovania@usbykp.ac.id

ABSTRAK

Pada era modern saat ini kemajuan teknologi penggunaan aplikasi pada perangkat elektronik memberikan pengaruh pada dunia olahraga yaitu *E-sports*. *E-sport* atau olahraga elektronik, telah menjadi fenomena global yang pesat karena tingkat keterampilan dan kognisi yang tinggi, serta kebutuhan untuk menjaga kesehatan fisik dan mental mereka agar tetap berkinerja optimal. Salah satu masalah kesehatan yang umum terjadi adalah *Musculoskeletal Disorders* (MSDS) atau gangguan muskuloskeletal. Kondisi ini mempengaruhi otot, tulang, sendi, dan jaringan lunak tubuh, yang disebabkan oleh berbagai faktor termasuk kelelahan, ketegangan berlebihan, postur yang buruk, dan aktivitas yang repetitif. Selain mengakibatkan kelelahan pada fisik *E-sport* juga memberikan pengaruh pada beban mental pengguna. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui tingkat keluhan (MSDS) dari postur kerja pengguna *E-sport* menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM) dan NASA-TLX serta memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi beban kerja fisik dan mental yang diterima oleh pengguna *E-sport*. Berdasarkan identifikasi MSDs pada pengguna *E-sport*, lebih dari 48% pengguna *E-sport* mengalami keluhan tinggi pada bagian leher atas, leher bawah, punggung, pinggang, bokong, pantat, pergelangan tangan bawah kiri dan kanan, 45% mengalami keluhan sedang pada lengan bawah kiri dan kanan serta tangan kiri dan kanan. Sedangkan, hasil pengukuran beban kerja dengan metode NASA-TLX menunjukkan bahwa 10,41% pengguna merasakan beban yang sangat tinggi, 66,67% merasakan beban tinggi, dan 21,74% merasakan beban agak tinggi. Dengan demikian, rata-rata pengguna *E-sport* membutuhkan aktivitas mental dalam kategori tinggi. Usulan untuk mengurangi risiko MSDS yaitu penyediaan alat bantu bermain berbentuk kursi khusus gaming dan menyusun manajemen waktu yang baik.

Kata kunci: NBM, MSDs, NASA-TLX, *E-sport*

ABSTRACT

In the current modern era, technological advances in the use of applications on electronic devices have an influence on the world of sports, namely E-sports. E-sports, or electronic sports, have become a rapidly global phenomenon due to their high levels of skill and cognition, as well as the need to maintain their physical and mental health in order to perform optimally. One of the most common health problems is Musculoskeletal Disorders (MSDS). This condition affects the muscles, bones, joints, and soft tissues of the body, which is caused by a variety of factors including fatigue, excessive tension, poor posture, and repetitive activity. In addition to causing physical fatigue, E-sports also has an effect on the user's mental load. The purpose of the study is to determine the level of complaints (MSDS) of the working posture of E-sports users using the Nordic Body Map (NBM) and NASA-TLX methods and provide suggestions for improvement to reduce the physical and mental workload received by E-sport users. Based on the identification of MSDs in E-sports users, more than 48% of E-sports users experience high complaints on the upper neck, lower neck, back, waist, buttocks, lower left and right wrists, 45% have moderate complaints on the left and right forearms and left and right hands. Meanwhile, the results of the workload measurement using the NASA-TLX method showed that 10.41% of users felt a very high load, 66.67% felt a high load, and 21.74% felt a rather high load. Thus, the average E-sports user needs mental activity in a high category. Proposals to reduce the risk of MSDS are the provision of gaming aids in the form of special gaming chairs and good time management.

Keywords: NBM, MSDs, NASA-TLX, *E-sport*

PENDAHULUAN

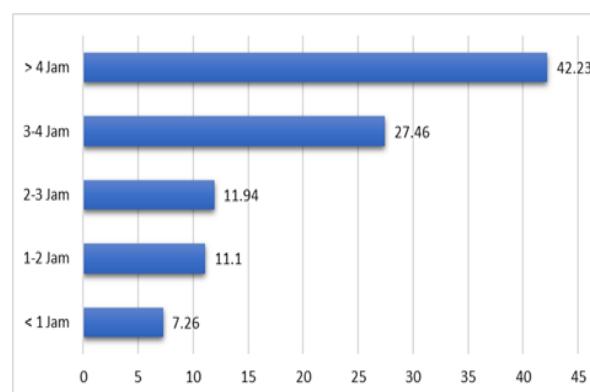
Di zaman modern ini, perkembangan informasi dan teknologi sangatlah pesat, terutama tentang ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu perkembangan teknologi adalah penggunaan perangkat elektronik. Kemajuan teknologi ponsel pintar memungkinkan seseorang untuk melakukan panggilan, berselancar di internet, berinteraksi dengan situs jejaring sosial, menggunakan aplikasi pesan instan, berbagi foto dan video, berbelanja online, dan bermain *video game* (Abbasi et al. 2021).

Ada istilah khusus yang menjelaskan fenomena yang diketahui dari istilah seputar *video game*. Saat ini lebih dikenal sebagai "*E-sports*". Tak hanya sekedar hiburan, *E-sports* juga menjelma menjadi industri yang tak kalah dengan sepak bola. Penggunaan smartphone juga digunakan oleh para atlet *E-sports* untuk berlatih dan saat bertanding (Kurniawan 2020). *E-sports*, atau olahraga elektronik, telah menjadi fenomena global yang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Atlet *E-sports* dikenal dengan tingkat keterampilan dan kognisi yang tinggi, serta perlunya menjaga kesehatan fisik dan mental agar tetap tampil maksimal (Frinanda, Irianto, and Hasyar 2023). Namun, seperti olahraga lainnya, atlet *E-sports* juga rentan terhadap cedera atau masalah kesehatan. Salah satu masalah kesehatan yang umum adalah *Musculoskeletal Disorders* (MSDS). MSDS adalah kondisi yang mempengaruhi otot, tulang, sendi, dan jaringan lunak tubuh, yang disebabkan oleh berbagai faktor antara lain kelelahan, ketegangan berlebihan, postur tubuh yang buruk, dan aktivitas yang berulang-ulang (Widiastuti and Dharmosamoedero 2015).

E-sports digadang-gadang akan menjadi industri olahraga nonfisik masa depan di Indonesia. Asosiasi *E-sports* Indonesia (IeSPA) atau *Indonesia e-sports Association* (IeSPA) kemudian memperluas pembentukan organisasinya ke 12 provinsi di Indonesia termasuk Papua Barat. Pada tahun 2018 sejarah baru tercipta di Indonesia, ketika *E-sports* resmi dipertandingkan di *Asian Games*. Terdapat enam kategori *E-sports* yang dipertandingkan yaitu; *Arena Valor*, *Pro Evolution Soccer* (PES), *League of Legends*, *Clash Royale*, *Hearthstone*, *Starcraft 2* (Wali and Widiyanto 2020).

Bandung merupakan salah satu kota yang memenuhi sejumlah indikator sebagai tempat yang cocok untuk industri *E-sports*. Salah satunya karena warga Bandung sangat pandai memanfaatkan teknologi digital. Data yang dikeluarkan Pemerintah Kota Bandung menunjukkan bahwa terdapat 2,1 juta orang yang merupakan pengguna internet aktif, artinya aksesibilitas terhadap hal-hal yang berkaitan dengan dunia digital dapat dikatakan sangat tinggi, e-commerce semakin berkembang sehingga berdampak pada perekonomian termasuk online permainan (Bagaskara 2022).

Menurut Difrancisco-Donoghue et al. (2019) pada penelitian *Understanding the Injury and Health Profiles of E-sports Players*, atlet *E-sports* duduk sepanjang pertandingan. Oleh karena itu, profil cedera dan masalah kesehatan lebih cenderung menyerupai pekerja yang bekerja di meja kerja dibandingkan atlet sepak bola. Atlet profesional berlatih antara 4 - 10 jam per hari. Angka itu bisa mencapai 8 – 10 jam sehari sebelum turnamen atau kompetisi (Difrancisco-Donoghue et al. 2019). Berikut laporan Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet (APJII) bertajuk Survei Penetrasi & Perilaku Internet 2023.



Gambar 1 Survei Penetrasi & Perilaku Internet 2023.

Berdasarkan Gambar 1, dari 8.510 orang yang disurvei, hanya 23,29% yang pernah bermain *Game Online*. Dari kelompok konsumen *Game Online* ini, mayoritas atau 42,23% menghabiskan waktu lebih dari 4 jam per hari untuk bermain. Kemudian yang bermain *Game Online* 3-4 jam sehari sebanyak 27,46%, yang bermain 2-3 jam sehari sebanyak 11,94%, dan yang bermain 1-2 jam sehari sebanyak 11,10%. Konsumen yang bermain *game* kurang dari 1 jam sehari hanya 7,26%, paling sedikit dibandingkan kelompok lainnya (Muhamad 2023).

Potensi bahaya yang dihadapi oleh atlet *E-sports* serupa dengan risiko yang dihadapi oleh banyak atletik lingkungan, rekreasi, dan tempat kerja, termasuk risiko muskuloskeletal, ergonomis, biologis, dan psikososial (Frinanda et al. 2023). Risiko muskuloskeletal dapat dihubungkan dengan massa otot. Massa otot rangka yang rendah secara independen dapat dikaitkan dengan resistensi insulin, diabetes, sindrom metabolik, dan cedera muskuloskeletal (Wicaksono et al. 2022).

Penggunaan handphone dan komputer saat bermain *E-sport* secara terus menerus dengan posisi tubuh yang tidak tepat dalam jangka waktu tertentu dapat menimbulkan berbagai keluhan muskuloskeletal (Difrancisco-Donoghue et al. 2019). Muskuloskeletal merupakan salah satu sistem organ pada tubuh manusia yang terdiri dari tulang, otot, dan jaringan ikat yang meliputi tulang rawan, tendon, dan *ligamen*. Sistem ini berperan dalam memberikan bentuk dan kestabilan bagi tubuh serta membantu dalam proses pergerakan tubuh (Nafisha, Fatimah, and Wijaya 2023). Keluhan muskuloskeletal merupakan suatu kondisi yang dapat terjadi akibat adanya gangguan atau cedera pada sistem muskuloskeletal. Kondisi ini dapat terjadi ketika salah satu bagian tubuh dipaksa bekerja lebih keras, diregangkan secara berlebihan, atau digunakan melebihi batas fungsinya (Dampati, Veronica, and Dwi Christmayanti 2020).

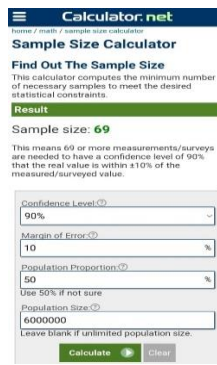
Berdasarkan latar belakang dan observasi yang telah dilakukan, terdapat beberapa keluhan muskuloskeletal pada pengguna *E-sport*. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi risiko *musculoskeletal disorders* (MSDS) pada pengguna *e-sport* dengan menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM) dan Nasa-TLX, dan memberikan usulan untuk mengurangi risiko MSDS tersebut.

METODE

Tahap penelitian diawali dengan studi pendahuluan. Peneliti mencari dan mengambil kesimpulan dari beberapa sumber seperti mempelajari beberapa sumber literatur seperti artikel penelitian atau jurnal terkait identifikasi postur kerja dan observasi atlet *E-sport* pada situasi nyata. Observasi ini bertujuan untuk mengamati faktor-faktor kerja yang dapat mempengaruhi postur kerja dan kelelahan, seperti postur kerja yang tidak ergonomis, gerakan berulang, dan tuntutan fisik tertentu. Data tersebut akan dicatat dan dianalisis untuk mengidentifikasi pola atau tren tertentu.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah NBM dan NASA-TLX. Pengumpulan data dilakukan untuk acuan dalam proses perhitungan yang dilakukan secara langsung dengan melakukan observasi di lapangan dan mengumpulkan berbagai data dengan menggunakan kuesioner NBM dan kuesioner NASA-TLX (Azwar 2020). Setelah data yang terkumpul mencukupi, selanjutnya dilakukan pengolahan data berupa perhitungan dengan rumus yang sudah tercantum pada landasan teori yaitu pengukuran NBM dan NASA-TLX. Melakukan perhitungan bobot atau skoring pada kuesioner *Nordic Body Map* dan teknik perbandingan, pairing dan pembobotan untuk WWL (Wicaksono et al. 2022). Dalam penelitian ini penentuan sampel dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan aplikasi website net kalkulator untuk menentukan jumlah sampel yang akan diteliti.

Penelitian ini dilakukan di Kota Bandung sebagai kota yang memiliki pemain aktif *e-sport*. Berdasarkan data populasi, didapatkan bahwa pengguna *game online* adalah 6 juta pengguna. Dengan bantuan aplikasi [calculator.net](https://www.calculator.net), dengan tingkat kepercayaan sebesar 90% maka jumlah sampel yang harus dipenuhi sebanyak 69 sampel yang dapat dilihat pada gambar 2. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan random sampling dimana pengambilan sampel dilakukan secara acak.

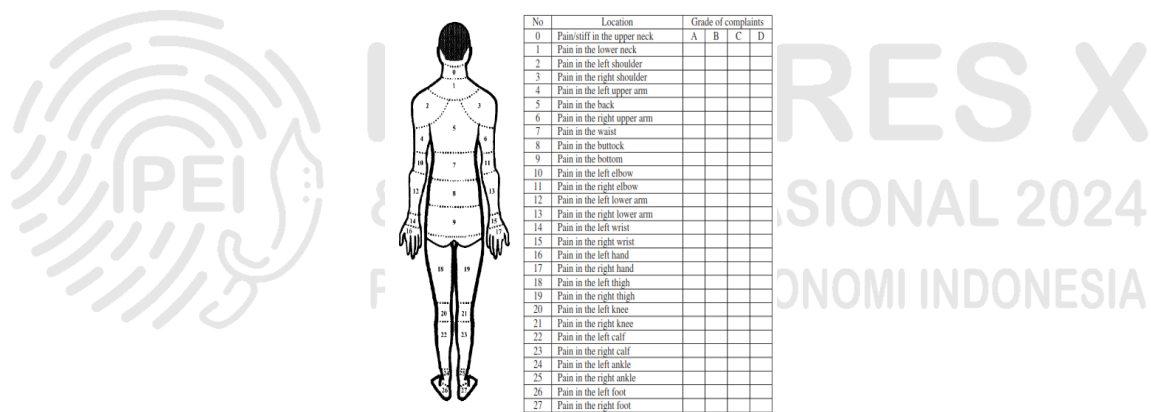


Gambar 2 Perhitungan Pengambilan Sampel.

Teknik analisis data

Peta Tubuh Nordik (NBM)

NBM merupakan suatu kuesioner yang dapat digunakan untuk menganalisis aktivitas baik dalam lingkup pekerjaan maupun aktivitas di sekitar kita. Dalam penggunaannya, *Nordic Body Map* menguraikan pencapaian titik nyeri pada beberapa bagian tubuh yang mengalami ketidaknyamanan muskuloskeletal dan kemudian dapat menjadi dasar untuk melakukan perbaikan postur kerja (Azwar 2020; Wicaksono et al. 2022). Berikut kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang dapat dilihat pada gambar 3:



Gambar 3 Kuesioner NBM.

Pencapaian kuesioner NBM kemudian dihitung dengan menghitung bobot atau skoring pada kuesioner *Nordic Body Map* setiap orang, sehingga dapat ditentukan tingkat risiko dan tindakan perbaikan yang harus dilakukan. Berikut adalah tabel klasifikasi tingkat risiko berdasarkan pencapaian skoring (Azwar 2020) yang dirangkum dalam tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Tingkat Risiko Berdasarkan Total Skor Individu.

Skala	Jumlah Individu	Skor Tingkat Risiko	Tindakan perbaikan
1	28-49	Rendah	Belum ada tindakan perbaikan yang diperlukan

2	50-70	Sedang	Kemungkinan perlunya tindakan perbaikan di masa depan
3	71-90	Tinggi	Diperlukan tindakan segera yang tinggi
4	92 - 122	Sangat tinggi	Diperlukan tindakan komprehensif sesegera mungkin

Metode NASA-TLX

NASA TLX adalah singkatan dari NASA- *Task Load Index*. Metode ini diperkenalkan oleh Sandra G. Hart dan Lowell E. Staveland pada tahun 1981 berdasarkan munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang terdiri dari skala sembilan faktor (kesulitan tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, usaha fisik, usaha mental, kinerja, frustrasi, stres dan kelelahan) (Azwar 2021). Terdiri dari enam skala yaitu Mental Demand (MD), Physical Demand (PD), Temporal Demand (TD), Performance (OP), Effort (EF), Frustration Level (FR). Caranya sederhana dengan meminta subjek memberikan penilaian pada setiap skala yang telah disebutkan. Kemudian dilakukan teknik perbandingan berpasangan dan pembobotan untuk WWL. Langkah Pengukuran NASA-TLX (Azwar 2020):

1. Pembobotan

Pada bagian ini responden diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang dirasa lebih dominan menyebabkan beban mental dalam pekerjaannya. Kuesioner NASA-TLX yang diberikan berbentuk perbandingan berpasangan. Dari kuesioner ini dihitung jumlah penghitungan setiap indikator yang dirasa paling berpengaruh. Jumlah penghitungan tersebut menjadi bobot untuk setiap indikator beban mental.

2. Peringkat

Pada bagian ini, responden diminta menilai enam indikator beban mental. Penilaian yang diberikan bersifat subyektif tergantung beban mental yang dirasakan responden. Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX, bobot dan penilaian masing-masing indikator dikalikan kemudian dijumlahkan dan dibagi 15 (jumlah perbandingan berpasangan).

3. Menghitung nilai produk

Diperoleh dengan mengalikan rating dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Hal ini menghasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator (MD, PD, TD, OP, FR, EF):

$$\text{Produk} = \text{rating} \times \text{bobot faktor} \quad (1)$$

4. Menghitung Beban Kerja Tertimbang (WWL)

Diperoleh dengan menjumlahkan enam nilai produk

$$\text{WWL} = \sum \text{product} \quad (2)$$

5. Menghitung rata-rata WWL

Diperoleh dengan membagi WWL dengan jumlah bobot total

$$\text{Skor} = \frac{\sum \text{product}}{15} \quad (3)$$

6. Menghitung rata-rata WWL

Penjelasan skor beban kerja yang diperoleh dirangkum dalam tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi Tingkat Risiko Berdasarkan Total Skor Individu.

Nilai	Kelas beban kerja
0 – 9	Rendah
10 – 29	Sedang
30 – 49	Agak tinggi
50 – 79	Tinggi
80 – 100	Sangat tinggi

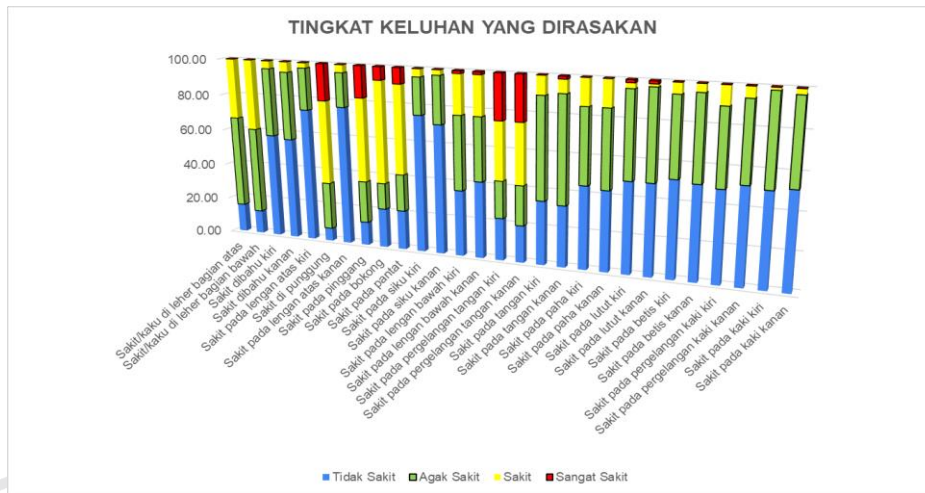
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil pengumpulan data kuesioner *Nordic Body Map* pada pengguna *Game Online* yang menunjukkan tingkat risiko dan persentase keluhan serupa diberbagai bagian tubuh. Pada tabel di bawah ini terdapat klasifikasi responden yang bermain *Game Online* berdasarkan lama bermain dengan perangkat elektronik yang digunakan dan rincian tingkat keluhan pada setiap bagian tubuh yang dialami. Hasil data yang dikumpulkan berdasarkan kuesioner *Nordic Body Map* diperoleh informasi mengenai tingkat risiko dan persentase keluhan kelelahan pada bagian tubuh yang dirasakan oleh 69 pengguna *Game Online* di Kota Bandung.

Tabel 3 Rekapitulasi Pengaduan Pengguna *E-sport*.

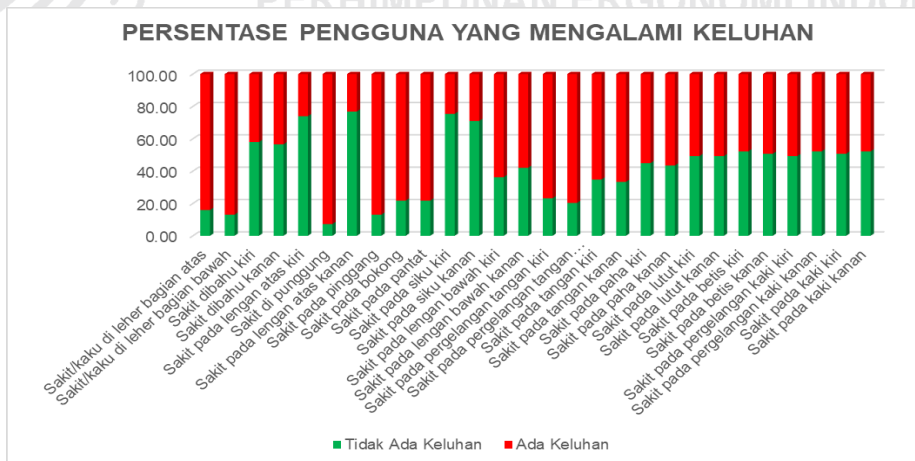
No	Letak bagian pada tubuh	Tingkat Keluhan Yang Dirasakan			
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
1	Sakit/kaku di leher bagian atas	15.94	50.72	33.33	0.00
2	Sakit/kaku di leher bagian bawah	13.04	47.83	39.13	0.00
3	Sakit dibahu kiri	57.97	37.68	4.35	0.00
4	Sakit dibahu kanan	56.52	37.68	5.80	0.00
5	Sakit pada lengan atas kiri	73.91	23.19	2.90	0.00
6	Sakit di punggung	7.25	26.09	46.38	20.29
7	Sakit pada lengan atas kanan	76.81	18.84	4.35	0.00
8	Sakit pada pinggang	13.04	23.19	46.38	17.39
9	Sakit pada bokong	21.74	14.49	56.52	7.25
10	Sakit pada pantat	21.74	20.29	49.28	8.70
11	Sakit pada siku kiri	75.36	20.29	4.35	0.00
12	Sakit pada siku kanan	71.01	26.09	2.90	0.00
13	Sakit pada lengan bawah kiri	36.23	40.58	21.74	1.45
14	Sakit pada lengan bawah kanan	42.03	34.78	21.74	1.45
15	Sakit pada pergelangan tangan kiri	23.19	20.29	31.88	24.64
16	Sakit pada pergelangan tangan kanan	20.29	21.74	33.33	24.64
17	Sakit pada tangan kiri	34.78	55.07	10.14	0.00
18	Sakit pada tangan kanan	33.33	57.97	7.25	1.45
19	Sakit pada paha kiri	44.93	40.58	14.49	0.00
20	Sakit pada paha kanan	43.48	42.03	14.49	0.00
21	Sakit pada lutut kiri	49.28	46.38	2.90	1.45

22	Sakit pada lutut kanan	49.28	47.83	1.45	1.45
23	Sakit pada betis kiri	52.17	42.03	5.80	0.00
24	Sakit pada betis kanan	50.72	44.93	4.35	0.00
25	Sakit pada pergelangan kaki kiri	49.28	40.58	10.14	0.00
26	Sakit pada pergelangan kaki kanan	52.17	42.03	5.80	0.00
27	Sakit pada kaki kiri	50.72	47.83	1.45	0.00
28	Sakit pada kaki kanan	52.17	44.93	2.90	0.00



Gambar 4 Tingkat Keluhan Yang Dirasakan.

Pada Gambar 4, hasil pengolahan data NBM menunjukkan bahwa hampir seluruh bagian anggota badan pengguna *Game Online* mengalami keluhan kelelahan yang masih berada pada tingkat kategori sedang, sedangkan untuk tingkat keluhan kategori tinggi hanya 20% pengguna yang merasakan pada tingkat keluhan kelelahan yaitu pada pergelangan tangan kiri dan kanan.



Gambar 5 Persentase Pengguna *E-sport* Yang Mengalami Keluhan.

Berdasarkan hasil perhitungan skor dari pengolahan data kuesioner NBM yang telah disebarakan kepada pengguna *Game Online*. Keluhan MSDs yang dirasakan pengguna umumnya terdapat pada leher bagian atas, leher bawah, punggung, pinggang, pantat, bokong, pergelangan tangan kiri dan kanan. Tabel 3, Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa lebih dari 75% pengguna mempunyai keluhan yang sama. Pada grafik di atas juga diketahui bahwa rata-rata keluhan yang dirasakan pengguna *Game Online* ini berada pada tingkat kategori nyeri ringan dan nyeri. Dampak gangguan muskuloskeletal yang dibiarkan dalam jangka panjang dapat berupa

penurunan produktivitas, penurunan kualitas hidup, dan peningkatan biaya pengobatan (Patandung and Widowati 2022).

Sementara itu, hasil pengukuran dengan NASA-TLX, didapatkan bahwa kebutuhan waktu (TD), kebutuhan mental (MD) dan tingkat usaha (EF) adalah tiga hasil tertinggi pada pemain *e-sport* dengan rangkuman pada tabel 4. Hal ini dapat dikaitkan proses berfikir strategi bermain pemain *e-sport*, baik dalam *push rank* ataupun dalam kompetisi.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil pengukuran dimensi dengan NASA-TLX

Kebutuhan Mental	Kebutuhan Fisik	Kebutuhan Waktu	Performa	Tingkat Usaha	Tingkat Frustrasi
74.49	65.51	80.00	51.01	71.45	44.20

Hasil skor pengukuran beban yang dirasakan oleh pemain *e-sport* dirangkum dalam tabel 5. Hasil pengukuran menjelaskan bahwa skor beban yang diterima oleh pemain *e-sport* mayoritas termasuk dalam kategori tinggi, agak tinggi dan sangat tinggi.

Tabel 5 Rekapitulasi hasil skor pengukuran dengan NASA-TLX

Kategori	Jumlah	Persentase
Rendah	0	0
Sedang	1	1.45
Agak Tinggi	15	21.74
Tinggi	46	66.67
Sangat Tinggi	7	10.14
Jumlah	69	100%

3.1 Identifikasi Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Postur Kerja Pengguna *E-sport* Menggunakan Metode NBM

Penelitian ini digunakan sebagai indikator untuk mengukur risiko dan tingkat keluhan Musculoskeletal Disorder (MSDs) yang disebabkan oleh postur kerja pengguna *E-sport* di Kota Bandung. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko keluhan yang dirasakan menggunakan *Nordic Body Map*. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, terdapat keluhan yang umumnya dirasakan oleh lebih dari 48% pengguna yaitu pada leher atas, leher bawah, punggung, pinggang, bokong, bokong, pergelangan tangan kanan dan kiri bawah. Selanjutnya keluhan yang terjadi dengan intensitas sedang dirasakan oleh 45% pengguna pada lengan bawah kiri dan kanan serta tangan kiri dan kanan. Sedangkan untuk beberapa bagian tubuh lainnya masuk dalam kategori rendah.

Sikap kerja yang tidak wajar dan postur kerja yang tidak tepat diduga mempunyai pengaruh terhadap keluhan gangguan MSDs, seperti posisi duduk bungkuk, mengangkat tangan dan lain sebagainya. Umumnya postur kerja yang tidak tepat tersebut disebabkan oleh peralatan dan tempat kerja yang tidak sesuai. Posisi duduk yang ideal untuk bekerja adalah dengan postur tubuh yang tegak dan tidak melakukan gerakan yang terlalu membungkuk atau memiringkan leher ke bawah sehingga menyebabkan postur kerja menjadi tidak maksimal.

Posisi optimal dalam bermain *Game Online* yang sesuai adalah dengan tangan dalam kondisi lurus, siku dan badan membentuk sudut yang sesuai yaitu antara 90° sampai 100°, bahu harus rileks dan punggung harus bersandar sebagai penyangga agar leher tetap menghadap lurus ke depan. Keluhan MSDs ini terjadi karena faktor posisi postur tubuh yang tidak tepat dan terus menerus dipaksakan dalam beraktivitas.

3.2 Identifikasi Beban Kerja Mental Pengguna *Game Online* Menggunakan Metode NASA-TLX

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental yang dilakukan dengan metode pengukuran NASA-TLX menunjukkan bahwa beban kerja mental yang dirasakan pengguna *E-sport* adalah keluhan sangat tinggi dirasakan oleh 10,14% pengguna, keluhan tinggi dirasakan oleh 66,67%, pengguna dengan agak keluhan tinggi sebanyak 21,74%. Rata-rata pengguna *Game Online* memerlukan aktivitas mental yang cukup besar, selain rasa lelah dan bosan, pengguna *E-sport* juga dituntut untuk dapat menyelesaikan setiap permainan dengan waktu

yang telah ditentukan pada setiap permainannya. Sehingga pengguna dapat terus mempertahankan peringkatnya (*push rank*) dan terus meningkatkan kualitas permainannya.

Beban kerja mental yang dialami pengguna *E-sport* didominasi rata-rata masuk dalam kategori beban tinggi dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan menunjukkan bahwa aktivitas bermain *game* ini memerlukan kombinasi perpaduan mental, waktu, tingkat usaha dan besarnya tekanan. dialami dari bermain lawan selama waktu permainan.

3.3 Usulan Perbaikan Terkait MSDs dan Keluhan Beban Kerja Mental

Hasil identifikasi yang dilakukan dengan metode NBM didapatkan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) sebesar 48% dengan kategori keluhan sedang dan 45% dengan kategori keluhan rendah. Sedangkan untuk pengukuran keluhan kelelahan mental yang dilakukan dengan metode NASA-TLX, sebanyak 66,67% pengguna *Game Online* mengalami beban kerja mental dengan kategori tinggi dan 21,74% diantaranya mengalami kelelahan dengan kategori agak tinggi.

Berdasarkan hasil identifikasi terkait keluhan kelelahan MSDs dan kelelahan mental yang terjadi pada pengguna *Game Online* dengan rata-rata keluhan dirasakan pada leher atas, leher bawah, punggung, pinggang, bokong, pergelangan tangan kanan dan kiri bawah, lengan bawah kiri dan kanan, dan tangan kiri dan kanan. Hasil identifikasi kelelahan kerja mental diperoleh hasil kelelahan tertinggi pada kebutuhan mental (MD), kebutuhan waktu (TD) dan tingkat usaha (EF). Dari hasil identifikasi terdapat dua usulan yang dapat menurunkan risiko terjadinya kelelahan kerja;

1. Usulan untuk mengurangi risiko MSDs adalah dengan menyediakan alat bantu bermain berupa kursi khusus gaming yang dapat diatur ketinggian tempat duduknya dan sudut derajat sandarannya untuk menyesuaikan postur tubuh pengguna guna menunjang aktivitas selama bermain dan meminimalkan risiko kelelahan.
2. Usulan untuk mengurangi risiko beban kerja mental adalah dengan mengembangkan Manajemen Waktu yang baik, karena hasil identifikasi menunjukkan bahwa dimensi kelelahan terbesar terjadi pada kebutuhan waktu, mental dan tingkat usaha. Hal ini terjadi akibat aktivitas yang harus dilakukan secara terus menerus dan menyeluruh sehingga menimbulkan rasa bosan.

KESIMPULAN

Hasil identifikasi pengguna *E-sport* di Kota Bandung dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan identifikasi MSDs pada pengguna *E-sport* dengan NBM, lebih dari 48% pengguna *E-sport* mengalami keluhan tinggi pada bagian leher atas, leher bawah, punggung, pinggang, bokong, pantat, pergelangan tangan bawah kiri dan kanan 45% mengalami keluhan sedang pada lengan bawah kiri dan kanan serta tangan kiri dan kanan. Sedangkan untuk beberapa bagian tubuh lainnya masuk dalam kategori rendah. Sedangkan hasil pengukuran beban kerja mental yang dilakukan dengan metode pengukuran NASA-TLX menunjukkan bahwa beban kerja mental yang dirasakan pengguna *Game Online* adalah keluhan sangat tinggi dirasakan oleh 10,41% pengguna, keluhan tinggi dirasakan oleh 66,67%, pengguna dengan agak keluhan tinggi sebanyak 21,74%.

Hasilkan dari pengukuran MSDs dan Beban Kerja Mental menggunakan metode NBM dan NASA-TLX berupa tingkat risiko beban kerja yang dialami pengguna *E-sport*. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi mereka yang berminat menjadi pengguna aktif, atlet *E-sport* profesional, atau manajemen manajemen tim *E-sport* untuk mengambil langkah lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan riset ini. Kami menyadari bahwa riset ini masih memiliki kekurangan, sehingga kami terbuka pada saran untuk riset lanjutan terkait dengan topik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Ghazanfar A., Mahavithya Jagaveeran, Yen Nee Goh, and Beenish Tariq. 2021. "The Impact of Type of Content Use on Smartphone Addiction and Academic Performance: Physical Activity as Moderator." *Technology in Society* 64(November 2020):101521. doi: 10.1016/j.techsoc.2020.101521.
- Azwar, Ade Geovania. 2020. "Analisis Postur Kerja Dan Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode Nordic Body Map Dan Nasa-Tlx Pada Karyawan Ukm Ucong Taylor Bandung." *Techno-Socio Ekonomika* 13(2). doi: 10.32897/techno.2020.13.2.424.
- Azwar, Ade Geovania. 2021. "Analisis Beban Kerja Mental, Beban Kerja Fisik Dan Kantuk Pada Petugas Keamanan Perguruan Tinggi 'Abc' Dengan Menggunakan Nasa Tlx Dan Kss." *Techno-Socio Ekonomika* 14(2). doi: 10.32897/techno.2021.14.2.621.
- Bagaskara, Bima. 2022. "Kota Bandung Punya Ekosistem Baik Untuk Perkembangan E-Sport Baca Artikel Detikjabar, 'Kota Bandung Punya Ekosistem Baik Untuk Perkembangan E-Sport' Selengkapnya <https://www.detik.com/jabar/jabar-gaskeun/d-6460909/kota-bandung-punya-ekosistem-baik-untuk-p>." *Detik Jabar*.
- Dampati, Putu Srinata, Elvina Veronica, and Ni Kadek Sinta Dwi Chrismayanti. 2020. "Pengaruh Penggunaan Smartphone Dan Laptop Terhadap Muskuloskeletal Penduduk Indonesia Pada Pandemi Covid-19." *Gema Kesehatan* 12(2):57–67. doi: 10.47539/gk.v12i2.135.
- Difranco-Donoghue, Joanne, Jerry Balentine, Gordon Schmidt, and Hallie Zwibel. 2019. "Managing the Health of the ESport Athlete: An Integrated Health Management Model." *BMJ Open Sport and Exercise Medicine* 5(1). doi: 10.1136/bmjsem-2018-000467.
- Frinanda, Andre Sa'Bantoro, Irianto Irianto, and Andi Rizky Arbaim Hasyar. 2023. "Hubungan Forward Head Posture Dengan Kejadian Nyeri Otot Upper Trapezius Pada Atlet Esports Di Kota Makassar." *Jurnal Fisioterapi Dan Rehabilitasi* 8(1):72–77. doi: 10.33660/jfrwhs.v8i1.324.
- Kurniawan, Faidillah. 2020. "E-Sport Dalam Fenomena Olahraga Kekinian." *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)* 15(2):61–66. doi: 10.21831/jorpres.v15i2.29509.
- Muhamad, Nabilah. 2023. "Mayoritas Konsumen Game Online Main Lebih Dari 4 Jam Sehari." *Databoks*, 1.
- Nafisha, Putri Anggun Faridzatun, Siti Fatimah, and Slamet Wijaya. 2023. "Asuhan Keperawatan Keluarga Pada Ny. N Dengan Gangguan Sistem Muskuloskeletal : Gout Arthritis Di Desa Kutayu RT 01 RW 02 Kecamatan Tonjong Kabupaten Brebes." *Jurnal Mahasiswa Ilmu Kesehatan* 1(4):306–19.
- Patandung, Lidya Nathalia, and Evi Widowati. 2022. "Indeks Massa Tubuh, Kelelahan Kerja, Beban Kerja Fisik Dengan Keluhan Gangguan Muskuloskeletal." *Higeia Journal of Public Health Research and Development* 6(1):126–35.
- Wali, C. N., and W. Widiyanto. 2020. "Aksiologi Esports Sebagai Olahraga Non Fisik Di Indonesia." *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian ...* 6(3):630–45.
- Wicaksono, Utomo, Kristina Novita Leluni, Ninuk Kusumawati, Bernadus Sadu, Dadan Prayogo, and Michaela Putri Kasinem Issohone. 2022. "Analisis Faktor Risiko Gangguan Muskuloskeletal Pada Karyawan Kependidikan STIKES Suaka Insan." *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton* 8(1):65–74. doi: 10.35326/pencerah.v8i1.1863.
- Widiastuti, Untung, and Djati Poetryono Dharmosamoedero. 2015. "Peran Ergonomi Dalam Industri Terhadap Kecelakaan Kerja Berdasarkan Musculoskeletal Disorders (MSDs)." *Gaung Informatika* 8(3):199–210.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT STRES PADA PEKERJA KONSTRUKSI SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM

Rika Yulianti Fitri¹, Agung Kristanto^{2*}

¹ Program Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

² Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

Alamat Korespondensi: Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

*E-mail: agung.kristanto@ie.uad.ac.id

ABSTRAK

Konstruksi adalah salah satu sektor dengan risiko cedera tertinggi. Itu dibedakan dengan pendekatan multidisiplin, jumlah pekerja yang banyak, waktu kerja yang singkat, intensitas tenaga kerja yang tinggi, dan penggunaan berbagai jenis peralatan. Selain itu, pekerja konstruksi sangat sensitif terhadap masalah kesehatan mental. Salah satu sektor bangunan yang terkena dampak kondisi tersebut adalah pemasangan infrastruktur penyaluran air minum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui determinan tingkat stres pekerja konstruksi pada proyek konstruksi sistem penyediaan air minum. Metode penelitian ini adalah cross sectional, dengan 30 sampel yang diambil dengan teknik total sampling. Data diperoleh dengan menyebarkan kuesioner yang dilakukan pada bulan April 2023. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah usia, pendidikan, pengalaman kerja, status gizi, dan kelelahan kerja, sedangkan variabel terikatnya adalah tingkat stres. Data dianalisis menggunakan uji distribusi frekuensi dan analisis bivariat menggunakan Chi-Square. Analisis Chi-Square mengungkapkan variabel yang berhubungan dengan tingkat stres kerja yaitu usia, pengalaman kerja, dan kelelahan kerja ($p\text{-value} < 0,05$). Variabel yang tidak berhubungan dengan tingkat stres kerja adalah pendidikan dan status gizi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa tingkat stres kerja berhubungan dengan usia, pengalaman kerja, dan kelelahan kerja. Manajer proyek harus mengatur beban kerja karyawan konstruksi berdasarkan usia dan pengalaman, dan memantau tugas mereka untuk menghindari kelelahan yang dapat menyebabkan stres kerja.

Kata kunci: Chi-square, Karakteristik individu, Kelelahan kerja, Pekerja konstruksi, Sistem penyediaan air minum, Tingkat stress.

ABSTRACT

Construction is one of the sectors with the highest risk of injury. It is distinguished by a multidisciplinary approach, a large number of personnel, a short work time, high labor intensity, and a variety of equipment. Furthermore, construction workers are particularly sensitive to mental health issues. One of the building sectors affected by these conditions is the installation of a potable water delivery infrastructure. This study aims to determine the stress level determinants of construction workers in the potable water supply system construction project. This research method is cross-sectional, with 30 samples taken by the complete sampling technique. The data was obtained by distributing questionnaires conducted in April 2023. The independent variables in this study were age, education, work experience, nutritional status, and work fatigue, while the dependent variable was stress level. The data were analyzed using a frequency distribution test and bivariate analysis using Chi-Square. The Chi-Square analysis revealed variables related to the level of work stress, namely age, work experience, and work fatigue ($p\text{-value} < 0.05$). The variables unrelated to the level of work stress are education and nutritional status. This study concludes that work stress levels are related to age, work experience, and work fatigue. The project manager should regulate the workload for construction employees based on age and experience and monitor their tasks to avoid exhaustion.

Keywords: Chi-Square, Individual characteristics, Work fatigue, Construction workers, Potable water supply system, Stress levels

PENDAHULUAN

Semua pekerja berhak atas lingkungan kerja yang sehat. Lingkungan kerja yang aman bukan hanya hak mendasar, tetapi lebih mungkin untuk meminimalkan ketegangan dan konflik di tempat kerja dan meningkatkan retensi staf, kinerja pekerjaan, dan produktivitas. Pada tahun 2019, diperkirakan 15% orang dewasa usia kerja diperkirakan mengalami gangguan jiwa. Secara global, pekerja kehilangan sekitar 12 miliar hari kerja setiap tahun karena depresi dan kecemasan, yang menyebabkan hilangnya produktivitas sebesar US\$1 triliun (World Health Organization, 2022). Organisasi Kesehatan Dunia telah mengakui stres akibat kerja sebagai salah satu penyakit akibat kerja (World Health Organization, 2021). Sekitar 1,9 juta orang meninggal akibat penyakit dan cedera akibat kerja pada tahun 2016 secara global (World Health Organization, 2021). Organisasi Perburuhan Internasional menyatakan bahwa setiap tahun, sekitar 160 juta orang menderita penyakit akibat kerja (International Labour Organization, 2023b). Organisasi Perburuhan Internasional melaporkan 53 kasus penyakit akibat kerja di Indonesia pada tahun 2020 dan 179 penyakit tersebut antara Januari hingga September 2021 (Biro Humas Kemnaker, 2022). Pada tahun 2020, terdapat 131 kasus kecelakaan kerja di Provinsi D.I Yogyakarta dan tidak ada kasus penyakit akibat kerja (Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2023).

Stres yang berhubungan dengan pekerjaan adalah reaksi yang dimiliki oleh individu ketika mereka dihadapkan dengan harapan dan tekanan pekerjaan yang tidak sesuai dengan pengetahuan dan bakat mereka serta menantang keterampilan mereka. Stres dapat terjadi dalam berbagai situasi kerja, tetapi biasanya diperburuk ketika karyawan merasa mereka memiliki pengaruh terbatas terhadap proses kerja karena kurangnya dukungan dari atasan dan rekan kerja mereka. Praktik manajemen yang buruk terkadang menjadi penyebab tingginya tekanan/tantangan dan stres (World Health Organization, 2020).

Pekerjaan sektor konstruksi merupakan salah satu kelompok pekerjaan yang berisiko tinggi, menyebabkan pekerja mengalami kecelakaan di tempat kerja. (Lv et al., 2017). Pekerja konstruksi memiliki tingkat stres, depresi, kecanduan, dan bunuh diri yang sangat tinggi, serta indikasi penting lainnya dari kesehatan mental yang buruk. (Alqahtani et al., 2022a). Stres akibat kerja disebabkan oleh berbagai faktor karakteristik, meliputi usia (Yaldiz et al., 2018), tingkat pendidikan (Liang et al., 2022), durasi bekerja (Choi et al., 2022), *body mass index* (Dédelé et al., 2019), dan kelelahan akibat kerja (Mitake et al., 2019). Stres kerja di kalangan pekerja konstruksi diakui sebagai salah satu penyebab utama perilaku berbahaya yang membahayakan keselamatan pekerja (Concheiro-Moscoso et al., 2021; X. Wu et al., 2018).

Sistem pengelolaan air minum Provinsi Yogyakarta merupakan proyek baru yang dimulai pada Desember 2022 dan dikelola oleh Badan Peningkatan Sistem Penyediaan Air Minum. Karena pengembangan sistem pengelolaan air minum ini baru saja dimulai, maka para pekerja masih dalam fase penyesuaian dengan tugas dan pekerjaan mereka. Seperti diketahui, pekerjaan konstruksi merupakan pekerjaan dengan risiko kecelakaan yang tinggi dengan beban kerja yang berat yang dapat menimbulkan stres pada pekerja, sehingga menurunkan motivasi dan produktivitas kerja. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penentu tingkat stres pada pekerja konstruksi.

METODE

Desain Studi

Penelitian ini menggunakan desain *cross sectional* untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya stres kerja di kalangan karyawan konstruksi. Investigasi dilakukan pada bulan April 2023 di Proyek Sistem Pengelolaan Air Minum Provinsi Yogyakarta.

Jumlah Responden

Responden penelitian ini adalah 30 karyawan pria berusia 15-64 tahun dengan teknik pengambilan sampel yaitu *total sampling*. Para pekerja diinstruksikan untuk melakukan pekerjaan konstruksi penyediaan air minum sebagaimana aktivitas yang sesungguhnya. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etika Manusia di Universitas Ahmad Dahlan. Para pekerja diminta untuk membaca dan menandatangani formulir persetujuan sebagai responden sebelum berpartisipasi pada penelitian ini.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. Usia, pendidikan, lama bekerja, status gizi, dan kelelahan akibat kerja merupakan variabel bebas dalam studi ini. Sementara itu, tingkat stres merupakan variabel terikat pada penelitian ini. Data karakteristik individu, meliputi usia, pendidikan, lama kerja, status gizi, dan kelelahan kerja, dikumpulkan menggunakan kuesioner standar. Variabel usia merujuk kepada pertanyaan tentang usia kerja pada saat ini yang dikategorikan ke dalam tiga kelas, yaitu 15-24 tahun, 25-54 tahun, dan 55-64 tahun (OECD, 2023). Variabel pendidikan memberikan pertanyaan tentang tingkat pendidikan terakhir pekerja yang diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu tidak sekolah, pendidikan dasar (sekolah dasar), pendidikan menengah (sekolah menengah pertama dan atas), dan pendidikan tinggi (perguruan tinggi) (International Labour Organization, 2023a). Variabel lama bekerja berisi pertanyaan tentang rentang pengalaman kerja pekerja di sektor konstruksi yang diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu kurang dari 1 tahun, 1-5 tahun, 6-10 tahun, dan lebih dari sepuluh tahun (Chaswa et al., 2020). Variabel status gizi berisi pertanyaan tentang berat dan tinggi badan yang diisi sesuai pengukuran langsung dengan menggunakan timbangan digital dan pita pengukur atau meteran, yang kemudian dihitung sebagai *body mass index* (BMI) pekerja untuk mengetahui status gizi pekerja, dengan kategori BMI mengikuti standar WHO, yaitu kurang berat badan ($<18,5 \text{ kg/m}^2$), normal ($18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$), kelebihan berat badan ($25-29,9 \text{ kg/m}^2$), obesitas kelas I ($30-34,9 \text{ kg/m}^2$), obesitas kelas II ($35-39,9 \text{ kg/m}^2$) (World Health Organization, 2010). Kemudian, kuesioner kelelahan kerja menggunakan survei Subjective Self Rating Test yang terdiri dari 30 pertanyaan dengan rentang jawaban 1-4. Kategori yang digunakan adalah tidak ada kelelahan, kelelahan ringan, kelelahan sedang, dan kelelahan berat (Saito, 1999). Kemudian, kuisisioner tingkat stres menggunakan Depression Anxiety Stress Scales (DASS) 42 dengan jumlah pertanyaan sebanyak 14 dengan rentang jawaban 0-3, dengan kategori normal, ringan, sedang, berat, dan sangat berat (Psychology Foundation of Australia, 2022).

Analisis Data

Karakteristik individu dan variabel kelelahan kerja responden dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Variabel kontinu seperti usia, pendidikan, lama kerja, status gizi, dan kelelahan kerja dianalisis menggunakan nilai rata-rata dan standar deviasi. Semua variabel ini bersifat kategoris, berisi data persentase dan frekuensi. Untuk mempelajari hubungan antara karakteristik individu dan tingkat stres di antara pekerja konstruksi, analisis Chi-Square and Fisher's exact digunakan. Signifikansi statistik didefinisikan sebagai nilai *p-value* kurang dari 0,05. Program SPSS versi 26 (IBM SPSS, USA) digunakan untuk menganalisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Demografi Responden

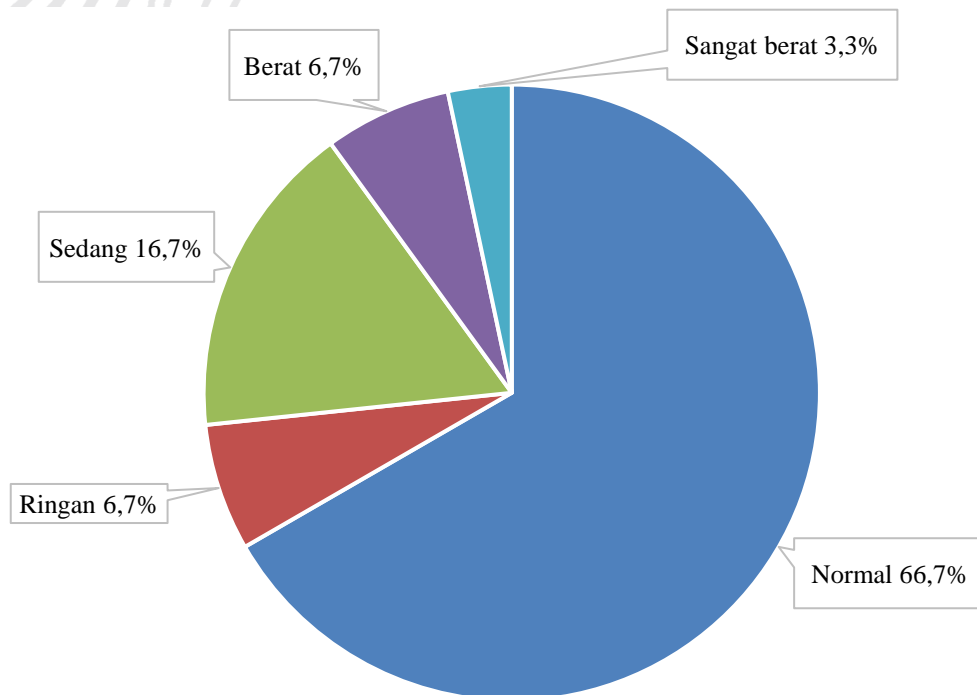
Data karakteristik demografi responden disajikan dalam bentuk statistik deskriptif pada **Tabel 1** didapatkan rata-rata usia pekerja pada kategori 25-54 tahun sebanyak 23 orang (76,7%), tingkat pendidikan tertinggi pada tingkat Dasar (SD dan SMP) sebanyak 20 orang (66,7%), dengan rata-rata lama bekerja lebih dari 10 tahun sebanyak 18 orang (60%), status gizi pekerja terbanyak pada kategori normal sebanyak 21 orang (70%), dengan kategori terbanyak pada kelelahan kerja yaitu kelelahan ringan sebanyak 27 orang (90%), dan rata-rata pekerja berada pada kategori normal pada tingkat stres sebanyak 24 orang (80%).

Pengukuran Tingkat Stres

Tingkat stres pekerja diukur menggunakan instrumen the Depression Anxiety Stress Scales (DASS). Gambar 1 menyajikan hasil pengukuran tingkat stres pekerja konstruksi sistem penyediaan air minum. Kategori tingkat stres pekerja secara berurutan menunjukkan hasil tingkat normal (66,7%), kemudian sedang (16,7%), ringan dan berat (6,7%), dan sangat berat (3,3%).

Tabel 1. Data karakteristik demografi dan statistik deskriptif responden (N = 30)

Karakteristik responden	N (%)	Rerata ± SD
Usia (tahun)		40,9 ± 13,2
• 15-24	3 (10,0)	
• 25-54	22 (73,3)	
• 55-64	5 (16,7)	
Tingkat pendidikan		
• Tidak sekolah	1 (3,3)	
• Pendidikan dasar	20 (66,7)	
• Pendidikan menengah atas	6 (20,0)	
• Pendidikan tinggi	3 (10,0)	
Body Mass Index (kg/m ²)		22,1 ± 3,4
• Kurang berat badan	4 (13,3)	
• Normal	20 (66,7)	
• Lebih berat badan	6 (20,0)	
• Obesitas kelas 1	0 (0,0)	
• Obesitas kelas 2	0 (0,0)	
• Obesitas kelas 3	0 (0,0)	
Pengalaman kerja		14,4 ± 11,0
• <1 tahun	3 (10,0)	
• 1-5 tahun	3 (10,0)	
• 6-10 tahun	7 (23,3)	
• >10 tahun	17 (56,7)	
Lelah akibat kerja		
• Tidak lelah	1 (3,3)	
• Lelah ringan	18 (60,0)	
• Lelah sedang	11 (36,7)	
• Lelah berat	0 (0,0)	



Gambar 1. Sebaran tingkat stres responden

Korelasi Antara Faktor Karakteristik Individu Dan Tingkat Stres Pada Pekerja Konstruksi Sistem Penyediaan Air Minum

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis Chi-Square. Penelitian ini mengungkapkan bahwa tingkat stres pada pekerja dalam konstruksi sistem penyediaan air minum memiliki hubungan signifikan terhadap usia, pengalaman kerja, dan kelelahan kerja ($p < 0,05$). Dengan pekerjaan yang bervariasi, kelelahan memiliki kemungkinan sepuluh kali lipat lebih tinggi untuk menghasilkan tingkat stres pada pekerja konstruksi sistem penyediaan air minum ($OR = 10,2$).

Tabel 2. Analisis Chi-Square dari faktor-faktor yang berkorelasi terhadap tingkat stres

	<i>P value</i>	<i>Odds Ratio</i>	95% CI
Usia (tahun)	0,016*	0,095	0,014-0,620
Tingkat pendidikan	1,000	1,400	0,224-8,768
Pengalaman kerja (tahun)	0,034*	8,000	1,252– 51,137
<i>Body Mass Index</i>	0,195	3,400	0,617-18,748
Lelah akibat kerja	0,028*	10,200	1,548-67,217

* berkorelasi signifikan ($p < 0,05$)

Pembahasan

Terdapat korelasi antara usia pekerja konstruksi dan tingkat stres di tempat kerja menurut hasil studi ini. Temuan penyelidikan ini konsisten dengan temuan penelitian sebelumnya yang juga menyebutkan terdapat hubungan signifikan antara usia dan kejadian kesehatan mental yang berkaitan dengan kejadian intimidasi (Ross et al., 2021). Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa usia berkorelasi signifikan dengan kebutuhan pemulihan (*need to recover*, NFR). NFR adalah konsep yang sangat baik untuk kesejahteraan para profesional konstruksi, karena pekerja konstruksi menghadapi tingkat stres kerja yang tinggi dan harus pulih dari kelelahan terkait pekerjaan. Pekerja yang tidak mendapatkan istirahat yang cukup setelah bekerja mungkin mengalami kelelahan dan masalah kesehatan (Sun et al., 2022). Pekerja konstruksi usia muda menghadapi peningkatan risiko penyakit mental, yang dipengaruhi oleh kondisi kerja psikososial. Stres psikologis dipengaruhi oleh faktor psikososial. Ada hubungan signifikan antara stres di tempat kerja dan intimidasi dan tingginya prevalensi gangguan kesehatan mental. Tekanan psikologis yang rendah berkaitan dengan tingginya tingkat dukungan sosial secara umum, dukungan sosial di tempat kerja, partisipasi kerja, dan keterampilan komunikasi yang moderat (Pidd et al., 2017). Keterbatasan fisik dan masalah kesehatan, variasi dalam penggunaan teknologi baru, dan perubahan dalam pengaturan kerja semuanya menciptakan hambatan bagi pekerja yang lebih tua dan meningkatkan tingkat stres mereka. Pekerja yang lebih muda lebih mudah terganggu di tempat kerja, melakukan lebih banyak pekerjaan fisik, memiliki harga diri yang lebih tinggi terhadap stres kerja, tidak dapat bekerja dari rumah, merasa lelah sebelum bekerja, dan berpikir lebih banyak di malam hari daripada pekerja yang lebih tua (Hsu, 2019). Hubungan antara stres kerja, hubungan organisasi, tekanan mental, keamanan kerja, kesejahteraan, dan kepuasan kerja berkurang seiring bertambahnya usia (Idrees et al., 2017). Ketidaknyamanan fisik berkaitan dengan perasaan sedih, khawatir, dan putus asa. Pekerja konstruksi usia yang lebih tua lebih banyak mengalami gangguan (Pirzadeh et al., 2022). Menurut penelitian sebelumnya, tingkat stres meningkat seiring bertambahnya usia, yang mungkin berkaitan dengan dampak kelelahan pada individu (Babapour et al., 2022).

Ada sedikit korelasi antara tingkat pendidikan pekerja konstruksi dan tingkat stres kerja mereka. Penelitian ini mendukung kesimpulan Obeid et al. bahwa tidak ada korelasi antara tingkat pendidikan dan tingkat stres (Obeid et al., 2021). Sementara itu, La Torre et al. menemukan hubungan antara tingkat pendidikan dan beban kerja (La Torre et al., 2018). Tingkat pendidikan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi persepsi risiko dan perilaku individu dalam menanggapi bahaya kesehatan kerja yang berkaitan dengan peristiwa stres. Dengan demikian, terbukti bahwa tingkat pemahaman kognitif meningkat dengan kuantitas pendidikan (Liu et al., 2021; C. Park et al., 2018). Setelah masalah teratasi, dampak pendidikan terhadap stres kerja berkurang tetapi tetap signifikan (Lunau et al., 2015). Selain itu, kredensial pendidikan, bidang keahlian, dan fungsi organisasi semuanya dapat memiliki dampak signifikan pada kesenjangan beban kerja (Inegbedion et al., 2020).

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengalaman kerja berkaitan signifikan dengan tingkat stres kerja. Temuan ini bertentangan dengan penelitian Lim et al. (2018). Khususnya, karyawan dengan pengalaman kurang dari dua tahun mengalami stres yang lebih besar karena kekurangan dalam pengendalian tugas dan sistem organisasi daripada kelompok yang lebih muda. Responden dengan rentang karir 2 hingga 5 tahun dan 5 hingga 10 tahun melaporkan tingkat stres yang lebih tinggi karena tanggung jawab pekerjaan dan lingkungan kerja (Lim

et al., 2017). Tingkat cedera yang dilaporkan secara mandiri di antara karyawan konstruksi berkorelasi dengan stres terkait pekerjaan (Alqahtani et al., 2022b). Individu dengan lebih banyak pengalaman kerja mungkin telah belajar bagaimana bernegosiasi dan bersaing dengan situasi kerja yang penuh tekanan, termasuk organisasi kerja yang buruk, desain kerja yang buruk, manajemen yang buruk, lingkungan kerja yang buruk, dan kurangnya dukungan dari rekan kerja dan atasan (World Health Organization, 2020). Individu mungkin diminta untuk melakukan tugas yang lebih kompleks atau memasuki profesi yang membutuhkan lebih banyak waktu dan upaya untuk menguasai (Brough et al., 2018).

Menurut hasil penelitian ini, tidak ada korelasi antara status gizi karyawan dengan kejadian stres kerja. Temuan penelitian ini konsisten dengan penelitian terdahulu yang tidak menemukan korelasi antara indeks massa tubuh dan situasi stres (Lopuszanska-Dawid et al., 2022). Menurut Tonnon et al., karyawan konstruksi yang kelebihan berat badan atau obesitas lebih cenderung memiliki kinerja yang buruk/sedang (Tonnon et al., 2019). Menurut Bardhan et al., pekerja dengan BMI lebih tinggi mengalami stres kerja yang lebih besar karena peningkatan risiko kesehatan jangka panjang (Bardhan et al., 2019). Sebuah studi tentang wanita yang bekerja menemukan korelasi antara tingkat stres yang tinggi dan nutrisi yang tidak memadai (Fathima Thabassum et al., 2018). Menurut penelitian, gejala stres yang berhubungan dengan pekerjaan dikaitkan dengan kualitas gizi yang buruk pada pria (Hemiö et al., 2020). Stres terkait pekerjaan dikaitkan dengan indeks massa tubuh (BMI) yang lebih tinggi. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan kortisol, berkurangnya sensitivitas, dan peningkatan rasa lapar (Oddo et al., 2023). Sebuah studi sebelumnya menemukan bahwa kebiasaan makan yang disebabkan stres dan penambahan berat badan, serta konsumsi alkohol, masalah tidur, dan kurang olahraga, semuanya terkait dengan persaingan dengan stres kerja (S. Park & Sung, 2021).

Menurut penelitian, kelelahan kerja dikaitkan dengan terjadinya stres kerja. Menurut Wu et al., kelelahan kerja dikaitkan dengan stres kerja, dan hubungan antara stres kerja dan kelelahan kerja dimoderasi oleh dukungan sosial yang dirasakan dan kepuasan kerja, masing-masing (F. Wu et al., 2021). Stres dan kelelahan berinteraksi dalam dua cara. Kelelahan dan gejala lainnya, seperti kelesuan, dapat terjadi akibat stres yang berkepanjangan. Meskipun tidak ada biomarker spesifik kelelahan, kelelahan adalah korelasi fisiologis otonom, neurohormonal, dan / atau disregulasi imun. Kelelahan adalah kontributor signifikan terhadap gangguan mental yang berhubungan dengan stres seperti gangguan stres pasca-trauma dan gangguan depresi mayor (Kop & Kupper, 2016). Kelelahan didefinisikan sebagai beban kerja berlebihan yang menyebabkan kelelahan fisik, mental, dan emosional, yang mengakibatkan inefisiensi (Blais et al., 2020; Jiandong et al., 2022). Kelelahan sering dikaitkan dengan stres yang berhubungan dengan pekerjaan, seperti terlalu banyak pekerjaan, setelah mengkompensasi terlalu banyak pekerjaan sebagai indikasi beban *non-steady state*. Kelelahan dapat menyebabkan penurunan prestasi kerja, ketidakpuasan, masalah tidur stres, dan peningkatan penyakit dan ketidakhadiran (Jiandong et al., 2022; Rose et al., 2017; The National Institute for Occupational Safety and Health, 2023). Selain itu, kelelahan dapat mengganggu kemampuan kognitif seperti fokus, perhatian, dan memori jangka pendek, yang menyebabkan stres kerja (Jiandong et al., 2022).

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang memiliki korelasi signifikan terhadap tingkat stres pekerja konstruksi sistem penyediaan air minum. Sebagian besar pekerja konstruksi sistem penyediaan air minum berada dalam kategori stres normal sebesar 66,7%. Analisis Chi-square menemukan bahwa usia, pengalaman kerja, dan kelelahan akibat kerja memiliki hubungan signifikan terhadap kejadian tingkat stres kerja, sementara variabel pendidikan dan status gizi memiliki hasil yang berlawanan. Manajemen harus mengurangi stres kerja dengan mengelola beban kerja atau tugas pekerja sesuai keterampilan mereka berdasarkan usia dan pengalaman, serta menyusun pekerjaan sehingga individu tidak mengalami kelelahan. Penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih besar diperlukan untuk memvalidasi variabel yang mempengaruhi kelelahan serta hubungan sebab akibatnya. Beban kerja, lingkungan kerja fisik (kebisingan, getaran, dan pencahayaan), interaksi interpersonal, harapan pekerjaan, dan faktor-faktor lain kemudian dapat dieksplorasi. Hasil penelitian semacam itu harus digunakan untuk membantu mengembangkan program manajemen stres di tempat kerja untuk mencegah kecelakaan di tempat kerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada semua responden yang berpartisipasi dalam penelitian ini atas waktu mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Alqahtani, B. M., Alruqi, W., Bhandari, S., Abudayyeh, O., & Liu, H. (2022a). The Relationship between Work-Related Stressors and Construction Workers' Self-Reported Injuries: A Meta-Analytic Review. *CivilEng*, 3(4), 1091–1107. <https://doi.org/10.3390/civileng3040062>
- Alqahtani, B. M., Alruqi, W., Bhandari, S., Abudayyeh, O., & Liu, H. (2022b). The Relationship between Work-Related Stressors and Construction Workers' Self-Reported Injuries: A Meta-Analytic Review. *CivilEng*, 3(4), 1091–1107. <https://doi.org/10.3390/civileng3040062>
- Babapour, A. R., Gahassab-Mozaffari, N., & Fathnezhad-Kazemi, A. (2022). Nurses' job stress and its impact on quality of life and caring behaviors: A cross-sectional study. *BMC Nursing*, 21(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00852-y>
- Bardhan, R., Heaton, K., Davis, M., Chen, P., Dickinson, D. A., & Lungu, C. T. (2019). A cross sectional study evaluating psychosocial job stress and health risk in emergency department nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18). <https://doi.org/10.3390/ijerph16183243>
- Biro Humas Kemnaker. (2022). *Menaker: Pentingnya Sosialisasi K3 Inovatif dan Berbasis Digital di era Digitalisasi*. Biro Humas Kemnaker. <https://kemnaker.go.id/news/detail/menaker-pentingnya-sosialisasi-k3-inovatif-dan-berbasis-digital-di-era-digitalisasi>
- Blais, A. R., Gillet, N., Houle, S. A., Comeau, C. A., & Morin, A. J. S. (2020). Work Fatigue Profiles: Nature, Implications, and Associations With Psychological Empowerment. *Frontiers in Psychology*, 11(November), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.596206>
- Brough, P., Muller, W., & Westman, M. (2018). Work, stress, and relationships: The crossover process model. *Australian Journal of Psychology*, 70(4), 341–349. <https://doi.org/10.1111/ajpy.12208>
- Chaswa, E. N., Kosamu, I. B. M., Kumwenda, S., & Utembe, W. (2020). Risk perception and its influencing factors among construction workers in Malawi. *Safety*, 6(2), 1–12. <https://doi.org/10.3390/safety6020033>
- Choi, W., Lee, S. J., Lee, W. J., Beak, E. M., & Kim, K. Y. (2022). Job Satisfaction Level of Safety and Health Manager in Construction Industry: Pandemic Period. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph19105858>
- Concheiro-Moscoso, P., Groba, B., Martínez-Martínez, F. J., Miranda-Duro, M. D. C., Nieto-Riveiro, L., Pousada, T., Queirós, C., & Pereira, J. (2021). Study for the design of a protocol to assess the impact of stress in the quality of life of workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041413>
- Dédelé, A., Miškinytė, A., Andrušaitytė, S., & Bartkutė, Ž. (2019). Perceived stress among different occupational groups and the interaction with sedentary behaviour. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph16234595>
- Fathima Thabassum, A. Z., Begum, K., & Author, C. (2018). Occurrence of Stress Related Nutrition and Health Issues among Women in Few Selected Professions-A Comparative Study. *International Journal of Health Sciences & Research (Www.Ijhsr.Org)*, 8(April), 166.

- Hemiö, K., Lindström, J., Peltonen, M., Härmä, M., Viitasalo, K., & Puttonen, S. (2020). The association of work stress and night work with nutrient intake – a prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 46(5), 533–541. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3899>
- Hsu, H. C. (2019). Age differences in work stress, exhaustion, well-being, and related factors from an ecological perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010050>
- Idrees, M. D., Hafeez, M., & Kim, J. Y. (2017). Workers' age and the impact of psychological factors on the perception of safety at construction sites. *Sustainability (Switzerland)*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/su9050745>
- Inegbedion, H., Inegbedion, E., Peter, A., & Harry, L. (2020). Perception of workload balance and employee job satisfaction in work organisations. *Heliyon*, 6(1), e03160. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03160>
- International Labour Organization. (2023a). *International Standard Classification of Education (ISCED)*. <https://ilostat.ilo.org/resources/concepts-and-definitions/classification-education/>
- International Labour Organization. (2023b). *World Statistic: The enormous burden of poor working conditions*. https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249278/lang--en/index.htm
- Jiandong, S., Fan, X., & Haitian, L. (2022). How do high-performance work systems affect work fatigue: The mediating effect of job responsibility and role overload. *PLoS ONE*, 17(7 July), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269452>
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2023). *Kasus kecelakaan kerja yang terjadi pada triwulan II tahun 2020 tercatat sekitar 3.174 kasus*. Satu Data Kemenaker. <https://satudata.kemnaker.go.id/data/kumpulan-data/22>
- Kop, W. J., & Kupper, H. M. (2016). Fatigue and stress. In *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior: Handbook of Stress* (Vol. 2). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800951-2.00043-1>
- La Torre, G., Sestili, C., Mannocci, A., Sinopoli, A., De Paolis, M., De Francesco, S., Rapaccini, L., Barone, M., Iodice, V., Lojodice, B., Sernia, S., De Sio, S., Del Cimmuto, A., & De Giusti, M. (2018). Association between work related stress and health related quality of life: The impact of socio-demographic variables. A cross sectional study in a region of central Italy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph15010159>
- Liang, H., Yang, W., Liu, T., & Xia, F. (2022). Demographic Influences on Perceived Stressors of Construction Workers during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph19074192>
- Lim, S., Chi, S., Lee, J. D., Lee, H. J., & Choi, H. (2017). Analyzing psychological conditions of field-workers in the construction industry. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 23(4), 261–281. <https://doi.org/10.1080/10773525.2018.1474419>
- Liu, H., Li, J., Li, H., Li, H., Mao, P., & Yuan, J. (2021). Risk perception and coping behavior of construction workers on occupational health risks—A case study of nanjing, china. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 1–25. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137040>

- Lopuszanska-Dawid, M., Kupis, P., Lipowicz, A., Kołodziej, H., & Szklarska, A. (2022). How Stress Is Related to Age, Education, Physical Activity, Body Mass Index, and Body Fat Percentage in Adult Polish Men? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph191912149>
- Lunau, T., Siegrist, J., Dragano, N., & Wahrendorf, M. (2015). The association between education and work stress: Does the policy context matter? *PLoS ONE*, *10*(3), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121573>
- Lv, X., Wu, X., Ci, H., Liu, Q., & Yao, Y. (2017). Empirical research on the influencing factors of the occupational stress for construction workers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *61*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/61/1/012102>
- Mitake, T., Iwasaki, S., Deguchi, Y., Nitta, T., Nogi, Y., Kadowaki, A., Niki, A., & Inoue, K. (2019). Relationship between burnout and mental-illness-related stigma among nonprofessional occupational mental health staff. *BioMed Research International*, *2019*. <https://doi.org/10.1155/2019/5921703>
- Obeid, S., Haddad, C., Fares, K., Malaeb, D., Sacre, H., Akel, M., Salameh, P., & Hallit, S. (2021). Correlates of emotional intelligence among Lebanese adults: The role of depression, anxiety, suicidal ideation, alcohol use disorder, alexithymia and work fatigue. *BMC Psychology*, *9*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00525-6>
- Oddo, V. M., Zhuang, C. C., Dugan, J. A., Andrea, S. B., Hajat, A., Peckham, T., & Jones-Smith, J. C. (2023). Association between precarious employment and BMI in the United States. *Obesity*, *31*(1), 234–242. <https://doi.org/10.1002/oby.23591>
- OECD. (2023). *Employment rate by age group*. <https://doi.org/10.1787/084f32c7-en>
- Park, C., Kim, Y., & Jeong, M. (2018). Influencing factors on risk perception of IoT-based home energy management services. *Telematics and Informatics*, *35*(8), 2355–2365. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.10.005>
- Park, S., & Sung, E. (2021). “You gotta have something to chew on”: Perceptions of stress-induced eating and weight gain among office workers in South Korea. *Public Health Nutrition*, *24*(3), 499–511. <https://doi.org/10.1017/S1368980020000890>
- Pidd, K., Duraisingam, V., Roche, A., & Trifonoff, A. (2017). Young construction workers: Substance use, mental health, and workplace psychosocial factors. *Advances in Dual Diagnosis*, *10*(4). <https://doi.org/10.1108/ADD-08-2017-0013>
- Pirzadeh, P., Lingard, H., & Zhang, R. P. (2022). Job Quality and Construction Workers’ Mental Health: Life Course Perspective. *Journal of Construction Engineering and Management*, *148*(12), 1–13. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0002397](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002397)
- Psychology Foundation of Australia. (2022). *Depression Anxiety Stress Scales (DASS)*. Psychology Foundation of Australia. [http://www2.psy.unsw.edu.au/DASS/Download files/Dass42.pdf](http://www2.psy.unsw.edu.au/DASS/Download%20files/Dass42.pdf)
- Rose, D. M., Seidler, A., Nübling, M., Latza, U., Brähler, E., Klein, E. M., Wiltink, J., Michal, M., Nickels, S., Wild, P. S., König, J., Claus, M., Letzel, S., & Beutel, M. E. (2017). Associations of fatigue to work-related stress, mental and physical health in an employed community sample. *BMC Psychiatry*, *17*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1237-y>

- Ross, V., Mathieu, S. L., Wardhani, R., Gullestrup, J., & Kølves, K. (2021). Factors Associated With Workplace Bullying and the Mental Health of Construction Industry Apprentices: A Mixed Methods Study. *Frontiers in Psychiatry*, 12(May), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.629262>
- Saito, K. (1999). Measurement of fatigue in industries. *Industrial Health*, 37(2), 134–142. <https://doi.org/10.2486/indhealth.37.134>
- Sun, C., Hon, C. K. H., Jimmieson, N. L., Way, K. A., & Xia, B. (2022). Evaluating the need for recovery from work for site-based construction practitioners in Australia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1101(3), 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/3/032036>
- The National Institute for Occupational Safety and Health. (2023). *Work and Fatigue*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/fatigue/default.html>
- Tonnon, S. C., Robroek, S. R. J., van der Beek, A. J., Burdorf, A., van der Ploeg, H. P., Caspers, M., & Proper, K. I. (2019). Physical workload and obesity have a synergistic effect on work ability among construction workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 92(6), 855–864. <https://doi.org/10.1007/s00420-019-01422-7>
- World Health Organization. (2010). *A healthy lifestyle—WHO recommendations*. World Health Organization. <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>
- World Health Organization. (2020). *Occupational health: Stress at the workplace*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/occupational-health-stress-at-the-workplace>
- World Health Organization. (2021). *WHO/ILO: Almost 2 million people die from work-related causes each year*. World Health Organization. <https://www.who.int/news/item/17-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>
- World Health Organization. (2022). *Mental health at work*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-at-work>
- Wu, F., Ren, Z., Wang, Q., He, M., Xiong, W., Ma, G., Fan, X., Guo, X., Liu, H., & Zhang, X. (2021). The relationship between job stress and job burnout: The mediating effects of perceived social support and job satisfaction. *Psychology, Health and Medicine*, 26(2), 204–211. <https://doi.org/10.1080/13548506.2020.1778750>
- Wu, X., Li, Y., Yao, Y., Luo, X., He, X., & Yin, W. (2018). Development of construction workers job stress scale to study and the relationship between job stress and safety behavior: An empirical study in Beijing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112409>
- Yaldiz, L. M., Truxillo, D. M., Bodner, T., & Hammer, L. B. (2018). Do resources matter for employee stress? It depends on how old you are. *Journal of Vocational Behavior*, 107(2017), 182–194. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.04.005>

MODIFIKASI NASA TLX DENGAN FUZZY AHP UNTUK MENGUKUR BEBAN KERJA MENTAL PEKERJA SEKTOR JASA

(Modification of NASA TLX With Fuzzy AHP to Measure the Mental Workload of Service Sector Workers)

Desto Jumeno¹, Leoni Dwi Anggini¹, Lusi Susanti¹, Hilma Raimona Zadri¹

¹Departemen Teknik Industri, Universitas Andalas

E-mail: destojumeno@eng.unand.ac.id

ABSTRAK

Faktor manusia memegang peranan besar dalam bidang jasa. Kondisi-kondisi psikologis yang mempengaruhi kinerja karyawan termasuk dalam kategori beban kerja mental. Keterbatasan sumber daya mental dan kemampuan otak dalam memproses informasi akan mempengaruhi kinerja karyawan. Untuk mengetahui sejauh mana keseimbangan antara sumber daya mental dan tuntutan kerjanya perlu dilakukan pengukuran beban kerja mental. Pengukuran beban kerja mental secara subyektif memiliki sejumlah kelebihan dibandingkan pengukuran beban kerja secara fisiologis atau menggunakan task performance. Namun demikian, subyektifitas menyebabkan hasil yang kurang akurat. Karena itu, usaha untuk memperkuat metode subyektif perlu terus dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi metode NASA TLX dengan metode Fuzzy AHP. Langkah perbandingan berpasangan dimodifikasi dengan skala yang lebih besar. Metodologi kemudian diimplementasikan pada suatu perusahaan jasa. Hasilnya diperoleh perbandingan antar faktor beban kerja mental yang lebih teliti dengan metode NASA TLX yang telah dimodifikasi ini, sehingga solusi yang lebih relevan bisa diperoleh.

Kata kunci: modifikasi NASA TLX, Fuzzy, Analytical Hierarchy Process, beban kerja mental

ABSTRACT

The human factor plays a big role in the field of services. Psychological conditions that affect employee performance fall under the category of mental workload. Limited mental resources and the brain's ability to process information will affect employee performance. To find out the extent of the balance between mental resources and their work demands, it is necessary to measure mental workload. Subjective measurement of mental workload has a number of advantages over physiological measurement of workload or using task performance. Nevertheless, subjectivity leads to less accurate results. Therefore, efforts to strengthen subjective methods need to continue. This study aims to modify NASA's TLX method with the Fuzzy AHP method. The pairwise comparison step is modified with a larger scale. The methodology is then implemented in a service company. The results obtained a more rigorous comparison between mental workload factors with this modified NASA TLX method, so that more relevant solutions could be obtained.

Keywords: modification of NASA TLX, Fuzzy, Analytical Hierarchy Process, mental workload

PENDAHULUAN

Jasa sebagai sesuatu yang tidak berwujud atau intangible membutuhkan komunikator untuk menunjukkan keterwujudannya (tangibilizing). Sehubungan dengan ini, perusahaan jasa yang berperan sebagai komunikator memiliki beberapa tugas, yaitu menginformasikan, memberi wawasan, membujuk, serta memperbaiki hubungan dengan pelanggan (Kotler, 2000). Permasalahan yang seringkali muncul dalam perusahaan jasa adalah tidak imbangnya peningkatan produktivitas dengan usaha-usaha untuk mempertahankan kualitas jasa.

Faktor manusia memegang peran yang besar dalam bidang jasa (Brown & Dev, 1999). Karena itu, dibutuhkan sumber daya manusia yang berkualitas. Kualitas sumber daya manusia dapat dilihat salahsatunya dari tingkat absensi karyawan. Ketidakhadiran karyawan dapat pula berlaku sebagai indikator psikologi dan sosial pekerjaan (Hamdani & Muliatna, 2016). Ketidakhadiran karyawan dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan fisik, kelelahan serta adanya perasaan tidak bebas pada diri karyawan tersebut (Mathiassen, 2006).

Kondisi-kondisi psikologis yang mempengaruhi kinerja karyawan termasuk dalam kategori beban kerja mental. Wignjosoebroto & Zaini (2007) menyebutkan bahwa beban kerja mental merupakan suatu kondisi yang dialami pekerja dalam melaksanakan tugasnya dan hanya terdapat sumber daya mental dalam kondisi yang terbatas. Dengan keterbatasan sumber daya mental dan kemampuan otak yang terbatas dalam memproses informasi akan mempengaruhi pencapaian kinerjanya. Adanya tuntutan untuk menyelesaikan tugas yang sulit serta adanya beberapa tugas yang harus dikerjakan secara bersamaan menyebabkan peningkatan beban kerja (Puspitasari, 2009). Untuk mengetahui sejauh mana keseimbangan antara sumber daya mental serta beban kerjanya, perlu adanya pengukuran beban kerja mental.

Metode pengukuran beban kerja mental diklasifikasikan dalam beberapa kategori yaitu pengukuran secara fisiologis, pengukuran subyektif dan melalui task performance. Metode pengukuran subyektif dinilai lebih mudah diaplikasikan dan memungkinkan pekerja untuk menyampaikan apa yang dirasakan dalam pekerjaannya melalui skala-skala tertentu (Young et al., 2014). Pengukuran subyektif juga lebih murah, karena pengukur tidak harus menyediakan alat ukur yang mahal harganya seperti pada metode-metode fisiologis. Pengukuran subyektif juga lebih cepat dibandingkan metode task performance. Selain itu, metode subyektif juga tidak mengganggu jalannya pekerjaan (non intrusive), dibandingkan metode lainnya, karena pengukurannya bisa dilakukan sebelum atau sesudah pekerjaan berlangsung. Namun demikian, terdapat sejumlah kekurangan dari metode subyektif seperti bias operator, ego individu, dan keterbatasan daya ingat pekerja. Bias operator muncul, karena tiap operator memiliki latar belakang pengetahuan, budaya, agama atau kepercayaan, dan preferensi yang berbeda satu orang dengan yang lainnya. Motivasi pribadi juga bisa jadi memiliki andil dalam pengukuran beban kerja secara subyektif ini. Orang yang bermotivasi tinggi cenderung akan merasakan beban kerja lebih rendah dibandingkan orang yang kurang termotivasi dalam pekerjaannya. Selain itu, daya ingat jangka menengah atau pendek akan mempengaruhi seseorang dalam menyelesaikan system penilaian keputusan digunakan dalam kuesioner metode subyektif ini.

Sistem penilaian keputusan manusia mengandung subyektivitas dan sulit untuk mengukurnya menggunakan suatu model yang tepat. Metode-metode subyektif seperti NASA TLX, RSME dan MCH menggunakan kuesioner yang dijawab oleh responden yang berada dalam kondisi mental yang berbeda-beda, sehingga jawaban kuesioner satu responden dengan responden yang lain tentu saja akan berbeda. Karena itu diperlukan suatu cara untuk mengurangi subyektifitas itu. Selain dilakukan pengukuran, beban kerja mental perlu pula dianalisis, agar dapat diketahui faktor-faktor apa saja yang dominan dalam meningkatkan beban kerja tersebut. Hal ini akan berguna untuk melakukan perbaikan untuk meningkatkan kinerja pegawai secara optimal.

Makalah ini bertujuan untuk mencari cara mengukur beban kerja mental secara subyektif dan mengurangi subyektifitas itu untuk meningkatkan kualitas kesimpulannya.

METODE

Subyektivitas ini dapat dikurangi dengan penggunaan Fuzzy AHP sebagaimana disarankan oleh Hancock (2014). Pada metode-metode subyektif, masing-masing factor beban kerja dibandingkan secara berpasangan. Perbandingan secara berpasangan ini serupa dengan metode AHP.

Metode pengukuran beban kerja mental secara subyektif yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah NASA-TLX atau NASA Task Load Index. Hal ini karena metode ini adalah yang paling umum dalam pengukuran beban kerja mental (Eraslan et al., 2018). Sejumlah peneltian telah menggunakan metode ini seperti Putri & Handayani (2017), serta Permatasari (2017). Metode ini adalah salah satu metode pengukuran beban kerja yang berdasarkan pada persepsi subyektif oleh pekerja. Metode ini dikembangkan oleh Sandra G. Hart dan Lowell E. Staveland pada tahun 1988. Metode ini dikembangkan dengan menggunakan sembilan faktor skala yaitu kesulitan tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, usaha fisik, usaha mental, performansi, frustasi, stress, dan kelelahan. Dari

sembilan faktor tersebut kemudian disederhanakan menjadi enam skala atau dimensi, yaitu kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuhan waktu, performansi, usaha, dan tingkat frustrasi. Terdapat empat langkah dalam melakukan pengukuran beban kerja dengan NASA TLX, yaitu:

1. Penjelasan dimensi beban kerja yang diukur

Diantara dimensi beban kerja yang diukur antara lain, kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuhan waktu, performansi, usaha, dan tingkat frustrasi.

2. Pembobotan

Langkah ini dilakukan dengan meminta pekerja untuk membandingkan 2 dimensi dan memilih di antara sepasang dimensi tersebut manakah yang memiliki pengaruh lebih dominan untuk menimbulkan beban kerja mental bagi pekerja. Banyaknya pasangan dimensi yang dibandingkan seluruhnya ada 15 pasangan, yang ditulis masing-masing dalam sebuah kartu.

3. Pemberian Rating

Setelah setiap dimensi ditentukan bobotnya, tahap berikutnya adalah menentukan rating dari setiap dimensi beban kerja. Rating ini diberikan sesuai dengan beban kerja yang dirasakan oleh pekerja, yang bernilai antara nol hingga seratus. Tahapan pemberian rating ini ada beberapa cara, seperti menggunakan kertas atau kartu, mengisi pada komputer baik online ataupun offline, atau menggunakan telepon pintar.

4. Interpretasi Hasil Nilai Skor

Setelah setiap dimensi diberi rating, kemudian hasilnya dirata-ratakan, dan diperoleh skor beban kerja mental. Skor ini kemudian diinterpretasikan. Hart dan Steveland (1988) menginterpretasikan skor beban kerja mental ke dalam tiga tingkatan yaitu, overload, optimal load dan underload. Beban kerja dikatakan underload apabila skornya bernilai antara 0-40. Beban dikatakan optimal apabila skornya bernilai antara 40-60, dan dikatakan overload apabila skornya bernilai di atas 60 poin.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh seorang ahli matematika bernama Thomas L Saaty pada tahun 1977. Metode ini membantu dalam memecahkan persoalan yang kompleks dengan cara menstrukturkan suatu hirarki kriteria yang dibangun melalui perbandingan berpasangan dari penilaian individu.

Fuzzy AHP

Logika bernilai biner (benar atau salah) terbukti efektif dan berhasil dalam menyelesaikan banyak persoalan. Namun, terdapat beberapa persoalan yang tidak dapat diselesaikan dengan logika tersebut dan membutuhkan pendekatan yang berbeda. Teori fuzzy, yang pertama kali dikembangkan oleh Zadeh pada tahun 1965, merupakan pengembangan dari teori himpunan tradisional. Bilangan fuzzy ini secara cukup akurat mewakili sifat dari ketidakkonsistenan atau kekaburan dari suatu pengukuran.

Metode Fuzzy AHP dinilai dapat mengatasi ketidakpastian hasil penelitian menggunakan metode subjektif.

Dari pemahaman terhadap metode-metode basis dalam pengukuran beban kerja, Langkah-langkah pengukuran yang diperbaiki dapat ditulis sebagai berikut:

1. Pra pengukuran
 - a. Menetapkan sampel dan responden
 - b. Penjelasan dimensi pengukuran kepada responden
2. Pengukuran

Penyebaran kuesioner, melalui google form atau offline. Pada tahap ini responden diminta untuk:

- a. Menentukan bobot dari tiap indikator dengan perbandingan berpasangan.
 - b. Menentukan rating tiap indikator.
3. Interpretasi

Dari langkah sebelumnya diperoleh beban kerja mental yang dihadapi karyawan untuk tiap-tiap indikator. Hasil ini lalu diinterpretasikan apakah beban kerja tersebut sangat rendah – sangat tinggi.

4. Analisis Bobot

Tahap analisis bobot terdiri dari:

- a. Menentukan struktur hirarki

Struktur hirarki diperlukan untuk menggambarkan masalah yang kompleks menjadi sederhana, sehingga permasalahan menjadi lebih jelas tergambar dan mudah untuk dijelaskan.

- b. Menentukan matriks perbandingan berpasangan

Langkah ini merupakan penentuan tingkat kepentingan dari kriteria atau indikator yang ada, dibandingkan secara berpasangan dan selanjutnya diurutkan ranking kepentingan dari yang tertinggi hingga yang terendah.

- c. Menghitung matriks bobot fuzzy

Pada langkah ini, angka hasil perbandingan berpasangan diubah ke dalam angka fuzzy. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan masalah yang disebabkan oleh subyektifitas dan untuk mencapai penilaian yang lebih akurat. Dari matriks fuzzy kemudian dapat dihitung vektor bobot fuzzy untuk seluruh kriteria.

- d. Defuzzifikasi vektor bobot fuzzy

Langkah ini mengubah bilangan fuzzy ke dalam bentuk bilangan riil. Proses defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan persamaan Kaufman dan Gupta. Setelah normalisasi vektor bobot fuzzy maka diperoleh faktor dominan pada beban kerja mental.

- e. Normalisasi vektor bobot fuzzy

5. Solusi dan rekomendasi

Setelah diketahuinya beban kerja mental dan faktor dominan yang mempengaruhi beban kerja mental, selanjutnya adalah menentukan solusi terhadap ketidakseimbangan beban kerja mental.

Langkah-langkah dalam pengukuran beban kerja mental subyektif ini diimplementasikan pada sebuah perusahaan jasa bernama PT Indotruck Utama Pekanbaru. Responden berjumlah 33 orang adalah para karyawan perusahaan tersebut yang terdiri dari tiga departemen, yaitu sales/marketing, sparepart and counter dan service.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Beban kerja pada tiap departemen diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beban Kerja tiap departemen

Departemen	MD	TD	FL	E	PD	P	Nilai WWL	Golongan WWL
Marketing	176,67	96,67	118,33	124,17	129,17	247,5	59,5	Sedang
Sparepart	104,17	240	97,5	250,83	65,83	210	64,56	Tinggi
Service	60	124,52	105,48	229,52	217,62	224,76	64,13	tinggi

Perbandingan tiap kriteria diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan berpasangan tiap kriteria

Faktor	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Faktor
Tuntutan Fisik	2	1	¼	1/5	½	1	Tuntutan Mental
Tuntutan Fisik	1	½	5	1/3	2	2	Tuntutan Waktu
Tuntutan Fisik	3	1	5	1/5	1/3	1	Tingkat Frustrasi
Tuntutan Fisik	1/3	½	1/3	1	½	1	Performansi
Tuntutan Fisik	1/3	2	1/6	1/5	1	1/5	Tingkat Usaha
Tuntutan Mental	3	3	5	1	5	3	Tuntutan Waktu
Tuntutan Mental	3	3	2	2	1	5	Tingkat Frustrasi
Tuntutan Mental	1	½	1/3	1	1/3	1	Performansi
Tuntutan Mental	1	1	½	1/3	1/3	½	Tingkat Usaha
Tuntutan Waktu	3	3	1/3	1/3	½	1	Tingkat Frustrasi
Tuntutan Waktu	1	1	¼	1	¼	¼	Performansi
Tuntutan Waktu	1	5	1/5	1	1	1	Tingkat Usaha
Tingkat Frustrasi	½	1/3	1/5	2	2	½	Performansi
Tingkat Frustrasi	1/3	½	1/3	3	2	1/3	Tingkat Usaha
Performansi	1	1	2	1	1	2	Tingkat Usaha

Tingkat kepentingan 1 artinya faktor A sama penting dengan faktor B, tingkat kepentingan 3 artinya moderat pentingnya, 5 artinya kuat pentingnya, 7 artinya pentingnya sangat kuat, dan 9 artinya ekstrim pentingnya faktor A dibanding faktor B.

Nilai vector beban kerja mental yang diberikan oleh expert 1 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Vektor Beban Kerja Mental

S	S1	S2	S3	S4	S5	S6	MIN
S1		1	1	1	1	0,9490	0,9490
S2	0,9323		1	0,9972	1	0,8812	0,8812
S3	0	0,0015		0	0	0	0
S4	0,9822	1	1		1	0,9285	0,9285
S5	1	0,8702	1	0,8140		0,7417	0,7417
S6	1	1	1	1	1		1

Tabel 4. Nilai defuzzifikasi

Faktor	d'					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
F1	0,9490	0,7520	0,6865	0,5741	0,8350	0,9053
F2	0,8812	1	0	0,1432	0	0
F3	0	0	0	1	0,9550	0,4114
F4	0,9285	0,2620	0,9737	0,6723	0,5693	1
F5	0,7417	0,3452	0,5638	0	0,3481	0,0869
F6	1	0,8093	1	0,1041	1	0,7949

Nilai W diperoleh dengan membagi total nilai d' untuk masing-masing nilai F dengan nilai total pada kolom itu. Misalkan untuk F1 nilai 4,702 dibagi dengan 20,29, diperoleh nilai W sebesar 0,2317.

Tabel 5. Nilai d' dan W

	d'						Total d'	W	%
	E1	E2	E3	E4	E5	E6			
F1	0,949	0,752	0,686	0,574	0,835	0,905	4,702	0,2317	23,17
F2	0,881	1	0	0,143	0	0	2,024	0,099	9,9
F3	0	0	0	1	0,955	0,411	2,366	0,117	11,7
F4	0,928	0,262	0,974	0,672	0,569	1	4,406	0,217	21,7
F5	0,742	0,345	0,564	0	0,348	0,087	2,086	0,103	10,3
F6	1	0,809	1	0,104	1	0,795	4,708	0,232	23,2
TOTAL							20,29	1	100

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa faktor beban kerja mental yang paling dirasakan karyawan PT ITU adalah F6 atau performansi, kemudian F1 atau tuntutan mental, dan F4 atau tingkat usaha. Sedangkan beban kerja untuk tiap departemen ditunjukkan pada Tabel 6, 7, dan 8.

Tabel 6. Rank F pada Departemen Sales/Marketing

Faktor	d'	W	%	Rank
F1	0,85	0,222	22,2	3
F2	0,94	0,245	24,5	1
F3	0,00	0,00	0,0	6
F4	0,59	0,155	15,5	4
F5	0,54	0,142	14,2	5
F6	0,90	0,236	23,6	2

Tabel 7. Rank F pada Departemen Sparepart and Counter

Faktor	d'	W	%	Rank
F1	0,63	0,22	22,0	2
F2	0,07	0,025	2,5	6
F3	0,50	0,175	17,5	4
F4	0,82	0,288	28,8	1
F5	0,28	0,099	9,9	5

F6	0,55	0,193	19,3	3
----	------	-------	------	---

Tabel 8. Rank F pada Departemen Service

Faktor	d'	W	%	Rank
F1	0,87	0,252	25,2	2
F2	0,0	0,0	0,0	6
F3	0,68	0,198	19,8	4
F4	0,78	0,227	22,7	3
F5	0,22	0,063	6,3	5
F6	0,89	0,259	25,9	1

Dari Tabel 6, 7 dan 8 terlihat bahwa tiap departemen memberikan penilaian peringkat atau ranking yang berbeda untuk masing-masing kriteria.

Analisis

Perbedaan NASA TLX awal dengan hasil pengembangan terletak pada pemberian bobot. Jika pada NASA TLX awal, pembobotan berpasangan bernilai antara penting A atau penting B, maka pada penilaian beban kerja pengembangan bernilai antara 1-9 dan berada pada dua arah.

Pemberian bobot dilakukan dengan perbandingan berpasangan melalui metode AHP. Pada metode ini pemberian bobot dilakukan oleh 6 orang expert, dalam hal ini adalah para kepala dari ketiga departemen dan satu orang karyawan yang paling berpengalaman di ketiga departemen. Dalam proses perbandingan berpasangan dapat terlihat bahwa tiap-tiap expert memberikan penilaian yang berbeda-beda. Hal ini tampak pula pada hasil penilaian beban kerja yang berbeda-beda untuk tiap departemen. Hal ini bisa jadi disebabkan karena para expert memiliki latar belakang dan pengalaman serta jenis pekerjaan yang berbeda. Perbandingan dengan metode AHP dalam hal ini lebih baik daripada metode NASA TLX Awal, karena memberikan penilaian yang lebih detil atau lebih teliti. Perbedaan tingkat kepentingan seperti ini sulit dihasilkan dari metode NASA TLX awal, yang hanya memiliki 2 level, yaitu penting A atau penting B.

KESIMPULAN

Pengukuran beban kerja mental dengan metode NASA TLX yang telah diperbaiki dapat mengurangi subyektivitas pengukuran, serta memberikan hasil yang lebih teliti dibandingkan metode NASA TLX awal. Dengan pengukuran yang lebih tepat dan teliti diharapkan dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif untuk memperoleh keseimbangan beban kerja, produktivitas, dan kepuasan kerja karyawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, J.R., and Dev, C.S. (1999). Looking Beyond RevPAR: Productivity Consequences of Hotel Strategies, *The Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 10(2), 23-33. [https://doi.org/10.1016/S0010-8804\(99\)80021-4](https://doi.org/10.1016/S0010-8804(99)80021-4)
- Eraslan, E., Can, G.F., Atalay, K.D. (2016) Mental Workload Assessment Using A Fuzzy Multi Criteria Method. *Technical Gazette*. 23(3), 667-674. DOI: [10.17559/TV-20140401112509](https://doi.org/10.17559/TV-20140401112509)

- Hamdani, A. M. and Muliatna, I. M. (2016). Pengaruh Tingkat Absensi terhadap Produktivitas Kerja Karyawan pada Bagian Service di Suzuki PT Sejahtera Buana Trada Diponegoro Surabaya. *Jurnal Teknik Mesin*, 04(03), 13-24. <https://www.e-jurnal.com/2016/08/pengaruh-tingkat-absensi-terhadap.html>
- Hancock, L.M., Thelen, J.M., Lynch, S.G., Bruce, A.S., Bruce, J.M. (2014). Polypharmacy in Multiple Sclerosis: Relationship with Fatigue, Perceived Cognition, and Objective Cognitive Performance. *Journal of Psychosomatic Research*. 76, 400-404. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2014.02.013>
- Hart, S.G., and Staveland, I.E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index) Result of Empirical and Theoretical Research. *Human Mental Workload*. North-Holland:Elsevier Science Publisher B.V., 139-183
- Kotler, P. (2002) *Marketing Management*. 10th Edition. New Jersey: Pearson Custom Publishing.
- Mathiassen, E.S., Kazmierczak, K., Neumann, P., Winkel, J. (2006). Observer Reliability of Industrial Activity Analysis Based on Video Recordings. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 36, 275-282. DOI:10.1016/J.ERGON.2005.12.006
- Permatasari, R.I. (2017). Pengukuran Beban Kerja Karyawan menggunakan Metode NASA TLX di PT Tranka Kabel. *Sosio E-Kons*. 9(3), 223-231.
- Puspitasari, D. (2009). Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process dalam Penentuan Kriteria Penilaian Performa Vendor. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Putri, U.L., and Handayani, N.U. (2017). Analisis Beban Kerja Mental dengan Metode NASA TLX pada Departemen Logistik PT. ABC. *Industrial Engineering Online Journal*. 6(2), 1-10
- Wignjosuebrotto, S. and Zaini, P. (2007). Studi Aplikasi Ergonomi Kognitif untuk Beban Kerja Mental Pilot dalam Pelaksanaan Prosedur Pengendalian Pesawat dengan Metode SWAT. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Young, M.S., Brookhuis, K.A., Wickens, C.D., Hancock, P.A. (2014). State of Science: Mental Workload in Ergonomics. *Journal Ergonomics*, 58, 1-17. DOI: [10.1080/00140139.2014.956151](https://doi.org/10.1080/00140139.2014.956151)



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

EVALUASI PERILAKU PENGENDARA SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN *MOTORCYCLE RIDER BEHAVIOR QUESTIONNAIRE*

Motorcyclist Behavior Evaluation using Motorcycle Rider Behavior Questionnaire

Winda Halim¹, I Komang Witarsa Sentana²

¹Program Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas, Universitas Kristen Maranatha

²Program Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Suria Sumantri no. 65, Bandung 40164

E-mail: winda.halim@eng.maranatha.edu

ABSTRAK

Indonesia adalah negara dengan jumlah sepeda motor tertinggi di ASEAN. Kecelakaan yang melibatkan kendaraan roda dua memiliki fatalitas yang tinggi. Menurut data Korlantas, kecelakaan yang melibatkan sepeda motor mencapai 73% dibandingkan kendaraan lain. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan sepeda motor salah satunya disebabkan karena perilaku pengendara. Salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengevaluasi perilaku berkendara adalah kuesioner *Motorcycle Rider Behavior Questionnaire* (MRBQ). Kuesioner ini banyak dikembangkan diberbagai negara dengan mengadopsi keunikan budaya berkendara dari masing-masing negara. Kuesioner MRBQ yang digunakan adalah kuesioner yang dikembangkan untuk Indonesia dengan jumlah item pertanyaan sebanyak 38 item. Pertanyaan tersebut dikelompokkan berdasarkan 6 komponen utama yaitu *traffic error*, *control error*, *speed violation*, *traffic violation*, *safety violation*, dan *stunts*. Hasil pengumpulan data dari 140 responden yang didominasi oleh usia 17-25 tahun menunjukkan bahwa jenis transmisi yang banyak digunakan adalah berjenis matic, dengan kejadian kecelakaan yang dialami adalah, terjatuh, terserempet, dan menabrak. Pelanggaran yang diakui masih sering dilakukan adalah berkaitan dengan berkendara melebihi batas kecepatan dan tidak menggunakan helm. Selain itu, berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *Two Way Anova* dan Tukey diperoleh bahwa terdapat perbedaan hasil yang signifikan antara kelompok usia pengendara dan antara item pertanyaan, perbedaan terjadi pada kelompok usia muda dan usia lanjut. Berdasarkan hasil tersebut, maka diperlukan peningkatan edukasi terkait keselamatan berkendara dan penegakan hukum yang dapat meningkatkan perilaku aman dalam berkendara dan menurunkan tingkat kecelakaan. Selain itu, karena sifat kuesioner yang subjektif masih diperlukan penelitian perilaku berkendara yang lebih objektif, misalnya dengan menggunakan metode *Naturalistic Driving Study* (NDS).

Kata kunci: MRBQ, pelanggaran, perilaku, sepeda motor

ABSTRACT

Indonesia has the highest number of motorcycles in ASEAN. Accidents involving two-wheelers have a high fatality rate. According to data from the Korlantas, accidents involving motorbikes account for 73% compared to other vehicles. One of the factors that cause motorcycle accidents is rider behaviour. One of the instruments used to evaluate riding behaviour is the *Motorcycle Rider Behaviour Questionnaire* (MRBQ). This questionnaire has been developed in many countries by adopting the unique riding culture of each country. The MRBQ used is a questionnaire developed for Indonesia with a total of 38 items. The questions are grouped based on 6 main components, namely *traffic error*, *control error*, *speed violation*, *traffic violation*, *safety violation*, and *stunts*. The results of data collection from 140 respondents, who are dominated by 17-25 years old, show that the type of transmission that is widely used is matic, with the types of accidents experienced are falling, grazing, and crashing. Violations that are recognised as being frequently committed are related to driving over the speed limit and not wearing a helmet. In addition, based on the results of data processing using *Two Way Anova* and Tukey, it was found that there were significant differences in results between age groups of riders and between question items, with differences occurring in the young and old age groups. Based on these results, it is necessary to increase education related to driving safety and law enforcement that can increase safe driving behaviour and reduce accident rates. In addition, due to the subjective nature of the questionnaire, more objective driving behaviour research is needed, for example by using the *Naturalistic Driving Study* (NDS) method.

Keywords: behavior, motorcycle, MRBQ, violation

PENDAHULUAN

Berdasarkan *Global Status Report on Road Safety 2023* (WHO, 2023), terdapat 1,19 juta kematian di jalan raya pada 2021 dan masih menjadi penyebab kematian utama untuk usia 5-29 tahun dan berada pada urutan ke-12 jika mempertimbangkan segala usia. Pada area Asia Tenggara penyebab utama kematian di jalan raya disebabkan oleh kendaraan roda 2 atau 3 yaitu sebesar 48%. Negara dengan pendapatan menengah atas maupun bawah masih mendominasi sebesar 79% fatalitas di jalan raya. Indonesia adalah salah satu negara dengan pengguna sepeda motor tertinggi di ASEAN, tercatat jumlah sepeda motor pada tahun 2022 adalah lebih dari 125 juta unit (Badan Pusat Statistik, 2023). Persentase sepeda motor di Indonesia mencapai lebih dari 84% dibandingkan dengan kendaraan lain seperti mobil bis, mobil penumpang, dan mobil barang (Badan Pusat Statistik, 2023). Jumlah kecelakaan di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 31% dari tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2023). Jumlah kecelakaan tersebut didominasi oleh kecelakaan sepeda motor dengan persentase 73% (Korlantas, 2022).

Indonesia memiliki peraturan perundangan yang mengatur tentang lalu lintas dan angkutan jalan yaitu Undang-undang no. 22 tahun 2009. Peraturan perundangan ini mengatur terkait penggunaan perlengkapan kendaraan bermotor pada pasal 57 yaitu Helm dengan Standar Nasional Indonesia, surat izin yang dibutuhkan oleh pengendara motor yaitu Surat Izin Mengemudi dengan tipe C pada pasal 80, terkait ketertiban dan keselamatan yaitu pengaturan jumlah penumpang di sepeda motor yaitu hanya 1 orang pada pasal 106, kewajiban menyalakan lampu utama di siang hari di pasal 107, penggunaan jalur kiri sebagai jalur sepeda motor di pasal 108, dan pembatasan penggunaan sepeda motor di kawasan jalan atau waktu tertentu pasal 133. Sedangkan peraturan yang mengatur sanksi terhadap pelanggaran peraturan-peraturan yang ada diatur pada pasal 285 hingga pasal 293. Tetapi, sayangnya peraturan-peraturan ini belum sepenuhnya ditaati oleh pengendara sepeda motor, bahkan ada kecenderungan bagi pengendara memiliki niat untuk melakukan pelanggaran lalu lintas (Susilo et al., 2015). Indonesia belum memiliki budaya keselamatan berkendara yang baik sehingga berpengaruh pada buruknya perilaku pengendara sepeda motor (Andrijanto et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Jomnonkwao et al., (2023) mengelompokkan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya peristiwa hampir celaka (*near miss/ near crash*) pada sepeda motor yaitu karakteristik jalan, faktor lingkungan dan faktor manusia. Faktor penyebab kecelakaan terbesar ternyata disebabkan kesalahan manusia (*human error*) (Smiley & Rudin-Brown, 2021). Penyebab kecelakaan yang merupakan kesalahan manusia murni berkontribusi sebesar 57% dan berkontribusi sebesar 90% sebagai faktor tambahan (Green & Senders, 2021). Pada penelitian lain di Malaysia juga menjelaskan bahwa perilaku pengendara yang menjadi penyebab antara lain tidak menyalakan lampu indikator ketika berbelok, tidak berhenti digaris stop atau berhenti melebihi garis, tidak memperhatikan pengguna jalan lain, dan lainnya (Abdul Manan, 2014; Abdul Manan & Várhelyi, 2015). Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Mansoor et al., (2023) dijelaskan bahwa gangguan saat mengemudi adalah penyebab paling signifikan terjadinya kecelakaan sepeda motor yang fatal. Selain itu, usia pengendara dan cara mengemudi yang melanggar peraturan juga berdampak pada keselamatan berkendara (Pervez et al., 2021; Satiennam et al., 2023)

Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap perilaku pengendara, antara lain dengan melakukan wawancara atau *focus group discussion* (FGD) (Huth et al., 2014), mengidentifikasi berdasarkan data sekunder kecelakaan dari pihak berwenang seperti kepolisian, rumah sakit, atau dinas perhubungan (de Craen et al., 2014; Wu et al., 2018), penggunaan kuesioner *Motorcycle Rider Behavior Questionnaire* (MRBQ) (Elliott et al., 2007; Motevalian et al., 2011; Trung Bui et al., 2020; Uttra et al., 2020), atau menggunakan metode yang lebih canggih seperti simulator berkendara (Nugent et al., 2019) atau *naturalistic driving study* (NDS) (Aupetit et al., 2012, 2013, 2015, 2016). Metode yang sampai saat ini masih cukup populer digunakan pada berbagai penelitian untuk mengevaluasi perilaku pengendara sepeda motor adalah metode kuesioner, terutama MRBQ.

MRBQ merupakan kuesioner yang menganalisa perilaku berkendara para pengendara sepeda motor. Kuesioner MRBQ di Indonesia dikembangkan oleh Putranto & Anjaya (2014) yang diadaptasi dari alat ukur pengemudi di negara Iran yang dikembangkan oleh Motevalian et al., (2011). Selain itu, ada juga alat ukur bagi para pengemudi di Inggris yang dikembangkan oleh Elliott et al., (2007). Indonesia lebih tepat mengadaptasi pengukuran pengendara dari Iran ketimbang alat ukur para pengemudi di Inggris karena para pengemudi di negara maju seperti Inggris umumnya mengendarai motor besar untuk pergi berekreasi dan juga penggunaan atribut keselamatan berkendara menjadi hal yang penting. Pada awal pengembangan MRBQ di Inggris, Elliott et al., (2007)

mengembangkan 43 butir pertanyaan dalam 5 komponen utama, yaitu kesalahan berlalu lintas (*traffic error*), pelanggaran kecepatan (*speed violation*), *stunts*, kesalahan kendali (*control error*), dan perlengkapan keselamatan (*safety equipment*). Awal pengembangan MRBQ di Iran, Motevalian et al., (2011) mengembangkan menjadi 6 komponen utama, yaitu kesalahan berlalu lintas, pelanggaran kecepatan, *stunts*, kesalahan kendali, pelanggaran keselamatan (*safety violation*), dan pelanggaran lalu lintas. Selanjutnya perkembangan MRBQ di Australia dikembangkan oleh Sakashita et al., (2014) dengan 4 komponen utama yaitu, kesalahan berlalu lintas, pelanggaran kecepatan, *stunts*, dan peralatan keselamatan (*safety gear*). Tiongkok mengembangkan alat ukur tersendiri yang diberi nama *Chinese Motorcycle Rider Driving Violation* (Cheng & Ng, 2010) dengan memiliki 2 komponen instrumen yaitu, pelanggaran agresif dan pelanggaran biasa. MRBQ di Indonesia dikembangkan oleh Putranto & Anjaya, (2014) sesuai dengan sosiokultur yang ada di Indonesia sehingga menghasilkan MRBQ Indonesia dengan 38 butir pertanyaan dan 6 komponen utama yaitu pelanggaran kecepatan, pelanggaran keselamatan, kesalahan kendali, kesalahan berlalu lintas, *stunts*, dan pelanggaran aturan lalu lintas.

Istilah 6 faktor perilaku berkendara yang dikembangkan oleh Putranto et al., (2015) dapat dijelaskan sebagai berikut: 1) *Traffic Error*, merupakan bentuk perilaku berkendara yang tidak mampu melakukan observasi yang baik terhadap kondisi lalu lintas disekitarnya, 2) *Control Errors*, merupakan ketidakmampuan seorang pengendara untuk mengendalikan kendaraannya melalui fungsi motorik saat melaju di jalan raya, 3) *Speed Violation*, merupakan perilaku berkendara dengan memacu kendaraan dengan kecepatan yang tinggi melewati batas maksimum kecepatan yang telah ditetapkan oleh pemerintah setempat 4) *Traffic Violation*, merupakan perilaku pengendara yang dengan sengaja melakukan pelanggaran aturan dalam berlalu lintas, 5) *Safety Violation*, merupakan perilaku berkendara yang dengan sengaja melanggar aturan keselamatan dalam berkendara, 6) *Stunts*, merupakan perilaku berkendara yang memiliki resiko untuk membahayakan dan merusak kendaraan lain yang dilakukan secara sengaja kepada diri sendiri maupun kendaraan lain.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kecenderungan perilaku pengendara sepeda motor khususnya di Kota Bandung dan kaitannya dengan faktor demografi seperti usia. Kuesioner MRBQ ini digunakan karena kemudahan dalam pengisian dan penyebaran, tetapi tentu memiliki kelemahan karena bersifat *self report*. Jumlah responden yang diperoleh akan dibatasi dengan periode waktu pengumpulan data yang cukup singkat.

METODE

Pada penelitian ini dilakukan penyebaran kuesioner MRBQ 38 pertanyaan (Putranto et al., 2015) kepada pengendara sepeda motor. Penyebaran kuesioner MRBQ dilakukan menggunakan *Google Form*. Kuesioner yang disebar memiliki tiga bagian. Pada bagian pertama terdapat pertanyaan “Apakah anda seorang pengendara sepeda motor aktif?” yang dapat diisi dengan memilih jawaban “Ya” atau “Tidak”. Pengendara aktif yang dimaksud pada pertanyaan bagian pertama ini adalah responden yang kesehariannya menggunakan sepeda motor sebagai alat transportasi utama. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa responden dapat mengisi kuesioner sesuai pengalaman berkendara yang dimiliki. Pada bagian dua terdapat beberapa pertanyaan terbuka yang dapat diisi oleh responden setelah melalui bagian satu dengan menjawab “Ya”. Kuesioner bagian kedua berisi pertanyaan sosiodemografi, seperti jenis kelamin, usia, pengalaman berkendara, jenis sepeda motor, kapasitas mesin motor (cc), serta pertanyaan tambahan untuk mengetahui riwayat peristiwa kecelakaan atau hampir celaka dari responden, seperti “Saat mengendarai sepeda motor, dalam setahun terakhir ini saya mengalami peristiwa” dan “Berapa kali anda pernah mengalami peristiwa tersebut dalam satu tahun terakhir?”. Sedangkan pada bagian terakhir, akan diberikan 38 pertanyaan MRBQ dengan skala Likert 1 (tidak pernah), 2 (jarang), 3 (kadang-kadang), 4 (sering), 5 (selalu).

Setelah data terkumpul, maka akan dilakukan analisis hasil MRBQ yang diperoleh secara deskriptif yaitu rata-rata dan persentase jumlah jawaban responden untuk melihat kecenderungan jawaban dari responden. Selain itu juga dilakukan pengujian secara statistik yaitu dengan menggunakan metode *Two Way Anova* dan *Post Hoc Analysis* menggunakan Tukey/ *Pairwise Comparison*. Pengujian dilakukan dengan mengelompokkan jawaban dari masing-masing kelompok usia dan menghitung rata-ratanya. Faktor kolom adalah faktor pengelompokkan usia dan faktor baris adalah pertanyaan MRBQ. Metode yang digunakan masih bersifat sederhana karena penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan. Kedua metode ini dapat menggambarkan secara sederhana kecenderungan jawaban responden terkait kebiasaan berkendara yang dilakukan dan kaitannya dengan usia pengendara secara khusus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebaran kuesioner yang dilakukan menggunakan *Google Form* menghasilkan 140 tanggapan dengan sebaran hasil demografi seperti terlihat pada Tabel 1. Responden terbanyak berasal dari usia 17-25 tahun, berjenis kelamin laki-laki, dengan sebaran pengalaman berkendara yang berimbang, jenis transmisi sepeda motor yang digunakan sebagian besar adalah *matic*, dengan kapasitas mesin antara 100-125 cc dan 125-150 cc. Jenis kejadian hampir celaka yang dialami responden beragam dengan persentase terbanyak adalah terjatuh dari motor dengan frekuensi kejadian yang beragam dari minimal tidak pernah mengalami hingga maksimal 10 kali dengan variasi beragam seperti terjatuh, kehilangan kendali, menabrak dan lainnya.

Tabel 1. Sebaran Demografi Responden.

Karakteristik	Unit	Persentase (%)
Usia	Masa Remaja Awal (12-16 Tahun)	5.00
	Masa Remaja Akhir (17-25 Tahun)	54.29
	Masa Dewasa Awal (26-35 Tahun)	19.29
	Masa Dewasa Akhir (36-45 Tahun)	12.14
	Masa Lansia Awal (46-55 Tahun)	5.71
	Masa Lansia Akhir (56-65 Tahun)	3.57
Jenis Kelamin	Laki-laki	57.86
	Perempuan	42.14
Pengalaman Berkendara	1-5 tahun	30.00
	6-10 tahun	30.71
	> 10 tahun	39.29
Jenis transmisi	Matic	95.00
	Manual/ kopling	5.00
Kapasitas mesin	100-125 cc	49.29
	150-200 cc	43.57
	> 200 cc	7.14
Peristiwa (1 tahun terakhir) *Jawaban bisa lebih dari 1	Tidak ada	13.57
	Menabrak	20.00
	Kehilangan kendali	17.14
	Terjatuh	37.14
	Tergelincir	31.43
	Terserempet	15.71
	Lainnya	5.00

Pada tabel 2 dapat dilihat persentase jumlah responden yang memilih jawaban 1-5. Pertanyaan berikutnya adalah pertanyaan dari MRBQ, pertanyaan 1-10 adalah pertanyaan terkait *traffic error*, pertanyaan 11-15 berkaitan dengan *control error*, pertanyaan 16-24 berkaitan dengan *speed violation*, pertanyaan 25-29 berkaitan dengan *traffic violation*, pertanyaan 30-35 berkaitan dengan *safety violation*, dan pertanyaan 36-38 berkaitan dengan *stunt*. Sedangkan untuk hasil dari kuesioner MRBQ diperoleh bahwa kecenderungan mayoritas responden menjawab dengan hasil jawaban yang positif seperti tidak pernah atau jarang untuk perilaku yang bersifat tidak aman. Pada pertanyaan yang berkaitan dengan *traffic error* terdapat tiga pertanyaan dimana responden cenderung menjawab jarang atau kadang-kadang, jika dianalisis lebih lanjut ketiga pertanyaan tersebut berkaitan erat dengan kemampuan konsentrasi dari pengendara, yaitu tidak menyadari keberadaan orang di balik kendaraan yang terparkir, salah memperkirakan kecepatan kendaraan di belakang, dan melakukan pengereman mendadak. Pertanyaan terkait *control error* dimana responden cenderung menjawab jarang adalah terkait dengan gangguan yang dialami pengendara yang dilakukan pengendara lain. Pertanyaan terkait *speed violation* dengan responden cenderung memilih kadang-kadang dan sering berkaitan dengan mengebut di malam hari, melewati batas kecepatan di jalan raya atau jalan perumahan, dan melaju diantara 2 lajur kendaraan yang bergerak dengan cepat. Pertanyaan terkait *traffic violation*, mayoritas responden memilih tidak pernah atau tidak melakukan pelanggaran peraturan lalu lintas. Pertanyaan terkait *safety violation*, yang sering dilakukan oleh responden dengan memilih jarang atau kadang-kadang adalah pertanyaan berkaitan dengan penggunaan helm. Sedangkan pertanyaan terkait dengan *stunt*, mayoritas responden tidak pernah melakukannya.

Tabel 2. Hasil Kuesioner MRBQ.

No	Pertanyaan	Tidak Pernah 1	Jarang 2	Kadang-kadang 3	Sering 4	Selalu 5
1	Saya tidak melihat penyeberang jalan, ketika Saya berbelok dari jalan kecil ke jalan utama.	30.71%	33.57%	22.86%	10.71%	2.14%
2	Saya tidak menyadari keberadaan orang yang berada di balik kendaraan yang diparkir.*	27.86%	36.43%	22.86%	12.14%	0.71%
3	Saya salah memperkirakan kecepatan kendaraan dibelakang Saya, ketika Saya akan menepi pada jalan utama.*	25.00%	35.00%	25.00%	11.43%	3.57%
4	Saya tidak memperhatikan atau tidak mengantisipasi kendaraan lain yang akan menepi, sehingga Saya kesulitan untuk memberhentikan kendaraan saya.	30.00%	32.86%	23.57%	10.00%	3.57%
5	Ketika Saya sedang mengantre belok kiri pada jalan utama, Saya kurang memperhatikan lalu lintas di jalan utama, sehingga hampir menabrak kendaraan di depan.	44.29%	35.00%	15.00%	3.57%	2.14%
6	Saya harus mengerem mendadak untuk menghindari tabrakan dengan kendaraan didepan yang sedang menurunkan kecepatannya karena Saya kurang berkonsentrasi.*	17.14%	30.00%	35.71%	15.71%	1.43%
7	Saya mencoba mendahului kendaraan yang sudah memberikan sinyal belok kanan.	42.14%	26.43%	17.86%	8.57%	5.00%
8	Ketika Saya sedang mengemudi dengan kecepatan yang sama dengan keadaan umum (cepat) di sekitar, Saya kesulitan berhenti pada saat lampu lalu lintas berubah menjadi merah.	42.86%	32.14%	16.43%	5.71%	2.86%
9	Ketika mengendarai sepeda motor, Saya tidak menjaga jarak dengan kendaraan di depan, sehingga sulit berhenti dalam keadaan darurat.	35.00%	32.14%	17.86%	10.71%	4.29%
10	Saya bergerak terlalu melebar saat sedang berbelok di tikungan.	35.00%	38.57%	20.71%	4.29%	1.43%
11	Saya mengalami kesulitan mengendalikan sepeda motor Saya pada kecepatan tinggi.	39.29%	35.00%	20.00%	2.14%	3.57%
12	Saya tergelincir di jalan basah atau ketika melewati penutup lubang jalan.	30.71%	27.14%	29.29%	12.14%	0.71%
13	Pengemudi lain dengan sengaja mengganggu Saya atau membuat saya terancam risiko.*	28.57%	36.43%	20.00%	14.29%	0.71%
14	Saya mengangkut muatan yang besar atau berat dengan sepeda motor.	72.86%	15.71%	8.57%	1.43%	1.43%
15	Saya terlambat memperhatikan kendaraan di depan yang membuka pintu dengan tiba-tiba, sehingga menyebabkan saya sulit untuk mengendalikan sepeda motor.	45.71%	33.57%	17.14%	1.43%	2.14%
16	Saya mengendarai sepeda motor terlalu kencang di tikungan, sehingga Saya kehilangan kendali ketika menikung.	45.71%	36.43%	14.29%	3.57%	0.00%
17	Saya melampaui batas kecepatan ketika di jalan pedesaan/antarkota (batas kecepatan 80km/jam).	32.86%	16.43%	27.86%	18.57%	4.29%
18	Saya mengemudi dalam berkendara sepeda motor pada saat malam hari.*	6.43%	16.43%	30.71%	35.00%	11.43%
19	Saya melampaui batas kecepatan kendaraan ketika berada di jalan arteri (jalan raya besar) (batas kecepatan 50km/ jam).*	7.86%	15.71%	35.71%	30.00%	10.71%
20	Saya melampaui batas kecepatan ketika berada di jalan lokal/perumahan (batas kecepatan 20km/ jam).*	16.43%	20.71%	37.14%	20.71%	5.00%
21	Saya mendahului kendaraan lain di persimpangan lampu merah dengan tujuan mengalahkan pengemudi lain.	37.86%	26.43%	25.71%	8.57%	1.43%
22	Saya melaju di antara 2 lajur lalu lintas kendaraan yang bergerak sangat cepat.*	18.57%	32.14%	35.00%	11.43%	2.86%
23	Saya terlibat dalam balapan liar dengan pengendara sepeda motor atau pengemudi mobil lain.	73.57%	10.00%	7.86%	3.57%	5.00%
24	Saya mengemudi terlalu cepat pada saat tikungan, sehingga Saya sendiri merasa takut/khawatir.	34.29%	30.00%	25.00%	10.00%	0.71%
25	Saya tidak berhenti saat sinyal lampu lalu lintas berwarna merah.	50.71%	25.00%	13.57%	5.00%	5.71%
26	Saya mengemudikan sepeda motor berlawanan arah arus di jalan.	47.14%	34.29%	14.29%	3.57%	0.71%
27	Saya mengemudikan sepeda motor di atas trotoar.	47.86%	39.29%	9.29%	2.86%	0.71%
28	Saya menggunakan telepon gengaman sambil mengemudikan sepeda motor.	44.29%	33.57%	14.29%	7.86%	0.00%
29	Saya merokok sambil mengendarai sepeda motor.	65.00%	20.71%	6.43%	2.14%	5.71%

No	Pertanyaan	Tidak Pernah 1	Jarang 2	Kadang-kadang 3	Sering 4	Selalu 5
30	Saya mengendarai sepeda motor saat mengonsumsi obat-obatan yang mungkin memengaruhi kemampuan mengemudikan sepeda motor.	71.43%	15.71%	11.43%	0.71%	0.71%
31	Saya menggunakan helm tanpa mengaitkan pengunci dagu.	47.14%	25.71%	14.29%	7.14%	5.71%
32	Saya membawa lebih dari 1 penumpang ketika mengendarai sepeda motor.	37.14%	34.29%	20.00%	7.86%	0.71%
33	Saya mengendarai sepeda motor yang rusak, sehingga mengganggu pergerakan kendaraan saya.	70.00%	19.29%	7.86%	2.86%	0.00%
34	Saya mengendarai sepeda motor tanpa menggunakan helm.*	25.00%	40.71%	30.00%	4.29%	0.00%
35	Saya membawa penumpang yang tidak menggunakan helm.*	12.86%	34.29%	39.29%	13.57%	0.00%
36	Saya berupaya untuk mengangkat roda depan pada sepeda motor (<i>wheelie</i>)	82.86%	8.57%	2.86%	3.57%	2.14%
37	Saya sengaja melakukan <i>wheel spin</i> (membuat efek roda belakang terus berputar dengan cara tertentu).	87.14%	5.71%	3.57%	2.14%	1.43%
38	Saya menabrak kendaraan yang sedang parkir hingga rusak lalu saya kabur tanpa bertanggung jawab.	87.86%	5.71%	3.57%	1.43%	1.43%

Berdasarkan hasil deskriptif berupa presentase responden jumlah yang menjawab skala 1 hingga 5, dapat terlihat bahwa pelanggaran yang sering dilakukan oleh pengendara sepeda motor berkaitan dengan kecepatan dan penggunaan helm. Pada *Global Status Report on Road Safety* (WHO, 2023) sebanyak 50% pengendara dari 48 negara melaporkan pernah berkendara melampaui batas kecepatan yang ditetapkan, serta sebanyak 26-47% pengendara mengaku pernah melanggar peraturan dengan berkendara tanpa menggunakan helm. Perilaku berkendara dengan kecepatan melebihi batas yang ditetapkan adalah salah satu perilaku berkendara tidak aman dengan fatalitas tinggi saat terjadi kecelakaan dan hal tersebut sering terjadi kepada pengendara dengan usia muda (WHO, 2023; Yoshida & Koyanagi, 2018). Selain itu, penggunaan helm juga menjadi penyumbang fatalitas tinggi untuk kecelakaan sepeda motor khususnya di negara berkembang dengan penegakan hukum yang masih rendah, tidak hanya penggunaan helm bagi pengendara tetapi penggunaan helm untuk penumpang (Satiennam et al., 2023; Siebert et al., 2021).

Tabel 3. Hasil Pengujian Anova.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	51.4432	37	1.390357	17.44732	5.34E-43	1.475451
Columns	3.755775	5	0.751155	9.426099	5.08E-08	2.262937
Error	14.74244	185	0.079689			
Total	69.94141	227				

Selain dilakukan pengolahan secara deskriptif dilakukan juga pengujian secara statistik yaitu menggunakan metode *Two Way Anova* dengan faktor kolom adalah usia pengendara (6 kelompok) dan faktor baris adalah 38 pertanyaan MRBQ dengan hasil dapat dilihat pada tabel 3. Nilai yang diuji adalah nilai rata-rata hasil kuesioner yang dikelompokkan berdasarkan kelompok usia. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil kelompok umur (kolom) dan hasil untuk setiap item pertanyaan (baris). Pengujian *post hoc analysis* dengan menggunakan *Tukey/ Pairwise Comparison* dilakukan untuk faktor usia dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4. Terdapat perbedaan yang signifikan antara usia produktif mulai masa remaja awal, remaja akhir, dewasa awal, hingga dewasa akhir dengan masa lansia awal dan lansia akhir. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan usia dan mungkin pengalaman berkendara berpengaruh pada perilaku pengendara, tetapi hasil perbedaan yang diberikan tidak dapat menyimpulkan perubahan tersebut kearah positif atau negatif. Hasil perbedaan terkait usia dapat mengarahkan pada usulan untuk dapat menanamkan budaya aman berkendara sejak dini karena hal tersebut akan berpengaruh pada budaya berkendara pada usia yang lebih matang. Penanaman budaya berkendara dapat dilakukan dengan memperbaiki prosedur pembuatan SIM yang lebih terarah tidak hanya pada keterampilan mengemudi tetapi juga pada etika dan norma saat mengemudi.

Tabel 4. Pengujian Tukey.

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence				
Usia	N	Mean	Grouping	
Masa Lansia Awal (46-55 Tahun)	38	2.27961	A	
Masa Dewasa Awal (26-35 Tahun)	38	2.10136	A	B
Masa Remaja Akhir (17-25 Tahun)	38	2.00623	B	C
Masa Dewasa Akhir (36-45 Tahun)	38	1.98297	B	C
Masa Remaja Awal (12-16 Tahun)	38	1.94361	B	C
Masa Lansia Akhir (56-65 Tahun)	38	1.88421		C

Means that do not share a letter are significantly different.

Penelitian ini memiliki kelemahan karena keterbatasan waktu untuk penyebaran kuesioner maka jumlah responden yang diperoleh belum terlalu maksimal. Jumlah responden yang lebih besar akan memberikan gambaran yang lebih menyeluruh dan hasil pengujian yang lebih reliabel. Penggunaan kuesioner untuk mengetahui perilaku pengendara memiliki kelemahan yaitu belum tentu dapat memberikan gambaran secara langsung perilaku yang dilakukan oleh pengendara selama berada di jalan raya. Alat ukur kuesioner juga memiliki tingkat subjektifitas yang tinggi dan responden cenderung untuk memberikan respon positif untuk perilaku berkendara yang mereka lakukan, sehingga diperlukan penelitian lapangan yang lebih reliabel untuk dapat melihat secara langsung perilaku pengendara sepeda motor di Indonesia, misalnya dengan menggunakan *Naturalistic Driving Study*. Tetapi, melalui penelitian ini dapat tergambar bahwa perilaku tidak aman masih dilakukan oleh pengendara sepeda motor, terutama berkendara melebihi batas kecepatan dan tidak memakai helm. Sehingga, untuk mengurangi perilaku tidak aman ini perlu dilakukan peningkatan penegakan hukum baik melalui pengawasan yang dilakukan secara langsung di jalan oleh petugas, cctv, atau penindakan tegas seperti penilangan yang dapat memberikan efek jera. Selain itu, menggiatkan edukasi tentang keselamatan berkendara juga penting dilakukan sehingga kebiasaan berkendara yang berkeselamatan bagi pengendara usia muda dapat ditingkatkan. Salah satu program yang dapat dilakukan adalah penyuluhan terkait budaya, etika, dan norma keselamatan berkendara yang disampaikan mulai dari usia sekolah, sehingga pelajar yang akan menjadi pengemudi aktif di masa depan dapat lebih bijak saat berkendara di jalan raya.

KESIMPULAN

Kuesioner yang disebarluaskan mampu memperoleh hasil 140 responden dengan mayoritas pengendara berada pada range usia 17-25 tahun. Jenis transmisi sepeda motor yang digunakan adalah *matic* dengan jenis kejadian yang pernah dialami adalah terjatuh, tergelincir dan menabrak. Hasil jawaban dari kuesioner MRBQ menunjukkan kecenderungan bahwa pengendara dapat berperilaku aman saat berkendara. Pelanggaran yang cenderung sering dilakukan oleh pengendara adalah melebihi batas kecepatan dan tidak menggunakan helm. Pelanggaran tersebut merupakan pelanggaran yang dapat berakibat fatal, sehingga membutuhkan penegakan peraturan hukum terkait batas kecepatan dan kedisiplinan penggunaan helm tidak hanya bagi pengendara tetapi juga untuk penumpang. Selain itu, dari hasil pengolahan data menggunakan pengujian *Two Way Anova* diperoleh bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara rata-rata jawaban yang diberikan antara kelompok usia dan antara setiap item pertanyaan. Perbedaan antara kelompok usia terjadi pada kelompok usia produktif antara 17-45 tahun dengan kelompok usia lebih dari 46 tahun keatas. Perbedaan tersebut tidak dapat secara langsung diartikan bahwa pengendara yang berusia lanjut memiliki perilaku yang lebih aman dibandingkan dengan pengendara dengan usia muda. Hasil ini dapat menjawab tujuan penelitian pendahuluan yaitu terkait perilaku pengendara yang sering dilakukan dan perbedaan perilaku antar usia pengendara. Selain itu, berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat tergambar bahwa kuesioner tidak dapat secara langsung memberikan gambaran yang lengkap tentang perilaku pengendara sepeda motor. Penelitian yang bersifat studi lapangan misalnya melalui pengamatan di tempat kritis (*sited based naturalistic study*) atau mengamati perilaku natural pengendara (*vehicle based naturalistic study*) dapat dilakukan untuk memberikan informasi dan karakteristik yang lebih lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Program Studi Teknik Industri dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Kristen Maranatha untuk segala dukungan baik secara materiil dan imateriil. Selain itu, terimakasih untuk alumni I Komang Witarasa Sentana untuk bantuan dan izin dalam penggunaan data yang telah dikumpulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Manan, M. M. (2014). Motorcycles entering from access points and merging with traffic on primary roads in Malaysia: Behavioral and road environment influence on the occurrence of traffic conflicts. *Accident Analysis & Prevention*, *70*, 301–313. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.04.009>
- Abdul Manan, M. M., & Várhelyi, A. (2015). Exploration of motorcyclists' behavior at access points of a Malaysian primary road – A qualitative observation study. *Safety Science*, *74*, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.005>
- Andrijanto, Itoh, M., & Sianipar, F. S. (2022). Behavioral aspects of safety culture: Identification of critical safety-related behaviors of motorcyclists in Indonesia's urban areas via the application of behavioral-based safety programs. *IATSS Research*, *46*(3), 353–369. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2022.04.001>
- Aupetit, S., Espié, S., & Bouaziz, S. (2015). Naturalistic study of riders' behaviour in lane-splitting situations. *Cognition, Technology & Work*, *17*(2), 301–313. <https://doi.org/10.1007/s10111-014-0293-z>
- Aupetit, S., Gallier, V., Riff, J., Espié, S., & Delgehier, F. (2016). Naturalistic study of the risky situations faced by novice riders. *Ergonomics*, *59*(8), 1109–1120. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1120887>
- Aupetit, S., Riff, J., Buttelli, O., & Espié, S. (2013). Naturalistic study of rider's behaviour in initial training in France: Evidence of limitations in the educational content. *Accident Analysis & Prevention*, *58*, 206–217. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.09.036>
- Aupetit, S., Riff, J., Gallier, V., & Espié, S. (2012). Conceptual and methodological tools for analyzing situations of vulnerability on the road: Examples from a motorcycle riding study. *Proceedings of the 30th European Conference on Cognitive Ergonomics*, 29–36. <https://doi.org/10.1145/2448136.2448143>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Badan Pusat Statistik*. <https://www.bps.go.id/indicator/17/513/1/jumlah-kecelakaan-korban-mati-luka-berat-luka-ringan-dan-kerugian-materi.html>
- Cheng, A. S.-K., & Ng, T. C.-K. (2010). Development of a Chinese Motorcycle Rider Driving Violation Questionnaire. *Accident Analysis & Prevention*, *42*(4), 1250–1256. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.01.018>
- de Craen, S., Doumen, M. J. A., & van Norden, Y. (2014). A different perspective on conspicuity related motorcycle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, *63*, 133–137. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.10.027>
- Elliott, M. A., Baughan, C. J., & Sexton, B. F. (2007). Errors and violations in relation to motorcyclists' crash risk. *Accident Analysis and Prevention*, *39*(3), 491–499. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.08.012>
- Green, M., & Senders, J. (2021). *Human Error in Road Accidents*. <https://www.visualexpert.com/Resources/roadaccidents.html>
- Huth, V., Füssl, E., & Risser, R. (2014). Motorcycle riders' perceptions, attitudes and strategies: Findings from a focus group study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *25*, 74–85. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.05.004>
- Jomnonkwao, S., Champahom, T., Se, C., Hantanong, N., & Ratanavaraha, V. (2023). Contributing factors to near-miss experiences of motorcyclists in Thailand: A random parameter probit model approach. *Heliyon*, *9*(12), e22625. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22625>
- Korlantas. (2022). *Polisi Lalu Lintas Dalam Angka Tahun 2021*. <https://k3i.korlantas.polri.go.id/assets/fe/doc/POLANTAS-DALAM-ANGKA-TAHUN-2021.pdf>

- Mansoor, U., Jamal, A., Su, J., Sze, N. N., & Chen, A. (2023). Investigating the risk factors of motorcycle crash injury severity in Pakistan: Insights and policy recommendations. *Transport Policy*, 139, 21–38. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.05.013>
- Motevalian, S. A., Asadi-Lari, M., Rahimi, H., & Eftekhar, M. (2011). *Validation of a persian version of motorcycle rider behavior questionnaire*. 55, 91–98. Scopus.
- Nugent, M., Savino, G., Mulvihill, C., Lenné, M., & Fitzharris, M. (2019). Evaluating rider steering responses to an unexpected collision hazard using a motorcycle riding simulator. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 66, 292–309. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.09.005>
- Pervez, A., Lee, J., & Huang, H. (2021). Identifying Factors Contributing to the Motorcycle Crash Severity in Pakistan. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/6636130>
- Putranto, L. S., & Anjaya, I. S. (2014). Initial development of Indonesian motorcycle rider behaviour. *Proceedings of the 9th Asia Pacific Conference on Transportation & the Environment*, 229–233. <https://doi.org/10.31705/APTE.2014.20>
- Putranto, L. S., Setyarini, N. L. P. S. E., Rostiana, R., & Bunawan, R. (2015). MOTORCYCLE RIDER BEHAVIOUR OF TARUMANAGARA UNIVERSITY LECTURER AND EMPLOYEE. *Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi; Vol 2 No 2 (2015): Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/PFSTPT/article/view/2927>
- Sakashita, C., Senserrick, T., Lo, S., Boufous, S., Rome, L. de, & Ivers, R. (2014). The Motorcycle Rider Behavior Questionnaire: Psychometric properties and application amongst novice riders in Australia. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 22, 126–139. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.10.005>
- Satiennam, T., Akapin, N., Satiennam, W., Kumphong, J., Kronprasert, N., & Ratanavaraha, V. (2023). Wrong way driving intention and behavior of young motorcycle riders. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 19, 100827. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100827>
- Siebert, F. W., Hellmann, L., Pant, P. R., Lin, H., & Trimpop, R. (2021). Disparity of motorcycle helmet use in Nepal – Weak law enforcement or riders’ reluctance? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 79, 72–83. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.04.005>
- Smiley, A., & Rudin-Brown, C. (Missy). (2021). Human Factors in Transportation. In *International Encyclopedia of Transportation* (pp. 331–345). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10148-4>
- Susilo, Y. O., Joewono, T. B., & Vandebona, U. (2015). Reasons underlying behaviour of motorcyclists disregarding traffic regulations in urban areas of Indonesia. *Accident Analysis & Prevention*, 75, 272–284. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.12.016>
- Trung Bui, H., Saadi, I., & Cools, M. (2020). Investigating on-road crash risk and traffic offences in Vietnam using the motorcycle rider behaviour questionnaire (MRBQ). *Safety Science*, 130. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104868>
- Uttra, S., Jomnonkwao, S., Watthanaklang, D., & Ratanavaraha, V. (2020). Development of Self-Assessment Indicators for Motorcycle Riders in Thailand: Application of the Motorcycle Rider Behavior Questionnaire (MRBQ). *Sustainability*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/su12072785>
- WHO. (2023). *Global status report on road safety 2023*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240086517>
- Wu, K.-F., Sasidharan, L., Thor, C. P., & Chen, S.-Y. (2018). Crash sequence based risk matrix for motorcycle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 117, 21–31. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.022>
- Yoshida, N., & Koyanagi, T. (2018). Empirical analysis of hazard perception and driving behaviors among high school and college students on motorcycles in Phnom Penh, Cambodia. *IATSS Research*, 42(4), 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2018.12.004>

HUBUNGAN ANTARA KUALITAS TIDUR DENGAN PRESTASI AKADEMIK MAHASISWA

(The Relationship Between Sleep Quality and Academic Performance Among College Student)

Mira Rahayu¹, Enda Anastasya²

^{1,2}Universitas Telkom
Bandung – Jawa Barat

mirarahayu@telkomuniversity.ac.id¹, endaanastasya@gmail.com²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pola tidur, kualitas tidur, dan hubungannya dengan prestasi akademik pada mahasiswa usia 21-25 tahun. Sebanyak 567 mahasiswa berpartisipasi dalam studi ini. Data dikumpulkan melalui kuesioner yang mencakup waktu tidur, durasi tidur, latensi tidur, gangguan tidur, penggunaan obat tidur, dan penilaian kualitas tidur subyektif. Kualitas tidur juga diukur menggunakan instrumen Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa (64%) tidur antara pukul 10-11 malam dengan rata-rata durasi tidur 5-6 jam, dan 84% di antaranya bangun sebelum pukul 6 pagi. Sebanyak 5% mahasiswa melaporkan menggunakan obat tidur. Mayoritas mahasiswa (44%) membutuhkan waktu 31-60 menit untuk tertidur, dengan gangguan tidur utama yang dialami adalah karena keinginannya (93%). Secara subyektif, 68% mahasiswa menilai kualitas tidur mereka cukup baik, namun pengukuran PSQI menunjukkan bahwa 89% mahasiswa memiliki kualitas tidur yang buruk. Analisis korelasi yang dilakukan tidak menemukan hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tidur yang diukur, seperti kualitas tidur subyektif, latensi tidur, durasi tidur, efisiensi tidur, gangguan tidur, penggunaan obat tidur, dan disfungsi siang hari, dengan prestasi akademik mahasiswa yang diukur melalui Indeks Prestasi Kumulatif (IPK). Semua nilai p yang diperoleh berada di atas 0,05, menunjukkan bahwa hubungan yang ditemukan tidak cukup kuat untuk dianggap signifikan secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun sebagian besar mahasiswa memiliki pola tidur yang cukup teratur, mayoritas di antara mereka dilaporkan memiliki kualitas tidur yang buruk berdasarkan pengukuran PSQI. Namun, kualitas tidur yang buruk tersebut tidak berhubungan signifikan dengan prestasi akademik mahasiswa. Hasil ini menyiratkan bahwa faktor-faktor lain, selain kualitas tidur, mungkin lebih berpengaruh terhadap prestasi akademik mahasiswa. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi variabel-variabel lain yang dapat mempengaruhi hubungan antara pola dan kualitas tidur dengan prestasi akademik mahasiswa.

. Kata kunci: Kualitas tidur, Pola tidur, Prestasi akademik, Mahasiswa, PSQI

ABSTRACT

This study aimed to investigate sleep patterns, sleep quality, and their relationship with academic performance in college students aged 21-25 years old. A total of 567 students participated in this study. Data were collected through a questionnaire that covered bedtime, sleep duration, sleep latency, sleep disturbances, sleep medication use, and subjective sleep quality assessment. Sleep quality was also measured using the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) instrument. The results showed that the majority of students (64%) slept between 10-11 PM with an average sleep duration of 5-6 hours, and 84% of them woke up before 6 AM. About 5% of students reported using sleep medication. Most students (44%) needed 31-60 minutes to fall asleep, with the main sleep disturbance being feeling cold (93%). Subjectively, 68% of students rated their sleep quality as fairly good, but the PSQI measurement showed that 89% of students had poor sleep quality. Correlation analysis found no significant relationship between the measured sleep variables, such as subjective sleep quality, sleep latency, sleep duration, sleep efficiency, sleep disturbances, sleep medication use, and daytime dysfunction, with students' academic performance measured by Grade Point Average (GPA). All p-values obtained were above 0.05, indicating that the relationships found were not strong enough to be considered statistically significant. These findings suggest that while most students have a relatively regular sleep pattern, the majority of them were reported to have poor sleep quality based on the PSQI measurement. However, this poor sleep quality was not significantly related to students' academic performance. These results imply that factors other than sleep quality may have a greater influence on students' academic achievement. Further research is needed to explore other variables that may affect the relationship between sleep patterns, sleep quality, and academic performance in college students.

Keywords: Sleep quality, Sleep Pattern, academic performance, college student, PSQI

PENDAHULUAN

Kualitas tidur yang baik merupakan faktor penting dalam menjaga kesejahteraan dan kinerja akademik mahasiswa. Tidur yang cukup dan berkualitas memainkan peran krusial dalam menjaga fungsi kognitif, konsentrasi, dan memori yang optimal. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, terdapat peningkatan kekhawatiran mengenai kualitas tidur yang buruk pada populasi mahasiswa. Pentingnya kualitas tidur bagi mahasiswa terletak dalam dampaknya terhadap pencapaian akademik, seperti nilai mata kuliah atau Indeks Prestasi Kumulatif (IPK). Beberapa studi sebelumnya menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kualitas tidur dan kinerja akademik pada mahasiswa. Namun, masih terdapat kekurangan penelitian yang secara rinci menginvestigasi hubungan ini, terutama dalam konteks mahasiswa di lingkungan universitas atau perguruan tinggi.

Lawson, H. J.(2019), Schmickler et al. (2023) menyebutkan bahwa kebiasaan tidur yang buruk dapat berdampak negatif pada nilai akademik mahasiswa karena dapat menyebabkan penurunan konsentrasi, daya ingat yang buruk, dan penurunan kemampuan kognitif secara keseluruhan. Selain itu, kurang tidur juga dapat menyebabkan peningkatan tingkat stres dan kelelahan, yang dapat mengganggu kemampuan belajar dan berprestasi secara keseluruhan. Selain itu faktor gaya hidup, faktor mental, sosial dan fisik juga memiliki peran penting dalam menentukan kualitas tidur mahasiswa (Wang, F., & Bíró, É. (2021).

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengelaborasi hubungan antara kualitas tidur dengan nilai mata kuliah atau IPK pada mahasiswa. Dengan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas tidur dan dampaknya terhadap pencapaian akademik, pendekatan yang tepat dalam meningkatkan kualitas tidur mahasiswa dapat dikembangkan.

Beberapa faktor yang berpotensi mempengaruhi kualitas tidur pada mahasiswa dapat meliputi gaya hidup yang tidak sehat, beban tugas yang berat, stres akademik, dan penggunaan teknologi sebelum tidur. Dalam konteks tersebut, studi ini juga akan menyelidiki faktor-faktor yang berhubungan dengan kualitas tidur mahasiswa, baik secara internal (seperti kebiasaan tidur dan pola makan) maupun eksternal (seperti lingkungan tidur dan penggunaan teknologi) (Maisa, 2021). Melalui pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara kualitas tidur dengan nilai mata kuliah atau IPK, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan intervensi atau program pendukung yang dapat meningkatkan kualitas tidur dan kinerja akademik mahasiswa. Dengan demikian, mahasiswa dapat mengoptimalkan potensi akademik mereka dan mencapai prestasi yang lebih baik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk menginvestigasi hubungan antara kualitas tidur mahasiswa yang diukur menggunakan Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) dan nilai Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) mahasiswa tahun akademik 2023/2024 di salah satu PTS di Jawa Barat. PSQI adalah alat pengukuran yang telah terbukti valid dan reliabel dalam mengevaluasi kualitas tidur individu.

Partisipan

Partisipan dalam penelitian ini adalah mahasiswa aktif sebanyak 567 mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan di salah satu PTS di Jawa Barat Sampel penelitian diambil secara acak dari berbagai jurusan dan tingkat semester yang berbeda. Kriteria inklusi untuk partisipan adalah mahasiswa yang memiliki IPK tercatat dan bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini dengan memberikan data tentang kualitas tidur mereka.

Instrumen Pengukuran

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) dan data IPK mahasiswa. PSQI adalah kuesioner self-report yang terdiri dari 19 item yang menggambarkan kualitas tidur partisipan dari bulan September 2023 sampai dengan Januari 2024. PSQI mencakup komponen seperti lamanya tidur, efisiensi tidur, latensi tidur, kualitas subjektif tidur, gangguan tidur, dan penggunaan obat tidur. Data IPK mahasiswa diperoleh dari catatan akademik yang tersedia di PTS pada tahun akademik 2023/2024, IPK digunakan sebagai indikator pencapaian akademik mahasiswa dalam penelitian ini.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama melibatkan distribusi PSQI kepada partisipan untuk mengumpulkan data tentang kualitas tidur mereka. PSQI diisi oleh partisipan secara mandiri dan mengambil waktu sekitar 10-15 menit untuk diselesaikan. Instruksi yang jelas diberikan kepada partisipan untuk memastikan pemahaman yang tepat tentang pertanyaan dalam PSQI. Tahap kedua melibatkan pengumpulan data IPK mahasiswa dari catatan akademik yang tersedia di universitas. Data IPK dikumpulkan dengan izin dan persetujuan yang sesuai dari pihak berwenang universitas.

Analisis Data

Data kualitas tidur yang diperoleh dari PSQI akan dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan analisis korelasi. Analisis deskriptif akan memberikan gambaran umum tentang kualitas tidur mahasiswa secara keseluruhan, termasuk rata-rata skor PSQI dan distribusi skor pada setiap komponen PSQI. Selanjutnya, analisis korelasi akan dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara skor PSQI dan IPK mahasiswa. Korelasi Pearson atau metode analisis korelasi yang sesuai akan digunakan untuk menentukan apakah ada hubungan yang signifikan antara kualitas tidur dan nilai IPK mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 567 mahasiswa yang ikut berpartisipasi dalam penelitian ini, dimana responden berusia 21-25 tahun. Berdasarkan hasil kuisioner terdapat 31(5%) mahasiswa tidur sebelum pukul 9 malam, 362 (64%) tidur diantara pukul 10 hingga pukul 11 malam dan 174 (31%) tidur setelah pukul 12 malam. Rata-rata durasi tidur yang dimiliki mahasiswa adalah 5-6 jam. Sebagian besar responden 474 (84%) bangun sebelum pukul 6 pagi, 85 (15%) bangun antara pukul 7 dan 9 pagi dan 8 (1%) bangun diatas pukul 10 pagi.

Komponen	Kategori	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Kualitas Tidur Subyektif	Sangat baik	42	7
	Cukup baik	388	68
	Cukup buruk	116	20
	Sangat buruk	21	4
Latensi Tidur	0	108	19
	1	207	37
	2	175	31
	3	77	14
Durasi Tidur (jam)	>7	119	21
	5-6	167	29
	6-7	248	44
	<5	33	6
Lama Tidur Efektif di ranjang (%)	>85	491	87
	75 - 84	33	6
	65 - 74	36	6
	<65	7	1
Gangguan Tidur	0	19	3
	1	457	81
	2	91	16
	3	0	0
Penggunaan Obat Tidur	Tidak menggunakan	540	95
	< 1 kali /minggu	19	3
	1 - 2 kali/minggu	7	1
	≥ 3 kali/seminggu	1	0
Disfungsi Siang Hari	0	7	1
	1	59	10
	2	254	45
	3	247	44
Total	≥ 6	507	89
	< 6	60	11

Tabel 1. Deskripsi statistik komponen Pittsburgh Indeks kualitas tidur (PSQI)

Dua puluh tujuh mahasiswa (5%), menggunakan obat tidur untuk meningkatkan tidur mereka. Latensi tidur kurang dari 15 menit dialami 108 (19%) mahasiswa, 16-30 menit dialami 207 (37%) mahasiswa, 31-60 menit dialami 175 (44%) mahasiswa, dan lebih dari 60 menit dialami 77 (14%) mahasiswa. Bangun dikarenakan kedinginan di malam hari merupakan penyebab utama gangguan tidur di malam hari. Dari responden, 526 (93%) mahasiswa terbangun dikarenakan kedinginan di malam hari. Mengenai kualitas tidur terdapat 42 (7%) mahasiswa menilai kualitas tidur mereka sangat baik, 388 (68%) mahasiswa menilai kualitas tidur mereka cukup baik, 116 (20%) mahasiswa menilai kualitas tidur mereka cukup buruk dan hanya 21 (4%) mahasiswa menilai kualitas tidur mereka sangat buruk. Namun perhitungan kualitas tidur menggunakan PSQI 507 (89%) mahasiswa memiliki skor ≥ 6 yang mengindikasikan kualitas tidur yang buruk. Hasil distribusi perhitungan PSQI dapat dilihat pada tabel 1

Berdasarkan hasil perhitungan, kualitas tidur mahasiswa secara keseluruhan menunjukkan permasalahan yang cukup signifikan. Temuan ini sejalan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang juga mengidentifikasi masalah serupa pada populasi mahasiswa. Studi yang dilakukan oleh Liu et.al (2021) terhadap 820 mahasiswa menemukan bahwa pentingnya kualitas tidur yang baik terhadap prestasi akademik, kesehatan mental. Evers K et.al (2020) melakukan penelitian terhadap 2462 siswa di Taiwan juga menemukan hal yang sama yaitu gangguan tidur dapat menyebabkan penurunan prestasi akademik yang nantinya dapat menyebabkan kelelahan yang lebih tinggi

Secara keseluruhan, temuan dari penelitian saat ini melengkapi bukti empiris yang menunjukkan bahwa masalah kualitas tidur merupakan isu penting yang perlu mendapatkan perhatian di kalangan mahasiswa. Intervensi komprehensif untuk meningkatkan kebersihan tidur dan promosi gaya hidup yang mendukung kualitas tidur yang baik sangat diperlukan untuk memastikan kesejahteraan dan keberhasilan akademik mahasiswa.

Data IPK di ambil pada rentang tahun akademik 2023/2034 dengan jumlah data 567 IPK mahasiswa. Dari data tersebut terdapat 4 data dengan IPK diantar 1.00 – 2.00, terdapat 4 data dengan IPK antara 2,00 – 2.5, terdapat 28 data dengan IPK 2.5 – 3,00 terdapat 150 data dengan IPK antara 3,00 – 3.50 dan 70 data dengan IPK diantara 3.50 – 4,00.

Uji korelasi yang dilakukan antara skor PSQI dengan performansi akademik mahasiswa menunjukkan korelasi negatif. Kualitas Tidur Subyektif memiliki koefisien korelasi -0.016 dengan nilai p sebesar 0.706. Latensi Tidur memiliki koefisien korelasi -0.009 dengan nilai p sebesar 0.831. Durasi Tidur (jam) memiliki koefisien korelasi -0.070 dengan nilai p sebesar 0.94. Lama Tidur Efektif di Ranjang (%) memiliki koefisien korelasi 0.027 dengan nilai p sebesar 0.52. Gangguan Tidur memiliki koefisien korelasi -0.041 dengan nilai p sebesar 0.331. Penggunaan Obat Tidur memiliki koefisien korelasi -0.027 dengan nilai p sebesar 0.529. Disfungsi Siang Hari memiliki koefisien korelasi -0.002 dengan nilai p sebesar 0.964. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tidur yang diukur dengan IPK mahasiswa. Semua nilai p berada di atas 0,05, menunjukkan bahwa hubungan yang ditemukan tidak cukup kuat untuk dianggap signifikan secara statistik.

Tabel 2. Hubungan antara kualitas tidur dengan IPK

Variable	IPK	
	Correlation Coefficient	p-value
Kualitas Tidur Subyektif	-0.016	0.706
Latensi Tidur	-0.009	0.831
Durasi Tidur (jam)	-0.070	0.94
Lama Tidur Efektif di ranjang (%)	0.027	0.52
Gangguan Tidur	-0.041	0.331
Penggunaan Obat Tidur	-0.027	0.529
Disfungsi Siang Hari	-0.002	0.964

Correlation is significant at 0.05.

Berdasarkan Tabel 2, tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara berbagai aspek kualitas tidur dengan Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) mahasiswa. Persepsi kualitas tidur subyektif, latensi tidur, durasi tidur, lama tidur efektif di ranjang, gangguan tidur, penggunaan obat tidur, dan disfungsi siang hari tidak menunjukkan korelasi

yang kuat dengan prestasi akademik yang diukur melalui IPK. Temuan ini berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan adanya hubungan antara kualitas tidur dan prestasi akademik (Onder et al 2014, Tonetti et.al 2015). W Sun et.al (2019) mendapatkan korelasi yang lebih jelas mengenai hubungan antara kualitas tidur dengan prestasi akademik yang dikaji melalui perbedaan kualitas tidur Ketika hari masuk kuliah dan kualitas tidur ketika akhir pekan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disajikan, dapat disimpulkan bahwa terdapat 567 mahasiswa berusia 21-25 tahun yang berpartisipasi. Sebagian besar mahasiswa (64%) tidur antara pukul 10-11 malam dengan rata-rata durasi 5-6 jam, dan 84% bangun sebelum pukul 6 pagi, meskipun 5% menggunakan obat tidur. Mayoritas mahasiswa (44%) membutuhkan waktu 31-60 menit untuk tertidur, dengan gangguan tidur utama karena kedinginan (93%). Secara subyektif, 68% menilai kualitas tidur cukup baik, namun pengukuran PSQI menunjukkan 89% memiliki kualitas tidur buruk. Namun, tidak ditemukan hubungan signifikan antara variabel tidur dengan prestasi akademik mahasiswa. Secara keseluruhan, meskipun memiliki pola tidur yang teratur, mahasiswa cenderung mengalami kualitas tidur yang buruk, meskipun hal ini tidak berdampak pada prestasi akademik mereka.

UCAPAN TERIMA KASIH

DAFTAR PUSTAKA

- Liu, X., Lang, L., Wang, R., Chen, W., Ren, X., Lin, Y., ... & Gu, Y. (2021). Poor sleep quality and its related risk factors among university students. *Annals of palliative medicine*, 10(4), 4479485-4474485.
- Liu, D., Kahathuduwa, C., & Vazsonyi, A. T. (2021). The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): Psychometric and clinical risk score applications among college students. *Psychological Assessment*, 33(9), 816.
- Memon, A. R., Gupta, C. C., Crowther, M. E., Ferguson, S. A., Tuckwell, G. A., & Vincent, G. E. (2021). Sleep and physical activity in university students: A systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, 58, 101482.
- Schmickler, J. M., Blaschke, S., Robbins, R., & Mess, F. (2023). Determinants of sleep quality: a cross-sectional study in university students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2019.
- Arbinaga, F., Fernández-Cuenca, S., Fernández-Ozcorta, E. J., Toscano-Hermoso, M. D., & Joaquin-Mingorance, M. (2019). Level of physical activity and sleep characteristics in university students. *Sleep Science*, 12(4), 265.
- Wang, J., Chen, Y., Jin, Y., Zhu, L., & Yao, Y. (2019). Sleep quality is inversely related to body mass index among university students. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 65, 845-850.
- Yildirim, S., Onder, N., & Avci, A. G. (2020). Examination of sleep quality and factors affecting sleep quality of a group of university students. *International Journal of Caring Sciences*, 13(2), 1431-1439.
- Saat, N. Z. M., Hanawi, S. A., Chan, K. S., Hanafiah, H., Teh, S. C., Aznan, S. R., ... & Zulkefli, Z. H. (2020). Sleep Quality among University Students: Associations between Demographic Factors and Physical Activity Level. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 9(3).
- Dongol, E., Shaker, K., Abbas, A., Assar, A., Abdelraoof, M., Saady, E., ... & Leschziner, G. (2022). Sleep quality, stress level and COVID-19 in university students; the forgotten dimension. *Sleep Science*, 15(S 02), 347-354.
- Sivertsen, B., Vedaa, Ø., Harvey, A. G., Glozier, N., Pallesen, S., Aarø, L. E., ... & Hysing, M. (2019). Sleep patterns and insomnia in young adults: A national survey of Norwegian university students. *Journal of sleep research*, 28(2), e12790.

- Lawson, H. J., Wellens-Mensah, J. T., & Attah Nantogma, S. (2019). Evaluation of sleep patterns and self-reported academic performance among medical students at the University of Ghana School of Medicine and Dentistry. *Sleep disorders, 2019*.
- Wang, F., & Bíró, É. (2021). Determinants of sleep quality in college students: A literature review. *Explore, 17*(2), 170-177.
- Maisa, E. A., Andrial, A., Murni, D., & Sidaria, S. (2021). Hubungan stres akademik dengan kualitas tidur mahasiswa keperawatan tingkat akhir program alih jenjang. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 21*(1), 438-444.
- Önder, İ., Beşoluk, Ş., İskender, M., Masal, E., & Demirhan, E. (2014). Circadian preferences, sleep quality and sleep patterns, personality, academic motivation and academic achievement of university students. *Learning and Individual Differences, 32*, 184-192.
- Sun, W., Ling, J., Zhu, X., Lee, T. M. C., & Li, S. X. (2019). Associations of weekday-to-weekend sleep differences with academic performance and health-related outcomes in school-age children and youths. *Sleep medicine reviews, 46*, 27-53.
- Tonetti, L., Natale, V., & Randler, C. (2015). Association between circadian preference and academic achievement: A systematic review and meta-analysis. *Chronobiology international, 32*(6), 792-801.
- Evers, K., Chen, S., Rothmann, S., Dhir, A., & Pallesen, S. (2020). Investigating the relation among disturbed sleep due to social media use, school burnout, and academic performance. *Journal of adolescence, 84*, 156-164.
- Liu, D., Kahathuduwa, C., & Vazsonyi, A. T. (2021). The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): Psychometric and clinical risk score applications among college students. *Psychological Assessment, 33*(9), 816-826



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

ANALISIS PERILAKU PENGEMUDI USIA MUDA TERKAIT DISTRAKSI BERBASIS MODEL PLS-SEM

(ANALYSIS OF YOUNG DRIVER BEHAVIOR RELATED TO DISTRACTIONS BASED ON PLS-SEM MODEL)

Safa Talitha Madani¹, Keishandra Nabila Junistya¹, Maya Arlini Puspasari¹, Billy Muhamad Iqbal¹, Danu Hadi Syaifullah¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

E-mail: mayaarlini@ui.ac.id

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas adalah penyebab utama kematian di seluruh dunia. Di Indonesia, jumlah kecelakaan lalu lintas terus meningkat setiap tahunnya. Faktor utama dalam peningkatan ini disebabkan oleh faktor manusia termasuk mengemudi dalam keadaan terdistraksi dan perilaku mengemudi yang berisiko. Selain itu, usia pengemudi dapat memengaruhi perilaku berkendara yang mana pengemudi berumur muda sangat rentan terhadap perilaku mengemudi berisiko. Penelitian ini meneliti hubungan antara perilaku mengemudi, usia, dan distraksi terhadap kecelakaan lalu lintas menggunakan metodologi Partial Least Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM). Penelitian ini menyimpulkan bahwa pelanggaran memiliki dampak langsung terhadap insiden kecelakaan, dan penyimpangan mengemudi secara langsung dipengaruhi oleh distraksi. Selain itu, pada kelompok pengemudi muda ditemukan bahwa pelanggaran bertindak sebagai perantara antara distraksi dan insiden lalu lintas. Berdasarkan hasil penelitian secara keseluruhan, telah dirumuskan beberapa rekomendasi yang diperkirakan dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan keselamatan jalan secara keseluruhan.

Kata kunci: Perilaku Mengemudi, Mengemudi dalam Keadaan Teralihkan, Pemodelan Persamaan Struktural (SEM), Kuesioner Perilaku Mengemudi (DBQ)

ABSTRACT

Traffic accidents are a leading cause of death worldwide. In Indonesia, the number of traffic accidents continues to rise each year. The primary factor in this increase is human error, including distracted driving and risky driving behaviors. Additionally, the age of the driver can influence driving behavior, with young drivers being particularly prone to risky driving behaviors. This study examines the relationship between driving behavior, age, and distractions on traffic accidents using methodologies such as Partial Least Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM). The study concludes that violations have a direct impact on traffic incidents, and driving deviations are directly influenced by distractions. Furthermore, it was found that for young drivers, violations mediate the relationship between distractions and traffic incidents. Based on the overall research findings, several recommendations have been formulated, which are projected to serve as alternatives to enhance overall road safety.

Keywords: Driving Behavior, Distracted Driving, Structural Equation Modeling (SEM), Driving Behavior Questionnaire (DBQ)

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas menempati peringkat kedelapan sebagai penyebab kematian terbesar di dunia. Menurut World Health Organization (2018), sekitar 1,35 juta orang meninggal setiap tahun akibat kecelakaan lalu lintas jalan. Di Indonesia, jumlah kecelakaan lalu lintas juga terus meningkat. Pada tahun 2021, kecelakaan lalu lintas di Indonesia meningkat sebesar 3,62% dibandingkan tahun 2020 (Kementerian Perhubungan RI, 2022). Peningkatan yang mengkhawatirkan ini dapat diatribusikan pada tiga faktor utama, dengan faktor manusia menyumbang 61% dari insiden ini (Kementerian Komunikasi dan Informatika RI, 2017). Faktor manusia ini mencakup perilaku mengemudi yang berisiko, yang telah banyak diteliti (Horberry et al., 2006; Lu et al., 2020; Mirón-Juárez et al., 2020; Sterkenburg & Jeon, 2020).

Perilaku mengemudi, yang dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal (Singh & Kathuria, 2021), adalah aspek kritis dari keselamatan jalan. Manchester Driving Behavior Questionnaire (DBQ) adalah alat yang banyak digunakan untuk menganalisis perilaku tersebut, termasuk kesalahan, kelalaian, dan pelanggaran (Hussain et al., 2023; Parker, West, et al., 1995; Reason et al., 1990).

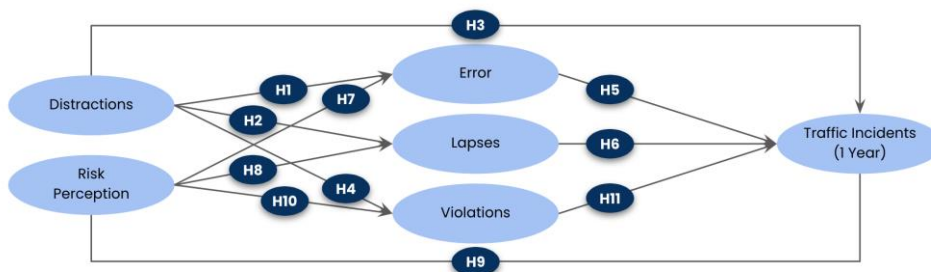
Faktor risiko signifikan dalam perilaku mengemudi adalah mengemudi dalam keadaan terdistraksi, yang melibatkan aktivitas yang mengalihkan perhatian dari mengemudi (Carney et al., 2018; Regan et al., 2011). Mengemudi dalam keadaan terdistraksi secara signifikan meningkatkan risiko kecelakaan (Feng et al., 2014; Kircher, 2007; Klauer et al., 2006; Ranney, 2008). Usia juga secara signifikan mempengaruhi perilaku mengemudi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arafa et al. (2020), pengemudi muda (young drivers) berusia 19 - 25 tahun cenderung lebih banyak tidak menggunakan sabuk pengaman, mengemudi sambil makan, dan mengemudi sambil merasa mengantuk dibandingkan dengan pengemudi paruh baya (middle-aged drivers) berusia 26 - 59 tahun. Sebaliknya, pengemudi tua (older drivers) berusia ≥ 60 tahun menunjukkan perilaku lebih berhati-hati ketika berkendara dan lebih sedikit dalam melakukan pelanggaran, kesalahan, dan penyimpangan, serta kemungkinan untuk mengemudi saat merasa ngantuk yang lebih kecil.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terkait hubungan antara perilaku mengemudi dan distraksi terhadap keselamatan di jalan raya, dan juga merumuskan rekomendasi untuk mengurangi risiko kecelakaan. Rekomendasi strategi untuk meningkatkan keselamatan di jalan raya menjadi output penelitian ini.

METODE

Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner daring yang disebarakan kepada pengemudi mobil pribadi yang secara rutin beraktivitas di DKI Jakarta. Kuesioner tersebut menggunakan skala Likert 5 poin untuk mengumpulkan informasi tentang demografi, perilaku mengemudi, jenis distraksi, tingkat persepsi risiko, serta data kecelakaan dan insiden yang dialami oleh responden selama setahun terakhir. Penelitian ini memiliki hipotesis bahwa distraksi secara signifikan memprediksi perilaku mengemudi berisiko, yang pada akhirnya dapat menyebabkan insiden lalu lintas. Studi ini memperbarui variabel seperti Lapses, serta Traffic Crashes untuk mencakup Traffic Incidents, yang meliputi kecelakaan dan hampir terjadi kecelakaan dalam setahun terakhir.

Variabel laten yang digunakan dalam penelitian ini adalah Distractions (DS), Risk Perception (RP), Error (E), Lapses (L), Violations (V), dan Traffic Incidents (TI). DS mengukur sejauh mana pengemudi terganggu, RP mengukur persepsi risiko dan pengetahuan tentang hukum lalu lintas, sementara E, L, dan V adalah subskala dari DBQ yang menilai perilaku mengemudi. TI mencakup riwayat kecelakaan dan hampir terjadi kecelakaan dari responden. Model konseptual, yang diilustrasikan dalam **Gambar 1**, mencakup 11 hipotesis yang diuji pada kelompok pengemudi muda yang mengacu pada model yang dikembangkan oleh Arevalo-Tamara et al. (2019).



Gambar 1. Model Konseptual Penelitian.

Rancangan hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini merinci asumsi-asumsi yang akan diuji untuk mengevaluasi hubungan antara berbagai variabel yang diteliti. Dalam **Tabel 1**, hipotesis-hipotesis tersebut diuraikan secara sistematis untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai prediksi dan arah hubungan yang diharapkan antara variabel laten.

Tabel 1. Hipotesis Penelitian

Hipotesis	Keterangan	Sumber
H1	<i>Distractions</i> memiliki dampak langsung terhadap <i>Error</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022
H2	<i>Distractions</i> memiliki dampak langsung terhadap <i>Lapses</i>	Feng et al., 2014
H3	<i>Distractions</i> memiliki dampak langsung terhadap <i>Traffic Incidents</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022

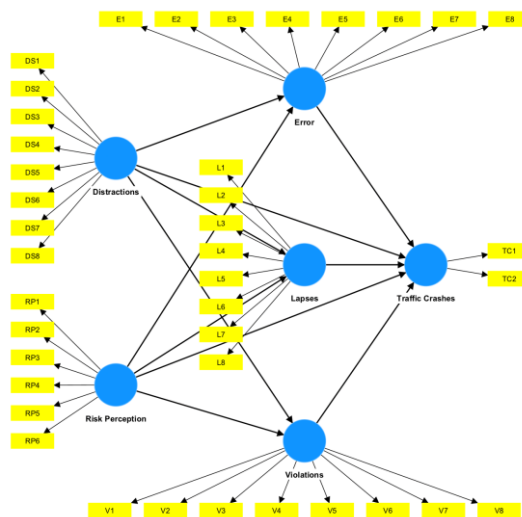
H4	<i>Distractions</i> memiliki dampak langsung terhadap <i>Violations</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022
H5	<i>Error</i> memiliki dampak langsung terhadap <i>Traffic Incidents</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022
H6	<i>Lapses</i> memiliki dampak langsung terhadap <i>Traffic Incidents</i>	Sullman et al., 2019
H7	<i>Risk Perception</i> memiliki dampak langsung negatif terhadap <i>Error</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022
H8	<i>Risk Perception</i> memiliki dampak langsung negatif terhadap <i>Lapses</i>	Liu et al., 2021
H9	<i>Risk Perception</i> memiliki langsung dampak negatif terhadap <i>Traffic Incidents</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022
H10	<i>Risk Perception</i> memiliki dampak langsung negatif terhadap <i>Violations</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022
H11	<i>Violations</i> memiliki dampak langsung terhadap <i>Traffic Incidents</i>	Arevalo-Tamara et al., 2022

Kuesioner, yang diadaptasi dari Arevalo-Tamara et al. (2022) dan dimodifikasi berdasarkan Wang & Xu (2019), mengukur enam variabel laten dan 41 indikator. Dalam pengisian kuesioner, responden menilai berbagai situasi menggunakan skala Likert: DBQ dan riwayat insiden lalu lintas menggunakan skala dari 1 (Tidak Pernah) hingga 5 (Selalu), RDS dari 1 (Tidak Mengganggu) hingga 5 (Sangat Mengganggu), dan RPRS dari 1 (Sangat Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju). Kuesioner telah diuji dengan sekelompok sampel untuk memastikan kejelasan, relevansi, dan untuk mendapatkan umpan balik sebelum divalidasi oleh para ahli. Dua ahli memvalidasi konten kuesioner untuk memastikan bahwa item tersebut secara akurat mencerminkan ukuran yang dimaksudkan, relevan, dan komprehensif. Responden dari penelitian ini merupakan pengemudi mobil pribadi yang tergolong dalam usia muda (19-25 tahun) di DKI Jakarta dengan SIM A yang valid. Ukuran sampel minimum 112 dihitung menggunakan metode inverse square root (Kock & Hadaya, 2018). Uji validitas dan reliabilitas dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics 29, mengonfirmasi bahwa semua indikator valid dan kuesioner reliabel dengan nilai Cronbach's alpha 0.875.

Analisis data dilakukan menggunakan PLS-SEM melalui SmartPLS 4, termasuk spesifikasi model, evaluasi model pengukuran (*outer model*), evaluasi model struktural (*inner model*), dan pengujian hipotesis. Selanjutnya, strategi dikembangkan berdasarkan hubungan signifikan dan analisis hipotesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 314 responden, terdapat 142 responden yang dianggap valid dan dapat diproses menggunakan metode PLS-SEM. Jumlah tersebut sudah mencukupi jumlah minimum perhitungan menggunakan metode inversed square root untuk PLS-SEM (Kock & Hadaya, 2018). Model pengukuran melibatkan indikator untuk mengukur variabel laten seperti *Error* (E), *Lapses* (L), *Violations* (V), *Distractions* (DS), *Risk Perception* (RP), dan *Traffic Incidents* (TI). Model struktural menunjukkan bahwa variabel laten *Error* (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, dan E8) *Lapses* (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, dan L8) dan *Violations* (V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, dan V8) dipengaruhi secara langsung oleh *Distractions* (DS1, DS2, DS3, DS4, DS5, DS6, DS7, dan DS8) dan *Risk Perception* (RP1, RP2, RP3, RP4, RP5, RP6, dan RP7), sementara *Traffic Incidents* (T11 dan T12) dipengaruhi oleh E, L, V, DS, dan RP.



Gambar 2. Model PLS-SEM

Evaluasi model pengukuran dilakukan untuk menguji validitas dan reliabilitas konstruk yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan model reflektif. Pengujian meliputi uji reliabilitas indikator, reliabilitas konsistensi internal, validitas konvergen, dan validitas diskriminan, masing-masing dengan pendekatan dan persyaratan berbeda. Selanjutnya, reliabilitas konsistensi internal diuji menggunakan Composite Reliability (CR) dan Cronbach’s alpha (CA), dengan nilai antara 0,60 dan 0,70 dianggap dapat diterima untuk penelitian eksploratori (J. F. Hair et al., 2021). Validitas konvergen diuji melalui nilai Average Variance Extracted (AVE), di mana variabel dianggap valid jika $AVE \geq 0,50$ (Hair Jr et al., 2022). Berdasarkan pengujian, semua hasil memenuhi syarat yang direkomendasikan, menunjukkan bahwa indikator yang tersisa valid dengan nilai $> 0,4$, dan variabel laten pada model diterima, dengan perbedaan antar variabel laten yang digunakan pada model.

Evaluasi model struktural dilakukan untuk menguji hubungan antara variabel eksogen dan endogen. Uji yang dilakukan meliputi kolinearitas berganda, koefisien determinasi, relevansi prediktif, dan uji path coefficient. Kolinearitas berganda diuji dengan Variance Inflation Factor (VIF) < 3 , menunjukkan tidak ada masalah kolinearitas (J. F. Hair et al., 2021). Koefisien determinasi dilihat melalui nilai R^2 , dengan rentang 0 hingga 1, di mana nilai lebih tinggi menunjukkan kekuatan prediksi yang lebih besar (J. F. Hair et al., 2021). Uji signifikansi model dilakukan untuk menilai apakah hubungan antar variabel laten signifikan secara statistik (Sarstedt et al., 2017b). Hipotesis dianggap diterima jika nilai t-statistik lebih besar dari 1,96 dan p-values kurang dari 0,05 (Hair et al., 2011). Hasil pengujian menunjukkan bahwa empat hipotesis diterima pada yaitu H1, H2, H4, dan H11. Hasil pengujian menunjukkan semua nilai memenuhi syarat yang direkomendasikan, tidak ada masalah kolinearitas, dan variabel laten endogen pada model memiliki kemampuan prediktif.

Tahap pengujian signifikansi model bertujuan untuk menentukan apakah hubungan antara variabel laten memiliki signifikansi statistik (Sarstedt et al., 2017b). Hipotesis dapat diterima jika nilai t-statistik lebih besar dari 1,96 dan nilai p-value tidak lebih dari 0,05 (J. F. Hair et al., 2011). Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan metode bootstrapping dengan skema two-tailed test pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0.05$). Hasil pengujian hipotesis untuk kelompok umur muda ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Hipotesis

Hipotesis	t-value	p-value	Keterangan
H1: Distractions → Error	5.686	0.000	Diterima
H2: Distractions → Lapses	6.577	0.000	Diterima
H3: Distractions → Traffic Incidents	1.358	0.175	Ditolak
H4: Distractions → Violations	3.562	0.000	Diterima
H5: Error → Traffic Incidents	0.870	0.384	Ditolak

H6: <i>Lapses</i> → <i>Traffic Incidents</i>	0.458	0.647	Ditolak
H7: <i>Risk Perceptions</i> → <i>Error</i>	1.760	0.078	Ditolak
H8: <i>Risk Perceptions</i> → <i>Lapses</i>	1.672	0.095	Ditolak
H9: <i>Risk Perceptions</i> → <i>Traffic Incidents</i>	0.524	0.600	Ditolak
H10: <i>Risk Perceptions</i> → <i>Violations</i>	0.171	0.864	Ditolak
H11: <i>Violations</i> → <i>Traffic Incidents</i>	3.286	0.001	Diterima

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa 4 hipotesis diterima: H1, H2, H4, dan H11. H1 menyatakan bahwa *Distractions* memiliki dampak langsung terhadap *Error* dalam mengemudi, terutama pada pengemudi muda yang rentan terhadap distraksi. H2 menunjukkan bahwa *Distractions* memengaruhi keterlambatan *Lapses*, yang disebabkan oleh kurangnya pengalaman dan kematangan kognitif pengemudi muda. H4 menyatakan bahwa *Distractions* mempengaruhi *Violations* seperti melampaui batas kecepatan dan mengabaikan lampu merah. H11 menunjukkan bahwa *Violations* berdampak langsung pada *Traffic Incidents*, meningkatkan risiko situasi berbahaya di jalan raya.

Selain itu, ditemukan adanya mediasi pada hasil hipotesis pengemudi muda, yaitu *Violations* bertindak sebagai perantara antara *Distractions* dan *Traffic Incidents*. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah kecenderungan pengemudi yang lebih muda untuk melakukan lebih banyak pelanggaran lalu lintas yang juga dipengaruhi oleh distraksi (Arevalo-Tamara et al., 2022). Temuan ini konsisten dengan penelitian Arevalo-Tamara et al. (2022), yang menemukan bahwa pelanggaran berperan sebagai mediasi antara distraksi dan tingkat kecelakaan lalu lintas yang dilaporkan sendiri dalam lima tahun terakhir.

PERUMUSAN REKOMENDASI

Strategi dirancang berdasarkan hubungan signifikan antar variabel laten, analisis hipotesis, dan studi literatur. Hasil perancangan ini menghasilkan beberapa rekomendasi yaitu:

- Melibatkan orang tua dan instruktur mengemudi profesional dalam memberikan program edukasi mengenai sikap aman dalam mengemudi dengan mengadaptasikan program *Goals for Driver Education*
- Menerapkan kebijakan yang mencakup edukasi untuk meningkatkan kesadaran tentang dampak distraksi pada pengemudi, misal melalui media dan buku pegangan pelajar
- Penegakan hukum dan pencatatan sistematis tentang keberadaan dan jenis distraksi di jalan yang berkontribusi terhadap kecelakaan untuk tujuan pengawasan
- Penegakan peraturan lalu lintas secara ketat terkait distraksi mengemudi yang dikhususkan pada pengemudi muda untuk meminimalisir *slip* dan *lapses*
- Intervensi dini menggunakan kombinasi *in-vehicle technology* dan keterlibatan keluarga/orang tua melalui pemantauan berkala
- Intervensi berupa gamifikasi pada *smartphone* untuk meningkatkan kepatuhan pengemudi muda pada kegiatan lalu lintas dan keberlanjutan berkendara yang aman
- Melakukan kampanye mengenai *speeding* dan keselamatan lalu lintas jalan melalui pemanfaatan *smartwatches* pada pengemudi pria muda

KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan sebuah model yang menghubungkan distraksi, usia, dan perilaku mengemudi dengan kecelakaan/insiden lalu lintas pada pengemudi muda (19-25 tahun) dan mengusulkan strategi untuk meningkatkan keselamatan jalan. Temuan menunjukkan bahwa beberapa hipotesis didukung sedangkan yang lain tidak. Hipotesis terjawab yang mana *Distractions* secara langsung memengaruhi *Error*, *Lapses*, *Violations*, dan *Violations* secara langsung memengaruhi *Traffic Incidents*. Selain itu, mediasi diidentifikasi di mana *Violations* berperan sebagai perantara antara *Distractions* dan *Traffic Incidents*.

Berdasarkan hasil analisis PLS-SEM, terdapat beberapa rekomendasi yang disarankan untuk dilakukan oleh pengemudi muda yaitu melibatkan orang tua dan instruktur mengemudi profesional dalam memberikan program

edukasi mengenai sikap aman dalam mengemudi dengan mengadaptasi program *Goals for Driver Education*, melaksanakan kebijakan edukasi untuk meningkatkan kesadaran tentang efek distraksi pada pengemudi, misalnya melalui kampanye media dan buku panduan siswa, dan meningkatkan dan menegakkan penggunaan kamera untuk mendeteksi pelanggaran di jalan dengan mempertimbangkan konteks geografis. Rekomendasi ini bertujuan untuk menurunkan tingkat kecelakaan dan meningkatkan keselamatan mengemudi secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah PUTI Q1 tahun 2023 yang didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Universitas Indonesia, Nomor NKB-524/UN2. RST/HKP.05.00/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Arafa, A., Saleh, L. H., & Senosy, S. A. (2020). Age-related differences in driving behaviors among non-professional drivers in Egypt. *PLOS ONE*, *15*(9), e0238516. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238516>
- Arevalo-Tamara, A., Caicedo, A., Orozco-Fontalvo, M., & Useche, S. A. (2022). Distracted driving in relation to risky road behaviors and traffic crashes in Bogota, Colombia. *Safety Science*, *153*, 105803. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105803>
- Carney, C., Harland, K. K., & McGehee, D. V. (2018). Examining teen driver crashes and the prevalence of distraction: Recent trends, 2007–2015. *Journal of Safety Research*, *64*, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2017.12.014>
- Feng, J., Marulanda, S., & Donmez, B. (2014). Susceptibility to Driver Distraction Questionnaire. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *2434*(1), 26–34. <https://doi.org/10.3141/2434-04>
- Hair, J., Hult, G., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed). SAGE Publications, Inc.
- Horberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J., & Brown, J. (2006). Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, *38*(1), 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.09.007>
- Hussain, B., Miwa, T., Sato, H., & Morikawa, T. (2023). Subjective evaluations of self and others' driving behaviors: A comparative study involving data from drivers in Japan, China, and Vietnam. *Journal of Safety Research*, *84*, 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.11.007>
- Kementerian Komunikasi dan Informatika RI. (2017). *Rata-rata Tiga Orang Meninggal Setiap Jam Akibat Kecelakaan Jalan*. https://www.kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr
- Kementerian Perhubungan RI. (2022, March 23). *FOCUS GROUP DISCUSSION: SIDANG PARA PAKAR KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN*. https://www.youtube.com/watch?v=Q7qf_XHwC-0
- Kircher, K. (2007). *Driver distraction : a review of the literature*.
- Kircher, K. (2007). *Driver distraction : a review of the literature*.
- Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., & Ramsey, D. J. (2006). *The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data*.
- Kock, N., & Hadaya, P. (2018). Minimum sample size estimation in PLS-SEM: The inverse square root and gamma-exponential methods. *Information Systems Journal*, *28*(1), 227–261.
- Liu, J., Wang, C., Liu, Z., Feng, Z., & Sze, N. N. (2021). Drivers' Risk Perception and Risky Driving Behavior under Low Illumination Conditions: Modified Driver Behavior Questionnaire (DBQ) and Driver Skill Inventory (DSI). *Journal of Advanced Transportation*, *2021*, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2021/5568240>
- Lu, D., Guo, F., & Li, F. (2020). Evaluating the causal effects of cellphone distraction on crash risk using propensity score methods. *Accident Analysis & Prevention*, *143*, 105579. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105579>

- Mirón-Juárez, C. A., García-Hernández, C., Ochoa-Ávila, E., & Díaz-Grijalva, G. R. (2020). Approaching to a structural model of impulsivity and driving anger as predictors of risk behaviors in young drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 72, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.05.006>
- Parker, D., West, R., Stradling, S., & Manstead, A. S. R. (1995). Behavioural characteristics and involvement in different types of traffic accident. *Accident Analysis & Prevention*, 27(4), 571–581. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(95\)00005-K](https://doi.org/10.1016/0001-4575(95)00005-K)
- Ranney, T. A. (2008). *Driver Distraction: A Review of the Current State-of-Knowledge*.
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction? *Ergonomics*, 33(10–11), 1315–1332. <https://doi.org/10.1080/00140139008925335>
- Regan, M. A., Hallett, C., & Gordon, C. P. (2011). Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accident Analysis & Prevention*, 43(5), 1771–1781. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.04.008>
- Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2017). Partial Least Squares Structural Equation Modeling. In *Handbook of Market Research* (pp. 1–40). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-1
- Singh, H., & Kathuria, A. (2021). Analyzing driver behavior under naturalistic driving conditions: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 150, 105908. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105908>
- Sterkenburg, J., & Jeon, M. (2020). Impacts of anger on driving performance: A comparison to texting and conversation while driving. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 80, 102999. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102999>
- Sullman, M. J. M., Stephens, A. N., & Taylor, J. E. (2019). Dimensions of aberrant driving behaviour and their relation to crash involvement for drivers in New Zealand. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 66, 111–121. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.08.024>
- Wang, X., & Xu, X. (2019). Assessing the relationship between self-reported driving behaviors and driver risk using a naturalistic driving study. *Accident Analysis & Prevention*, 128, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.03.009>
- World Health Organization. (2018). *Global Status Report on Road Safety 2018*.

ANALISIS PERILAKU PENGENDARA MOTOR BERDASARKAN FAKTOR DISTRAKSI DENGAN METODE PLS-SEM

(ANALYSIS OF MOTORCYCLE RIDERS BEHAVIOR BASED ON DISTRACTION FACTORS USING THE PLS-SEM METHOD)

Beryl Putra Sanjaya¹, Ahmad Ghanny¹, Erlinda Muslim¹, Maya Arlini Puspasari¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

E-mail: erlinda@eng.ui.ac.id

ABSTRAK

Sepeda motor adalah kendaraan yang umum dimiliki di seluruh dunia, dengan lebih dari 300 juta unit tersebar di berbagai negara. Di Indonesia, khususnya di wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi, kepemilikan sepeda motor sangat tinggi, mencapai sekitar 85% dari jumlah rumah tangga. Namun, tingginya jumlah sepeda motor juga berbanding lurus dengan tingkat kecelakaan lalu lintas yang melibatkan kendaraan ini. Lebih dari 80% kecelakaan di jalan raya terjadi dengan melibatkan sepeda motor, dimana sebagian besar disebabkan oleh kesalahan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model keselamatan bagi pengendara sepeda motor pribadi dan pengemudi ojek online menggunakan *Partial Least Square Structural Equation Modeling* (PLS-SEM). Untuk mengevaluasi perilaku pengendara, digunakan *Motorcycle Rider Behavior Questionnaire* (MRBQ).

Kata kunci: Motorcycle Rider Behavior Questionnaire (MRBQ), Partial Least Square Structural Equation Modeling, Perilaku Berkendara

ABSTRACT

Motorcycles are commonly owned vehicles worldwide, with over 300 million units spread across various countries. In Indonesia, particularly in the Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi areas, motorcycle ownership is very high, reaching approximately 85% of households. However, the high number of motorcycles also correlates with the rate of traffic accidents involving these vehicles. More than 80% of road accidents involve motorcycles, with the majority being caused by human error. This study aims to develop a safety model for private motorcycle riders and online motorcycle taxi drivers using Partial Least Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM). The Motorcycle Rider Behavior Questionnaire (MRBQ) is used to evaluate rider behavior.

Keywords: Motorcycle Rider Behavior Questionnaire (MRBQ), Partial Least Square Structural Equation Modeling, Driving Behavior

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas menempati peringkat kedelapan sebagai penyebab kematian terbesar di dunia. Menurut World Health Organization (2018), sekitar 1,35 juta orang meninggal setiap tahun akibat kecelakaan lalu lintas jalan. Di Indonesia, jumlah kecelakaan lalu lintas juga terus meningkat. Pada tahun 2021, kecelakaan lalu lintas di Indonesia meningkat sebesar 3,62% dibandingkan tahun 2020 (Kementerian Perhubungan RI, 2022).

Peningkatan yang mengkhawatirkan ini dapat diatribusikan pada tiga faktor utama, dengan faktor manusia menyumbang 61% dari insiden ini (Kementerian Komunikasi dan Informatika RI, 2017). Faktor manusia ini mencakup perilaku mengemudi yang berisiko, yang telah banyak diteliti (Horberrry et al., 2006; Lu et al., 2020; Mirón-Juárez et al., 2020; Sterkenburg & Jeon, 2020).

Perilaku mengemudi, yang dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal (Singh & Kathuria, 2021), adalah aspek kritis dari keselamatan jalan. Manchester Driving Behavior Questionnaire (DBQ) adalah alat yang banyak digunakan untuk menganalisis perilaku tersebut, termasuk kesalahan, kelalaian, dan pelanggaran (Hussain et al., 2023; Parker, West, et al., 1995; Reason et al., 1990). Untuk menilai perilaku pengendara motor, lebih khususnya digunakan kuesioner MRBQ (Motorcycle Rider Behavior Questionnaire) yang terdiri dari 4 aspek, yakni: *speed violation*, *error*, *stunts*, dan *riding equipment* (Elliott et al., 2007).

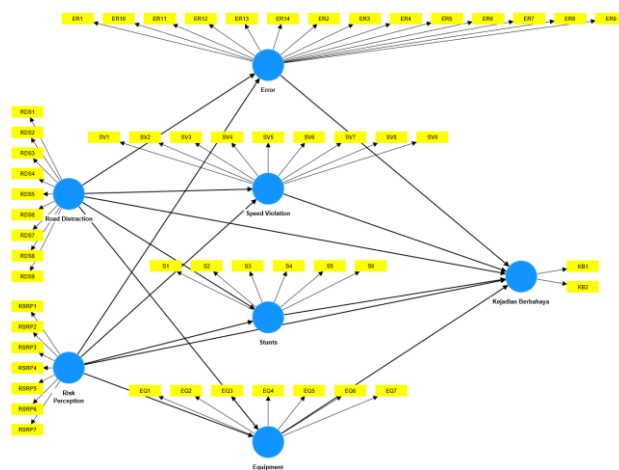
Berdasarkan informasi dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), mayoritas kecelakaan lalu lintas di Indonesia disebabkan oleh kecelakaan sepeda motor, yang menyumbang lebih dari 80% dari total kecelakaan jika dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Di DKI Jakarta, angka kecelakaan sepeda motor masih tinggi, seperti yang disampaikan oleh Badan Pusat Statistik tahun 2021 yang mencatat sekitar 4,507 ribu korban kecelakaan sepeda motor. Pengendara ojek online juga berisiko mengalami kecelakaan, seperti yang terjadi pada tahun 2017 di mana ada 103 kasus kecelakaan yang disebabkan oleh pengendara sepeda motor yang teralihkn perhatiannya oleh layar smartphone mereka saat menggunakan fitur GPS untuk mencari alamat pelanggan. KNKT mencatat bahwa faktor manusia menjadi penyebab utama kecelakaan, sedangkan pengaruh faktor kendaraan dan kondisi jalan terbilang rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku pengendara motor yang berkaitan dengan aspek distraksi menggunakan pemodelan PLS-SEM. Luaran dari penelitian ini diharapkan dapat merancang rekomendasi yang sesuai untuk menurunkan risiko kecelakaan di jalan raya, khususnya untuk pengendara ojek online.

METODE

Responden penelitian ini merupakan pengguna motor pribadi dan ojek online yang memiliki usia dari 17 - 59 tahun dan wajib memiliki SIM C. Kuesioner yang diberikan dengan perilaku pengendara motor saat berkendara meliputi error, pelanggaran kecepatan, aksi berbahaya di jalan, perlengkapan berkendara, distraksi yang dialami saat berkendara, dan pemahaman pengendara terhadap risiko di jalan serta kejadian berbahaya yang dialami saat berkendara dalam satu tahun terakhir, seperti kasus kecelakaan atau insiden saat berkendara Kuesioner yang diberikan disusun berdasarkan penelitian perilaku berkendara yang sudah dilakukan oleh Andrea Arevalo-Tamara (2022). Kuesioner yang diberikan bersifat self report sehingga kuesioner diisi sesuai dengan pengalaman yang dialami oleh responden.

Penelitian ini menggunakan Motorcycle Rider Behavior Questionnaire untuk mengetahui perilaku pengendara motor di jalan (Elliot et al., 2007). Pada Motorcycle Rider Behavior Questionnaire terdapat beberapa variabel yang dapat mempengaruhi perilaku pengendara motor, seperti Error, Speed Violations, Stunts, dan Safety Equipment. Terdapat 7 variabel laten yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Road Distraction Scale (RDS), Risk Perception and Regulation Scale (RSRP), Error (E), Speed Violation (SV), Stunts (S), Equipment (E), dan Kejadian Berbahaya yang Dialami di Jalan Dalam 1 Tahun Terakhir (KB). Berikut merupakan model yang dikembangkan pada penelitian ini.



Gambar 1. Model Konseptual Penelitian.

Berdasarkan model terdapat 14 hipotesis yang dikembangkan, yaitu

Tabel 1. Hipotesis Penelitian

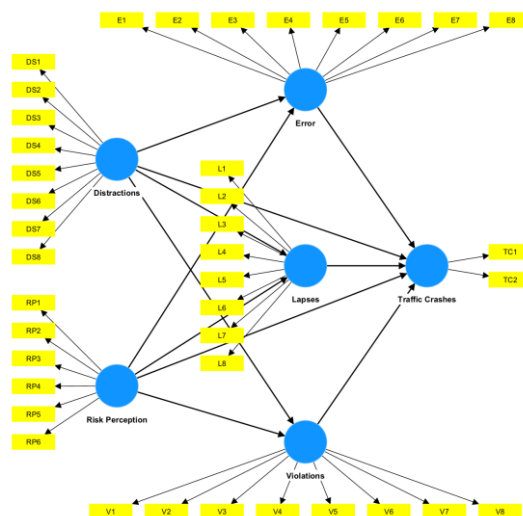
Hipotesis	Keterangan	Sumber
H0	Tidak ada pengaruh signifikan antar tiap variabel	
H1	Distraksi memiliki pengaruh signifikan terhadap <i>error</i> saat berkendara (E)	Arevalo-Tamara et al., 2022
H2	Distraksi memiliki pengaruh signifikan terhadap pelanggaran kecepatan.	Arevalo-Tamara et al., 2022
H3	Distraksi memiliki pengaruh signifikan terhadap aksi berbahaya di jalan.	Arevalo-Tamara et al., 2022
H4	Distraksi memiliki pengaruh signifikan terhadap perlengkapan berkendara	Arevalo-Tamara et al., 2022
H5	Distraksi memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya di jalan dalam 1 tahu terakhir.	Arevalo-Tamara et al., 2022
H6	Persepsi risiko memiliki pengaruh signifikan terhadap <i>error</i> saat berkendara	Arevalo-Tamara et al., 2022
H7	Persepsi risiko memiliki pengaruh signifikan terhadap pelanggaran kecepatan di jalan	Arevalo-Tamara et al., 2022
H8	Persepsi risiko memiliki pengaruh signifikan terhadap aksi berbahaya di jalan	Arevalo-Tamara et al., 2022
H9	Persepsi risiko memiliki pengaruh signifikan terhadap penggunaan perlengkapan berkendara di jalan.	Arevalo-Tamara et al., 2022
H10	Persepsi risiko memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya yang dialami di jalan dalam 1 tahun terakhir	Arevalo-Tamara et al., 2022
H11	<i>Errors</i> memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya di jalan yang dialami dalam 1 tahun terakhir.	(J. Hankey, 1999)
H12	Pelanggaran kecepatan memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya di jalan yang dialami dalam 1 tahun terakhir	(Wegman dan Aarts, 2006)
H13	Aksi berbahaya di jalan terhadap kejadian berbahaya yang dialami di jalan dalam 1 tahun terakhir..	(Zhang et.al, 2018)
H14	Perlengkapan berkendara memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya yang dialami di jalan dalam 1 tahun terakhir.	(Kelly et.al, 1991)

Kuesioner yang diberikan terdiri dari beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan perilaku berkendara pengemudi motor (Motorcycle Rider Behavior Questionnaire) (Sakashita et al., 2014), pengaruh distraksi saat berkendara (Risk Distraction Scale) (Useche et al., 2018), dan pemahaman pengendara terhadap risiko di jalan raya saat berkendara (Risk Perception and Regulation Scale) (Useche et al., 2018). Butir pertanyaan pada Motorcycle Rider Behavior Questionnaire diisi menggunakan skala Likert dari 1 (Tidak pernah), 2 (Jarang), 3 (Terkadang), 4 (Sering), dan 5 (Selalu). Analisis data dilakukan menggunakan PLS-SEM melalui SmartPLS 4, termasuk spesifikasi model, evaluasi model pengukuran (*outer model*), evaluasi model struktural (*inner model*), dan pengujian hipotesis. Kemudian, strategi dikembangkan berdasarkan hubungan signifikan dan analisis hipotesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai minimum koefisien jalur diperoleh berdasarkan model acuan Arevalo-Tamara et al. (2022) sebesar 0.235. Kemudian jumlah sampel minimum diolah dengan menggunakan persamaan inverse square root dengan

signifikansi 5%. Berdasarkan metode tersebut ditemukan bahwa jumlah minimum sampel pada penelitian ini adalah sebanyak 112 responden. Pada penelitian ini diperoleh responden sebanyak 179 orang responden pengendara motor ojek online. Kedua jumlah responden tersebut melebihi jumlah minimum sampel sehingga data yang diperoleh dapat diolah ke tahapan selanjutnya.



Gambar 2. Model PLS-SEM

MODEL PENGUKURAN (*OUTER MODEL*)

Pengujian *indicator reliability model* dilakukan untuk mengetahui bagaimana setiap varians pada masing-masing indikator dijelaskan dengan variabel konstruk dengan melihat nilai outer loading pada model yang dikembangkan. Terdapat syarat pada outer loading bahwa nilai outer loading harus berada di atas 0.7 (Hair et al., 2011). Jika outer loading memiliki nilai 0.4 - 0.7 maka disarankan untuk dihapus jika dapat meningkatkan nilai validitas dan reliabilitas model. Sedangkan nilai outer loading yang berada di bawah 0.4 maka harus dihapus dari model pengukuran (Hair, Hult, Ringle, & Sarstedt, 2022). Setelah dilakukan eliminasi, nilai outer loading mengalami peningkatan dan seluruh outer loading telah melewati syarat yaitu berada di atas 0.7. Pada model pengendara *ojek online* dari 54 indikator yang digunakan hanya terdapat 18 indikator yang tersisa, yaitu KB1, KB2, EQ3, EQ6, EQ7, ER6, ER7, ER8, RDS1, RDS6, RSRP2, RSRP3, RSRP5, RSRP6, RSRP7, SV5, SV7, dan SV9.

Pengujian reliabilitas dilakukan dengan mencari nilai Cronbach's Alpha dan composite reliability rho. Kedua nilai tersebut memiliki syarat yang sama yaitu semakin besar nilai menunjukkan semakin besar nilai reliabilitas. Nilai reliabilitas yang berada pada rentang 0.6 - 0.7 dianggap dapat diterima dalam penelitian eksplorasi sedangkan nilai reliabilitas pada rentang 0.7 - 0.9 dianggap sangat bagus. Hasil dari pengujian reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha dan composite reliability rho pada setiap variabel laten >0.6 . Uji validitas konvergen dilakukan dengan mencari nilai average variance extracted (AVE). Terdapat syarat pada uji validitas konvergen yaitu nilai AVE dinyatakan valid apabila lebih besar dari 0.5 dan hasil dari pengujian validitas konvergen menunjukkan bahwa semua variabel laten termasuk valid. Uji validitas diskriminan dilakukan dengan menguji kriteria Fornell-Larcker dan ratio heterotrait-monotrait (HTMT) (Hair et al., 2021). Pengujian kriteria Fornell-Larcker dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai setiap variabel konstruk yang terdapat di dalam model. Pengujian validitas diskriminan juga dilakukan dengan mengetahui rasio heterotrait-monotrait (HTMT). Rasio HTMT dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata korelasi indikator dengan seluruh variabel konstruk atau variabel konstruk dengan variabel konstruk lain.

MODEL STRUKTURAL (*INNER MODEL*)

Pengujian multikolinearitas dilakukan untuk mengetahui adanya permasalahan multikolinearitas yang terdapat di dalam model. Multikolinearitas dapat menyebabkan kesalahan dalam mengestimasi parameter yang dapat

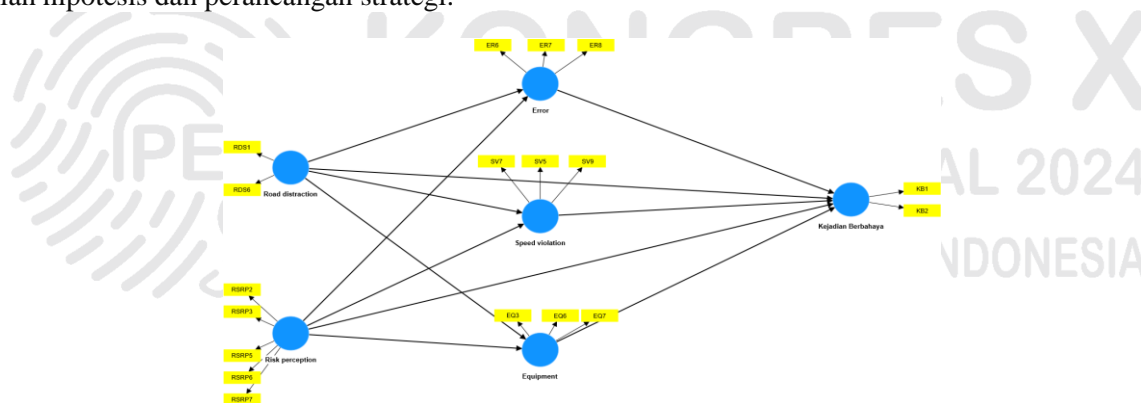
menyebabkan suatu parameter menjadi tidak signifikan secara statistik (Grewal et al., 2004). Uji multikolinearitas memiliki syarat jika nilai VIF (variance inflation factor). >5 maka terjadi multikolinearitas pada model (Becker, Ringle, Sarstedt, & Völckner, 2015; Mason & Perreault, 1991). Berdasarkan hasil uji multikolinearitas diperoleh bahwa nilai VIF <5 sehingga tidak terjadi multikolinearitas pada indikator yang terdapat di dalam model.

Pengujian koefisien path modei menentukan nilai hubungan yang terdapat pada variabel konstruk di dalam model. Nilai koefisien jalur berada pada rentang nilai -1 dan +1. Koefisien yang memiliki nilai mendekati -1 memiliki hubungan negatif yang kuat sedangkan koefisien yang memiliki nilai mendekati +1 memiliki hubungan positif yang kuat. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa setiap hipotesis pada variabel laten memiliki hubungan yang positif.

Pengujian koefisien determinasi dilakukan dengan melihat nilai R^2 . Nilai R^2 merepresentasikan varians yang dijelaskan pada setiap variabel laten endogen. Nilai R^2 berada pada rentang 0 dan 1. Nilai R^2 terbagi menjadi tiga kategori. Kategori pertama nilai R^2 dinyatakan rendah apabila memiliki nilai kurang dari 0.25. Kategori kedua nilai R^2 dinyatakan sedang apabila memiliki nilai dari 0.33 - 0.75, Kategori ketiga menyatakan nilai R^2 tergolong tinggi apabila memiliki nilai di atas 0.75 (Hair et al., 2011). Berdasarkan hasil pengujian koefisien determinasi diperoleh bahwa seluruh variabel laten pada model pengendara pengendara *ojek online* tergolong rendah.

STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM)

Setelah melakukan seluruh tahapan pengujian outer model dan juga inner model, hanya terdapat 18 indikator pada pengendara motor *ojek online* dari 54 indikator yang digunakan yang tersisa, yaitu KB1, KB2, EQ3, EQ6, EQ7, ER6, ER7, ER8, RDS1, RDS6, RSRP2, RSRP3, RSRP5, RSRP6, RSRP7, SV5, SV7, dan SV9. Seluruh indikator pada model sudah dinyatakan valid dan reliabel sehingga model yang dikembangkan dapat dilanjutkan ke tahap pengujian hipotesis dan perancangan strategi.



Gambar 3. Model pengendara motor *ojek online*

UJI SIGNIFIKANSI HIPOTESIS

Tahap pengujian signifikansi model bertujuan untuk menentukan apakah hubungan antara variabel laten memiliki signifikansi statistik (Sarstedt et al., 2017b). Hipotesis dapat diterima jika nilai p-value tidak lebih dari 0,05 (J. F. Hair et al., 2011). Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan metode bootstrapping dengan skema two-tailed test pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0.05$). Hasil pengujian hipotesis untuk kelompok *ojek online* ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Hipotesis

Hipotesis	<i>p-value</i>	Keterangan
H1: Road distraction → Error	0.897	Fail to reject H0
H2: Road distraction → Speed violation	0.092	Fail to reject H0
H4: Road distraction → Equipment	0.209	Fail to reject H0
H5: Road distraction → Kejadian Berbahaya	0.509	Fail to reject H0
H6: Risk perception → Error	0.665	Fail to reject H0
H7: Risk perception → Speed violation	0.674	Fail to reject H0
H9: Risk perception → Equipment	0.001	Reject H0
H10: Risk perception → Kejadian Berbahaya	0.162	Fail to reject H0
H11: Error → Kejadian Berbahaya	0	Reject H0
H12: Speed violation → Kejadian Berbahaya	0.022	Reject H0
H14: Equipment → Kejadian Berbahaya	0.264	Fail to reject H0

Terdapat 3 hipotesis yang memenuhi syarat dengan nilai signifikansi di bawah 0.05. Ketiga hipotesis tersebut terdiri dari Hipotesis 9 (persepsi risiko terhadap penggunaan perlengkapan berkendara), Hipotesis 11 (error terhadap kejadian berbahaya yang dialami di jalan dalam 1 tahun terakhir), dan Hipotesis 12 (pelanggaran kecepatan terhadap kejadian berbahaya yang dialami di jalan dalam 1 tahun terakhir). Ditemukan bahwa hipotesis terkait pelanggaran kecepatan memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya di jalan yang dialami dalam 1 tahun terakhir (H11). Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan dari Aarts dan Van Schnagen (2006) yang menjelaskan bahwa melaju dengan kecepatan tinggi dapat meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas dan meningkatkan risiko cedera yang akan dialami.

PERUMUSAN STRATEGI

Strategi dirancang berdasarkan hubungan signifikan antar variabel laten, analisis hipotesis, dan studi literatur. Hasil perancangan ini menghasilkan beberapa strategi strategi sebagai berikut:

- Mengembangkan kampanye pentingnya perlengkapan berkendara dengan target utama pengendara laki-laki dikarenakan pengendara laki-laki memiliki risiko keselamatan berkendara yang tinggi
- Memasukkan pemahaman terkait keterampilan keselamatan berkendara dan pemahaman miskonsepsi jenis kelamin saat berkendara, seperti berhati-hati saat berkendara dan menggunakan perlengkapan keselamatan bukanlah karakter berkendara yang feminim kepada pengendara motor laki-laki
- Mengimplementasi Collision Avoidance System (Sistem Pencegahan Tabrakan) pada sepeda motor. Seperti dengan menciptakan Sistem Pengereman Darurat yang akan mengaktifkan sistem rem secara otomatis sehingga sepeda motor dapat melambat ketika terlalu dekat dengan kendaraan dan akan berhenti jika kendaraan di depan berhenti mendadak
- Membuat edukasi berupa pelatihan berkendara kepada pengendara kelompok muda dikarenakan kelompok ini sangat berisiko mengalami kecelakaan diakibatkan oleh pelanggaran kecepatan.
- Memperketat aturan untuk mendapatkan SIM, seperti mengadaptasi *Graduated Driver License Program* di Amerika Serikat. Program ini memungkinkan pengendara untuk memperoleh pengetahuan berkendara dengan baik secara berkala melalui beberapa tahapan yang ada hingga akhirnya diperbolehkan mendapatkan SIM jika telah memenuhi tiap syarat pada tiap tahapan

- Memperbanyak speed camera di ruas jalan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hoyer (2014), penggunaan speed camera dapat mengurangi kasus kecelakaan di jalan raya akibat pelanggaran kecepatan

KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan model konseptual baru yang dapat menghubungkan antara distraksi dan perilaku berkendara dengan kasus kecelakaan lalu lintas pada *ojek online*. Pengembangan model ini menggunakan Partial Least Square SEM (PLS-SEM) dikarenakan penggunaan PLS-SEM dapat digunakan pada penelitian yang bersifat eksploratif. Pengembangan model konseptual dilakukan dengan mengganti variabel perilaku pengendara mobil menjadi variabel perilaku pengendara motor berdasarkan Motorcycle Rider Behavior Questionnaire, yang terdiri dari error, pelanggaran kecepatan, aksi berbahaya di jalan, serta perlengkapan berkendara. Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner yang terdiri dari *Motorcycle Rider Behavior Questionnaire*, *Road Distraction Scale*, *Risk Perception and Regulation Scale*, dan Kasus Kejadian Berbahaya yang Dialami di Jalan Dalam 1 Tahun Terakhir. Pengolahan serta analisis data pada penelitian ini menggunakan *Partial Least Square Structural Equation Modeling* (PLS-SEM).

Dari 14 hipotesis yang dikembangkan terdapat 3 hipotesis yang memiliki pengaruh signifikan dengan nilai signifikansi <0.05 , yaitu H9 (persepsi risiko memiliki pengaruh signifikan terhadap penggunaan perlengkapan berkendara), H11 (error memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya yang dialami di jalan dalam 1 tahun terakhir), dan H12 (pelanggaran kecepatan memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian berbahaya yang dialami di jalan dalam 1 tahun terakhir).

Terdapat 6 strategi yang telah dikembangkan berdasarkan hipotesis-hipotesis di atas. Perumusan hipotesis disusun berdasarkan studi literatur seperti membuat kampanye pentingnya berkendara dengan perlengkapan berkendara, mengimplementasi *Collision Avoidance System*, edukasi pelatihan berkendara, serta penggunaan *speed camera* di ruas jalan. Rekomendasi strategis ini bertujuan untuk menurunkan tingkat kecelakaan dan meningkatkan keselamatan mengemudi secara keseluruhan.

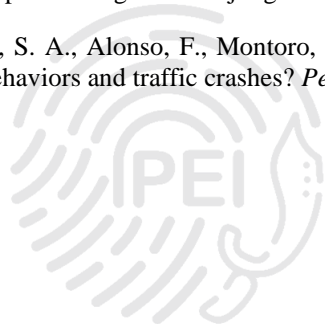
UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah PUTI Q1 tahun 2023 yang didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Universitas Indonesia, Nomor NKB-524/UN2. RST/HKP.05.00/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Arevalo-Tamara, A., Caicedo, A., Orozco-Fontalvo, M., & Useche, S. A. (2022). Distracted driving in relation to risky road behaviors and traffic crashes in Bogota, Colombia. *Safety Science*, 153, 105803. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105803>
- Elliott, M.A., Baughan, C.J. and Sexton, B.F. (2007) 'Errors and violations in relation to motorcyclists' crash risk', *Accident Analysis & Prevention*, 39(3), pp. 491–499. doi:10.1016/j.aap.2006.08.012.
- Grewal, R., Cote, J.A. and Baumgartner, H. (2004) 'Multicollinearity and measurement error in structural equation models: Implications for theory testing', *Marketing Science*, 23(4), pp. 519–529. doi:10.1287/mksc.1040.0070.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
- Horberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J., & Brown, J. (2006). Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 38(1), 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.09.007>
- Hussain, B., Miwa, T., Sato, H., & Morikawa, T. (2023). Subjective evaluations of self and others' driving behaviors: A comparative study involving data from drivers in Japan, China, and Vietnam. *Journal of Safety Research*, 84, 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.11.007>

- Kementerian Perhubungan RI. (2022, March 23). *Focus Group Discussion: Sidang Para Pakar Keselamatan Transportasi Jalan*. https://www.youtube.com/watch?v=Q7qf_XHwC-0
- Lu, D., Guo, F., & Li, F. (2020). Evaluating the causal effects of cellphone distraction on crash risk using propensity score methods. *Accident Analysis & Prevention*, 143, 105579. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105579>
- Mirón-Juárez, C. A., García-Hernández, C., Ochoa-Ávila, E., & Díaz-Grijalva, G. R. (2020). Approaching to a structural model of impulsivity and driving anger as predictors of risk behaviors in young drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 72, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.05.006>
- Parker, D., West, R., Stradling, S., & Manstead, A. S. R. (1995). Behavioural characteristics and involvement in different types of traffic accident. *Accident Analysis & Prevention*, 27(4), 571–581. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(95\)00005-K](https://doi.org/10.1016/0001-4575(95)00005-K)
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction? *Ergonomics*, 33(10–11), 1315–1332. <https://doi.org/10.1080/00140139008925335>
- Sakashita, C. et al. (2014) 'The motorcycle rider behavior questionnaire: Psychometric Properties and Application Amongst Novice Riders in Australia', *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 22, pp. 126–139. doi:10.1016/j.trf.2013.10.005.
- Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2017). Partial Least Squares Structural Equation Modeling. In *Handbook of Market Research* (pp. 1–40). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-1
- Sterkenburg, J., & Jeon, M. (2020). Impacts of anger on driving performance: A comparison to texting and conversation while driving. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 80, 102999. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102999>
- Useche, S. A., Alonso, F., Montoro, L., & Esteban, C. (2018). Distraction of cyclists: how does it influence their risky behaviors and traffic crashes? *PeerJ*, 6, e5616. <https://doi.org/10.7717/peerj.5616>



MEMAHAMI DURASI KONSENTRASI MAHASISWA: IMPLIKASI UNTUK DESAIN PEMBELAJARAN YANG EFEKTIF

Studi Kasus di Universitas X, Kota Bandung

(Understanding Student's Concentration Duration: Implications For Effective Learning Design)
Case Study at University X, Bandung City

Debora Vivia Kusumawardani¹, Elty Sarvia²
Program Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas,
Universitas Kristen Maranatha
Jalan Surya Sumantri No. 65 Kota Bandung
E-mail: debora.via07@gmail.com¹, elty.sarvia@eng.maranatha.edu²

ABSTRAK

Selama kegiatan pembelajaran, seringkali mahasiswa mengalami penurunan konsentrasi yang berakibat pada kesulitan dalam memahami materi. Dengan demikian, mahasiswa dapat merasakan stres karena tidak dapat menerima materi secara optimal. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis faktor kelompok mata kuliah yang mempengaruhi tingkat konsentrasi, stres, dan kelelahan serta waktu terjadinya penurunan tingkat konsentrasi dan tingkat stres. Metode yang digunakan adalah pengamatan perilaku kunci tingkat konsentrasi, pengukuran tingkat stres melalui kelenjar keringat menggunakan *Galvanic Skin Response* (GSR), dan pengukuran tingkat kelelahan menggunakan *Swedish Occupational Fatigue Index* (SOFI). Terdapat tiga kondisi yang dilakukan, yaitu kelompok mata kuliah matematis teori, teori, dan matematis responsi. Hasil dari penelitian ini adalah mahasiswa merasakan adanya tingkat konsentrasi yang sedang dan rendah, berada dalam kondisi yang tegang, dan mengalami kelelahan yang sedang dalam dimensi kekurangan energi, motivasi, dan rasa kantuk. Selain itu, penurunan tingkat konsentrasi terjadi pada 36 menit dan kenaikan tingkat stres terjadi pada 26 menit sejak perkuliahan dimulai.

Kata kunci: Tingkat konsentrasi, Tingkat Stres, Tingkat Kelelahan, Galvanic Skin Response (GSR), Swedish Occupational Fatigue Index (SOFI).

ABSTRACT

During learning activities, students often experience a decrease in concentration which results in difficulty in understanding the material. Thus, students can feel stress because they cannot receive the material optimally. The aim of this research is to analyze course group factors that influence levels of concentration, stress and fatigue as well as the time when concentration levels and stress levels decrease. The methods used are observing key behavior levels of concentration, measuring stress levels through sweat glands using Galvanic Skin Response (GSR), and measuring fatigue levels using the Swedish Occupational Fatigue Index (SOFI). There were three conditions carried out, namely the mathematical theory, theoretical and mathematical response groups. The results of this research are that students feel that they have moderate and low levels of concentration, are in a tense condition, and experience moderate fatigue in the dimensions of lack of energy, motivation, and drowsiness. Apart from that, a decrease in concentration levels occurred at 36 minutes and an increase in stress levels occurred at 26 minutes after the lecture started.

Key words: Concentration level, Stress Level, Fatigue Level, Galvanic Skin Response (GSR), Swedish Occupational Fatigue Index (SOFI).

PENDAHULUAN

1 Latar Belakang Masalah

Universitas X sudah kembali menerapkan sistem perkuliahan secara *onsite*. Dengan begitu, dosen dapat memantau secara langsung perilaku mahasiswa selama mengikuti perkuliahan. Mahasiswa perlu melakukan adaptasi kembali terhadap sistem pembelajaran tersebut, karena saat melakukan kegiatan pembelajaran secara *online*, seringkali dosen kesulitan untuk memantau secara langsung perilaku mahasiswa. Selama kegiatan pembelajaran, seringkali mahasiswa mengalami penurunan konsentrasi. Dengan adanya penurunan konsentrasi selama pembelajaran, maka mahasiswa bisa saja mengalami kesulitan dalam memahami materi ataupun tugas yang disampaikan oleh dosen (Andriana, Rokmanah, & Aprilia, 2023). Apabila mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami materi, maka akan timbul kecemasan (stres) yang dialami. Penurunan tingkat konsentrasi belajar dan kenaikan tingkat stres dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik secara internal maupun eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari diri mahasiswa, seperti kemampuan akademik dan jam tidur. Faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar diri mahasiswa dan sulit untuk di kontrol. Faktor tersebut seperti, kelompok mata kuliah.

Beberapa penelitian pernah dilakukan seperti menganalisis tingkat kelelahan siswa dan Tingkat konsentrasi mahasiswa dalam pembelajaran daring pada saat pandemi Covid-19. Hasilnya diketahui bahwa tingkat kelelahan mahasiswa dalam pembelajaran daring di era pandemik Covid-19 relatif tinggi yaitu sebesar 56 % dan terkait dengan konsentrasi sebesar 20 % (Soekanto et al., 2021). Penelitian lain menemukan bahwa tingkat stres pada mahasiswa tingkat akhir menunjukkan stres ringan sebanyak 35,6%, stres sedang sebanyak 57,4%, dan stres berat sebanyak 6,9% (Ambarwati, Pinilih and Astuti, 2017). Penelitian lain menemukan bahwa terdapat hubungan antara usia dan tingkat stres akademik yang signifikan, serta antara jumlah kunjungan ke puskesmas dengan tingkat stres akademik. Semakin tinggi tingkat stress seseorang maka semakin sering seseorang mengunjungi pusat pelayanan kesehatan (Suwartika et al., 2014). Akan tetapi, belum ada penelitian yang membahas perubahan tingkat konsentrasi yang disebabkan oleh faktor kelompok mata kuliah.

Penelitian pendahuluan telah dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 31 responden. Berdasarkan data tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa selama kegiatan perkuliahan, responden merasakan adanya penurunan konsentrasi dan kenaikan tingkat stress yang disebabkan oleh faktor kelompok mata kuliah. Selain itu, diperoleh juga kesimpulan bahwa penurunan konsentrasi disebabkan oleh kelompok mata kuliah matematis teori dan kenaikan tingkat stres disebabkan oleh kelompok matematis responsi. Selain itu, rata-rata waktu seseorang dapat berkonsentrasi selama perkuliahan adalah 56 menit.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis ingin melakukan analisis terhadap faktor tersebut, yaitu kelompok mata kuliah matematis teori, teori, dan matematis responsi. Analisis tersebut dilakukan berdasarkan ilmu Ergonomi Kognitif, yaitu ilmu yang mempelajari proses mental manusia, seperti persepsi, ingatan, dan reaksi dalam melakukan interaksi (Hutabarat, 2018). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis faktor kelompok mata kuliah yang mempengaruhi tingkat konsentrasi, stres, dan kelelahan serta waktu terjadinya penurunan tingkat konsentrasi dan tingkat stres. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui hubungan antara tingkat kelelahan dengan tingkat konsentrasi, tingkat kelelahan dengan tingkat stres, dan tingkat konsentrasi dengan tingkat stres.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Ergonomi

Menurut *International Ergonomic Association* (IEA), kata ergonomi pada semulanya berasal dari dua buah kata yang ada di dalam Bahasa Yunani (Widyanti dan Pratama, 2022). Kata tersebut adalah *ergon* yang memiliki arti kerja dan *nomos* yang memiliki arti aturan. Selain itu, terdapat berbagai definisi ergonomi yang disampaikan oleh para ahli, salah satunya adalah “Ergonomi adalah suatu bidang ilmu yang secara sistematis memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja yang aman, sehat, produktif, dan nyaman” (Yassierli. dkk, 2020).

Menurut *International Ergonomic Association* (IEA), ergonomi kognitif adalah cabang ilmu ergonomi yang membahas mengenai mental manusia, seperti persepsi, ingatan, dan reaksi, yang timbul akibat adanya interaksi antara manusia dengan elemen yang ada di dalam sistem.

2.2 Kelelahan

Menurut (Tarwaka, 2011), kelelahan adalah suatu proses pemulihan yang dilakukan oleh tubuh setelah melakukan aktivitas, sebagai bentuk perlindungan dari kerusakan tubuh. Setiap orang yang mengalami kelelahan akan mengalami penurunan efisiensi dan kemampuan bekerja. Menurut Thabrany (1995), kelelahan adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi belajar. Seseorang yang mengalami kelelahan belajar akan mengalami gejala kelelahan mental, seperti merasakan bosan dan jenuh. Saat seseorang melakukan kegiatan

belajar, seringkali terdapat hambatan (Oktariani, Sofah, & Putri, 2021). Hambatan tersebut dapat menimbulkan kecemasan karena mengalami kebingungan dan distrorsi persepsi sehingga kemampuan untuk memusatkan perhatian akan menurun (Fauzi dkk, 2020). Bila sudah terjadi penurunan kemampuan untuk memusatkan perhatian, maka seseorang dapat disebut telah mengalami kelelahan. Cemas yang terjadi secara terus menerus di suatu kondisi dapat menimbulkan stres, yaitu suatu respon secara psikologis saat seseorang sudah mengalami kelelahan (Oktariani, Sofah, & Putri, 2021). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seseorang yang mengalami kelelahan akan mengalami penurunan pada konsentrasi, reaksi psikologis berupa stres, serta perasaan kantuk yang meningkat pada tingkatan yang berbeda, bergantung pada faktor internal seseorang dan faktor eksternal yang ada disekitarnya.

2.3 Swedish Occupational Fatigue Index (SOFI)

SOFI adalah alat ukur subjektif untuk mengukur kelelahan (Yassierli, Pratama, Pujiartati, & Yamin, 2020). Pada kuesioner ini, skala untuk setiap pertanyaan adalah 0 hingga 6. Pengukuran dengan kuesioner SOFI memiliki lima aspek yang menjadi indikator dalam pengukuran, yaitu:

1. Kurangnya energi (*lack of energy*), yaitu energi banyak berkurang, tenaga terkuras untuk hal lain, sangat lelah, energi terkuras setelah bekerja, dan kerja berlebihan.
2. Penggunaan tenaga fisik (*physical exertion*), yaitu nafas tersengal-sengal, tubuh terasa hangat, jantung berdebar-debar, bernafas agak sesak, dan berkeringat.
3. Ketidaknyamanan secara fisik (*physical discomfort*), yaitu merasa nyeri, tubuh kesakitan, merasa kram di beberapa titik tubuh, merasa kaku pada persendian, dan otot menegang.
4. Kurangnya motivasi (*lack of motivation*), yaitu merasa tidak peduli, acuh tak acuh, tidak bersemangat dan letih, tidak banyak bergerak, dan tidak tertarik dengan keadaan sekitar.
5. Kantuk (*sleepiness*), yaitu merasa malas, sering menguap, pandangan buyar akibat mengantuk, ingin segera tidur secepatnya, dan mengantuk.

Hasil kuesioner SOFI dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori berdasarkan total skornya, yaitu (Ahsberg, 2000):

Tabel 1. Klasifikasi Data SOFI.

Klasifikasi secara keseluruhan	Data SOFI	Klasifikasi per dimensi	Data SOFI
Kelelahan ringan	1 - 50	Kelelahan ringan	< 1,13
Kelelahan sedang	51 - 100	Kelelahan sedang	1,13 - 4,87
Kelelahan tinggi	101 - 150	Kelelahan tinggi	> 4,87

2.4 Konsentrasi

Menurut (Dimiyati & Mudjiono, 2009) yang dikutip oleh (Andriana, Rokmanah, & Aprilia, 2023), konsentrasi belajar adalah suatu kemampuan seseorang untuk memusatkan perhatiannya kepada kegiatan pembelajaran yang sedang dilakukannya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi belajar adalah suatu sikap seseorang yang memusatkan perhatiannya kepada materi pembelajaran tanpa terganggu oleh faktor lain, seperti faktor internal dan eksternal yang sedang terjadi. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap konsentrasi adalah sarapan pagi. Hal ini terjadi karena dengan mengkonsumsi makanan sebelum melakukan aktivitas, maka tubuh akan memiliki asupan karbohidrat yang akan diproses oleh tubuh untuk meningkatkan gula darah yang akan digunakan untuk berpikir dan berkonsentrasi (Al-faida, 2021).

2.5 Pengamatan Perilaku Kunci Konsentrasi Belajar

Konsentrasi belajar dapat terlihat dari 3 aspek, yaitu kognitif (kemampuan berpikir), afektif (kemampuan penerimaan materi), dan psikomotor (aktivitas fisik) (Chyquitita, Winardi, & Hidayat, 2018). Konsentrasi belajar dapat terlihat dari 3 aspek, yaitu kognitif (kemampuan berpikir), afektif (kemampuan penerimaan materi), dan psikomotor (aktivitas fisik). Berikut merupakan penjelasan dari ketiga aspek tersebut:

1. Perilaku kognitif dalam konsentrasi belajar adalah kesiapan pengetahuan yang dapat segera muncul bila diperlukan, komprehensif dalam menafsirkan informasi, kemampuan mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh, dan kemampuan melakukan analisis.
2. Perilaku afektif dalam konsentrasi belajar adalah adanya perhatian terhadap materi pembelajaran pada tingkatan tertentu, dorongan untuk melakukan reaksi dari materi pembelajaran, dan kemampuan untuk menyampaikan pandangan ataupun membuat keputusan.
3. Perilaku psikomotor dalam konsentrasi belajar adalah adanya pergerakan dari anggota badan yang sesuai dengan kegiatan pembelajaran serta adanya komunikasi secara non verbal, seperti ekspresi wajah dan gerakan yang memiliki arti sesuai dengan pembelajaran.

Tabel 2. Klasifikasi Data Perilaku Kunci Konsentrasi.

Klasifikasi	Data Pengamatan Perilaku Kunci Konsentrasi
Berkonsentrasi	0% - 25%
Konsentrasi sedang	> 25% - 50%
Konsentrasi rendah	>50% - 75%
Tidak berkonsentrasi	>75% - 100%

2.6 Stres

Stres adalah respons secara psikologis yang dapat dirasakan oleh manusia saat melakukan suatu hal yang sulit. Stres dapat dialami oleh manusia pada berbagai aktivitas, tak terkecuali saat sedang mengikuti proses pembelajaran. Untuk mengetahui apakah seseorang merasakan stres secara akademik, (Gadzella, 1994) yang dikutip oleh (Harjuna & Magistarina, 2021), terdapat empat aspek respon mahasiswa saat mengikuti kegiatan pembelajaran, yaitu:

1. Reaksi fisiologis berupa reaksi pusing, gangguan pola makan dan pola tidur, dan berkeringat secara berlebihan.
2. Reaksi emosional atau afektif berupa perasaan gelisah takut, cemas, dan tertekan.
3. Reaksi perilaku berupa menangis, menunda tugas, dan melakukan kegiatan yang negatif.
4. Reaksi penilaian kognitif berupa kesulitan berkonsentrasi dan kemampuan ingatan yang berkurang.

2.7 Galvanic Skin Response

GSR adalah alat ukur objektif yang digunakan untuk mengukur tingkat stres. Alat ini akan mendeteksi perubahan psikologis, yaitu melalui aktivitas kelenjar keringat yang ada pada kulit tangan (Hernando dkk, 2018). Konduktansi tonik secara statis terukur dengan satuan μS atau microsiemens (Mindfield Biosystems, 2021). Berikut merupakan indikator klasifikasi tingkat stres menggunakan GSR (Suwanto, E. 2012) yang telah disederhanakan:

Tabel 3. Klasifikasi *Galvanic Skin Response* (GSR).

Kondisi	Parameter		
	GSR (μS)	HR (bpm)	Suhu (C)
Rileks	< 2	60-70	36 - 37
Tenang	2 - 4	70-90	35 - 36
Cemas	4 - 6	90-100	33 - 35
Tegang	> 6	>100	> 33

METODE

Dalam penelitian ini, terdapat tiga jenis kondisi yang dilakukan dengan desain *within-subject*, di mana seluruh responden akan menjalani ketiga kondisi tersebut. Kondisi 1 adalah mengikuti kuliah dengan jenis mata kuliah "matematis teori," yang berfokus pada konsep-konsep teoretis, teorema, dan prinsip-prinsip dasar matematika yang relevan dengan Teknik Industri. Contoh mata kuliah yang termasuk dalam kategori ini adalah Perencanaan dan Pengendalian Produksi 1. Kondisi 2 adalah mengikuti kuliah dengan jenis mata kuliah "teori," yang berfokus pada prinsip-prinsip teoretis dalam bidang Teknik Industri. Ini mencakup teori-teori dasar yang menjadi landasan bagi teknik dan metode yang digunakan dalam industri, dengan contoh seperti Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi 2. Kondisi 3 adalah mengikuti kuliah dengan jenis mata kuliah "matematis responsi," yang berfokus pada latihan soal, studi kasus, dan penerapan metode matematis pada situasi nyata. Contoh mata kuliah dalam kategori ini adalah Responsi Perencanaan dan Pengendalian Produksi 1. Perhitungan jumlah responden minimum dilakukan dengan rumus Federer. Rumus ini dirancang untuk menentukan jumlah subjek dalam penelitian yang bersifat eksperimental. Berikut rumus Federer dalam menghitung jumlah sampel minimum (Supranto J, 2000) dengan t adalah jumlah *treatment* (kondisi), n adalah jumlah responden, dan 15 adalah konstanta bilangan tetap.

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

Dengan demikian, diperlukan minimal 9 orang responden untuk setiap kondisi dalam penelitian ini. Kriteria responden yang harus dipenuhi adalah mahasiswa/I aktif di Program Studi X Universitas X, pada Semester Ganjil 2023-2024 yaitu mahasiswa yang sedang berada dalam (Jannah & Santoso, 2021; Soekanto & Rianti, 2021; Ambarwati, Pinilih, & Astuti, 2017; Suwartika, Nurdin, & Ruhmadi, 2014) semester tiga, dan sedang mengambil mata kuliah matematis teori, teori, dan matematis responsi yang telah ditentukan. Selain itu, Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) responden dibatasi pada indeks 2,80 s.d. 3,80.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Sebelum melakukan perkuliahan, dilakukan pengukuran suhu tubuh dan detak jantung, serta pengisian kuesioner SOFI.
2. Saat responden sedang melakukan perkuliahan, dipasangkan elektroda gel di telapak tangan Selain itu, pada tahap ini, dilakukan pengamatan perilaku kunci tingkat konsentrasi.
3. Setelah melakukan perkuliahan, dilakukan pengukuran suhu tubuh dan detak jantung, serta pengisian kuesioner SOFI.
4. Tahap kelima adalah wawancara singkat untuk memberikan informasi tambahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan menggunakan program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS). Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan taraf nyata 5%. Pengolahan dilakukan menggunakan statistika non parametrik karena data tidak berdistribusi normal. Pengolahan data menggunakan uji Kruskal-Wallis dilakukan terhadap data perilaku kunci untuk mengetahui tingkat konsentrasi selama mengikuti tiga kondisi yang berbeda. Berdasarkan pengolahan data, diperoleh kesimpulan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,599 sehingga H_0 akan diterima pada tingkat kepercayaan 95%. Keputusan ini memberikan kesimpulan bahwa data responden selama mengikuti kondisi 1 (matematis teori), kondisi 2 (teori), dan kondisi 3 (matematis responsi) tidak memiliki perbedaan rata-rata pada data pengamatan perilaku kunci tingkat konsentrasi. Dengan demikian, analisis akan dilakukan secara menyeluruh menggunakan data persentase perilaku tidak berkonsentrasi selama mengikuti setiap kondisi. Untuk mengetahui klasifikasi lebih lanjut, data tersebut kemudian disederhanakan, yaitu bila dalam satu interval pengamatan responden melakukan perilaku yang tidak berkonsentrasi, maka interval waktu tersebut akan dikategorikan sebagai kondisi “Tidak berkonsentrasi”, begitupun sebaliknya. Berikut merupakan hasil klasifikasi tersebut:

Tabel 4. Klasifikasi Data Pengamatan Tingkat Konsentrasi.

Responden	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
DT	Tidak berkonsentrasi	Tidak berkonsentrasi	Konsentrasi rendah
JP	Tidak berkonsentrasi	Tidak berkonsentrasi	Konsentrasi rendah
HJ	Konsentrasi rendah	Tidak berkonsentrasi	Konsentrasi sedang
AU	Konsentrasi rendah	Konsentrasi sedang	Konsentrasi sedang
MT	Konsentrasi sedang	Konsentrasi sedang	Konsentrasi rendah
AM	Konsentrasi rendah	Berkonsentrasi	Konsentrasi sedang
JC	Tidak berkonsentrasi	Konsentrasi sedang	Konsentrasi rendah
GN	Konsentrasi rendah	Berkonsentrasi	Konsentrasi sedang
RF	Konsentrasi sedang	Tidak berkonsentrasi	Berkonsentrasi
VD	Berkonsentrasi	Konsentrasi sedang	Konsentrasi sedang
DM	Konsentrasi sedang	Berkonsentrasi	Konsentrasi sedang
CK	Konsentrasi sedang	Konsentrasi rendah	Berkonsentrasi

Berdasarkan tabel diatas, jumlah responden yang berkonsentrasi sebanyak 6 orang atau 17%, konsentrasi sedang sebanyak 14 orang atau 39%, konsentrasi rendah sebanyak 9 orang atau 25%, dan tidak berkonsentrasi sebanyak 7 orang atau 19%. Dengan demikian, berdasarkan data tingkat konsentrasi, sebagian besar responden berada dalam kondisi konsentrasi yang sedang dan rendah saat mengikuti kegiatan perkuliahan untuk ketiga kondisi (matematis teori, teori, dan matematis responsi).

Tabel 5. Titik Maksimal Konsentrasi (Menit).

Responden	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
DT	30	20	15
JP	35	35	75
HJ	25	50	20
AU	70	15	85
MT	65	20	40
AM	55	15	10
JC	60	10	45
GN	15	25	15
RF	45	40	10
VD	35	20	20
DM	75	10	25
CK	75	75	15
Rata-rata	48.750	27.917	31.250
	Rata-rata Keseluruhan		35.972

Kesimpulannya, waktu responden mulai tidak dapat berkonsentrasi saat mengikuti kegiatan perkuliahan terjadi pada menit ke-35,972 \approx 36 menit pertama. Analisis ini menyoroti pentingnya memperhatikan durasi waktu pembelajaran yang optimal, dengan memperhitungkan batas kemampuan konsentrasi mahasiswa. Selain itu, pengenalan titik ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan teknik-teknik pengelolaan kelas yang lebih dinamis, seperti menyelipkan istirahat atau aktivitas merangsang kembali fokus selama sesi pembelajaran yang panjang. Selain itu, temuan ini juga menyoroti perlunya variasi dalam metode pengajaran dan penggunaan alat bantu pembelajaran yang lebih interaktif, untuk menjaga keterlibatan mahasiswa selama periode yang lebih panjang. Dengan memperhatikan titik kritis ini, pendekatan pembelajaran yang lebih adaptif dan responsif dapat dikembangkan, yang memungkinkan mahasiswa untuk tetap terlibat dan fokus selama pembelajaran yang berkelanjutan.

Pengolahan data dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dilakukan terhadap data GSR untuk mengetahui tingkat stres. Berdasarkan pengolahan data, diperoleh kesimpulan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,202 sehingga H_0 akan diterima pada tingkat kepercayaan 95%. Keputusan ini memberikan kesimpulan bahwa data responden selama mengikuti kondisi 1 (matematis teori), kondisi 2 (teori), dan kondisi 3 (matematis responsi) tidak memiliki perbedaan rata-rata pada data GSR. Dengan demikian, analisis akan dilakukan secara keseluruhan sebagai berikut:

Tabel 6. Data Tingkat Stres.

Responden	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
DT	Kondisi cemas	Kondisi tegang	Kondisi tegang
JP	Kondisi tegang	Kondisi rileks	Kondisi cemas
HJ	Kondisi tegang	Kondisi cemas	Kondisi tegang
AU	Kondisi tegang	Kondisi tegang	Kondisi tegang
MT	Kondisi tenang	Kondisi tenang	Kondisi cemas
AM	Kondisi tegang	Kondisi tegang	Kondisi tegang
JC	Kondisi tenang	Kondisi tenang	Kondisi tenang
GN	Kondisi rileks	Kondisi tegang	Kondisi tegang
RF	Kondisi tenang	Kondisi cemas	Kondisi tegang
VD	Kondisi tegang	Kondisi cemas	Kondisi cemas
DM	Kondisi tenang	Kondisi cemas	Kondisi tenang
CK	Kondisi tegang	Kondisi tegang	Kondisi tegang

Berdasarkan tabel di atas, jumlah responden yang berada dalam kondisi rileks sebanyak 2 orang atau 6%, responden berada dalam kondisi tenang sebanyak 8 orang atau 22%, responden berada dalam kondisi cemas sebanyak 8 orang atau 22%, dan responden berada dalam kondisi tegang sebanyak 18 orang atau 50%. Dengan demikian, sebagian besar responden berada dalam kondisi yang tegang saat mengikuti kegiatan perkuliahan untuk ketiga kondisi (matematis teori, teori, dan matematis responsi). Stres perlu dikendalikan dan dikelola dengan cara memantau perkembangannya (Navea, Buenvenida, & Cruz, 2019). Tingginya tingkat stres dapat mempengaruhi kinerja akademik dan kesejahteraan psikologis mahasiswa. Kondisi tegang yang dialami oleh sebagian besar responden dapat berdampak negatif pada kemampuan mereka untuk memusatkan perhatian dan memahami materi perkuliahan. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab stres selama perkuliahan dan mencari strategi untuk menguranginya. Beberapa strategi yang bisa diterapkan meliputi pengenalan teknik manajemen stres, seperti relaksasi, latihan pernapasan, dan peregangan, serta penjadwalan waktu istirahat yang cukup selama sesi perkuliahan. Selain itu, memodifikasi metode pengajaran untuk membuat suasana kelas lebih interaktif dan mendukung dapat membantu mengurangi tingkat kecemasan. Misalnya, dengan meningkatkan penggunaan studi kasus praktis atau diskusi kelompok, mahasiswa dapat merasa lebih terlibat dan kurang tertekan. Mengelola stres tidak hanya akan meningkatkan tingkat konsentrasi dan kinerja akademik, tetapi juga akan meningkatkan kesejahteraan umum mahasiswa, menciptakan lingkungan belajar yang lebih sehat dan produktif. Oleh karena itu, pemantauan dan intervensi berkelanjutan sangat diperlukan untuk memastikan bahwa mahasiswa dapat belajar dengan efektif dan tanpa tekanan yang berlebihan.

Dalam menentukan waktu bagi responden mulai merasakan adanya kenaikan tingkat stres saat mengikuti kegiatan perkuliahan, diperlukan data *time increase*. Data tersebut diperoleh dari aplikasi *Mindfields eSense*. Berikut merupakan data tersebut:

Tabel 7. Data *Time Increase* Tingkat Stres (Menit).

Responden	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
DT	23.383	20.000	26.167
JP	23.817	0.350	96.750
HJ	25.750	21.850	20.700
AU	30.983	19.417	26.200
MT	22.933	17.300	20.700
AM	75.217	15.933	25.400
JC	17.217	18.767	22.017
GN	24.650	40.967	18.467
RF	24.617	12.183	32.083
VD	30.983	20.867	24.433
DM	27.067	18.717	27.683
CK	0.383	41.033	0.933
Rata-rata	27.250	20.615	28.461
	Rata-rata Keseluruhan		25.442

Kesimpulannya, waktu responden mulai merasakan adanya kenaikan tingkat stres saat mengikuti kegiatan perkuliahan terjadi pada menit ke-25,442 \approx 26 menit pertama. Hal ini memberikan gambaran yang signifikan dalam upaya memahami dan mengelola stres mahasiswa di lingkungan pembelajaran. Temuan ini mengindikasikan pentingnya mengidentifikasi titik-titik spesifik di mana stres mulai muncul, yang dapat digunakan sebagai titik fokus untuk pengembangan strategi intervensi yang tepat waktu. Analisis waktu respons stres ini juga dapat membantu dalam merancang lingkungan pembelajaran yang lebih mendukung, yang memperhatikan faktor-faktor yang mungkin memengaruhi kesejahteraan mahasiswa seperti pengaturan jadwal pembelajaran yang lebih efektif, termasuk penjadwalan istirahat yang cukup untuk mengurangi kelelahan; pengidentifikasian faktor-faktor pemicu stres seperti beban tugas yang berlebihan atau suasana kelas yang tidak kondusif dapat memungkinkan perubahan dalam desain kurikulum atau pendekatan pengajaran untuk menciptakan lingkungan yang lebih menyenangkan dan *less stressful*; penekanan pada aspek kesejahteraan mahasiswa seperti dukungan sosial, konseling, atau program manajemen stres dapat menjadi bagian integral dari lingkungan pembelajaran yang lebih holistik dan peduli.

Pengolahan data dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dilakukan terhadap data SOFI untuk mengetahui tingkat kelelahan setelah mengikuti tiga kondisi. Berdasarkan pengolahan data, diperoleh kesimpulan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,277 sehingga H_0 akan diterima pada tingkat kepercayaan 95%. Keputusan ini memberikan kesimpulan bahwa data responden setelah mengikuti kondisi 1 (matematis teori), kondisi 2 (teori), dan kondisi 3 (matematis responsi) tidak memiliki perbedaan rata-rata pada data SOFI. Dengan demikian, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai klasifikasi nilai SOFI untuk setiap kondisi menurut Ahsberg, (2000).

Tabel 8. Data Tingkat Kelelahan.

Responden	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
DT	Kelelahan ringan	Kelelahan sedang	Kelelahan ringan
JP	Kelelahan ringan	Kelelahan sedang	Kelelahan ringan
HJ	Kelelahan ringan	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang
AU	Kelelahan sedang	Kelelahan ringan	Kelelahan ringan
MT	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang
AM	Kelelahan ringan	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang
JC	Kelelahan ringan	Kelelahan ringan	Kelelahan ringan
GN	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang
RF	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang	Kelelahan ringan
VD	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang
DM	Kelelahan ringan	Kelelahan ringan	Kelelahan ringan
CK	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang	Kelelahan sedang

Berdasarkan tabel diatas, jumlah responden yang mengalami kelelahan ringan sebanyak 15 orang atau 42% dan responden yang mengalami kelelahan sedang sebanyak 21 orang atau 59%. Dengan demikian, berdasarkan data SOFI, sebagian besar responden mengalami kelelahan yang sedang saat mengikuti kegiatan perkuliahan untuk ketiga kondisi (matematis teori, teori, dan matematis responsi). Analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui dimensi SOFI yang paling dirasakan. Berikut merupakan hasilnya:

Tabel 9. Analisis SOFI.

Responden	Rata-rata Data SOFI Berdasarkan Kondisi				
	Beban Kerja Fisik		Beban Kerja Mental		
	Ketidaknyamanan Fisik	Pengarahannya Tenaga Fisik	Kekurangan Energi	Kekurangan Motivasi	Rasa Kantuk
DT	1.333	2.067	2.600	1.467	2.400
JP	1.800	1.267	2.600	1.200	2.600
HJ	1.333	1.467	2.867	3.133	3.000
AU	1.000	1.267	2.333	2.467	1.867
MT	2.600	1.933	2.667	2.867	3.000
AM	1.000	1.000	3.067	2.800	3.067
JC	1.000	1.333	2.067	1.400	2.000
GN	2.267	2.733	3.133	3.267	2.933
RF	1.467	2.800	2.600	2.800	2.200
VD	1.800	2.333	2.133	2.133	2.933
DM	1.533	1.000	1.333	1.467	1.867
CK	1.200	2.000	3.467	2.533	3.533

Berdasarkan data tersebut, sebagian besar responden berada dalam kondisi kelelahan yang sedang untuk seluruh dimensi, secara khusus pada dimensi kelelahan terjadi pada dimensi kekurangan energi, kekurangan motivasi, dan rasa kantuk. Hal ini memiliki implikasi penting dalam konteks pembelajaran karena dapat memengaruhi kinerja akademik dan kesejahteraan siswa secara keseluruhan. Kekurangan energi dapat mengakibatkan penurunan fokus dan produktivitas selama pembelajaran. Mahasiswa yang merasa lelah mungkin mengalami kesulitan dalam mempertahankan konsentrasi mereka dalam jangka waktu yang lama, yang pada gilirannya dapat memengaruhi pemahaman dan retensi materi. Kekurangan motivasi dapat menghambat kemauan mahasiswa untuk belajar dan berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Mahasiswa yang merasa kelelahan mungkin kurang termotivasi untuk menyelesaikan tugas atau mencapai tujuan akademik mereka, yang dapat mengurangi prestasi belajar mereka. Rasa kantuk dapat mengganggu konsentrasi dan menyebabkan penurunan kewaspadaan selama pembelajaran. Mahasiswa yang merasa kantuk mungkin cenderung mengalami penurunan kemampuan pemecahan masalah dan penalaran, serta meningkatkan risiko mengalami gangguan perhatian selama pembelajaran. Dalam konteks ini, penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menyebabkan kelelahan mahasiswa dan mengembangkan strategi untuk mengatasinya. Ini mungkin termasuk memperhatikan pola tidur siswa, menyediakan istirahat yang cukup antara sesi pembelajaran, dan menciptakan lingkungan belajar yang nyaman dan merangsang. Selain itu, pembelajaran yang melibatkan dan memotivasi mahasiswa secara aktif dapat membantu mengurangi kelelahan dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran. Dosen juga dapat memperkenalkan teknik-teknik relaksasi dan manajemen stres dalam kelas untuk membantu siswa mengatasi kelelahan dan meningkatkan kesejahteraan mereka secara keseluruhan. Dengan memperhatikan aspek kelelahan ini secara mendalam, pendekatan pembelajaran yang lebih holistik dan berorientasi pada kesejahteraan mahasiswa dapat dikembangkan untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih efektif dan memperbaiki hasil belajar siswa.

Berdasarkan hasil uji Korelasi Spearman, nilai signifikansi untuk hubungan antara kelelahan dengan tingkat konsentrasi adalah $0,839 > 0,05$. Dengan demikian, maka H_0 akan diterima, yaitu terdapat hubungan antara kelelahan dengan tingkat konsentrasi. Selain itu, koefisien korelasi antara kedua data adalah $0,035$, yaitu terdapat hubungan yang sangat lemah. Berdasarkan hasil uji Korelasi Spearman, nilai signifikansi untuk hubungan antara kelelahan dengan tingkat stres adalah $0,617 > 0,05$. Dengan demikian, maka H_0 akan diterima, yaitu terdapat hubungan antara kelelahan dengan tingkat stres. Selain itu, koefisien korelasi antara kedua data adalah $0,617$, yaitu terdapat hubungan yang kuat. Berdasarkan hasil uji Korelasi Spearman, nilai signifikansi untuk hubungan antara tingkat konsentrasi dengan tingkat stres adalah $0,182 > 0,05$. Dengan demikian, maka H_0 akan diterima, yaitu terdapat hubungan antara tingkat konsentrasi dengan tingkat stres. Selain itu, koefisien korelasi antara kedua data adalah $0,228$, yaitu terdapat hubungan yang sangat lemah. Meskipun hubungan antara kelelahan, tingkat konsentrasi, dan tingkat stres tergolong lemah, penting untuk diinterpretasikan dengan hati-hati. Walaupun secara statistik tidak signifikan, hubungan ini masih dapat memberikan petunjuk tentang dinamika psikologis yang terlibat dalam pengalaman siswa selama pembelajaran. Kemungkinan adanya faktor-faktor lain yang memengaruhi kinerja akademik dan kesejahteraan siswa seperti misalnya, faktor lingkungan, dukungan sosial, atau faktor-faktor personal seperti pola tidur dan gaya hidup. Temuan ini menyoroti pentingnya pendekatan holistik dalam memahami dan mengelola kesejahteraan mahasiswa dalam konteks pembelajaran. Hal ini mencakup mempertimbangkan berbagai aspek seperti fisik, emosional, sosial, dan psikologis dari kesejahteraan siswa. Meskipun hubungan yang lemah, temuan ini masih memiliki implikasi praktis dalam pengembangan

intervensi untuk meningkatkan kesejahteraan dan kinerja mahasiswa. Misalnya, strategi untuk mengurangi kelelahan dan stres mahasiswa, seperti menyediakan waktu istirahat yang cukup dan memperkenalkan teknik relaksasi, masih dapat bermanfaat dalam meningkatkan kondisi pembelajaran.

KESIMPULAN

Saat mengikuti kegiatan perkuliahan (matematis teori, teori, dan matematis responsi), mahasiswa berada pada tingkat konsentrasi sedang dan tingkat konsentrasi rendah. Mahasiswa juga berada pada tingkat stres yang tertinggi, yaitu kondisi tegang. Hal tersebut menyebabkan mahasiswa berada pada tingkat yang kelelahan sedang. Penurunan tingkat konsentrasi saat mengikuti kegiatan perkuliahan terjadi pada menit ke-36 sejak kegiatan perkuliahan dimulai. Kenaikan tingkat stres saat terjadi pada menit ke-26 sejak kegiatan perkuliahan dimulai. Tingkat kelelahan mahasiswa dalam mengikuti kegiatan perkuliahan dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi dan tingkat stres yang dirasakan. Selain itu, tingkat konsentrasi juga dipengaruhi oleh tingkat stres.

Dengan demikian, diperoleh hasil yang berbeda dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Hasil tersebut adalah stres terjadi lebih dahulu bila dibandingkan dengan waktu terjadinya konsentrasi, sehingga penurunan konsentrasi disebabkan oleh kenaikan tingkat stres. Kedua kondisi tersebut mengindikasikan bahwa responden berada dalam kondisi kelelahan secara mental. Selain itu, tidak terdapat perbedaan signifikan antar setiap kelompok mata kuliah, sehingga kondisi konsentrasi, stres, dan kelelahan berada dalam kondisi yang sama. Selain itu, waktu penurunan tingkat konsentrasi juga lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian pendahuluan.

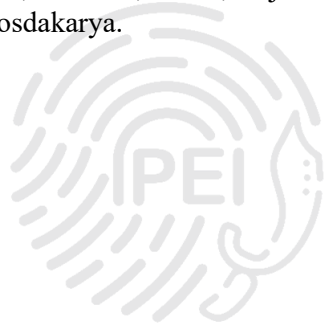
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua responden yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Juga, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada Universitas Kristen Maranatha atas dukungan dan fasilitas yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-faida, N. (2021). PENGARUH KEBIASAAN SARAPAN TERHADAP KONSENTRASI BELAJAR MAHASISWA STIKES PERSADA NABIRE PROVINSI PAPUA. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 81-86.
- Ambarwati, P. D., Pinilih, S. S., & Astuti, R. T. (2017). GAMBARAN TINGKAT STRES MAHASISWA. *Jurnal Keperawatan*, 40-47.
- Andriana, E., Rokmanah, S., & Aprilia, L. (2023). ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI BELAJAR PESERTA DIDIK DALAM PROSES PEMBELAJARAN DI SD NEGERI TEMBONG 2. *HOLISTIKA: Jurnal Ilmiah PGSD*.
- Chyquitita, T., Winardi, Y., & Hidayat, D. (2018). Pengaruh Brain Gym terhadap Konsentrasi Belajar Siswa Kelas XI IPA dalam Pembelajaran Matematika di SMA XYZ Tangerang. *A Journal of Language, Literature, Culture, and Educatio*, 39-52.
- Harjuna, R. T., & Magistarina, E. (2021). Tingkat Stress Akademik Mahasiswa Selama Daring di Masa Pandemi. *Jurnal Pendidikan Tambusai* , 10791-10798.
- Hastuti, L. S., & Kurnia, R. (2017). PENGARUH WORKPLACE STRETCHING EXERCISE TERHADAP KEBOSANAN BELAJAR DAN KELELAHAN BELAJAR MAHASISWA POLTEKKES SURAKARTA. *Jurnal Keterapian Fisik*, 75-125.
- Hutabarat, J. (2018). *Kognitif Ergonomi: Aplikasi pada Pencantingan Batik Tulis dan Sopir Angkotan Kota*. Malang: Mitra Gajayana.
- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2014). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

- Jannah, R., & Santoso, H. (2021). Tingkat Stres Mahasiswa Mengikuti Pembelajaran Daring pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Riset dan Pengabdian Masyarakat*, 130-146.
- Karliman, L. L., & Sarvia, E. (2019). Perancangan Alat Material Handling untuk Mereduksi Tingkat Risiko Cedera Tulang Belakang Operator pada Aktivitas Pemindahan Semen di Toko Bangunan X. *JOURNAL OF INTEGRATED SYSTEM*, 170-191.
- Navea, R. F., Buenvenida, P. J., & Cruz, C. D. (2019). Stress detection using galvanic skin response: An android application. *journal of physics: Conference serie*, Vol. 1372, No. 1, p. 012001.
- Oktariani, I. S., Sofah, R., & Putri, R. M. (2021). Tingkat Stress Akademik Mahasiswa dalam Pembelajaran Daring pada Periode Pandemi Covid-19. *Journal of Learning and Instructional Studies*, 17-25.
- Soekanto, A., & Rianti, E. D. (2021). Analisis Tingkat Kelelahan Mahasiswa dalam Pembelajaran Daring di Era Pandemi Covid-19 Tahun Ajaran 2020/2021. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 154-165.
- Suwartika, I., Nurdin, A., & Ruhmadi, E. (2014). ANALISIS FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN TINGKAT STRESS AKADEMIK MAHASISWA REGULER PROGRAM STUDI D III KEPERAWATAN CIREBON POLTEKKES KEMENKES TASIKMALAYA. *Jurnal Keperawatan Soedirman*, 173-189.
- Widyanti, A., & Pratama, G. B. (2022). *Ergonomi Kognitif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Yassierli, Pratama, G. B., Pujiartati, D. A., & Yamin, P. A. (2020). *Ergonomi Industri*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

ANALISIS PERSEPSI DAN PREFERENSI TERHADAP VARIASI JENIS IKLAN PRODUK

(Analysis of Perception and Preference For Various Types of Product Advertisement)

Afrida Hafshalya Riandini¹, Ratna Purwaningsih², Manik Mahachandra³

^{1,2,3}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Alamat Korespondensi penulis
E-mail: manik.mahachandra@ft.undip.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persepsi dan preferensi variasi jenis iklan pengguna terhadap iklan produk konvensional maupun iklan green product. Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner yang bersifat semi terbuka terhadap 65 responden dengan kriteria merupakan tahun kelahiran 1997 hingga 2005 atau merupakan Generasi Z. Generasi Z merupakan generasi dimana dalam memberikan dan menerima informasi lebih jelas dan cepat serta effort less. Stimulus yang diberikan merupakan empat jenis iklan produk yang berbeda. Pengolahan data hasil kuesioner dengan menggunakan metode statistika. Pada hasil penelitian, didapatkan bahwa terdapat beberapa aspek atau pengukuran yang berdampak pada persepsi dan persepsi terhadap iklan produk. Dalam merespon variasi jenis iklan yang diberikan, muncul beberapa kata kunci yang didapat dari persepsi responden dan dikelompokkan berdasarkan padanan kata sesuai dengan iklan produk konvensional dan iklan green product antara lain wangi, elegan, dan menarik (visualisasi, storyline), familiar, berani kotor baik, kurang menarik, ramah lingkungan, tumbuhan, hijau, organik, cukup mudah dipahami dan lembut.

Kata kunci: preferensi, persepsi, iklan konvensional, green product, generasi Z

ABSTRACT

This study aims to determine the perceptions and preferences for variations in user ad types towards conventional product advertisements and green product advertisements. This research was conducted by distributing semi-open questionnaires to 65 respondents with the criteria of being born from 1997 to 2005 or Generation Z. Generation Z is a generation that provides and receives information more clearly and quickly and with less effort. Generation Z is a generation where providing and receiving information is clearer, faster and effortless. The stimulus given is four different types of product advertisements. Data processing of questionnaire results using statistical methods. In the research results, it was found that several aspects or measurements have an impact on perceptions and perceptions of product advertisements. In responding to the various types of advertisements given, several keywords emerged from the respondents' perceptions and were grouped based on word equivalents according to conventional product advertisements and green product advertisements including fragrant, elegant, attractive (visualization, storyline), familiar, dare to dirty well, less attractive, environmentally friendly, plant, green, organic, quite easy to understand and soft.

Keywords: preference, perception, conventional advertisement, green product, generation Z

PENDAHULUAN

Indonesia melalui Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 46 Tahun 2017 tentang Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup mendukung program penyelamatan lingkungan mendorong Kementerian atau lembaga satuan kerja perangkat daerah atau institusi menggunakan barang serta jasa ramah lingkungan hidup. Menurut Koiriyah dan Toro (2014) dalam Dianti & Paramita (2021), karena ketatnya regulasi pemerintah dan hukum lingkungan hidup membuat instrumen ekonomi lebih memperhatikan isu-isu lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam sehingga faktor tersebut menimbulkan konsumen yang peduli terhadap lingkungan. Hal tersebut bagi perusahaan merupakan sebuah peluang dan kesempatan dalam menerapkan strategi *green marketing*. Konsep *green marketing* bertujuan untuk memberikan sebuah kepuasan, keinginan serta hasrat di dalam memenuhi kebutuhan konsumen namun dengan memperhatikan isu-isu berkaitan lingkungan (Risyamuka & Mandala, 2015). Pada penelitian Islam (2018), untuk strategi *green marketing* meliputi konsumsi hijau, produk hijau (*green product*), pengiklanan hijau, saluran distribusi hijau dan harga hijau. Menurut Azevedo (2011) dalam Dianti & Paramita (2021), *Green product* telah terbukti mampu mengurangi efek samping bahaya, mengurangi zat beracun, mengurangi masalah kesehatan, meningkatkan daur ulang serta meningkatkan keramahan lingkungan. *Green marketing* memiliki pengaruh yang

signifikan terhadap keputusan pembelian *green product* dan memiliki pengaruh positif serta signifikan terhadap keputusan pembelian *green product* (Risyamuka & Mandala, 2015). Untuk itu, maka masyarakat terdorong untuk menunjukkan sikap perilaku *green konsumen behavior* sehingga jumlah konsumsi dari *green product* akan semakin meningkat (Yuwanti et al., 2023).

Menurut International Ergonomics Association, *Cognitive Ergonomic* merupakan ergonomi yang berkaitan dengan proses mental manusia, seperti persepsi, ingatan, serta reaksi sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem. Ergonomi kognitif bertujuan meningkatkan kinerja kognitif dengan mengintervensi interaksi antara manusia-mesin atau dengan komputer. Proses yang terjadi pada manusia disebabkan karena adanya input berupa stimulus yang ditangkap oleh panca indera manusia setelah terjadi interaksi dengan mesin atau komputer. Salah satu bentuk interaksi manusia dengan komputer yang memicu stimulus pada manusia pada saat melihat dan mendengar visualisasi baik gambar, video, tulisan maupun suara pada sebuah iklan.

Periklanan merupakan salah satu alat yang penting dalam perindustrian untuk mempromosikan produk maupun layanan kepada target pasar mereka. Menurut Jefkins (1997) dalam penelitian Jakaria et al. (2022), Periklanan adalah suatu proses komunikasi lanjutan yang disampaikan ke khalayak sebagai informasi penting yang bertujuan agar masyarakat mengetahui. Perkembangan industri dan lingkungan yang semakin kompetitif membuat perusahaan terus mencari cara untuk mencuri perhatian konsumen atau target pasar dan membuat pesan dari iklan baik berupa gambar, tulisan maupun video yang dibuat dapat tersampaikan dengan baik. Aspek dan atribut yang perlu dipenuhi dalam pembuatan sebuah iklan meliputi perhatian (*attention*), minat (*interest*), menginginkan (*desire*), pengakuan (*conviction*), keputusan (*decision*) serta tindakan (*action*) (Jakaria et al., 2022).

Tahun 2023, total belanja iklan di Indonesia diperkirakan mencapai Rp 151,4 triliun, hal ini naik sebesar 11,5% dari tahun 2022. Menurut Niels Ad Intel, terdapat lima kategori periklanan teratas di Indonesia pada tahun 2023 antara lain, *personal care*, makanan, retail, telekomunikasi dan jasa finansial. Data oleh Nielsen Ad Intel, pada tahun 2023 terdapat lima teratas jenis media yang dikeluarkan untuk iklan yaitu televisi, digital, *Out-of-home* (OOH), radio serta pers atau media cetak sehingga, media televisi dan digital lebih unggul daripada pangsa pasar iklan media cetak dan radio. Berdasarkan data yang didapat dari GoodStats, iklan yang didistribusikan melalui media *online* telah menjadi primadona bagi para *brand* untuk mengenalkan produknya ke publik. Produk yang diiklankan di media sosial menjadi sumber informasi utama masyarakat Indonesia dalam mengetahui produk-produk terbaru yang dijual.

Data menyatakan bahwa iklan pada YouTube menjadi sumber informasi kedua mayoritas masyarakat Indonesia dengan angka mencapai 59%. Iklan TV berada di posisi ketiga dengan persentase 44% dan pemilihnya didominasi oleh generasi Millennial dan Generasi X, sedangkan Iklan (yang didistribusikan secara *online*) mendominasi iklan yang disampaikan kepada pelanggan atau pembeli *e-commerce*, terutama untuk iklan di media sosial dan YouTube. Tren ini berlaku untuk semua kelompok usia. Namun, berbicara tentang iklan di TV yang menempati posisi ketiga, terdapat kesenjangan yang signifikan antara segmen yang lebih muda dan yang lebih tua. Hanya 35% Generasi Z yang memperoleh informasi dari iklan TV, dibandingkan jumlah Milennial dan Generasi X yang masing-masing mendapatkan persentase sebesar 50% dan 56%. Penelitian yang dilakukan oleh García-Carrión et al. (2023), terdapat perbedaan karakteristik atau sifat antara Generasi Y dan Generasi Z serta terdapat perbedaan adanya *visual pattern* antar generasi. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa gen Z memproses informasi lebih cepat dan *less effort* daripada gen Y.

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur dan menilai persepsi serta preferensi terhadap variasi jenis iklan yang ada. Penelitian ini dapat digunakan sebagai saran, masukan serta bahan pertimbangan untuk pembuatan desain iklan perusahaan di masa mendatang. Berdasarkan data yang telah didapat, objek atau jenis iklan penelitian ini dipilih dengan menggunakan sumber informasi utama pengguna menemukan iklan berasal yaitu dari media sosial (Instagram, Tiktok, Youtube, dll) dengan kategori iklan merupakan iklan detergen. Penelitian ini bertujuan yaitu untuk menilai dan menganalisis persepsi pengguna dalam melihat variasi jenis iklan yang diberikan serta mengetahui preferensi pengguna untuk sebuah desain iklan. Variasi jenis iklan yang dimaksudkan merupakan berbagai jenis iklan yang beredar di media sosial baik berupa iklan video (audio-visual) baik dari iklan detergen konvensional maupun *green product*. Dalam penelitian ini diusulkan hipotesis bahwa persepsi dan preferensi pengguna dapat dipengaruhi oleh variasi jenis iklan yaitu iklan konvensional dan iklan *green product*.

METODE

Penelitian ini melakukan pengukuran persepsi dan preferensi individu terhadap variasi jenis iklan secara subjektif menggunakan kuesioner. Penelitian ini merupakan eksperimen kuantitatif dengan kriteria partisipan yang telah disesuaikan. Partisipan melakukan eksperimen dengan melihat pada layar *gadget* mereka setelah kuesioner

dibagikan. Kuesioner tersebut terdapat pertanyaan dan penilaian terhadap iklan berupa persepsi yang mereka rasakan dan preferensi iklan untuk sebuah desain iklan di masa depan. Pemilihan iklan berdasarkan variasi produk iklan secara konvensional maupun *green product* pada kategori jenis iklan deterjen yang dipilih secara acak. Setelah itu, pengolahan data dilakukan berdasarkan hasil kuesioner yang didapat dengan menggunakan analisis statistika Chi Square dan ANOVA.

Prosedur pengujian dimulai dari responden atau partisipan diberikan kuesioner via *online* kemudian diisi secara mandiri dengan rincian kuesioner yaitu demografi responden, preferensi terhadap iklan yang disukai serta persepsi atau pemahaman terhadap iklan yang telah ditonton. Variasi jenis iklan yang diberikan merupakan kategori jenis produk deterjen dari produk deterjen konvensional maupun *green product* yang berupa iklan video untuk ditayangkan lewat media sosial. Setelah responden melihat iklan yang diberikan kemudian responden menjawab kuesioner yang diberikan sebagai penilaian terhadap iklan yang telah diberikan.

Studi ini menggunakan pengumpulan data kuesioner yang diadaptasi berdasarkan penelitian Simola *et al.* (2020), berisikan pertanyaan mengenai preferensi responden terhadap iklan yang disukai secara subjektif serta persepsi terhadap iklan yang telah ditonton. Kuesioner disusun dengan mempertimbangkan aspek-aspek di dalam sebuah iklan. Dalam penyusunan kuesioner digunakan beberapa variabel sebagai parameter pengukuran terhadap persepsi dan preferensi iklan yang ditonton. Penelitian ini menggunakan variabel pengukuran berdasarkan yang telah dilakukan oleh penelitian Simola *et al.* (2020) dengan menggunakan 11 parameter pengukuran antara lain *Familiarity, Easiness of Interpretation, Duration of Interpretation, Liking, Interesting, Visually Pleasant, Intellectually Challenging, Original, Surprising, Typical, dan Purchase Intention.*

Tabel 1. Keterangan pengukuran tiap variabel.

Pengukuran	Pengertian
Familiarity	Familiar atau keakraban dalam melihat iklan yang ditayangkan (pengalaman)
Easiness of interpretation	Kemudahan dalam memahami dan menginterpretasikan iklan yang ditayangkan
Duration of interpretation	Waktu atau durasi yang dibutuhkan untuk memahami dan menginterpretasikan iklan yang ditayangkan
Liking	Perasaan suka/emosi yang dirasakan saat melihat iklan
Interesting	Perasaan tertarik yang dirasakan saat melihat iklan (iklan tersebut menarik atau tidak)
Visually pleasant	Iklan yang dilihat menyenangkan secara visual atau memiliki estetika
Intellectually challenging	Iklan yang ditayangkan memberikan tantangan secara intelektual
Original	Iklan yang ditayangkan bersifat orisinal (memiliki ide yang berbeda dengan iklan yang lain, terdapat ciri khas pada iklan)
Surprising	Iklan yang dilihat mengejutkan/ <i>surprise</i> secara perasaan
Typical	Kemiripan iklan produk yang ditayangkan dengan iklan serupa dalam kategori yang sama (kemiripan)
Purchase Intention	Hasrat ingin membeli iklan yang ditayangkan

Demografi partisipan juga diidentifikasi dalam kuesioner. Karakteristik responden inklusi penelitian ini yaitu Generasi Z dengan tahun kelahiran 1997-2005 atau berusia 19-27 tahun, memiliki penglihatan normal, tidak buta warna, memiliki pendengaran baik, dan setidaknya pernah melihat berbagai jenis iklan baik di TV, media sosial, dll. Variabel dalam studi ini yaitu responden harus merupakan kelompok usia pada Generasi Z. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan kriteria tersebut, maka untuk penentuan jumlah sampel dari jumlah populasi yang tidak diketahui maka digunakan pendekan Lemeshow untuk menentukan jumlah sampel. Didapatkan 30 minimum responden untuk melakukan kajian ini. Kuesioner dibagi kepada responden secara acak, hal ini disebabkan karena kuesioner memiliki kombinasi untuk urutan dalam penampilan videonya. Kuesioner pertama untuk urutan video yang ditampilkan pertama adalah iklan *green product* dan untuk kuesioner kedua menggunakan urutan penayangan iklan produk konvensional untuk yang pertama.

Tabel 2. Kombinasi iklan yang diberikan untuk kuesioner yang dibagikan.

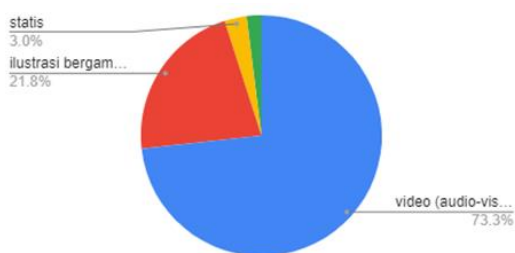
Kuesioner 1	Kuesioner 2
Iklan Produk Konvensional (P1)	Iklan <i>Green Product</i> (P3)
Iklan Produk Konvensional (P2)	Iklan <i>Green Product</i> (P4)
Iklan <i>Green Product</i> (P3)	Iklan Produk Konvensional (P1)
Iklan <i>Green Product</i> (P4)	Iklan Produk Konvensional (P2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Demografi Responden

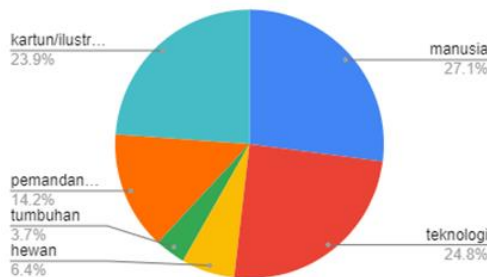
Hasil penelitian menganalisa mengenai persepsi pengguna terhadap iklan dan preferensi pengguna untuk desain sebuah iklan. Dalam kuesioner yang dibagikan secara acak untuk urutan iklan yang ditayangkan mendapatkan hasil yang beragam pada jawaban yang telah diterima. Diterima sebanyak 65 kuesioner dengan rincian sebanyak 28 kuesioner untuk Kuesioner 1 serta sebanyak 37 untuk Kuesioner 2. Pada hasil yang didapatkan demografi responden untuk pengujian ini sebanyak 60% merupakan perempuan. Sesuai dengan kriteria pengujian pada Generasi Z didapatkan persentase jumlah terbanyak berada pada rentang usia tahun kelahiran 1998 yaitu 43% dari total responden. Sebanyak 68% responden memilih sosial media seperti Youtube, Instagram, dll., sebagai tempat melihat sebuah iklan produk.

Tahapan awal kuesioner ini, diperoleh preferensi responden terhadap iklan baik dari iklan yang telah dilihat maupun minat dan kesukaan pada suatu iklan. Sebanyak 48 responden atau sebesar 74% menyukai jenis iklan dengan tipe video atau audio visual, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik persentase jenis iklan yang membuat tertarik.

Sedangkan, untuk objek dalam iklan yang disukai sebanyak 59% responden memilih manusia sebagai objek yang ada pada iklan yang ingin dilihat gambar 2. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan analisis statistika dengan metode Chi-square untuk pengujian perbedaan distribusi teoritis. Pengujian ini dilakukan menggunakan variabel jenis kelamin dan tahun kelahiran terhadap beberapa variabel pengukuran.



Gambar 2. persentase objek yang paling diminati.

Pengujian Statistik Anova Terhadap Variasi Iklan

Hasil pengujian normalitas persepsi dan preferensi individu terhadap variasi jenis iklan pada Uji Shapiro-Wilk ($N < 100$) diketahui bahwa nilai Sig. setiap variabel penelitian sebesar 0,000 dimana < 0.05 sehingga dapat dikatakan bahwa data pengujian ini dianggap normal. Pada pengujian homogenitas Anova ini bertujuan untuk menguji apakah varian variabel dari iklan tersebut sama, dapat dilihat pada tabel 3 bahwa pada *Familiarity* dan *Easiness of interpretation* nilai probabilitasnya adalah < 0.05 . Hal ini berarti bahwa kedua variabel pengukuran tersebut tidak memiliki varians yang sama pada persepsi dan preferensi pengguna terhadap variasi iklan yang diberikan atau dapat dikatakan bahwa pada variabel tersebut tidak dipengaruhi oleh kelompok yang sama.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas.

	ANOVA		
	Levene Statistic	df1	df2
Familiarity	9,622*	1	258
Easiness of interpretation	7,777*	1	258

	ANOVA		
	Levene Statistic	df1	df2
Duration of interpretation	0,499	1	258
Liking	0,407	1	258
Interesting	0,605	1	258
Visually pleasant	1,347	1	258
Intellectually challenging	1,578	1	258
Original	0,000	1	258
Surprising	3,700	1	258
Typical	0,629	1	258
Purchase Intention	2,636	1	258

Nilai signifikansi <0.05 ditujukan dengan simbol (*) pada Levene Statistic

Kemudian pengujian dengan menggunakan Uji Anova yang bertujuan untuk membandingkan dan melihat perbedaan antar variasi jenis iklan yang diberikan sebagai stimulus yaitu iklan produk konvensional dan iklan *green product*. Berikut merupakan hasil Uji Anova, dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji ANOVA.

	ANOVA	
	F	Sig.
Familiarity	58,284	0,000
Easiness of interpretation	10,016	0,002
Duration of interpretation	8,500	0,004
Liking	16,964	0,000
Interesting	26,126	0,000
Visually pleasant	12,213	0,001
Intellectually challenging	3,401**	0,066
Original	10,838	0,001
Surprising	5,326	0,022
Typical	0,183**	0,669
Purchase Intention	7,541	0,006

Nilai signifikansi >0.05 ditujukan dengan simbol (**) pada derajat F

Pada tabel 4, nilai signifikansi yang ada dalam pengujian terhadap variasi jenis iklan produk yang diberikan sebagai stimulus pengguna, dapat dilihat bahwa nilai sig. >0.05 merupakan yang dapat mempengaruhi persepsi dan preferensi pengguna terhadap variasi jenis iklan produk. Pada pengujian tersebut didapat bahwa *Intellectually Challenging* dan *Typical* merupakan faktor yang mempengaruhi persepsi dan preferensi pengguna dalam merespon suatu iklan produk baik iklan produk konvensional maupun iklan *green product*. Kemudian, untuk melihat perbedaan pada pengukuran persepsi terhadap variasi jenis iklan dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Tabel Deskripsi Perbedaan Variabel Pengukuran.

	Iklan Konvensional			Iklan Green Product		
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Familiarity	3,52	1,556	0,137	2,15	1,309	0,115
Easiness of interpretation	5,27	0,785	0,069	4,92	1,004	0,088
Duration of interpretation	5,28*	0,889	0,078	4,93	1,021	0,090
Liking	4,59	1,090	0,096	4,02	1,138	0,100
Interesting	4,67	1,052	0,092	3,95	1,200	0,105
Visually pleasant	4,69	0,931	0,082	4,26	1,053	0,092
Intellectually challenging	3,47	1,313	0,115	3,18	1,242	0,109
Original	4,08	1,321	0,116	3,55	1,239	0,109
Surprising	3,35	1,374	0,120	2,97	1,257	0,110

	Iklan Konvensional			Iklan Green Product		
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Typical	3,97	1,148	0,101	4,03	1,174	0,103
Purchase Intention	4,18	1,212	0,106	3,74	1,401	0,123

Jika, berdasarkan perbedaan rata-rata yang didapat pada pengujian tabel 5, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat rata-rata persepsi dan preferensi pengguna atau seseorang lebih besar terhadap iklan produk konvensional.

Pengukuran Persepsi dan Preferensi Generasi Z Terhadap Variasi Iklan

Hasil perhitungan pengujian pengukuran pada Generasi Z terhadap variasi iklan konvensional dan *green product* dilakukan dengan menggunakan metode pengujian Chi-Square, dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan Pearson Chi-square antara tahun kelahiran terhadap variabel iklan.

	Asymp Sig. Chi-Square			
	P1	P2	P3	P4
Familiarity	0,017	0,887	0,057	0,220
Easiness of interpretation	0,988	0,810	0,096	0,792
Duration of interpretation	0,999	0,986	0,853	0,986
Liking	0,736	0,725	0,590	0,809
Interesting	0,977	0,576	0,400	0,300
Visually pleasant	0,940	0,458	0,180	0,541
Intellectually challenging	0,803	0,210	0,729	0,032**
Original	0,375	0,772	0,030**	0,456
Surprising	0,208	0,431	0,977	0,322
Typical	0,575	0,603	0,183	0,632
Purchase Intention	0,820	0,837	0,974	0,060

Keterangan: P1 = Produk 1, P2 = Produk 2, P3 = Produk 3, P4 = Produk 4

Nilai signifikansi <0.05 ditunjukkan dengan simbol (*), warna pada kolom tabel menandakan nilai sig. terbesar dari tiap iklan

Dalam pengambilan keputusan menggunakan metode Chi-square dapat melihat atau berpedoman dengan nilai Asymp. Sig. dengan batas kritisnya yaitu 0,05. Jika nilai Asymp. Sig (2-sided) pada hasil Chi-square >0.05 maka hasil/hipotesis diterima. Pada perhitungan dengan Pearson Chi-square kemudian dibandingkan variasi jenis iklan produk dengan persepsi dan preferensi pengguna, kemudian pada hasil pengukuran didapatkan bahwa tidak semua produk yang ditayangkan memiliki pengaruh dan perbedaan terhadap respon Generasi Z. Beberapa jenis iklan produk tidak memiliki signifikansi terhadap respon Generasi Z. Jika disimpulkan maka dapat dilihat pada produk konvensional (P1 dan P2) masih mendapatkan respon yang lebih signifikan terhadap persepsi dan preferensi pada kelompok Generasi Z, hal ini sesuai dengan penelitian dilakukan oleh García-Carrión *et al.* (2023) bahwa Gen Z lebih terhubung terhadap *online behavior*, komunikatif serta lebih memilih informasi yang lebih sederhana baik secara visual maupun otentik. Dapat dilihat bahwa produk 1 (P1) yang merupakan produk konvensional memiliki signifikansi hasil dengan beberapa indikator pengukuran persepsi pada iklan yang ditayangkan yaitu *Easiness of Interpretation*, *Duration of Interpretation*, *Interesting*, *Visually Pleasant*, dan *Intellectually Challenging*. Berdasarkan hasil yang didapat, nilai pada jenis iklan *green product* memiliki hasil signifikansi lebih sedikit pada variabel persepsi dan preferensinya. Pada hasil iklan P3 dan P4 yang merupakan jenis iklan *green product* ini memiliki signifikansi terhadap *Liking*, *Surprising*, *Typical* dan *Purchase Intention*. Hal ini dapat disebabkan karena, pada gen Z, karena kelompok tersebut lebih berpengetahuan tentang teknologi serta lebih terhubung dengan teknologi dan *online behavior*. Selain itu, mereka juga memproses banyak jenis informasi secara bersamaan (García-Carrión *et al.*, 2023).

Pengukuran Jenis Kelamin Terhadap Variasi Iklan

Hasil perhitungan pengujian hubungan jenis kelamin terhadap variasi iklan konvensional dan *green product* dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan Pearson Chi-square jenis kelamin terhadap variabel iklan.

	Asymp. Sig Chi-Square			
	P1	P2	P3	P4
Familiarity	0,087	0,847	0,118	0,025
Easiness of interpretation	0,144	0,633	0,821	0,337
Duration of interpretation	0,684	0,583	0,38	0,632
Liking	0,4	0,161	0,196	0,722
Interesting	0,376	0,114	0,239	0,606
Visually pleasant	0,192	0,144	0,072	0,777
Intellectually challenging	0,326	0,121	0,194	0,878
Original	0,962	0,582	0,882	0,482
Surprising	0,685	0,692	0,225	0,238
Typical	0,684	0,517	0,464	0,741
Purchase Intention	0,47	0,505	0,025	0,169

Sig. >0.05

Keterangan: P1 = Produk 1, P2 = Produk 2, P3 = Produk 3, P4 = Produk 4

Pada tabel 8 merupakan hasil Asymp sig. Chi-Square mengenai persepsi dan preferensi jenis iklan konvensional dan *green product* terhadap jenis kelamin. Hal ini karena terdapat perbedaan gender dalam hal melihat *behavioral intention* terkait dengan *green product* (Mostafa, 2007). Dominasi signifikansi berdasarkan hasil ini berada di P4. Pada P4 dan P3 yang merupakan *green product* memiliki pengaruh terhadap respon responden berdasarkan jenis kelamin antara lain *Easiness of interpretation*, *Liking*, *Interest*, *Visually Pleasant*, *Intellectually challenging*, dan *Typical*. Pada iklan P4, mendapatkan faktor yang mempengaruhi persepsi dan preferensi responden lebih dominan daripada ketiga produk yang lain. Iklan yang diberikan iklan produk keempat tersebut, merupakan jenis iklan yang memuat visualisasi iklan (termasuk objek dalam iklan) yang membuat respon responden tinggi dari pada iklan produk lainnya. Pada pengujian ini dilakukan pengukuran terhadap jenis kelamin pada variasi jenis iklan karena jenis kelamin menegaskan dapat merespon secara berbeda terhadap iklan (Noble et al., 2014). Didapatkan dominasi nilai signifikan lebih besar pada perempuan, dikarenakan perempuan memiliki persepsi yang lebih tinggi mengenai risiko lingkungan (Mostafa, 2007). Oleh sebab itu, pada iklan *green product* (P3 dan P4) lebih signifikan dan dominan oleh perempuan. Perhitungan menggunakan skala hasil dari kuesioner berdasarkan jenis kelamin sehingga terlihat perbedaan terhadap persepsi pada variasi iklan, sebagai berikut:

Tabel 8. Persentase perbedaan persepsi terhadap variasi jenis iklan terhadap jenis kelamin.

Variabel	Total Aggregate			
	Laki-Laki		Perempuan	
Familiarity	62	0,24%	114	0,45%
Easiness of interpretation	123	0,49%	201	0,79%
Duration of interpretation	127	0,50%	200	0,79%
Liking	107	0,42%	175	0,69%
Interesting	110	0,43%	181	0,71%
Visually pleasant	120	0,47%	188	0,74%
Intellectually challenging	107	0,42%	137	0,54%
Original	102	0,40%	146	0,58%
Surprising	79	0,31%	122	0,48%
Typical	105	0,41%	162	0,64%
Purchase Intention	93	0,37%	153	0,60%

Persepsi Kata Kansei yang Muncul Terhadap Variasi Iklan

Pada hasil pengukuran persepsi dan preferensi terhadap variasi iklan ini, juga dilakukan menggunakan kuesioner yang bersifat terbuka sehingga dalam penelitian ini dapat mengetahui mengenai preferensi responden. Pertanyaan yang diajukan berupa, “Produk apa yang diiklankan” dan “Apa lagi yang terlintas di benak Anda saat melihat

iklan tersebut”, pertanyaan tersebut dimaksudkan untuk mengenai persepsi secara lebih detail dan mendalam mengenai iklan yang dilihat sesuai dengan persepsi individu. Setelah mengumpulkan hasil jawaban pertanyaan-pertanyaan tersebut kemudian dapat dikelompokkan beberapa padanan kata berdasarkan iklan yang ditayangkan dan jenis produknya yaitu konvensional dan *green product*. Kata-kata yang muncul dapat diklasifikasikan sebagai kata Kansei yang terlihat dan dominan terhadap iklan yang ditayangkan serta yang mudah diingat oleh individu. Pada iklan produk P1, merupakan jenis iklan produk konvensional dimana dalam iklan tersebut menceritakan mengenai aktivitas di luar ruangan yakni mendorong sang anak agar berani melakukan kegiatan baru dan memberikan *tagline* “berani kotor itu baik”, setelahnya terdapat iklan produk yang ditayangkan serta penjelasan mengenai kandungan aktif dalam produk yang ada.



Gambar 3. Iklan Produk Konvensional P1.

Pada iklan produk P2 merupakan jenis iklan produk konvensional, dalam iklan tersebut menceritakan mengenai aktivitas seorang model/aktris dimana dijelaskan bahwa dari produk yang diiklan memberikan wangi harum sepanjang hari seperti bau bunga atau menggunakan parfum. Dalam iklan ini, terdapat visualisasi berupa objek manusia (model/aktris), bunga, botol parfum, kegiatan yang dilakukan serta produk yang diiklankan.



Gambar 4. Iklan Produk Konvensional P2.

Iklan produk P3, merupakan jenis iklan *green product* dimana dalam iklan tersebut berisikan aktivitas mencuci baju yang membuat tangan tetap lembut. Selain itu, dalam iklan yang ditayangkan memberikan visualisasi tumbuhan dan suasana hutan yang mengisyaratkan bahwa produk yang diiklankan mengandung ekstrak tumbuhan dan ramah lingkungan.



Gambar 5. Iklan Green Product P3.

Iklan produk P4, merupakan jenis iklan *green product* yang menceritakan mengenai pembuatan dan bahan yang ada dalam produk tersebut. Selain itu, dalam iklan yang ditayangkan memberikan visualisasi tumbuhan, bunga-bunga dan suasana hutan yang mengisyaratkan bahwa produk yang diiklankan mengandung ekstrak tumbuhan dan ramah lingkungan.



Gambar 6. Iklan Green Product P4.

Keempat jenis iklan produk yang ditayangkan sebagai stimulus penelitian ini, untuk pertanyaan “Produk apa yang diiklankan” yang diberikan oleh responden sebanyak 89,6% dari 65 orang menjawab dengan benar jenis produk apa yang diberikan beserta fungsi dan nama *brand* yang sesuai dengan iklan masing-masing produk. Rekayasa Kansei ditetapkan sebagai pendekatan berorientasi konsumen yang kuat untuk menerjemahkan kansei (emosi) konsumen menjadi kata kansei (Guo et al., 2020). Penelitian Rekayasa Kansei dimulai dari pengumpulan kata-kata kansei terkait dengan domain desain dan evaluasi produk yang menggunakan kata-kata kansei. Kata kansei yang muncul diadopsi untuk mendapatkan persepsi pengguna terhadap fitur desain produk (Guo et al., 2020). Dalam hasil yang didapatkan dari pertanyaan tersebut muncul beberapa kata kunci kansei dari iklan yang ditayangkan. Terdapat perbedaan kata kansei yang muncul dalam iklan yang diberikan. Tabel 9 dan tabel 10 merupakan kata kansei yang muncul dari pertanyaan tersebut.

Tabel 9. Kata Kansei yang muncul pada iklan *green product*.

No	Kata Kansei	Persentase Muncul
1	Detergen, sabun cuci	31%
2	Lembut	10%
3	Wangi, harum, segar	7%
4	Mudah dipahami	1%
5	Tumbuhan, bunga	10%
6	Kurang menarik	2%
7	Ramah lingkungan, <i>eco friendly</i>	2%

Tabel 10. Kata Kansei yang muncul pada iklan produk konvensional.

No	Kata Kansei	Persentase Muncul
1	Detergen, sabun cuci, pewangi pakaian	33%
2	Wangi, harum	8%
3	Elegan, mewah	2%
4	Visual menarik, cantik	8%
5	<i>Tagline</i> dan iklan sering dilihat	1%
6	Cepat membersihkan noda	2%
7	Berani kotor baik, cucian kotor	5%
8	Lembut	4%

Pada tabel di atas dapat dilihat kata Kansei dan persentase kata yang muncul dalam jawaban responden penelitian. Kata yang muncul di iklan *green product*, bahan baku produk serta proses dan dampak yang ada tersemat dalam setiap jawaban responden mengenai produk yang diiklankan, sehingga dapat diartikan bahwa kata kunci yang diberikan oleh iklan tersebut mendapatkan atensi dan diingat oleh responden. Sedangkan, untuk produk konvensional kata yang muncul seperti detergen, sabun cuci pakaian, serta pewangi pakaian. Pada iklan konvensional yang diberikan, *tagline* iklan serta nama *brand* iklan tersebut juga tersemat pada jawaban responden, hal ini diakibatkan karena iklan konvensional tersebut sering dilihat oleh responden dan merupakan iklan yang memiliki keakraban (*Familiarity*) yang cukup besar pada produk tersebut.

Kata-kata yang muncul merupakan kata kunci yang disebutkan dalam iklan yang ditayangkan pada keempat produk tersebut. Dapat dilihat perbedaan kata kunci antara iklan konvensional dan iklan *green product* yaitu pada iklan *green product* dimana dalam iklan yang ditayangkan lebih menonjolkan ramah lingkungan karena berasal dari tumbuhan sebagai bahan baku pembuatannya sehingga kata kunci ramah lingkungan, organik, hijau, dan tumbuhan muncul untuk menggambarkan produk tersebut. Namun, pada iklan *green product* visualisasi yang ditampilkan tidak disertakan objek manusia karena objek yang ditampilkan berupa tumbuhan maupun bunga, sehingga responden menganggap iklan *green product* dinilai kurang menarik secara visual. Iklan *green product*

selain menampilkan bahan alami yang digunakan untuk menarik konsumen terhadap pembelian produk ramah lingkungan, seperti halnya iklan konvensional perlu atau dapat pula menggunakan model/artis yang dapat meningkatkan pengetahuan calon konsumen terkait lingkungan melalui iklan, serta dapat membantu dalam mengembangkan niat pro-lingkungan dan dapat meningkatkan penjualan produk dan layanan ramah lingkungan (Li et al., 2022).

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persepsi dan preferensi variasi jenis iklan terhadap jenis kelamin dan tahun kelahiran. Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner yang bersifat semi terbuka terhadap 65 responden dengan kriteria merupakan tahun kelahiran Generasi Z. Setelah data kuesioner yang disebar tadi didapat kemudian hasil pengukuran tersebut diolah dengan menggunakan Metode Chi-Square dan Anova. Beberapa variabel pengukuran digunakan untuk mengukur persepsi dan preferensi terhadap variasi jenis iklan yaitu iklan konvensional dan iklan *green product*. Variabel pengukuran antara lain dalam pengukuran persepsi dan preferensi terhadap variasi iklan jenis produk tersebut antara lain *Familiarity, Easiness of interpretation, Duration of interpretation, Liking, Interesting, Visually pleasant, Intellectually challenging, Original, Surprising, Typical, Purchase Intention*.

Berdasarkan analisis yang telah diberikan maka dapat disimpulkan bahwa dalam pengukuran persepsi dan preferensi variasi jenis iklan terhadap variabel tahun kelahiran dan jenis kelamin didapatkan bahwa dari aspek/faktor pengukuran penelitian ini didapatkan bahwa pada tahun kelahiran yaitu 1998 memberikan pengaruh dan lebih banyak untuk merespon iklan yang diberikan sebagai stimulus. Tahun kelahiran 1998 termasuk dalam generasi Z dimana dalam memberikan dan menerima informasi lebih jelas dan cepat serta *effort less*. Selain itu, untuk kelompok jenis kelamin perempuan memberikan hasil yang signifikan, berpengaruh dan memberikan respon pada variabel pengukuran persepsi dan preferensi variasi iklan. Berdasarkan hasil Pearson Chi-Square dalam aspek penilaian pada kelompok tahun kelahiran iklan dengan produk konvensional lebih didominasi sedangkan untuk iklan *green product* didominasi pada penilaian yang dilakukan pada kelompok jenis kelamin. Dalam merespon variasi jenis iklan yang diberikan, muncul beberapa kata kunci yang didapat dari persepsi responden dan dikelompokkan berdasarkan padanan kata sesuai dengan iklan produk konvensional dan iklan *green product* yang diharapkan dapat membantu dalam evaluasi dan pembangan produk iklan kedepannya. Pada iklan produk konvensional muncul kata kunci yaitu wangi, elegan, dan menarik (visualisasi, *storyline*), familiar, berani kotor baik. Sedangkan, pada iklan *green product* terdapat beberapa kata yang muncul dari iklan yang disajikan yaitu wangi, kurang menarik, ramah lingkungan, tumbuhan, hijau, organik, cukup mudah dipahami dan lembut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ibu Dr. Manik Mahachandra, Ibu Dr. Ratna Purwaningsih dan Prof. Heru Prastawa selaku dosen pengampu yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam keberlangsungan jurnal ini serta responden yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ausín, J. M., Bigne, E., Marín, J., Guixeres, J., & Alcañiz, M. (2021). The background music-content congruence of TV advertisements: A neurophysiological study. *European Research on Management and Business Economics*, 27(2). <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2021.100154>
- Dianti, N. R., & Paramita, E. L. (2021). Green Product dan Keputusan Pembelian Konsumen Muda. *Jurnal Samudra Ekonomi Dan Bisnis*, 12(1), 130–142. <https://doi.org/10.33059/jseb.v12i1.2301>
- García-Carrión, B., Del Barrio-García, S., Muñoz-Leiva, F., & Porcu, L. (2023). Effect of social-media message congruence and generational cohort on visual attention and information-processing in culinary tourism: An eye-tracking study. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 55(March), 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.jhtmt.2023.03.006>
- Guo, F., Qu, Q. X., Nagamachi, M., & Duffy, V. G. (2020). A proposal of the event-related potential method to effectively identify kansei words for assessing product design features in kansei engineering research. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 76(February). <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102940>
- Islam, D. (2018). Tinjauan penerapan konsep green marketing dalam pelestarian lingkungan. *Jurnal Pamator: Jurnal Ilmiah Universitas Trunojoyo*, 11(1), 10–18.

- Jakaria, R. B., Sumarmi, W., Industri, T., Sidoarjo, U. M., Mesin, T., & Sidoarjo, U. M. (2022). *Menentukan Variabel Desain Iklan Menggunakan Voice of Customer*. 8(1), 99–108.
- Risyamuka, I. K., & Mandala, K. (2015). Pengaruh green marketing terhadap keputusan pembelian produk hijau di restoran sari organik Ubud. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 4(2), 524–543.
- Simola, J., Kuisma, J., & Kaakinen, J. K. (2020). Attention, memory and preference for direct and indirect print advertisements. *Journal of Business Research*, 111(September 2018), 249–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.06.028>
- Islam, D. (2018). Tinjauan penerapan konsep green marketing dalam pelestarian lingkungan. *Jurnal Pamator: Jurnal Ilmiah Universitas Trunojoyo*, 11(1), 10–18.
- Li, M., Li, J., Yasin, M. A. I., Hashim, N. B., Ang, L. H., & Bidin, R. (2022). Impact of celebrity-endorsed environmental advertisements on green economy development. *Technological Forecasting and Social Change*, 184(April). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121979>
- Yuwanti, D., Sofriana Imaningsih, E., Wibowo, W., & Yuwono, I. (2023). Green Product Quality, Green Brand Image, E-Wom Terhadap Green Customer Loyalty Trust Strategi Marketing. *Jurnal Impresi Indonesia*, 2(9), 871–883. <https://doi.org/10.58344/jii.v2i9.3545>



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

PENGARUH PERBEDAAN TIPE JALAN TERHADAP *SITUATIONAL AWARENESS* PADA VIDEO MENGENAL MENGGUNAKAN SAGAT

(Effect of Road Type Differences on Situational Awareness in Driving Videos Using SAGAT)

Vivin Noviatun Jannah¹, Novie Susanto², Manik Mahachandra³

^{1,2,3}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl.

Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia E-mail:

manik.mahachandra@ft.undip.ac.id

ABSTRAK

Faktor manusia memiliki dampak yang signifikan dalam keselamatan berkendara. Kunci pengemudi untuk berkendara dengan aman di jalan raya adalah kemampuan untuk mengembangkan kognisi dan perilaku yang relevan dengan tugas mengemudi. Pada saat berkendara pengemudi perlu mempertahankan situational awareness yang tinggi karena memerlukan persepsi, identifikasi, serta interpretasi elemen lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengukuran Situational Awareness pada video mengemudi menggunakan Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) di setiap akhir video. Penelitian ini menggunakan data video mengemudi pada empat kondisi lalu lintas dan dua cuaca yaitu business district cuaca hujan, urban road, rural road, dan urban road cuaca hujan. Sebanyak 10 responden mahasiswa terlibat pada penelitian ini. Analisis yang digunakan adalah uji Kruskal Wallis dan uji Mann Whitney yang menguji perbedaan dalam tingkat Situational Awareness (SA) pada empat tipe jalan yang berbeda dan riwayat kecelakaan. Hasil menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai Situational awareness pada tiap kondisi tipe jalan dan riwayat kecelakaan.

Kata kunci: Pengemudi muda, Situational Awareness, Lingkungan, Kognitif

ABSTRACT

Human factors have a significant impact on driving safety. The key for drivers to drive safely on the road is the ability to develop cognition and behavior relevant to the driving task. While driving, drivers need to maintain high situational awareness as it requires perception, identification, and interpretation of environmental elements. This study aims to analyze Situational Awareness measurements on driving videos using Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) at the end of each video. This study used driving video data in four traffic conditions and two weather conditions: business district rainy weather, urban road, rural road, and urban road rainy weather. A total of 10 student respondents were involved in this study. The analysis used was the Kruskal Wallis test and the Mann Whitney test which tested for differences in Situational Awareness (SA) levels on four different road types and accident history. The results showed that there was no difference in Situational Awareness scores in each road type condition and accident history.

Keywords: Young Drivers, Situational awareness, Environment, Cognitive

1. PENDAHULUAN

Mengemudi dianggap sebagai tugas dan aktivitas yang kompleks dengan melibatkan keahlian dari segi kognitif, fisik, sensoris, dan psikomotor dalam waktu yang bersamaan (Cordellieri dkk., 2022). Jumlah korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia mengalami peningkatan, berdasarkan laporan Kementerian Perhubungan (kemenhub) korban akibat kecelakaan di Indonesia mencapai 204.447 orang sepanjang 2022 dan menjadi jumlah tertinggi selama empat tahun terakhir, jumlah tersebut mengalami peningkatan sebesar 33% dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang mencapai 153.732 (Muhammad, 2023). Data kecelakaan lalu lintas pada bulan Januari hingga Agustus 2023 mencapai 91.591 ribu (Polri, 2023a). Kerugian yang ditimbulkan akibat kecelakaan lalu lintas di

Indonesia sebesar Rp 448-470 triliun atau 3% dari produk domestik bruto (PDB), dikarenakan jumlah kecelakaan lalu lintas tiap tahun berada di atas 100 ribu kasus (Kencana, 2023).

Selama bulan agustus 2023 korlantas polri melaporkan sebesar 7.180 kecelakaan lalu lintas, 22,3% pengemudi yang mengalami kecelakaan adalah mahasiswa atau pelajar (Polri, 2023b). Regulasidiri yang buruk serta tindakan agresif yang lebih tinggi merupakan faktor yang menyebabkan pengemudi muda sering melakukan kecerobohan dalam menjaga jarak aman pada saat mengemudi (Nicolls dkk., 2022). Selain itu, pengemudi muda cenderung sering melakukan pelanggaran pada saat mengemudi (Lady, Rizqandini, 2020;Maghelal dkk., 2023). Hal tersebut menunjukkan bahwa generasimuda memiliki kemungkinan lebih besar untuk terlibat dalam kecelakaan lalu lintas (Cordellieri dkk., 2022).

Sejalan dengan faktor regulasi diri pada pengemudi muda yang menyebabkan kecelakaan, data dari Korlantas Polri, (2023a) menunjukkan bahwa penyebab kecelakaan lalu lintas 94,5% disebabkan oleh faktor manusia dan 5,5% disebabkan oleh kendaraan, jalan, dan alam. Data tersebut menunjukkan bahwa faktor manusia memiliki dampak yang signifikan dalam keselamatan berkendara. Faktor manusia yang menjadi penyebab kecelakaan mencakup beberapa hal yang berhubungan dengan perilaku pengemudi seperti kemampuan pengemudi untuk membuat keputusan dan kecepatan reaksi pada saat terjadi perubahan kondisi lingkungan atau jalan (Ahdiyat, 2023). Kunci pengemudi untuk berkendara dengan aman di jalan raya adalah kemampuan untuk mengembangkan kognisi dan perilaku yang relevan dengan tugas mengemudi (Polri, 2023c). Oleh sebab itu, pada saat berkendara pengemudi perlu mempertahankan *situational awareness* yang tinggi karena memerlukan persepsi, identifikasi, serta interpretasi elemen lingkungan seperti kendaraan lalu lintas, rambu jalan, pejalan kaki, dll (Rehman, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Van Dam dkk., (2020) *Situational awareness* memiliki korelasi dengan kinerja mengemudi dan dinilai sebagai faktor yang mampu memengaruhi terjadinya kecelakaan. Oleh sebab itu, untuk mengatasi faktor manusia yang dapat menghambat keselamatan, perlu ditekankan peningkatan *situational awareness* pengemudi menjadi hal krusial yang dapat mencegah kecelakaan lalu lintas.

Situational awareness digambarkan sebagai pengetahuan mengenai apa yang terjadi di lingkungan (McKerral & Pammer, 2021). *Situational awareness* mengacu pada proses kognitif dimana individu memahami dan merasakan lingkungan saat ini untuk mencapai pemahaman yang komprehensif dan akurat, selain itu *situational awareness* yang baik dapat menuntun individu untuk mengambil keputusan yang tepat dan mencapai kinerja yang baik (Liu dkk., 2023). Sejumlah pendekatan telah diusulkan dan digunakan dalam penelitian tentang SA, termasuk ukuran kinerja, dan ukuran yang berupaya menilai tingkat pengetahuan dan pemahaman seseorang tentang situasi melalui pertanyaan langsung terhadap individu (Endsley, 2021).

Salah satu pendekatan untuk menilai *situational awareness* seseorang adalah dengan menilai apakah elemen lingkungan mengemudi yang relevan dengan tugas dapat dipersepsikan dengan tepat (Liang dkk., 2021). *Situational Awareness Global Technique* (SAGAT) adalah salah satu metode pengukuran untuk menilai tentang persepsi individu terhadap situasi yang sedang terjadi (Endsley, 2021). Metode SAGAT melibatkan serangkaian tugas dalam suatu simulasi, kemudian dilakukan pembekuan pada waktu yang dipilih secara acak dan tampilan system dikosongkan dan responden menjawab pertanyaan tentang persepsi terhadap situasi tersebut. Pertanyaan SAGAT telah disusun dari hasil *Goals Directed Task Analysis* (GDTA) yang disesuaikan dengan tujuan penelitian dan mencakup 3 level SA, yaitu persepsi, pemahaman, dan proyeksi (Endsley, 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur *situational awareness* seseorang melalui objek videolalu lintas berbagai kondisi dengan mempertimbangkan penelitian yang dilakukan oleh Liu dkk., (2023) yang menunjukkan bahwa *situational awareness* individu dapat dinilai melalui objek video, namun penelitian tersebut hanya membandingkan apakah hasil dari masing-masing level SA memiliki korelasidengan data hasil EEG dan belum membahas mengenai hasil masing-masing level SA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur *situational awareness* pengemudi muda/mahasiswa dan mengevaluasi hasil pada masing masing SA pada berbagai kondisi serta hasil dari penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi perbaikan untuk meminimalisir terjadinya kasuskecelakaan.

2. METODE

Penelitian yang akan dilakukan bersifat penelitian eksperimental sederhana dengan kontrol eksperimen ketat. Penelitian menggunakan subjek *within subject*. Menurut Roscoe (1975) dalam (Sekaran, 2003), ukuran sampel yang digunakan untuk penelitian eksperimental dengan ukuran sampel kecil antara 10 sampai dengan 20 sampel.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Liu dkk., (2023) hanya membandingkan apakah hasil dari masing-masing level *Situational Awareness* (SA) memiliki korelasi dengan data hasil EEG namun tidak membahas hasil dari masing-masing level tersebut. Penelitian ini akan mengidentifikasi *situational awareness* dengan menggunakan metode *Situational Awareness Global Assessment Technique* (SAGAT) dengan 3 level SA yaitu persepsi, pemahaman, dan proyeksi. Penelitian ini akan menilai *situational awareness* individu melalui objek video mengemudi di berbagai kondisi (*rural roads, urban roads, business district*). Hal tersebut untuk mengetahui hasil dari masing-masing kondisitersebut dan mengetahui apakah terdapat perbedaan tingkat SA.

2.1 Responden

Penelitian ini mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi dalam menyaring responden. Kriteria inklusi responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seluruh responden adalah mahasiswa
2. Responden memiliki surat ijin mengemudi mobil (SIM A) yang masih berlaku (Kaber dkk., 2016)
3. Responden harus memiliki ketajaman visual yang baik untuk melihat detail video dengan memiliki penglihatan ormal atau penglihatan yang sudah diperbaiki dengan lensa kontak (Marti dkk., 2022)
4. Responden tidak memiliki gangguan pendengaran (Liang dkk., 2021)

Kriteria eksklusi responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Responden tidak menonton video mengemudi hingga selesai
2. Responden tidak dapat menjawab kuesioner hingga selesai

Dengan memahami faktor manusia yang terlibat dalam menonton video mengemudi dapat diketahuibahwa video tersebut dapat diakses oleh orang-orang dengan tingkat ketajaman visual dan kemampuankognitif yang berbeda-beda.

2.2 Desain Penelitian

Dalam eksperimen, setiap responden diminta menonton 4 video mengemudi dalam sudut pandang orang pertama, setiap video berdurasi 2 menit dengan kombinasi tipe jalanan seperti *rural road, business district, urban road* dan cuaca cerah maupun hujan, detail kombinasi ada pada tabel 1. Responden perlu memperhatikan objek-objek yang ada seperti kendaraan, pejalan kaki, rambu lalu lintas. Responden harus menjawab kuesioner *Situational Awareness Global Assessment Technique* (SAGAT) untuk menilai *situational awareness* di setiap akhir melihat video pada masing-masing kondisi.

Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) dengan 13 item pertanyaan yang terdiri dari 3 level *situational awareness* (SA). Tiga level *situational awareness* yaitu persepsi dengan 5 item pertanyaan mengenai persepsi individu pada elemen lingkungan, pemahaman dengan 5 item pertanyaan mengenai pemahaman individu terhadap perubahan situasi, dan proyeksi dengan 3 item pertanyaan mengenai proyeksi individu di masa mendatang. Item pertanyaan SAGAT pada level 1 dan 2 berbentuk pilihan ganda, dan level 3 berisi pertanyaan terbuka. Penilaian dengan menggunakan SAGAT berupa pertanyaan yang disusun berdasarkan GDTA (*Goals Directed Task Analysis*) yang telah dirancang sesuai dengan tujuan penelitian. Pertanyaan tersebut ada pada lampiran 1.

Tabel 1. Kombinasi Kondisi.

Tipe	Kota	Traffic	Cuaca	
Bussiness District	Jakarta	Padat	Hujan	 <p>(Tancap, 2021)</p>
Urban	Jogja	Lenggang	Cerah	 <p>(Tancap, 2021)</p>
Rural	Bantul	Lenggang	Cerah	 <p>(RoadscapeID, 2023)</p>
Urban	Jakarta	Padat	Hujan	 <p>(Seamata, 2020)</p>

Dalam menentukan jawaban benar dalam pertanyaan terbuka, peneliti telah menentukan kata kunci untuk jawaban yang benar. Penilaian SAGAT dengan menghitung setiap jawaban benar untuk mendapatkan persentase pada setiap kondisi video. Jawaban subjek SAGAT diberi nilai 1 (satu) apabila benar, kemudian diberi nilai 0 (nol) jika jawaban salah.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dianalisis menggunakan dua metode statistik yang berbeda. Pertama, Uji Kruskal Wallis digunakan untuk mengukur apakah ada perbedaan yang signifikan dalam tingkat *Situational Awareness* (SA) pada empat tipe jalan yang berbeda. Uji tersebut digunakan karena asumsi kenormalan data tidak terpenuhi. Uji tersebut memungkinkan untuk mengevaluasi variabilitas antara kelompok-kelompok tersebut dan mengidentifikasi apakah perbedaan tersebut statistis signifikan. Uji statistik ini diaplikasikan dengan tujuan untuk menguji dua hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini. Hipotesis nol (H0) menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam tingkat SA pada empat tipe jalan yang berbeda dan Hipotesis alternatif (H1) menyatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan dalam tingkat SA pada empat tipe jalan yang berbeda.

Uji statistik kedua yaitu uji Mann-Whitney yang digunakan untuk mengukur perbedaan dalam tingkat *Situational Awareness* antara responden yang pernah mengalami kecelakaan dan responden

yang tidak pernah mengalami kecelakaan. Uji ini dipilih karena dapat menangani data yang tidak berdistribusi normal dan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang perbedaan *situational awareness* di antara kedua kelompok tersebut. Uji statistik ini diaplikasikan dengan tujuan untuk menguji dua hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini. Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam tingkat SA antara responden yang pernah mengalami kecelakaan dan responden yang tidak pernah mengalami kecelakaan. Hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan dalam tingkat SA antara responden yang pernah mengalami kecelakaan dan responden yang tidak pernah mengalami kecelakaan.

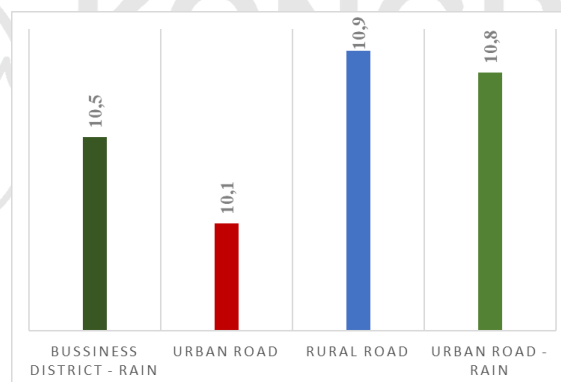
Dengan menggunakan kombinasi metode Uji Kruskal Wallis dan uji Mann-Whitney, penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang holistik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi *Situational Awareness* pada empat tipe jalan dan mengeksplorasi apakah pengalaman kecelakaan memiliki dampak yang signifikan terhadap tingkat kesadaran situasional responden.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Responden yang terpilih dalam penelitian ini telah melalui serangkaian proses seleksi ketat, memastikan bahwa mereka memenuhi semua kriteria inklusi yang telah ditetapkan untuk memastikan representasi yang akurat dan relevan dalam penelitian ini. Responden dalam penelitian ini sejumlah 10 orang. Dari 10 responden yang melakukan eksperimen, 5 responden pernah mengalami kecelakaan sebelumnya dan 5 responden lainnya tidak pernah mengalami kecelakaan sama sekali dalam mengemudi.

Perbedaan berdasarkan tipe jalan

Analisis pertama yang dilakukan adalah analisis uji Kruskal Wallis untuk melihat apakah terdapat perbedaan nilai *situational awareness* pada tipe jalan *business district* dengan cuaca hujan, *urban road*, *rural road*, dan *urban road* dengan cuaca hujan. Perbandingan nilai rata-rata pada tiap kondisi tipe jalan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata antar kondisi.

Nilai rata-rata SA dapat dilihat pada gambar 1. Nilai rata-rata SA tertinggi terdapat pada tipe jalan *rural road* dan nilai rata-rata SA terendah terdapat pada tipe jalan *urban road* dengan kondisi cerah. *Urban roads* dengan kondisi cuaca cerah mengalami tingkat SA yang rendah, mengindikasikan adanya tantangan dalam memahami dan merespons situasi di lingkungan tersebut. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wu dkk., (2021) yang menyatakan bahwa *urban roads* sering kali menjadi lokasi kecelakaan karena karakteristik khusus dari jalur seperti kepadatan lalu lintas, kawasan komersial, dan kompleksitas infrastruktur dibandingkan dengan *rural road*. Jalan raya yang relatif lebih banyak jalur akan meningkatkan risiko kecelakaan (Chen & Lym, 2021). Hal tersebut dapat berkontribusi pada penurunan tingkat SA dan memperlihatkan perlunya perhatian khusus untuk meningkatkan *situational awareness* pada jenis jalan ini. Dalam konteks keselamatan, peningkatan kecelakaan di segmen *urban road* dapat dihubungkan dengan faktor-faktor tertentu. Faktor seperti tingginya paparan lalu lintas, konflik antar pengguna jalan, gangguan visual di sekitar kawasan komersial, pemukiman, dan industri dapat menjadi penyebab utama meningkatnya risiko kecelakaan. Oleh karena itu, pemahaman dan penanganan terhadap faktor-faktor tersebut menjadi krusial dalam upaya meningkatkan keselamatan di ruas jalan perkotaan (Wu dkk., 2021).

Nilai rata-rata SA pada tipe jalan *business district* dengan kondisi cuaca hujan dan tipe jalan *urban road* dengan kondisi cuaca hujan berada di tengah-tengah antara *rural road* dan *urban road* cuacahujan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Klauer dkk., (2006) dalam Wu dkk., (2021) penurunan SA dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kondisi jalan, cuaca, dan pengalaman pengemudi sehingga menyebabkan kecelakaan. Kondisi jalan yang lebih ramai dan kompleks seperti *business district* dan *urban road* serta kondisi cuaca hujan yang mempengaruhi jarak pandang terbatas dapat mempengaruhi tingkat SA mereka (Kaber dkk., 2012).

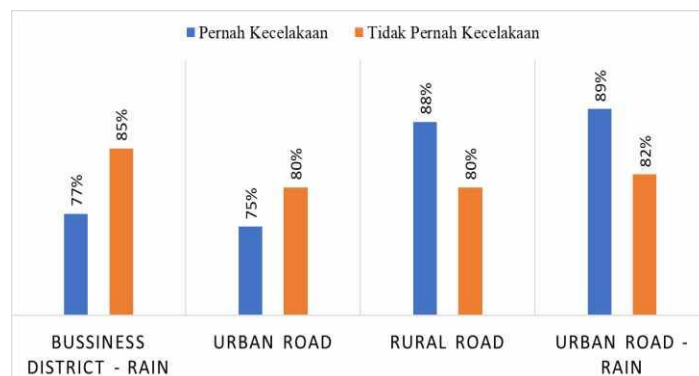
Dalam langkah berikutnya, akan diidentifikasi apakah terdapat variasi nilai SA antara tipe jalan yang berbeda. Hasil uji Kruskal Wallis pada tabel 2. menunjukkan p-value $0,862 > 0,05$ yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata SA yang signifikan pada empat tipe kondisi tersebut. Hasil tersebut mungkin dapat dipengaruhi oleh karakteristik responden yang sebagian besar adalah pengemudi muda yang merupakan mahasiswa. Dapat dilihat bahwa pengemudi muda yaitu mahasiswa, dengan tingkat pengetahuan yang tinggi dan mampu mempertahankan *situational awareness* yang baik pada lingkungan (Kaber dkk., 2012; Chandrasekaran dkk., 2019). Selain itu, tingkat pendidikan yang sama juga menjadi faktor penting dalam membentuk budaya keselamatan pada mahasiswa (Cordellieri dkk., 2022; Maghelal dkk., 2023). Hal ini mungkin menjadi faktor yang mempengaruhi hasil uji Kruskal Wallis yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam SA antara tipe jalan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai *situational awareness* secara signifikan diantara empat tipe kondisi jalan secara keseluruhan. Hal itu, menunjukkan bahwa kondisi tipe jalan tidak memengaruhi SA seseorang.

Tabel 2. Hasil Uji Kruskal Wallis.

	SA
Chi-square	0,747
Df	3
Asymp.Sig	0,862

Perbedaan berdasarkan Riwayat Kecelakaan

Nilai rata-rata responden yang pernah mengalami kecelakaan dan tidak pernah mengalami kecelakaan ditunjukkan pada gambar 2. Berdasarkan gambar 2. diketahui bahwa terdapat selisih presentase SA pada tiap tipe jalan berdasarkan riwayat kecelakaan responden. Persentase ini didapat dari jumlah jawaban SAGAT yang benar dibagi dengan jumlah pertanyaan pada masing-masing kelompok. Responden yang pernah mengalami kecelakaan memiliki nilai rata-rata SA lebih rendah dengan responden yang tidak pernah mengalami kecelakaan pada tipe jalan *business district* dengan cuaca hujan dan tipe jalan *urban road*. Namun, pada tipe jalan lainnya yaitu *rural road* dan *urban road* dengan kondisi hujan responden yang pernah mengalami kecelakaan memiliki nilai rata-rata SA yang lebih tinggi. Selain itu, hasil SA antara dua kelompok tersebut diuji menggunakan *uji Mann-Whitney* untuk mengukur perbedaan signifikan dalam Tingkat SA.



Gambar 2. Hasil SA berdasarkan riwayat kecelakaan.

Tabel 3. Perbedaan SA berdasarkan riwayat kecelakaan.

Variabel	Mean Rank	
	Pernah kecelakaan	Tidak Pernah Kecelakaan
<i>Situational awareness</i>	5,40	5,60

Berdasarkan tabel 3. Uji Mann Whitney hasil nilai rata-rata SA secara keseluruhan pada responden yang pernah tidak pernah kecelakaan cenderung memiliki nilai SA lebih tinggi sebesar 5,60 dibandingkan dengan responden yang pernah kecelakaan yaitu sebesar 5,40. Nilai Asymp.sig. 0,916 dimana $>0,05$ yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan SA antara responden yang pernah mengalami kecelakaan dan tidak pernah mengalami kecelakaan tersebut. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara riwayat kecelakaan dengan situational awareness pada responden terkait.

Tidak adanya perbedaan signifikan nilai rata-rata SA berdasarkan tipe jalan dan riwayat kecelakaan pada responden dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa, Dimana mahasiswa mungkin memiliki tingkat pemahaman dan *situational awareness* yang setara. Faktor usia yang homogen, latar belakang pengetahuan, tingkat pendidikan, dan keterampilan yang sebanding diantara responden menciptakan suatu homogenitas dalam respon terhadap situasi lalu lintas. Keberagaman yang terbatas dalam karakteristik dapat mengurangi variabilitas dalam tingkat SA diantara responden penelitian.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Scott-Parker dkk., (2020) yang meneliti mengenai situational awareness pada kelompok pengemudi muda (17-26/mahasiswa), pengemudi paruh baya (27 - 44 tahun) dan pengemudi tua (44 - 62 tahun), penelitian menyoroti perbedaan signifikan dalam *situational awareness* antara pengemudi muda, paruh baya, dan lanjut usia, yang memiliki dampak penting pada keselamatan jalan raya. Pengemudi berpengalaman terutama paruh baya dan lanjut usia memiliki pemahaman serupa tentang lingkungan mengemudi dan risikonya, sementara pengemudi muda masih mengembangkan keterampilan kesadaran situasi. Sejalan dengan temuan pada penelitian ini, *Situational awareness* dapat dipengaruhi oleh faktor seperti pengalaman mengemudi, usia, pengalaman situasi mengemudi yang berbeda serta fungsi kognitif dan sensorik, sehingga jika penelitian mempertimbangkan variasi responden yang mencakup kelompok usia lain terdapat kemungkinan besar bahwa perbedaan signifikan dalam tingkat SA dapat diamati di antara kelompok usia tersebut seperti penelitian yang dilakukan oleh Scott-Parker dkk., (2020).

Riwayat kecelakaan yang pernah dialami mungkin tidak secara signifikan mempengaruhi nilai rata-rata *situational awareness* (SA). Meskipun pengalaman kecelakaan dapat memberikan dampak psikologis dan emosional yang berpotensi mempengaruhi kondisi mental pengemudi (Al-Mekhlafi dkk., 2022). Perbedaan nilai *situational awareness* (SA) antara dua kelompok pengemudi yaitu pengemudi dengan riwayat kecelakaan dan pengemudi yang tidak memiliki riwayat kecelakaan mungkin tidak selalu menunjukkan perbedaan yang signifikan. SA dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk keterampilan mengemudi, tingkat perhatian, dan respons terhadap situasi jalan. Responden mungkin dapat mengatasi dampak psikologis dari kecelakaan dengan baik. Dengan demikian, menghasilkan tingkat SA yang seragam. Penurunan dalam tingkat SA dapat disebabkan oleh faktor- faktor seperti usia, kompleksitas lingkungan, atau tingkat kepadatan visual karena meningkatnya tingkatperhatian visual dan kognitif (Kaber dkk., 2012; Scott-Parker dkk., 2020). Oleh karena itu, penilaian terhadap pengaruh riwayat kecelakaan terhadap SA harus mempertimbangkan keragaman individu dan faktor-faktor lain yang turut berperan dalam menciptakan perbedaan dalam respons dan kewaspadaan seseorang saat mengemudi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur *situational awareness* seseorang melalui objek videolalu lintas dengan berbagai tipe kondisi jalan dengan melibatkan mahasiswa sebagai responden. Nilai rata-rata SA tertinggi terdapat pada tipe jalan rural road dan nilai rata-rata SA terendah terdapat pada tipe jalan urban road dengan kondisi cerah. Tipe jalan urban road dengan yang memiliki kompleksitas infrastruktur dibandingkan rural road dapat berkontribusi pada penurunan tingkat SA dan menunjukkan bahwa perlunya perhatian khusus untuk meningkatkan situational awareness pada jenis jalan tersebut. Responden yang tidak pernah mengalami

kecelakaan secara keseluruhan memiliki nilai rata-rata SA lebih tinggi dibandingkan responden yang pernah mengalami kecelakaan.

Hasil analisis secara keseluruhan memberikan gambaran bahwa *situational awareness* (SA) pada responden yang merupakan mahasiswa tidak berpengaruh secara signifikan oleh tipe kondisi jalan maupun Riwayat kecelakaan. Analisis statistik dengan uji Kruskal Wallis dan uji Mann Whitney mengungkapkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna dalam nilai rata-rata SA diantara kelompok yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa, meskipun mahasiswa dapat berinteraksi dengan berbagai tipe jalan dan memiliki pengalaman kecelakaan yang berbeda, variabel-variabel tersebut tidak secara signifikan mempengaruhi tingkat SA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe kondisi jalan dan riwayat kecelakaan tidak memiliki hubungan signifikan terhadap SA mahasiswa. Faktor-faktor yang mungkin berkontribusi pada tidak adanya perbedaan ini melibatkan karakteristik homogen dalam populasi mahasiswa, di mana tingkat pendidikan yang tinggi dan kemampuan kognitif yang serupa mungkin telah menciptakan kesadaran situasional yang konsisten di seluruh kelompok. Namun, hal ini dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut. Studi lanjutan dapat melibatkan kelompok responden yang berbeda atau mengeksplorasi variabel lain dapat memberikan wawasan tambahan tentang faktor-faktor yang dapat mempengaruhi *situational awareness*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Heru Prastawa, DEA, dan Dr. Manik Mahachandra yang telah memberikan bantuan, bimbingan, saran dan kesempatan untuk menulis penelitian ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiyat, A. (2023). *No Title*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/02/09/hati-hati-di-jalan-ini-12-faktor-penyebab-kecelakaan-lalu-lintas>
- Al-Mekhlafi, A. B. A., Isha, A. S. N., Abdulrab, M., Ajmal, M., & Kanwal, N. (2022). Moderating effect of safety culture on the association inter work schedule and driving performance using the theory of situation awareness. *Heliyon*, 8(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11289>
- Chandrasekaran, L., Crookes, A., & Lansdown, T. C. (2019). Driver situation awareness – Investigating the effect of passenger experience. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 61, 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.12.007>
- Chen, Z., & Lym, Y. (2021). The influence of built environment on distracted driving related crashes in Ohio. *Transport Policy*, 101(August 2019), 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.11.011>
- Cordellieri, P., Lausi, G., Frascetti, A., Mari, E., Burrari, J., Quagliari, A., Paoli, E., & Giannini, A. M. (2022). Young Drivers 'on the Phone: Personality Traits, Driving Attitudes, Beliefs, and Risk Perception on Using Mobile Phone While Driving. *Psychological Studies*, 67(4), 459–467. <https://doi.org/10.1007/s12646-022-00670-x>
- Endsley, M. R. (2021). A Systematic Review and Meta-Analysis of Direct Objective Measures of Situation Awareness: A Comparison of SAGAT and SPAM. *Human Factors*, 63(1), 124–150. <https://doi.org/10.1177/0018720819875376>
- Kaber, D., Jin, S., Zahabi, M., & Pankok, C. (2016). The effect of driver cognitive abilities and distractions on situation awareness and performance under hazard conditions. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 42, 177–194. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.07.014>
- Kaber, D., Zhang, Y., Jin, S., Mosaly, P., & Garner, M. (2012). Effects of hazard exposure and roadway complexity on young and older driver situation awareness and performance. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(5), 600–611. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.06.002>
- Kencana, M. R. B. (2023). *Ekonomi Indonesia Rugi Rp 470 Triliun Akibat Kecelakaan Lalu Lintas*. [https://www.liputan6.com/bisnis/read/5243352/ekonomi-indonesia-rugi-rp-470-triliun-akibat-kecelakaan-lalu-lintas#:~:text=%22Kerugian ekonomi Indonesia akibat kecelakaan,di atas 100ribu kasus.](https://www.liputan6.com/bisnis/read/5243352/ekonomi-indonesia-rugi-rp-470-triliun-akibat-kecelakaan-lalu-lintas#:~:text=%22Kerugian%20ekonomi%20Indonesia%20akibat%20kecelakaan,di%20atas%20100ribu%20kasus.)
- Lady, Rizqandini, T. (2020). Efek usia, pengalaman berkendara, dan tingkat kecelakaan terhadap driver behavior

- pengendara sepeda motor. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 57–64.
- Liang, N., Yang, J., Yu, D., Prakah-Asante, K. O., Curry, R., Blommer, M., Swaminathan, R., & Pitts, B. J. (2021). Using eye-tracking to investigate the effects of pre-takeover visual engagement on situation awareness during automated driving. *Accident Analysis and Prevention*, 157(January), 106143. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106143>
- Liu, Y., Chen, N., & Rau, P. L. P. (2023). The effects of motivation and noise on situation awareness: A study based on SAGAT and EEG. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 97(July), 103491. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2023.103491>
- Maghelal, P. K., Lara, J. C. F., Goonetilleke, R. S., & Luximon, A. (2023). Determinants of self-efficacy of driving behavior among young adults in the UAE: Impact of gender, culture, and varying environmental conditions in a simulated environment. *Heliyon*, 9(3), e13993. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13993>
- Marti, P., Jallais, C., Koustanai, A., Guillaume, A., & Mars, F. (2022). Impact of the driver's visual engagement on situation awareness and takeover quality. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 87(February), 391–402. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.04.018>
- McKerral, A., & Pammer, K. (2021). Identifying objective behavioural measures of expert driver situation awareness. *Accident Analysis and Prevention*, 163(October), 106465. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106465>
- Muhammad, N. (2023). *Jumlah korban kecelakaan lalu lintas pada 2022 meningkat tajam*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/09/15/jumlah-korban-kecelakaan-lalu-lintas-pada-2022-meningkat-tajam-ini-trennya>
- Nicolls, M., Truelove, V., & Watson-Brown, N. (2022). Self-regulation and tailgating behaviours among young drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 89(November 2021), 347–354. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.07.007>
- Polri, I. K. (2023a). *Belasan Ribu Kecelakaan Lalu Lintas Terjadi Tiap Bulan*. <https://pusiknas.polri.go.id/infografis#&gid=null&pid=36>
- Polri, I. K. (2023b). *Ribuan Remaja Alami Kecelakaan Lalu Lintas*. <https://pusiknas.polri.go.id/infografis#&gid=null&pid=41>
- Polri, I. K. (2023c). *Waspada Berkendara di Jalan yang Lurus*. <https://pusiknas.polri.go.id/infografis#&gid=null&pid=37>
- Rehman, U. (2020). *Modelling Level 1 Situation Awareness in Driving: A Cognitive Architecture Approach*. RoadscapeID. (2023). *Driving on Rural Roads in Bantul Regency-Village Drive-Bantul*. https://youtu.be/XvKlzxgsb3A?si=h7L_36OIKbMaoExN
- Scott-Parker, B., De Regt, T., Jones, C., & Caldwell, J. (2020). The situation awareness of young drivers, middle-aged drivers, and older drivers: Same but different? *Case Studies on Transport Policy*, 8(1), 206–214. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.07.004>
- Seamata. (2020). *Driving in the rain before thunderstorm for sleep*. https://youtu.be/ZijYEcmIRKU?si=DDc5Gj_sVkp-nBJy
- Sekaran, U. (2003). Research Methods for business. In *The Encyclopedia of Research Methods in Criminology and Criminal Justice: Volume II: Parts 5-8* (4-th editi ed.). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119111931.ch108>
- Tancap, L. (2021). *Driving in the rain - Downtown- Jakarta Indonesia*. <https://youtu.be/snHNYX3mh14?si=Ve9pmVM2N9BoVdlU>
- Van Dam, J., Kass, S. J., & VanWormer, L. (2020). The effects of passive mobile phone interaction on situation awareness and driving performance. *Journal of Transportation Safety and Security*, 12(8), 1007–1024. <https://doi.org/10.1080/19439962.2018.1564947>
- Wu, P., Song, L., & Meng, X. (2021). Influence of built environment and roadway characteristics on the frequency of vehicle crashes caused by driver inattention: A comparison between rural roads and urban roads. *Journal of Safety Research*, 79, 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.09.001>

PENGARUH KEBIASAAN MENGEMUDI TERHADAP KETERLIBATAN KECELAKAAN PADA PENGEMUDI MIKROTRANS JAKLINGKO KOPERASI JASA ANGKUTAN PURIMAS JAYA

(The Influence Of Driving Habits On Accident Involvement In JakLingko Microtrans Drivers of Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya)

Aldy Kusuma¹, Santika Sari², M. Rachman Waluyo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta

Jl. Limo Raya No. 7, Cinere, Depok, Jawa Barat

E-mail: 2010312029@mahasiswa.upnvj.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan transportasi di daerah perkotaan merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang akan kebutuhan aksesibilitas masyarakat sehingga dapat meningkatkan produktivitas mereka. Selain itu, faktor keselamatan dan kesehatan dalam bekerja pun perlu diperhatikan untuk mempertahankan tingkat produktivitas tersebut. Akibat semakin banyaknya yang membutuhkan transportasi maka hal ini akan berbanding lurus dengan risiko kecelakaan yang akan ditimbulkan. Terdapat 3 faktor umum yang menjadi penyebab kecelakaan, yaitu rasa takut, cemas, dan kemarahan. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi gaya dan kebiasaan mengemudi seseorang. Oleh karena itu, untuk mengukur dan menentukan gaya mengemudi dan kebiasaan mengemudi seseorang yang aman digunakan metode *Multidimensional Driving Style Inventory* (MDSI) dan metode *Driving Behaviour Questionnaire* (DBQ). Selain itu, digunakan juga variabel lain sebagai tujuan dari penelitian ini, yaitu variabel pelanggaran lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas. Dalam mengolah data yang telah didapatkan, penulis menggunakan metode *Structural Equation Modelling* (SEM) dengan aplikasi AMOS untuk mengetahui hubungan dari setiap variabel yang digunakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara kebiasaan mengemudi ($P\text{-value} = 0,131 > 0,05$) dan gaya mengemudi ($P\text{-value} = 0,743 > 0,05$) dengan pelanggaran lalu lintas serta tidak terdapat hubungan juga antara kebiasaan mengemudi ($P\text{-value} = 0,232 > 0,05$) dan gaya mengemudi ($P\text{-value} = 0,553 > 0,05$) dengan kecelakaan lalu lintas. Hanya variabel pelanggaran lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas yang mempunyai hubungan yang kuat yaitu sebesar 11,368 dan nilai $P\text{-value} < 0,000$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin sering pengemudi melakukan pelanggaran lalu lintas, maka akan semakin besar juga kemungkinan sopir tersebut mengalami kecelakaan lalu lintas.

Kata Kunci: Transportasi, Pengemudi, Kecelakaan Lalu Lintas

ABSTRACT

Transportation needs in urban areas are very important to support the accessibility needs of the community so as to increase their productivity. In addition, safety and health factors at work also need to be considered to maintain this level of productivity. As a result of the increasing number of people who need transportation, this will be directly proportional to the risk of accidents that will be caused. There are three common factors that cause accidents: fear, anxiety, and anger. These factors will affect a person's driving style and habits. Therefore, to measure and determine one's driving style and safe driving habits, the Multidimensional Driving Style Inventory (MDSI) and Driving Behaviour Questionnaire (DBQ) methods are used. In addition, other variables were also used as the objectives of this study, namely the variables of traffic violations and traffic accidents. In processing the data that has been obtained, the author uses the Structural Equation Modeling (SEM) method with the AMOS application to determine the relationship between each variable used. The results of this study indicate that there is no relationship between driving habits ($P\text{-value} = 0.131 > 0.05$) and driving style ($P\text{-value} = 0.743 > 0.05$) with traffic violations and there is also no relationship between driving habits ($P\text{-value} = 0.232 > 0.05$) and driving style ($P\text{-value} = 0.553 > 0.05$) with traffic accidents. Only the variables of traffic violations and traffic accidents have a strong relationship of 11.368 and a $P\text{-value} < 0.000$. Thus, it can be concluded that the more often a driver commits a traffic violation, the more likely the driver will have a traffic accident.

Keywords: Transportation, Driver, Traffic Accident

PENDAHULUAN

Infrastruktur transportasi memiliki peran yang sangat penting dalam aksesibilitas masyarakat di Indonesia. Transportasi memungkinkan individu, barang, dan informasi untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain dengan cepat dan efisien (Boakye et al., 2022). Akibatnya, kebutuhan akan mobilisasi menuntut setiap perusahaan yang menggarap di bidang transportasi agar terus dapat bersaing dan terus menjaga

eksistensi di mata publik. memiliki sumber daya manusia yang unggul, efektif, dan efisien dalam bekerja agar mencapai tingkat produktivitas kerja yang tinggi menjadi sebuah keharusan agar perusahaan terus dapat bersaing (Haryo & W., 2018). Selain itu, tingkat kesehatan dan keselamatan kerja (K3) juga menjadi perhatian perusahaan (Suma'mur, 2009). Hal ini dimaksudkan untuk menjaga keselamatan, martabat para tenaga kerja, kesehatan, dan menjaga kesehatan mental serta moral dari para pekerja agar kondisi tenaga kerja setelah bekerja sama seperti kondisi sebelum bekerja.

Penggunaan transportasi umum (istilah 'transportasi umum' dalam penelitian ini mengacu pada kendaraan angkutan kota atau lebih dikenal dengan angkot) di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya beriringan dengan meningkatnya kebutuhan dari para pengguna. Akibat semakin banyak jumlah transportasi umum yang terdapat di daerah perkotaan, maka akan berbanding lurus juga dengan terjadinya kecelakaan di jalan raya (Lichtman-Sadot, 2019). Selain peningkatan jumlah transportasi umum, peningkatan jumlah kendaraan pun juga berpengaruh besar dalam meningkatnya risiko kecelakaan di jalanan (Sefriyadi et al., 2023).

Dalam terjadinya kasus kecelakaan lalu lintas pada pengemudi transportasi umum, terdapat faktor-faktor yang menyebabkan hal tersebut. Penyebab yang paling umum terjadi adalah faktor kelelahan dalam berkendara (Shi & Wang, 2023), *human error* (Chimba et al., 2010), takut (Habibifar & Salmanzadeh, 2022), cemas (Useche et al., 2020), kemarahan (Omidi et al., 2022), dan pengalaman mengemudi (Sheykhfard et al., 2022). adanya faktor-faktor tersebut apabila diabaikan akan meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas (Stephens et al., 2021). Apabila pengemudi sudah mengalami kemarahan dalam berkendara, maka dapat menimbulkan ceroboh, tidak hati-hati dan cemas yang dapat meningkatkan tingkat keparahan kecelakaan lalu lintas (Useche et al., 2020). Sehingga, pada penelitian ini akan menganalisis kebiasaan mengemudi dan gaya mengemudi para sopir angkutan umum guna memberikan usulan perbaikan yang tepat agar mampu meminimalisir terjadinya tingkat kecelakaan lalu lintas.

Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya merupakan salah satu koperasi dibawah naungan JakLingko yang mengoperasikan angkutan umum berupa mikrotrans. Pada Koperasi ini, diperoleh data kecelakaan lalu lintas yang dialami oleh para pramudinya dalam jangka waktu satu tahun terakhir yaitu periode Januari 2022 hingga Juni 2023. Pihak TransJakarta telah menerapkan nilai *Accident Rate* (AR) dalam mengukur tingkat kecelakaan para pramudi yang mana nilai AR tidak boleh melebihi 0,40. Namun pada data yang diperoleh dapat diketahui bahwa , nilai AR paling tinggi didapatkan pada bulan September 2022 sebesar 9 unit atau nilai AR sebesar 1,50 yang mana mayoritas kecelakaan disebabkan oleh menurunnya tingkat fokus dan kelalaian. Oleh karena itu, dengan meningkatnya kasus kecelakaan tersebut TransJakarta akan melakukan investigasi terhadap keadaan kendaraan yang digunakan, sedangkan pihak koperasi tersebut tidak direkomendasikan untuk melakukan penambahan unit rute/jalur.

Dalam rangka memahami lebih baik mengenai faktor-faktor yang berkontribusi pada keterlibatan kecelakaan lalu lintas, perlu dilakukan analisis yang mendalam terhadap pengaruh kebiasaan mengemudi terhadap risiko terjadinya kecelakaan. Pengaruh ini melibatkan berbagai variabel yang berperan dalam membentuk perilaku mengemudi. Dengan memahami kebiasaan mengemudi dan gaya megemudi yang dapat mempengaruhi tingkat keterlibatan dalam kecelakaan, maka dilakukan penelitian mengenai kebiasaan mengemudi dan gaya mengemudi guna mengetahui dampaknya terhadap keterlibatan kecelakaan. Selain itu, juga memberikan usulan kepada pihak koperasi yang ditujukan untuk mengurangi tingkat kecelakaan para pramudi. Pada penelitian ini, digunakan dua metode kuesioner yang bersifat subjektif yaitu menggunakan metode *Driving Behaviour Questionnaire* (DBQ) untuk mengukur kebiasaan mengemudi para pramudi dan metode *Multidimensional Driving Style Inventory* (MDSI) untuk mengukur gaya mengemudi para pramudi. Setelah itu, dilakukan pengujian menggunakan metode *Structural Equation Modelling* (SEM) untuk mengetahui hubungannya. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi tingkat kecelakaan yang terjadi kepada para pramudi dibawah naungan Koperasi Jasa Angkutan Purimas jaya.

METODE

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kebiasaan mengemudi dan gaya mengemudi terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas pada pengemudi Mikrotrans JakLingko Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya di Jakarta Selatan. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 104 responden. Untuk variabel dependen yang digunakan yaitu kecelakaan lalu lintas. Sedangkan, untuk variabel independen yang digunakan yaitu variabel kebiasaan mengemudi dengan metode DBQ dan gaya mengemudi dengan metode MDSI. Diantara kedua variabel tersebut, terdapat variabel penghubung atau variabel *intervening* yaitu variabel pelanggaran lalu lintas.

Tabel 1. Keterangan Setiap Variabel dan Indikator

No.	<i>Driving Behaviour Questionnaire (X1)</i>	<i>Multidimensional Driving Style Inventory (X2)</i>	Pelanggaran Lalu Lintas (Y1)	Kecelakaan Lalu Lintas (Y2)
1	Kecepatan kendaraan	Memperkirakan kecepatan kendaraan lain	Keyakinan sopir apabila melampaui kecepatan	Risiko meningkat apabila berdekatan dengan pengemudi yang ugal
2	Terlambat menginjak rem	Salah menggunakan fitur kendaraan	Tidak menggunakan sabuk di jalan yang familiar	Potensi kecelakaan apabila melanggar peraturan
3	Lupa posisi gigi	Lampu jauh lupa dimatikan	Tidak terganggu apabila <i>handphone</i> berdering	Potensi meningkat apabila mabuk
4	Saat berbelok hampir menabrak pengguna jalan	Langsung berjalan dengan gigi tiga		
5	Menabrak saat mundur	Melamun sehingga menabrak pengendara lain		
6	Menyalip kendaraan yang lambat	Tertekan saat berkendara		
7	Menyalip kendaraan saat di tikungan	Mengambil risiko saat menngemudi		
8	Tidak memberi jalan kepada kendaraan lain	Mengumpat kepada pengemudi lain		
9	Tidak melihat spion saat berbelok	Membunyikan klakson pada pengendara lain		
10	Menyalip kendaraan yang akan berbelok	Saat macet, mencari jalan lain		
11	Menerobos lampu merah saat jalanan kosong	Tidak sabar pada jam sibuk		
12		Menerobos lalu lintas yang baru merah		
13		Selalu bersiaga untuk hal tak terduga		

Metode yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mempelajari hubungan antara faktor risiko dengan efek yang ditimbulkan saat mengemudi melalui observasi dan pengambilan data kepada para sopir mikrotrans. Data pendukung yang digunakan pada penelitian ini yang bertujuan untuk membantu data agar lebih baik guna memudahkan proses pengolahan yaitu data sekunder yang meliputi kecelakaan lalu lintas pada bulan Januari 2022 – Juni 2023, data jalur yang dimiliki oleh koperasi serta data *shift* kerja pramudi.

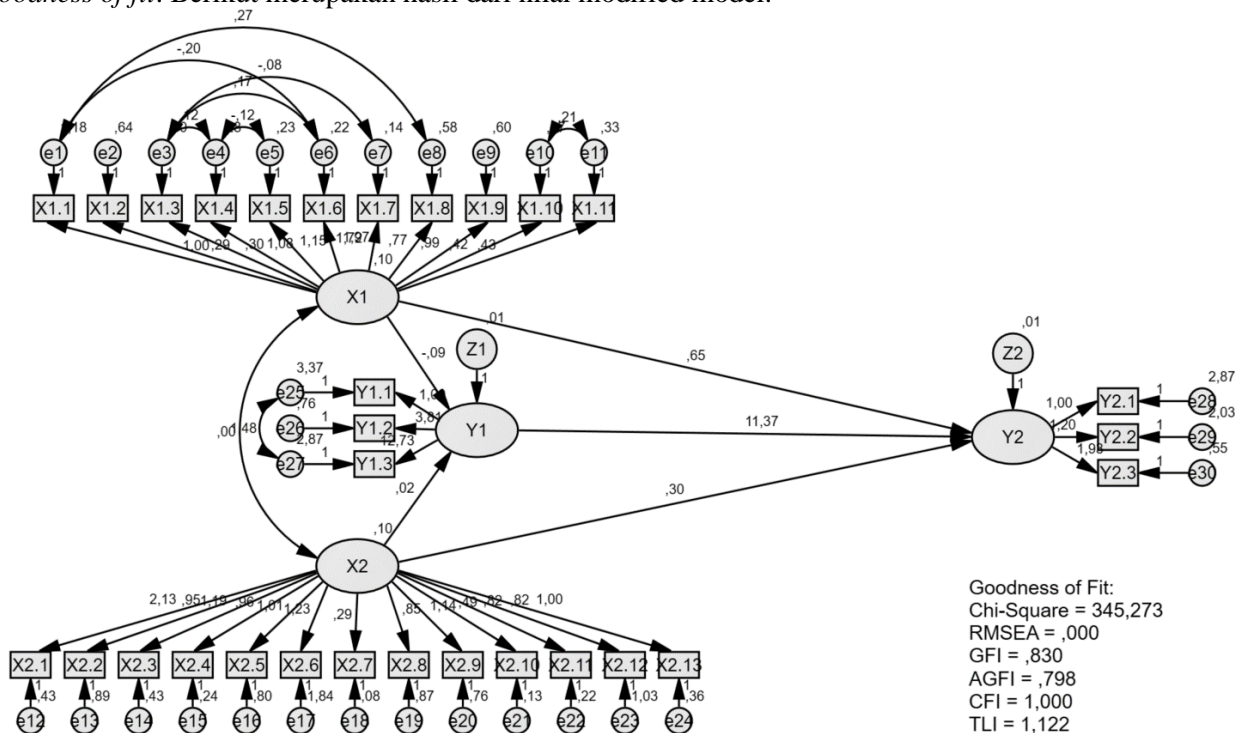
Sedangkan data primer yang digunakan berupa metode *Driving Behaviour Questionnaire (DBQ)*, metode *Multidimensional Driving Style Inventory (MDSI)*, dan kuesioner mengenai pelanggaran lalu lintas & kecelakaan lalu lintas.

Setelah data yang dibutuhkan pada penelitian ini telah terkumpul, maka dapat dilakukan pengujian yang dapat mendukung keandalan dari hasil yang telah didapatkan berupa Uji Statistika Deskriptif, Uji Validitas untuk mengetahui validitas dari kuesioner, Uji Reliabilitas untuk mengetahui Tingkat akurasi responden sehingga memberikan hasil yang konsisten dan bisa diandalkan, Uji *Structural Equation Model (SEM)* yang berguna untuk mengukur hubungan kompleks antar variabel yang telah didapatkan dari kuesioner yang telah dikumpulkan, serta Uji *Goodness of Fit* agar diketahui apakah model data statistik cocok dengan data yang telah diamati oleh peneliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan model dalam penelitian ini berdasarkan variabel Kecelakaan Lalu Lintas (Y2) yang disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu Variabel Pelanggaran Lalu Lintas (Y1), variabel Kebiasaan Mengemudi (X1), dan variabel Gaya Mengemudi (X2). Oleh karena itu pengujian ini menggunakan metode SEM yang bertujuan untuk mengetahui hubungan dari masing-masing variabel.

Dalam pengujian menggunakan metode SEM terdapat beberapa model pengukuran, yaitu *Measurement model*, *Structural Model*, dan *Modified Model*. Akan tetapi, hanya *Modified Model* yang memenuhi nilai *goodness of fit*. Berikut merupakan hasil dari nilai modified model.



Gambar 1. Model Struktural Modifikasi.

Tabel 2. Goodness of Fit Model Struktural Modifikasi.

<i>Goodness of Fit Index</i>	Hasil Model	<i>Cut Off Value</i>	Keterangan
<i>Chi-Square</i>	345,273	Kecil, semakin baik, χ^2 yang didapat dari $\alpha = 0,05$ dengan $df = 393$ adalah 348,1	Model layak

<i>Goodness of Fit Index</i>	Hasil Model	<i>Cut Off Value</i>	Keterangan
RMSEA	0,000	$\leq 0,08$	Model layak
GFI	0,830	$\geq 0,90$	Marginal
AGFI	0,798	$\geq 0,90$	Marginal
TLI	1,122	$\geq 0,90$	Model layak
CFI	1,000	$\geq 0,90$	Model layak

Berdasarkan hasil pengolahan diatas, model dikatakan layak apabila nilai dari setiap parameter memiliki nilai *Goodness of Fit* yang baik. Setelah model memenuhi nilai *goodness of fit*, maka selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi untuk mengetahui variabel-variabel yang memiliki hubungan langsung dengan variabel lainnya.

Uji Signifikansi (Pengaruh Langsung)

Tabel 3. Estimasi Persamaan Struktural Modifikasi.

Hubungan	Estimasi	P-value	Keterangan
Pelanggaran Lalu Lintas (Y1) ← Kebiasaan Mengemudi (X1)	- 0,085	0,131	Tidak Signifikan
Pelanggaran Lalu Lintas (Y1) ← Gaya Mengemudi (X2)	0,016	0,743	Tidak Signifikan
Kecelakaan Lalu Lintas (Y2) ← Pelanggaran Lalu Lintas (Y1)	11,368	< 0,000	Signifikan
Kecelakaan Lalu Lintas (Y2) ← Kebiasaan Mengemudi (X1)	0,646	0,232	Tidak Signifikan
Kecelakaan Lalu Lintas (Y2) ← Gaya Mengemudi (X2)	0,302	0,553	Tidak Signifikan

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan bahwa hanya variabel pelanggaran lalu lintas (Y1) dengan kecelakaan lalu lintas (Y2) yang tergolong signifikan karena nilai p-value < 0,05 dengan nilai estimasi sebesar 11,368. Hal ini menunjukkan bahwa variabel tersebut memiliki hubungan yang positif karena semakin sering pengemudi melakukan pelanggaran lalu lintas (X2), maka akan semakin besar juga kemungkinan sopir tersebut mengalami kecelakaan lalu lintas (Y1). Selanjutnya, dilakukan uji pengaruh tidak langsung.

Pengaruh Tidak Langsung

Pada pengujian pengaruh tidak langsung, terdapat hipotesis yang digunakan yaitu:

H₀ = Tidak terdapat pengaruh tidak langsung dari kebiasaan mengemudi dan gaya mengemudi terhadap pelanggaran lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas.

H₁ = Terdapat pengaruh tidak langsung dari kebiasaan mengemudi dan gaya mengemudi terhadap pelanggaran lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas.

Adapun hasil perhitungan nilai C.R sebagai berikut.

Tabel 4. Pengujian korelasi antara masa kerja dan kelelahan kerja

Hubungan	T tabel	Nilai C.R	Keterangan
----------	---------	-----------	------------

Variabel gaya mengemudi (X2) terhadap kecelakaan lalu lintas (Y2) melalui pelanggaran lalu lintas (Y1)	1,983	2,642	Terdapat pengaruh tidak langsung
Variabel kebiasaan mengemudi (X1) terhadap kecelakaan lalu lintas (Y2) melalui pelanggaran lalu lintas (Y1)	1,983	2,6	Terdapat pengaruh tidak langsung

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan bahwa variabel kebiasaan mengemudi (X1) dan variabel gaya mengemudi (X2) memiliki nilai $C.R > 1,983$. Oleh karena itu, terdapat pengaruh tidak langsung dari gaya mengemudi (X2) dan kebiasaan mengemudi (X1) terhadap kecelakaan lalu lintas (Y2) melalui pelanggaran lalu lintas (Y1) sebagai variabel *intervening*.

Hasil penelitian ini didukung dengan adanya beberapa penelitian terdahulu. Pengemudi bus antarkota yang memiliki riwayat kecelakaan lalu lintas dalam 3 tahun terakhir mempunyai gaya mengemudi yang tidak adaptif (misalnya: semberono, cerboh, dan marah). Sedangkan, pengemudi yang adaptif (misalnya: mengemudi dengan berhati-hati) tidak memiliki riwayat mengalami kecelakaan lalu lintas (Karimi, Aghabayk, & Moridpour, 2022).

KESIMPULAN

Dalam metode DBQ dan metode MDSI, menunjukkan kebiasaan mengemudi (X1) dan gaya mengemudi (X2) yang dilakukan oleh pramudi berdasarkan hasil kuesioner menunjukkan bahwa mayoritas pengemudi sudah menunjukkan kebiasaan mengemudi yang baik. Sedangkan, dalam pengujian menggunakan metode SEM menunjukkan bahwa hanya variabel pelanggaran lalu lintas (Y1) dengan kecelakaan lalu lintas (Y2) yang tergolong signifikan karena nilai $p\text{-value} < 0,05$ dengan nilai estimasi sebesar 11,368 yang menunjukkan hubungan positif karena semakin sering pengemudi melakukan pelanggaran lalu lintas maka akan semakin besar pula kemungkinan sopir tersebut mengalami kecelakaan lalu lintas. Sedangkan, untuk pengaruh tidak langsung menunjukkan bahwa variabel kebiasaan mengemudi (X1) dan variabel gaya mengemudi (X2) memiliki nilai $C.R > 1,983$. Adapun usulan perbaikan yang dapat diberikan dan diterapkan pada Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya, yaitu memberikan sosialisasi dari kepolisian secara berkala kepada para pramudi Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya, untuk memberikan informasi, pengetahuan, dan kesadaran mengenai pentingnya menaati peraturan lalu lintas yang berlaku (Tanriono, 2019). Diharapkan pada penelitian selanjutnya penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan alat bantu atau sumber data mengenai pengaruh pelanggaran lalu lintas dengan kecelakaan lalu lintas menggunakan metode yang berbeda ataupun sama serta menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak agar data yang diteliti lebih merepresentasikan keadaan sebenarnya yang berada di lapangan sehingga pihak perusahaan dapat mempertimbangkan usulan perbaikan yang telah diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya yang sudah mengizinkan penulis dalam melaksanakan penelitian baik dalam proses wawancara, observasi, hingga pengumpulan data yang dibutuhkan. Terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah mengarahkan, mendukung, dan membantu penulis dalam melakukan analisis permasalahan yang dipilih pada objek penelitian hingga penelitian ini selesai, Serta pihak Kampus Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta yang telah mendukung penelitian ini baik dari administrasi berkas hingga penelitian ini telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boakye, J., Guidotti, R., Gardoni, P., & Murphy, C. (2022). *The role of transportation infrastructure on the impact of natural hazards on communities. Reliability Engineering and System Safety*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108184>
- Chimba, D., Sando, T., & Kwigizile, V. (2010). *Effect of bus size and operation to crash occurrences. Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 2063–2067. doi:10.1016/j.aap.2010.06.018.

- Habibifar, N., & Salmazadeh, H. (2022). *Relationship between driving styles and biological behavior of drivers in negative emotional state. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 85, 245–258. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.01.010>.
- Haryo, B. D., & W, H. D. (2018). Pengaruh Pelatihan Kerja, Motivasi Kerja dan Lingkungan Kerja terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Bagian Produksi PT. Metec Semarang. *Diponegoro Journal of Management*, 1–6.
- Karimi, S., Aghabayk, K., & Moridpour, S. (2022). Impact of driving style, behaviour and anger on crash involvement among Iranian intercity bus drivers. *IATSS Research*, 46(4), 457–466. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2022.07.003>
- Lichtman-Sadot, S. (2019). *Can public transportation reduce accidents? Evidence from the introduction of late-night buses in Israeli cities. Regional Science and Urban Economics*, 74, 99–117. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2018.11.009>.
- Omidi, L., Mousavi, S., Moradi, G., & Taheri, F. (2022). *Traffic climate, driver behaviour and dangerous driving among taxi drivers. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(3), 1482–1489. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1903705>.
- Sefriyadi, I., Andani, I. G. A., Raditya, A., Belgiawan, P. F., & Windasari, N. A. (2023). *Private car ownership in Indonesia: Affecting factors and policy strategies. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100796>.
- Sheykhfard, A., Qin, X., Shaaban, K., & Koppel, S. (2022). *An exploration of the role of driving experience on self-reported and real-world aberrant driving behaviors. Accident Analysis and Prevention*, 178. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106873>.
- Shi, J., & Wang, K. (2023). *Fatigue driving detection method based on Time-Space-Frequency features of multimodal signals. Biomedical Signal Processing and Control*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.104744>.
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- Tanriono, Y., Doda, D. V., Manampiring, A. E. (2019). Hubungan Kelelahan Kerja, Kualitas Tidur, Perilaku Pengemudi, Dan Status Gizi Dengan Kecelakaan Kerja Pada Pengemudi Ojek Di Kota Bitung. *Jurnal KESMAS* (Vol. 8, Issue 6).
- Useche, S. A., Cendales, B., Alonso, F., & Orozco-Fontalvo, M. (2020). *A matter of style? Testing the moderating effect of driving styles on the relationship between job strain and work-related crashes of professional drivers. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 72, 307–317. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.05.015>.

PENGARUH BEBAN KERJA MENTAL, KELELAHAN, KUALITAS TIDUR, DAN TINGKAT KANTUK TERHADAP KEWASPADAAN AHLI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS (ATLM) PADA *SHIFT* MALAM

(The Effect of Mental Workload, Fatigue, Sleep Quality, and Sleepiness Level on Vigilance of Medical Laboratory Technologists (MLTs) on The Night Shift)

Reviana Siti Mardiah¹, Dian Kemala Putri²

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri dan Manajemen, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya 100 Pondok Cina, Depok 16424, Indonesia

E-mail: revianasitimardiah@staff.gunadarma.ac.id, dian@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM) adalah salah satu profesi tenaga kesehatan yang bertanggung jawab dalam melakukan berbagai tes dan analisis laboratorium untuk mendukung pengobatan, diagnosis, dan pencegahan penyakit pasien atas perintah tenaga kesehatan lainnya. ATLM memiliki pembagian jam kerja yang tidak merata, dengan 7 jam pada *shift* pagi dan sore, dan 10 jam pada *shift* malam. Hal ini mengakibatkan ATLM mengalami beban kerja mental yang tinggi, cepat lelah, gangguan tidur, dan kantuk. Penelitian ini menggunakan *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) untuk pengumpulan data objektif dan beberapa kuesioner (NASA-TLX, FAS, PSQI, KSS) untuk pengumpulan data subjektif yang disebarkan kepada 20 ATLM. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan analisis regresi linier berganda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki pengaruh beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan tingkat kantuk terhadap penurunan kewaspadaan ATLM pada *shift* malam. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan beban kerja mental, kelelahan, tingkat kantuk, dan penurunan kewaspadaan selama *shift* malam kedua. Beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan tingkat kantuk secara simultan berpengaruh terhadap penurunan kewaspadaan ATLM. Beban kerja mental, kelelahan, dan tingkat kantuk secara parsial berpengaruh terhadap penurunan kewaspadaan, sedangkan kualitas tidur secara parsial tidak berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan ATLM. Untuk menjaga tingkat kewaspadaan yang optimal selama *shift* malam, perlu dilakukan penerapan jadwal rotasi maju, penambahan jumlah ATLM sesuai kebutuhan ideal, dan penyediaan fasilitas istirahat yang memadai.

Kata kunci: kelelahan, beban kerja mental, tingkat kantuk, kualitas tidur, kewaspadaan

ABSTRACT

Medical Laboratory Technologist (MLT) is one of the health professionals responsible for conducting various laboratory tests and analyzes to support the treatment, diagnosis, and prevention of patient diseases on the orders of other health professionals. MLTs have an uneven distribution of working hours, with 7 hours in the morning and afternoon shifts, and 10 hours in the night shift. This leads to MLTs experiencing high mental workload, fatigue, sleep problems, and sleepiness. This research used the Psychomotor Vigilance Task (PVT) for objective data collection and several questionnaires (NASA-TLX, FAS, PSQI, KSS) for subjective data collection distributed to 20 MLTs. The collected data were analyzed using multiple linear regression analysis. This research aims to investigate the effect of mental workload, fatigue, sleep quality, and sleepiness level on the decreased vigilance of MLTs on the night shift. The results showed that there was increased mental workload, fatigue, sleepiness, and decreased vigilance during the second night shift. Mental workload, fatigue, sleep quality, and sleepiness level simultaneously affect the decreased vigilance of MLT. Mental workload, fatigue, and sleepiness level partially affect the decrease in vigilance, while sleep quality does not partially affect the decrease in vigilance of MLT. To ensure an optimal level of vigilance during night shifts, it is important to implement a forward rotation schedule, increase the number of MLTs according to the actual needs, and provide appropriate rest facilities.

Keywords: fatigue, mental workload, sleepiness level, sleep quality, vigilance

PENDAHULUAN

Terdapat beberapa tantangan yang dihadapi oleh pekerja yang mengikuti sistem kerja *shifting*, seperti penurunan kewaspadaan dan kinerja karena tidak cukupnya waktu istirahat dan ketidaksesuaian dengan jam biologis tubuh (Ganesan, Manousakis, Mulhall, Sletten, Tucker, Howard, Anderson, & Rajaratnam, 2022).

Penurunan kewaspadaan dapat menyebabkan terjadinya *error* atau kesalahan yang dapat berakibat fatal. Penurunan kewaspadaan ini dapat terjadi pada saat beban kerja yang rendah (*under load*) maupun beban kerja berlebih (*overload*) (Kamzanova, Matthews, Kustubayeva, & biofeedback, 2020). Kelelahan juga dapat menyebabkan menurunnya tingkat kewaspadaan pekerja, terutama pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian dan akurasi yang tinggi, serta pekerjaan yang memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi (S. Lee, Seong, Park, Lim, Hong, Cho, & Kim, 2021; Tarwaka & Sudajeng, 2004). Selain itu, bekerja pada *shift* malam yang bertentangan dengan ritme alami tidur manusia juga dapat mempengaruhi kesehatan akibat kelelahan (Boivin, Boudreau, & Kosmadopoulos, 2022; Khan, Jackson, Kennedy, & Conduit, 2021).

Terdapat beberapa konsekuensi kesehatan dan kinerja yang merugikan dan ditimbulkan oleh sistem kerja *shift* malam. Salah satu efek yang paling merugikan dari kerja *shift* malam adalah penurunan pola tidur karena gangguan ritme sirkadian dan peningkatan tekanan homeostasis tidur (kondisi tubuh mempertahankan keseimbangannya). Gangguan tidur menyebabkan efek sekunder pada aspek kesejahteraan dan fungsi kognitif lainnya, meningkatkan risiko kesalahan dan kecelakaan di tempat kerja (Alfonsi, Scarpelli, Gorgoni, Pazzaglia, Giannini, & De Gennaro, 2021). Penelitian Rosa, Marot, de Mello, Marqueze, Narciso, de Araújo, and Crispim (2021) menunjukkan bahwa *shift* malam mempengaruhi durasi dan kualitas tidur. Selain itu, hubungan antara kantuk dan kewaspadaan telah terbukti sangat kuat (M Di Muzio, Dionisi, Di Simone, Cianfrocca, Di Muzio, Fabbian, Barbiero, Tartaglino, & Giannetta, 2019).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa penurunan kewaspadaan pada pekerja yang bekerja pada *shift* malam dapat meningkatkan risiko terjadinya kesalahan dan kecelakaan kerja. Faktor-faktor yang berkontribusi pada kondisi termasuk beban kerja mental yang tinggi, kelelahan, gangguan tidur, dan rasa kantuk yang mengganggu. Masalah ini sangat relevan di sektor kesehatan, dimana para tenaga kesehatan sering kali menghadapi tuntutan untuk bekerja pada *shift* malam, sehingga menempatkan tenaga kesehatan pada risiko melakukan kesalahan atau mengalami kecelakaan kerja akibat penurunan kewaspadaan.

Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM) adalah salah satu profesi tenaga kesehatan yang diakui dalam Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2014. ATLM memiliki keterampilan khusus untuk menganalisis fluida dan sel tubuh manusia untuk mengumpulkan berbagai data kesehatan yang relevan untuk individu dan masyarakat (S. A. Arifin, Pangestika, & Rochmah, 2023). ATLM bertanggung jawab dalam melakukan berbagai tes dan analisis laboratorium untuk mendukung pengobatan, diagnosis, dan pencegahan penyakit pasien atas perintah tenaga kesehatan lainnya. ATLM dapat bekerja di laboratorium klinik, laboratorium forensik, atau rumah sakit (Bamfield-Cummings, Bufkin, Jones, Bayhaghi, Kashyap, & De Leo, 2023).

Salah satu rumah sakit di Kota Tasikmalaya terkenal dengan pelayanannya yang unggul dan fasilitasnya yang mumpuni. Rumah sakit ini telah dilengkapi dengan berbagai fasilitas kesehatan dan didukung oleh dokter, perawat, Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATM), dan tenaga kesehatan lainnya yang ahli di bidangnya.

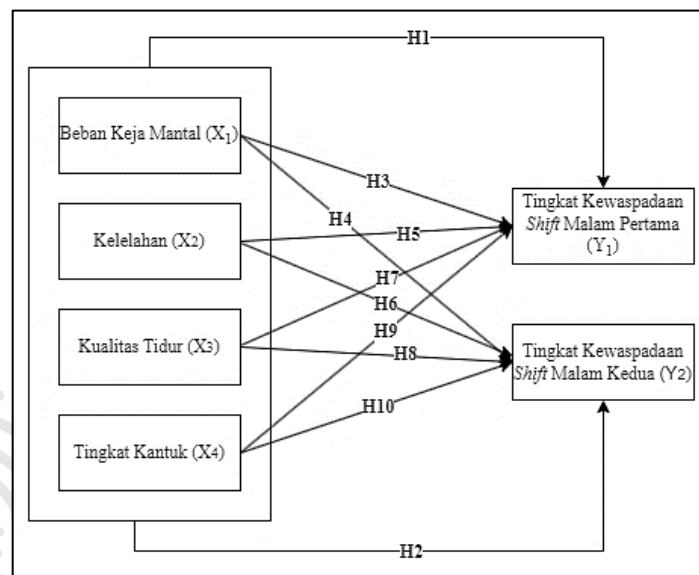
Rumah sakit ini telah menerapkan sistem kerja 24 jam yang dibagi menjadi tiga *shift*, yaitu *shift* pagi yang beroperasi selama 7 jam mulai dari 07.00 hingga 14.00 WIB, *shift* siang yang beroperasi selama 7 jam mulai dari 14.00 hingga 21.00 WIB, dan *shift* malam yang beroperasi selama 10 jam mulai dari 21.00 hingga 7.00 WIB. Berdasarkan penjadwalan tersebut, diketahui bahwa *shift* malam yang berlangsung selama 10 jam memberikan jam kerja yang lebih panjang bagi para ATLM dibandingkan *shift* lainnya. Hal ini dapat meningkatkan risiko penurunan kewaspadaan pada ATLM sehingga meningkatkan risiko kecelakaan kerja dan kesalahan dalam melakukan berbagai tes dan analisis yang kompleks dan bersifat darurat.

Berdasarkan wawancara awal dengan beberapa ATLM, diperoleh beberapa keluhan yang dialami oleh ATLM selama bekerja pada *shift* malam. Keluhan tersebut meliputi ATLM merasa terbebani dengan jadwal kerja rumah sakit, dimana kerja *shift* malam lebih lama dibandingkan *shift* lainnya. Setelah bekerja *shift* malam yang panjang, para ATLM juga merasakan terganggunya pola tidur dan keluhan kesehatan seperti nyeri sendi dan punggung, sakit kepala, serta anemia. Para ATLM juga mengeluhkan bahwa jumlah ATLM yang bekerja pada malam hari lebih sedikit dibandingkan dengan *shift* lainnya, sehingga terkadang ATLM merasa kewalahan ketika banyak pasien yang datang pada waktu yang bersamaan, yang mengakibatkan beban kerja mental yang lebih tinggi.

Dampak dari bekerja dua kali *shift* malam berturut-turut setiap minggunya juga menyebabkan para ATLM mendapat waktu tidur yang lebih pendek dan kurang nyenyak setelah *shift* malam pertama (terutama bagi ATLM

yang sudah berkeluarga), sehingga menyebabkan ATLM merasa lebih lelah dan lebih sulit untuk melawan rasa kantuk pada saat *shift* malam kedua. Beberapa penelitian juga menyebutkan bahwa semakin sering pekerja menjalani *shift* malam, maka semakin tinggi beban kerja mental dan kelelahan yang dialami serta semakin rendah tingkat kewaspadaan (Cho, Brzozowski, Knudsen, & Steege, 2021; Ganesan et al., 2022; Khusna, Rupiwardani, & Yohanani, 2023).

Berdasarkan penelitian terdahulu dan permasalahan yang dihadapi oleh ATLM yang bekerja pada *shift* malam, maka penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki adanya potensi pengaruh antara beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan tingkat kantuk terhadap penurunan kewaspadaan ATLM pada *shift* malam. Penelitian ini juga bertujuan untuk menilai apakah beban kerja mental, kelelahan, rasa kantuk, dan penurunan tingkat kewaspadaan ATLM meningkat pada *shift* malam kedua. **Gambar 1** menunjukkan kerangka konseptual untuk penelitian ini.



Gambar 1. Kerangka konseptual penelitian.

METODE

Responden

Penelitian ini melibatkan seluruh populasi Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM) yang bekerja pada *shift* malam selama dua hari berturut-turut di salah satu rumah sakit di Kota Tasikmalaya yang berjumlah 20 orang. Sugiyono (2019) menjelaskan bahwa apabila total populasi tidak melebihi 100 individu, maka seluruh populasi tersebut dapat digunakan sebagai sampel dalam penelitian. Metode pengambilan sampel ini dikenal dengan istilah sensus. Keunggulan dari metode ini adalah dapat mengurangi kesalahan sampling dan memberikan hasil yang lebih representatif. Untuk itu, penggunaan 20 responden dalam penelitian ini sudah mencukupi untuk analisis, karena jumlah tersebut sudah mewakili seluruh populasi yang ada. Di sisi lain, seluruh responden yang terlibat dalam keadaan sehat dan memahami dengan jelas prosedur pengujian.

Desain Penelitian

Untuk menguji pengaruh beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, tingkat kantuk, dan penurunan tingkat kewaspadaan Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM), setiap responden akan menjalani pengukuran selama 2 malam berturut-turut, yaitu pada sebelum dan setelah bekerja pada *shift* malam. Pada *shift* malam pertama, ATLM akan menjalani pengukuran tingkat kewaspadaan dengan menggunakan *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) versi *mobile* bernama aplikasi *vigilance buddy* selama 3 menit sebelum bekerja. Pada saat bekerja, ATLM tidak akan menjalani tes apapun. Setelah selesai bekerja, ATLM akan kembali menjalani pengukuran tingkat kewaspadaan menggunakan aplikasi *vigilance buddy* selama 3 menit, dilanjutkan dengan mengisi kuesioner termasuk kuesioner NASA-TLX untuk menilai beban kerja mental, kuesioner *Fatigue Assessment Scale* (FAS)

untuk menilai kelelahan, dan *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS) untuk menilai tingkat kantuk ATLM. Pengisian kuesioner tersebut dilakukan selama kurang lebih 10 menit.

Pada *shift* malam kedua, ATLM akan menjalani pengukuran tingkat kewaspadaan dengan menggunakan aplikasi *vigilance buddy* selama 3 menit sebelum bekerja. Pada saat bekerja, ATLM tidak akan menjalani tes apapun. Setelah selesai bekerja, ATLM akan kembali menjalani pengukuran tingkat kewaspadaan menggunakan aplikasi *vigilance buddy* selama 3 menit, dilanjutkan dengan mengisi kuesioner yang terdiri dari kuesioner NASA-TLX, FAS, *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) untuk menilai kualitas tidur, dan KSS. Pengisian kuesioner tersebut dilakukan selama kurang lebih 15 menit.

Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan kuesioner (NASA-TLX, FAS, PSQI, KSS) untuk pengumpulan data secara subjektif dan *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) untuk pengumpulan data secara objektif.

a. NASA-TLX

Kuesioner *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX) digunakan untuk menilai beban kerja mental ATLM secara subjektif (Miyake, 2020; Ramadhana, Nasution, & Absah, 2021). Kuesioner ini terdiri dari enam dimensi pengukuran beban kerja: tiga dimensi yang berkaitan dengan tuntutan pekerjaan (tuntutan mental/MD, tuntutan fisik/PD, dan tuntutan temporal/TD) dan tiga dimensi yang berkaitan dengan aspek manusia atau pekerja (performa/P, upaya/E, dan tingkat frustrasi/F). Penelitian ini mengadopsi kuesioner NASA-TLX dari penelitian Prastika, Gustopo, and Vitasari (2020).

b. FAS

Fatigue Assessment Scale (FAS) digunakan untuk menilai kelelahan ATLM secara subjektif. Kuesioner FAS berisikan 10 butir pertanyaan untuk mengungkapkan perasaan umum kelelahan kerja. Penelitian ini mengadopsi kuesioner FAS edisi bahasa Indonesia yang diterjemahkan oleh Zuraida and Chie (2014). Skor total diperoleh dengan menjumlahkan semua skor per item, kemudian dikategorikan menjadi 2 (skor 1-25 = kelelahan kerja “rendah”) dan (skor 26-50 = kelelahan kerja “tinggi”).

c. PSQI

Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) merupakan alat ukur yang untuk menilai kualitas tidur pada individu dewasa dengan menggunakan 7 parameter, meliputi kualitas tidur subjektif, latensi tidur, penggunaan obat-obatan yang berpengaruh terhadap tidur, durasi tidur, gangguan tidur, efisiensi tidur, dan disfungsi tubuh pada siang hari atau saat bekerja. Skor PSQI secara keseluruhan berkisar antara 0 hingga 21, dan jika skornya > 5, berarti kualitas tidur orang tersebut buruk (S. Y. Lee, Ju, Lee, Kim, Hong, Choi, Song, & Kim, 2020). Penelitian ini mengadopsi kuesioner PSQI dari penelitian Rosyidah (2022).

d. KSS

Karolinska Sleepiness Scale (KSS) adalah suatu metode subjektif yang digunakan untuk mengukur tingkat kantuk individu. KSS berisikan pertanyaan dalam 9 skor yang harus diisi. Telah banyak penelitian yang menggunakan KSS untuk mengukur tingkat kantuk, hal ini dikarenakan kemudahan dalam pengumpulan dan pengolahan datanya. Penelitian ini akan mengadopsi KSS edisi bahasa Indonesia yang diadopsi dari penelitian Azwar (2021).

e. PVT

Psychomotor Vigilance Task (PVT) digunakan untuk mengukur tingkat kewaspadaan ATLM (Trotti, Saini, Bremer, Mariano, Moron, Rye, & Bliwise, 2022). Tes PVT adalah tugas sederhana dimana partisipan menekan tombol secepat mungkin saat lampu menyala. Lampu akan menyala secara acak setiap beberapa detik selama 5-10 menit. Setelah tombol tersebut ditekan maka akan muncul angka waktu reaksi dalam milidetik. Pengukuran PVT pada penelitian ini menggunakan aplikasi *mobile “Vigilance Buddy”* dengan durasi 3 menit, yang dimana hasil PVT 3 menit ini terbukti dapat menggantikan PVT 10 menit (Benderoth, Hörmann, Schießl, & Elmenhorst, 2021).

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini melibatkan analisis regresi linier berganda untuk mengeksplorasi bagaimana beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan tingkat kantuk berpengaruh pada menurunnya tingkat kewaspadaan ATLM. Data dianalisis dengan menggunakan program SPSS versi 25.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Karakteristik Responden

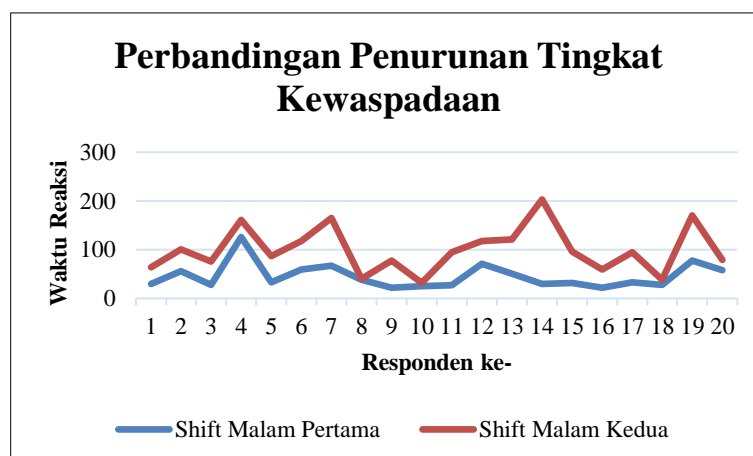
Analisis terhadap karakteristik responden bertujuan untuk mengetahui ciri-ciri dari 20 responden ditinjau dari jenis kelamin, usia, dan berapa lama responden bekerja di salah satu rumah sakit di Kota Tasikmalaya. Hasil analisis disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik responden.

Karakteristik		N	%
Jenis Kelamin	L	5	0,25
	P	15	0,75
Usia	21-30	15	0,75
	31-40	5	0,25
Masa Kerja	1-5 tahun	15	0,75
	6-10 tahun	3	0,15
	>10 tahun	2	0,1

2. Tingkat Kewaspadaan

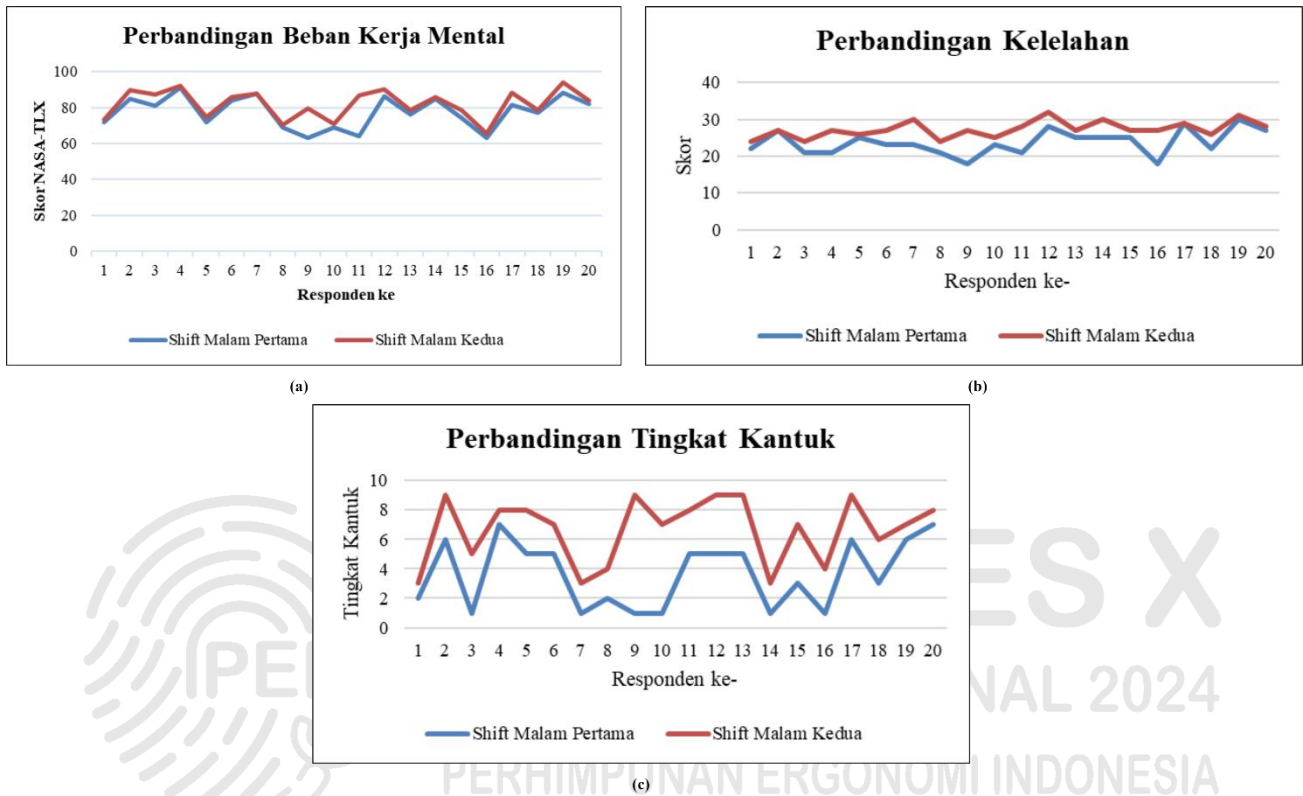
Kewaspadaan adalah kemampuan individu untuk mempertahankan perhatian, akurasi, dan presisi dalam durasi waktu tertentu. Aplikasi *Vigilance Buddy* membantu mengukur waktu reaksi rata-rata yang mencerminkan tingkat kewaspadaan. Perbandingan antara waktu reaksi rata-rata sebelum dan sesudah *shift* malam dapat mengindikasikan penurunan tingkat kewaspadaan pada Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kewaspadaan selama *shift* malam kedua lebih tinggi daripada *shift* malam pertama. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin sering bekerja pada *shift* malam, maka semakin menurun tingkat kewaspadaan ATLM. Kondisi ini terutama disebabkan oleh kurangnya waktu tidur yang didapat oleh para ATLM setelah menyelesaikan *shift* malam pertama. Kurangnya waktu tidur yang cukup dapat menyebabkan kelelahan mental dan gangguan fungsi kognitif, yang berpotensi mempengaruhi kemampuan ATLM dalam melakukan tugas yang membutuhkan ketepatan dan akurasi yang tinggi. **Gambar 2** membandingkan penurunan tingkat kewaspadaan setiap ATLM pada *shift* malam pertama dan kedua.



Gambar 2. Perbandingan penurunan tingkat kewaspadaan setiap ATLM pada *shift* malam pertama dan kedua.

3. Tingkat Beban Kerja Mental, Kelelahan, dan Kantuk

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ATLM mengalami beban kerja mental, kelelahan, dan tingkat kantuk yang lebih tinggi pada *shift* malam kedua dibandingkan dengan *shift* malam pertama. Hal ini menunjukkan bahwa semakin sering ATLM bekerja pada *shift* malam, maka beban kerja mental, kelelahan, dan kantuk ATLM semakin meningkat. Kondisi ini disebabkan oleh kecenderungan untuk mengabaikan tekanan durasi tidur yang tidak tercukupi selama *shift* malam kedua dan kesulitan beradaptasi dengan jam kerja yang dibalik, yang mengakibatkan peningkatan beban kerja mental, kelelahan, dan kantuk selama periode *shift*. **Gambar 3** membandingkan beban kerja mental, kelelahan, dan tingkat kantuk ATLM selama *shift* malam pertama dan kedua.



Gambar 3. Perbandingan (a) beban kerja mental, (b) kelelahan, (c) tingkat kantuk ATLM selama *shift* malam pertama dan kedua.

4. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas, uji multikolinieritas, dan uji heteroskedastisitas. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan diperoleh hasil bahwa nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* berada di atas nilai *p-value* 0,05, yang menandakan bahwa data mengikuti distribusi normal. Selanjutnya, uji multikolinieritas menunjukkan bahwa nilai toleransi yang ditemukan tidak ada yang < 0,1 dan nilai VIF > 10, yang menandakan tidak adanya gejala multikolinieritas. Terakhir, uji heteroskedastisitas dengan menggunakan *Park test*, dan menunjukkan bahwa nilai signifikansinya di atas nilai *p-value* 0,05, yang mengarah pada kesimpulan bahwa tidak ada heteroskedastisitas. Berdasarkan hasil ini, maka model regresi layak untuk digunakan.

5. Uji-F

Uji statistik F bertujuan untuk menguji apakah seluruh variabel bebas yang tergabung dalam model regresi mempunyai pengaruh secara simultan terhadap variabel terikat (Khaerana & Amri, 2020). Hasil uji statistik F ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Ringkasan hasil uji-F.

Hipotesis	F	F-table	Sig
1	13,751	3,01	0,000
2	12,239	3,01	0,000

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih dari nilai F tabel, dan nilai signifikansi kurang dari 0,05, yang mengindikasikan bahwa hipotesis 1 dan 2 valid. Hasil ini mengindikasikan bahwa secara simultan beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan rasa kantuk berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan ATLM pada *shift* malam pertama dan kedua.

6. Uji-t

Uji t (*t-test*) bertujuan untuk menilai sejauh mana satu variabel bebas dalam menerangkan variasi variabel terikat (Khaerana & Amri, 2020). Hasil pengujian ditampilkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Ringkasan hasil uji-t.

Hipotesis	Variabel Bebas - Terikat	Sig	P-value	Hasil
3	Beban kerja mental - kewaspadaan	0,000	0,05	Signifikan
4	Beban kerja mental - kewaspadaan	0,012	0,05	Signifikan
5	Kelelahan - kewaspadaan	0,006	0,05	Signifikan
6	Kelelahan - kewaspadaan	0,011	0,05	Signifikan
7	Kualitas tidur - kewaspadaan	0,584	0,05	Tidak signifikan
8	Kualitas tidur - kewaspadaan	0,05	0,05	Tidak signifikan
9	Kantuk - kewaspadaan	0,003	0,05	Signifikan
10	Kantuk - kewaspadaan	0,014	0,05	Signifikan

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai signifikansi hipotesis 3, 4, 5, 6, 9, dan 10 kurang dari 0,05, yang menandakan bahwa hipotesis-hipotesis tersebut diterima. Sebaliknya, nilai signifikansi hipotesis 7 dan 8 sama dengan atau lebih dari 0,05, yang menandakan bahwa hipotesis 7 dan 8 tidak signifikan atau tidak diterima. Hasil ini mengindikasikan bahwa secara parsial beban kerja mental, kelelahan, dan kantuk berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan ATLM pada *shift* malam pertama dan kedua, sedangkan kualitas tidur secara parsial tidak berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan ATLM pada kedua *shift* malam tersebut

7. Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai *Adjusted R²* dalam hasil regresi mengukur seberapa besar variabel terikat dapat dijelaskan oleh variabel bebas. Semakin rendah *Adjusted R²* menunjukkan bahwa variabel bebas memiliki kemampuan yang terbatas untuk menjelaskan variabel terikat. Sebaliknya, *Adjusted R²* yang mendekati satu mengindikasikan variabel bebas hampir seluruhnya memberikan informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat (Khaerana & Amri, 2020). Nilai koefisien determinasi ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Koefisien Determinasi (R^2).

<i>Shift</i> malam ke-	R Square	Adjusted R Square
1	0,786	0,729
2	0,765	0,703

Berdasarkan **Tabel 4**, *shift* malam pertama menunjukkan nilai *Adjusted R²* sebesar 0,729. Hasil ini menandakan beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan tingkat kantuk memberikan kontribusi sebesar 72,9% terhadap penurunan tingkat kewaspadaan pada *shift* malam pertama, dan sisanya 27,1% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dipertimbangkan dalam penelitian ini. Begitu pula dengan data penelitian untuk *shift* malam kedua yang memiliki nilai *Adjusted R²* sebesar 0,703. Hasil ini menandakan beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan tingkat kantuk memberikan kontribusi sebesar 70,3% terhadap penurunan tingkat kewaspadaan pada *shift* malam kedua, dan sisanya 29,7% dipengaruhi oleh variabel-variabel lain yang tidak termasuk dalam penelitian ini.

Pembahasan

Bekerja pada malam hari seringkali menyebabkan penurunan kinerja dan kewaspadaan. Hal ini seringkali terjadi karena tidak cukupnya waktu istirahat dan ketidaksesuaian dengan jam biologis tubuh (Ganesan et al., 2022). Berdasarkan hasil penelitian ini, ditemukan bahwa ATLM yang bekerja *shift* malam di rumah sakit yang diteliti mengalami penurunan tingkat kewaspadaan. Selain itu, tingkat kewaspadaan ATLM juga terus menurun

pada *shift* malam kedua. Kondisi ini disebabkan oleh kurangnya waktu tidur yang didapat oleh ATLM setelah menyelesaikan *shift* malam pertama. Kurangnya waktu tidur yang cukup dapat menyebabkan kelelahan mental dan gangguan fungsi kognitif, yang berpotensi mempengaruhi kemampuan ATLM dalam melakukan tugas dengan ketepatan dan akurasi yang tinggi.

Hasil penelitian selaras dengan hasil penelitian Ganesan et al. (2022) yang menunjukkan *shift* malam berturut-turut mengakibatkan tingkat kewaspadaan terus menurun pada *shift* malam berikutnya. Penurunan kewaspadaan yang dialami ATLM ini dapat menyebabkan terjadinya kesalahan saat melakukan pekerjaannya dan meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja. Hal ini terbukti pada saat periode pengambilan data, yaitu pada 18-30 Juli 2023 terjadi satu kesalahan yang dilakukan ATLM, sehingga ATLM harus mengulangi proses pengujian sampel darah tersebut. Untuk mengatasi hal ini, dianjurkan untuk menerapkan rotasi *shift* yang lebih efisien, seperti jadwal rotasi maju (*forward rotating schedule*). Rotasi maju ini terbukti dapat mengurangi penurunan fokus dan waktu reaksi yang lebih cepat, sehingga meningkatkan kinerja kognitif secara keseluruhan dibandingkan dengan jadwal rotasi mundur (Marco Di Muzio, Diella, Di Simone, Pazzaglia, Alfonsi, Novelli, Cianciulli, Scarpelli, Gorgoni, & Giannini, 2021).

Penelitian ini juga menemukan bahwa beban kerja mental yang dialami oleh ATLM meningkat pada *shift* malam kedua. Hasil ini selaras dengan penelitian Khusna et al. (2023) yang mengungkapkan ketika *shift* malam pekerja memiliki beban kerja mental yang lebih tinggi yang disebabkan oleh sulitnya menyesuaikan dengan jam kerja yang berlawanan dengan ritme alami tubuh. Hasil ini menunjukkan bahwa *shift* malam yang terlalu sering mengakibatkan beban kerja mental yang lebih tinggi, serta semakin banyak usaha yang diperlukan pekerja untuk menjaga kewaspadaan dan fokus kerja.

Kamzanova et al. (2020) juga menyatakan bahwa penurunan kewaspadaan dapat terjadi pada kondisi beban kerja berlebih. Teori ini selaras dengan hasil penelitian ini, yang menemukan bahwa beban kerja mental berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan. Artinya, semakin banyak sampel yang harus dikerjakan, maka akan menurunkan tingkat kewaspadaan ATLM. Untuk itu, dianjurkan untuk menyesuaikan jumlah ATLM untuk memenuhi kebutuhan ideal untuk mengoptimalkan distribusi beban kerja dan mempertahankan tingkat kewaspadaan yang optimal. Beberapa metode seperti Ilyas, WISN, dan FTE dapat digunakan untuk menentukan jumlah ATLM yang ideal (A. Arifin & Sjaaf, 2020).

Metode Ilyas menentukan kebutuhan tenaga kerja dengan membagi total beban kerja harian dengan jumlah jam kerja efektif per hari. Metode WISN (*Workload Indicators of Staffing Need*) menentukan kebutuhan tenaga kerja dengan mempertimbangkan waktu kerja yang tersedia dengan komponen beban kerja seperti kegiatan pelayanan, kegiatan pendukung, dan kegiatan tambahan. Metode FTE (*Full Time Equivalent*) menentukan kebutuhan tenaga kerja berdasarkan total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan di unit kerja terhadap waktu kerja efektif yang tersedia (A. Arifin & Sjaaf, 2020).

Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan kelelahan pada *shift* malam kedua. Hasil ini selaras dengan penelitian Cho et al. (2021) yang mengungkapkan bahwa kondisi tersebut diakibatkan oleh kecenderungan mengabaikan efek durasi tidur yang tidak tercukupi selama kerja *shift* malam, sehingga menyebabkan pekerja mengalami kelelahan yang terus meningkat selama jam kerja. Hasil ini juga didukung oleh penelitian Prasetya and Siji (2021) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara waktu tidur dengan kelelahan kerja pada *shift* malam.

Menurut Grandjean (1991), untuk mengatasi kelelahan dan memelihara kesehatan, maka diperlukan proses penyegaran di luar tekanan (*cancel out the stress*). Proses ini biasa terjadi pada saat tidur malam, namun proses ini juga dapat terjadi pada waktu istirahat dan luang ketika bekerja. Pada saat bekerja pada *shift* malam, proses penyegaran tersebut sulit dilakukan karena pekerja hanya dapat beristirahat dalam waktu yang singkat. Pada saat beristirahat pun ATLM tetap harus selalu dalam kondisi awas, selain itu di rumah sakit yang diteliti juga tidak terdapat fasilitas yang memadai untuk ATLM beristirahat.

Kondisi kelelahan juga dapat menyebabkan menurunnya tingkat kewaspadaan pekerja, terutama pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian dan akurasi yang tinggi, seperti pekerjaan di laboratorium (Tarwaka & Sudiajeng, 2004). Teori ini selaras dengan hasil penelitian ini, yang menemukan bahwa kelelahan berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan. Hasil ini juga selaras dengan hasil penelitian Min, Hong, Son, and Lee (2021) yang menunjukkan bahwa kelelahan secara signifikan mempengaruhi penurunan kewaspadaan.

Penelitian ini juga menemukan bahwa kualitas tidur tidak berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan. Artinya, meskipun kualitas tidur yang dialami oleh ATLM tergolong buruk, tetapi hal tersebut tidak mempengaruhi penurunan tingkat kewaspadaan ATLM. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Pratama and Ramdhan (2023) yang mengungkapkan bahwa tidak ada hubungan antara kualitas tidur dan kewaspadaan. Di sisi lain, hasil ini kontras dengan hasil penelitian Stavrou, Astara, Tourlakopoulos, Daniil, Gourgoulianis, Kalabakas, Karagiannis, and Basdekis (2021) yang mengungkapkan bahwa kualitas tidur yang kurang optimal karena pembatasan waktu tidur dapat mempengaruhi kemampuan perseptual dan kewaspadaan.

Tidak berpengaruhnya kualitas tidur terhadap penurunan tingkat kewaspadaan ini dapat dipengaruhi oleh masa kerja ATLM. Berdasarkan data karakteristik responden, diketahui bahwa seluruh ATLM memiliki masa kerja lebih dari satu tahun, sehingga ATLM telah familiar dengan kondisi bekerja pada kondisi kualitas tidur yang buruk.

Gambar 3 menunjukkan bahwa bekerja pada *shift* malam tanpa istirahat yang cukup dapat menyebabkan rasa kantuk pada *shift* berikutnya. Kondisi ini merupakan akibat dari tidak adanya waktu yang cukup untuk beristirahat setelah *shift* malam pertama, sehingga menyulitkan pekerja untuk tetap waspada pada *shift* malam kedua. Penelitian ini juga menemukan bahwa tingkat kantuk berpengaruh terhadap penurunan tingkat kewaspadaan. Hasil ini selaras dengan penelitian M Di Muzio et al. (2019) yang mengungkapkan adanya korelasi yang signifikan antara tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan.

Setelah menganalisis hasil dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa bekerja pada *shift* malam menyebabkan penurunan tingkat kewaspadaan pada ATLM. Penurunan tingkat kewaspadaan ini dipengaruhi oleh beban kerja mental, kelelahan, dan tingkat kantuk. Hal ini mengindikasikan bahwa beban kerja mental yang tinggi, kelelahan saat bekerja, dan kantuk yang berkepanjangan dapat menyebabkan ATLM cenderung memiliki tingkat kewaspadaan yang rendah.

KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM) mengalami penurunan tingkat kewaspadaan selama *shift* malam, dengan tingkat kewaspadaan yang semakin menurun pada *shift* malam kedua. Di sisi lain, beban kerja mental, kelelahan, dan tingkat kantuk terus meningkat pada *shift* malam kedua. Hasil uji-F mengindikasikan adanya pengaruh beban kerja mental, kelelahan, kualitas tidur, dan tingkat kantuk secara simultan terhadap penurunan kewaspadaan. Hasil uji-t mengindikasikan adanya pengaruh beban kerja mental, kelelahan, dan rasa kantuk secara parsial terhadap penurunan kewaspadaan, sedangkan kualitas tidur tidak berpengaruh secara parsial. Manajemen rumah sakit disarankan untuk mempertimbangkan menerapkan jadwal rotasi maju (*forward rotating schedule*) dan menambah jumlah ATLM sesuai dengan kebutuhan yang optimal untuk memastikan beban kerja mental yang lebih seimbang bagi para ATLM. Manajemen rumah sakit juga disarankan untuk menyediakan fasilitas istirahat yang memadai untuk membantu ATLM memulihkan diri dan mengatasi rasa kantuk dan lelah saat bekerja pada *shift* malam. Penelitian selanjutnya, sebaiknya memperluas jumlah sampel penelitian dan menghitung jumlah ATLM yang ideal dengan menggunakan metode seperti Ilyas, WISN, dan FTE.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfonsi, V., Scarpelli, S., Gorgoni, M., Pazzaglia, M., Giannini, A. M., & De Gennaro, L. (2021). Sleep-Related problems in night shift nurses: towards an individualized interventional practice. *J Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 15, 644570. doi:<https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.644570>
- Arifin, A., & Sjaaf, A. C. (2020). Analisis Kebutuhan Tenaga Ahli Teknologi Laboratorium Medik Berdasarkan Beban Kerja di Unit Laboratorium Klinik Rumah Sakit Santa Maria Pekanbaru. *Jurnal Administrasi Rumah Sakit Indonesia*, Vol. 4 (3).
- Arifin, S. A., Pangestika, A. S., & Rochmah, T. N. (2023). ANALISIS KEBUTUHAN TENAGA AHLI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIK BERDASARKAN BEBAN KERJA DENGAN WISN. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, Vol. 4 (2), 1996-2006. doi:<https://doi.org/10.31004/jkt.v4i2.15718>

- Azwar, A. G. (2021). Analisis Beban Kerja Mental, Beban Kerja Fisik dan Kantuk pada Petugas Keamanan Perguruan Tinggi "ABC" dengan Menggunakan NASA TLX dan KSS. *J Techno-Socio Ekonomika*, Vol. 14 (2), 102-112. doi:<https://doi.org/10.32897/techno.2021.14.2.621>
- Bamfield-Cummings, S., Bufkin, K., Jones, S., Bayhaghi, G., Kashyap, H., & De Leo, G. (2023). Interprofessional education in NAACLS MLT and MLS programs: results of a national survey. *J Laboratory Medicine*, Vol. 54 (6), 555-561. doi:<https://doi.org/10.1093/labmed/lmad006>
- Benderoth, S., Hörmann, H.-J., Schießl, C., & Elmenhorst, E.-M. (2021). Reliability and validity of a 3-min psychomotor vigilance task in assessing sensitivity to sleep loss and alcohol: fitness for duty in aviation and transportation. *J Sleep*, Vol. 44 (11), zsab151. doi:<https://doi.org/10.1093/sleep/zsab151>
- Boivin, D. B., Boudreau, P., & Kosmadopoulos, A. (2022). Disturbance of the circadian system in shift work and its health impact. *J Journal of biological rhythms*, Vol. 37 (1), 3-28. doi:<https://doi.org/10.1177/07487304211064>
- Cho, H., Brzozowski, S., Knudsen, É. N. A., & Steege, L. M. (2021). Changes in fatigue levels and sleep measures of hospital nurses during two 12-hour work shifts. *J JONA: The Journal of Nursing Administration*, Vol. 51 (3), 128-134. doi:10.1097/NNA.0000000000000983
- Di Muzio, M., Diella, G., Di Simone, E., Pazzaglia, M., Alfonsi, V., Novelli, L., Cianciulli, A., Scarpelli, S., Gorgoni, M., & Giannini, A. (2021). Comparison of sleep and attention metrics among nurses working shifts on a forward-vs backward-rotating schedule. *J JAMA network open*, Vol. 4 (10), e2129906-e2129906. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.29906
- Di Muzio, M., Dionisi, S., Di Simone, E., Cianfrocca, C., Di Muzio, F., Fabbian, F., Barbiero, G., Tartaglioni, D., & Giannetta, N. (2019). Can nurses' shift work jeopardize the patient safety? A systematic review. *J European Review for Medical Pharmacological Sciences*, Vol. 23 (10). doi:10.26355/eurrev_201905_17963
- Ganesan, S., Manousakis, J. E., Mulhall, M. D., Sletten, T. L., Tucker, A., Howard, M. E., Anderson, C., & Rajaratnam, S. M. (2022). Sleep, alertness and performance across a first and a second night shift in mining haul truck drivers. *J Chronobiology international*, Vol. 39 (6), 769-780. doi:<https://doi.org/10.1080/07420528.2022.2034838>
- Grandjean, E. (1991). Fatigue. In L. Parmeggiani (Ed.), *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (Third (revised) edn ed., pp. 837-839). Geneva: ILO.
- Kamzanova, A., Matthews, G., Kustubayeva, A., & biofeedback. (2020). EEG coherence metrics for vigilance: Sensitivity to workload, time-on-task, and individual differences. *J Applied psychophysiology*, Vol. 45, 183-194. doi:<https://doi.org/10.1007/s10484-020-09461-4>
- Khaerana, K., & Amri, A. J. J. M. S. M. P. (2020). Pengaruh Work Family Conflict Dan Stres Kerja Terhadap Kinerja Pegawai Wanita Pada Puskesmas Kecamatan Malangke Barat Kabupaten Luwu Utara. *J Jurnal Manajemen STIE Muhammadiyah Palopo*, Vol. 6 (2), 80-85. doi:<http://dx.doi.org/10.35906/jm001.v6i2.614>
- Khan, W. A. A., Jackson, M. L., Kennedy, G. A., & Conduit, R. (2021). A field investigation of the relationship between rotating shifts, sleep, mental health and physical activity of Australian paramedics. *J Scientific Reports*, Vol. 11 (1), 866. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-020-79093-5>
- Khusna, C., Rupiwardani, I., & Yohanan, A. (2023). Hubungan shift malam dan kualitas tidur dengan beban kerja mental karyawan produksi. *J PREPOTIF: JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT*, Vol. 7 (1), 216-225. doi:<https://doi.org/10.31004/prepotif.v7i1.12637>
- Lee, S., Seong, S., Park, S., Lim, J., Hong, S., Cho, Y., & Kim, H. (2021). Korean version of the Swedish Occupational Fatigue Inventory among construction workers: Cultural adaptation and psychometric evaluation. *J International Journal of Environmental Research Public Health*, Vol. 18 (8), 4302. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph18084302>
- Lee, S. Y., Ju, Y. J., Lee, J. E., Kim, Y. T., Hong, S. C., Choi, Y. J., Song, M. K., & Kim, H. Y. (2020). Factors associated with poor sleep quality in the Korean general population: providing information from the Korean version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *J Journal of affective disorders*, Vol. 271, 49-58. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.03.069>
- Min, A., Hong, H. C., Son, S., & Lee, T. (2021). Sleep, fatigue and alertness during working hours among rotating-shift nurses in Korea: An observational study. *J Journal of nursing management*, Vol. 29 (8), 2647-2657. doi:<https://doi.org/10.1111/jonm.13446>

- Miyake, S. (2020). Mental workload assessment of health care staff by NASA-TLX. *J Journal of UOEH*, Vol. 42 (1), 63-75. doi:10.7888/juoeh.42.63
- Prasetya, F., & Siji, A. F. (2021). Fatigue Through Sleep Time On Night Service Nurses At Kendari City Hospital. *J Al-Sihah: The Public Health Science Journal*, Vol. 13 (1), 61-73. doi:<https://doi.org/10.24252/al-sihah.v13i1.21538>
- Prastika, S., Gustopo, D., & Vitasari, P. (2020). Analisis beban kerja dengan metode NASA-TLX di PT. Pos Indonesia Cabang Malang Raya. *J Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, Vol. 6 (2), 24-29. doi:<https://doi.org/10.36040/jtmi.v6i2.3014>
- Pratama, K. M., & Ramdhan, D. H. (2023). PENGARUH KUANTITAS DAN KUALITAS TIDUR TERHADAP KELELAHAN DAN KEWASPADAAN PEKERJA LEPAS PANTAI PT. X. *J Journals of Ners Community*, Vol. 13 (1), 13-26. doi:<https://doi.org/10.55129/jnerscommunity.v13i1.2699>
- Ramadhana, H., Nasution, H., & Absah, Y. (2021). Mental Workload Analysis Using NASA-TLX Method at Bank XYZ-Medan Balakota Consumer Loan Unit. *J International Journal of Research Review*, Vol. 8 (12), 622-626. doi:<https://doi.org/10.52403/ijrr.20211275>
- Rosa, D. E., Marot, L. P., de Mello, M. T., Marqueze, E. C., Narciso, F. V., de Araújo, L. B., & Crispim, C. A. (2021). Association between chronotype and psychomotor performance of rotating shift workers. *J Scientific Reports*, Vol. 11 (1), 6919. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-021-86299-8>
- Rosyidah, S. (2022). Hubungan Kualitas Tidur Dengan Excessive Daytime Sleepiness (Eds) Pada Remaja Di Wilayah Jabodetabek. *Undergraduate Thesis*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta.
- Stavrou, V. T., Astara, K., Toulakopoulos, K. N., Daniil, Z., Gourgoulisanis, K. I., Kalabakas, K., Karagiannis, D., & Basdekis, G. (2021). Sleep quality's effect on vigilance and perceptual ability in adolescent and adult athletes. *J Journal of Sports Medicine*, Vol. 2021 (1), 5585573. doi:<https://doi.org/10.1155/2021/5585573>
- Sugiyono, P. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas. In. Surakarta: Uniba Press.
- Trotti, L. M., Saini, P., Bremer, E., Mariano, C., Moron, D., Rye, D. B., & Bliwise, D. L. (2022). The Psychomotor Vigilance Test as a measure of alertness and sleep inertia in people with central disorders of hypersomnolence. *J Journal of clinical sleep medicine*, Vol. 18 (5), 1395-1403. doi:<https://doi.org/10.5664/jcsm.9884>
- Zuraida, R., & Chie, H. H. (2014). Pengujian skala pengukuran kelelahan (SPK) pada responden di Indonesia. *J ComTech: Computer, Mathematics Engineering Applications*, Vol. 5 (2), 1012-1020. doi:<https://doi.org/10.21512/comtech.v5i2.2357>

PERANCANGAN SITUS WEB PEMASARAN UNTUK USAHA MIKRO, KECIL, DAN MENENGAH (UMKM) MENGGUNAKAN *KANSEI ENGINEERING* DAN ANALISIS SWOT

Studi Kasus di UMKM Mimi Tea, Tasikmalaya

(*Marketing Website Design for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) using Kansei Engineering and SWOT Analysis*)

Nathan Rafael Suherlin¹, Ilma Mufidah² Dino Caesaron³

¹ Program Magister Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

² Program Magister Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

³ Program Magister Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No.1, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot,
Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40267

E-mail: xiangan@student.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang situs *website marketing* bagi usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) dengan menggunakan metode *Kansei Engineering* dan analisis SWOT, studi kasus dilakukan di Mimi Tea yang terletak di Tasikmalaya. *Kansei Engineering* digunakan untuk mengidentifikasi kata-kata *kansei* yang relevan dengan desain *website marketing*, sedangkan analisis SWOT membantu dalam merumuskan strategi pemasaran yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain *website marketing* yang memperhatikan aspek emosional dan psikologis pengguna dapat meningkatkan keinginan untuk membeli produk. Analisis SWOT mengidentifikasi kekuatan seperti produk berkualitas dan desain *website marketing* yang profesional, serta kelemahan seperti pengenalan merek yang masih terbatas. Peluang termasuk peningkatan penggunaan media digital, sedangkan ancaman meliputi persaingan ketat di industri teh. Strategi pemasaran yang diusulkan mencakup peningkatan interaksi di media sosial dan optimalisasi fitur *website marketing*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi UMKM dalam mengembangkan strategi pemasaran digital yang efektif.

Kata kunci: *Kansei Engineering*, analisis SWOT, UMKM, desain *website marketing*, dan strategi pemasaran

ABSTRACT

This research aims to design a marketing website for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) using Kansei Engineering and SWOT analysis, with a case study conducted at Mimi Tea located in Tasikmalaya. Kansei Engineering is used to identify kansei words relevant to marketing website design, while SWOT analysis helps in formulating appropriate marketing strategies. The results show that a marketing website design that considers users' emotional and psychological aspects can increase the desire to purchase products. SWOT analysis identifies strengths such as high-quality products and professional marketing website design, as well as weaknesses such as limited brand recognition. Opportunities include the increasing use of digital media, while threats include intense competition in the tea industry. Proposed marketing strategies include enhancing interaction on social media and optimizing marketing website features. This research is expected to provide practical guidance for MSMEs in developing effective digital marketing strategies.

Keywords: *Kansei Engineering*, SWOT analysis, MSMEs, website design, marketing strategy

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan sektor penting di Indonesia yang memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian negara. Menurut Kementerian Keuangan Republik Indonesia, UMKM saat ini mengalami tren positif dan berdampak baik bagi perekonomian Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian Koperasi dan UKM, UMKM menyumbang 60,5% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Nasional (Kementerian Keuangan RI, 2023). Sebuah UMKM yang berfokus pada industri teh aktif dalam pertanian dan pengolahan daun teh di perkebunannya sendiri untuk memastikan kualitas bahan baku yang digunakan dalam produk akhirnya. Selain itu, perusahaan bekerja sama dengan petani teh lokal untuk memperluas produksi dan menciptakan dampak positif bagi perekonomian lokal. Salah satu teknologi yang banyak digunakan saat ini untuk memudahkan calon pelanggan mengenal produk dan merek adalah melalui

media sosial dan pemasaran digital melalui situs web pemasaran (Cecillia & Kuswoyo, 2023).

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) mulai menyadari bahwa penggunaan aplikasi media sosial dan *platform e-commerce* dapat meningkatkan akses ke pelanggan baru serta memberikan kesempatan untuk menyebarkan informasi produk atau promosi secara hemat biaya (Srirejeki, 2016). Dalam sebuah situs web, kualitas memainkan peran penting dalam membedakan merek perusahaan dari yang lain. Situs web harus memiliki dua dimensi kualitas, yaitu kualitas sistem dan kualitas layanan elektronik, yang secara positif mempengaruhi kepuasan pelanggan (Suryani et al., 2020). Kualitas sistem kemasan dan kualitas layanan adalah bagian dari sistem informasi. Definisi sistem informasi adalah kombinasi terstruktur dari orang, perangkat keras, perangkat lunak, dan basis data yang mengumpulkan, mengubah, dan menyebarkan informasi dalam sebuah organisasi (Nafis Alfarizi et al., 2023).

Salah satu UMKM yang beroperasi di daerah Tasikmalaya baru-baru ini mengalami penurunan pendapatan, sebagaimana tercermin dari data yang dikumpulkan dari Juni hingga Desember, akibat penurunan penjualan dibandingkan dengan Juni, yang disebabkan oleh kekeringan yang berkepanjangan. Selain itu, mereka masih mempertahankan pencatatan manual menggunakan buku sebagai media dokumentasi. Tercatat bahwa dari Juni hingga Desember, perusahaan mengalami penurunan pendapatan rata-rata sebesar 12%. UMKM sendiri adalah bisnis vital di Indonesia, karena mereka memberikan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dengan peningkatan sebesar 54% pada tahun 2019 (Nursini, 2020). Memeriksa distribusi pendapatan adalah salah satu pendekatan untuk memahami dan merangkul perilaku dan kinerja ekonomi sebuah organisasi (Purnomo et al., 2022).

Sebuah studi yang dilakukan oleh (Akram et al., 2018) pada masyarakat Tiongkok menemukan bahwa kualitas sebuah situs web dapat menentukan perilaku impulsif seseorang dalam berbelanja *online*. Melalui survei mereka, lebih dari 90% orang melakukan pembelian impulsif melalui situs web. Oleh karena itu, pengembangan situs web yang mudah diakses dan ramah pengguna menjadi sangat penting untuk meningkatkan persaingan di dunia online, termasuk bagi usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM). Situs web adalah bagian dari media sosial, yang merupakan kombinasi elemen dunia virtual, dalam produk layanan seperti blog, forum diskusi, ruang obrolan, e-mail, situs web, dan kekuatan komunitas yang dibangunnya (Tresnawati et al., 2022).

Sebuah situs web yang membangkitkan emosi positif pada pengguna harus memenuhi ketiga tingkat ini. Meskipun dua tingkat pertama—fungsi dan kegunaan—relatif mudah untuk ditingkatkan, mencapai tingkat kesenangan lebih menantang. (Howard et al., 2012) mencoba menggabungkan emosi ke dalam desain situs web menggunakan pendekatan *Kansei Engineering*.

Penelitian kali ini dilakukan di sebuah UMKM bernama Mimi Tea, usaha yang bergerak di jual beli teh. Proses penjualan aktual dilakukan dengan penjualan langsung ke konsumen. Mimi Tea masih belum banyak memanfaatkan *platform online* sebagai media berjualan. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya penurunan penjualan dari bulan Juni 2023 ke bulan July 2023 sebesar 30.91%, bulan Agustus ke bulan September sebesar 27.63%, bulan Oktober ke bulan November sebesar 18.32%. Oleh sebab itu penelitian ini membantu Mimi Tea untuk membuat sebuah *website marketing* yang bertujuan membantu pemasaran *online* dipadukan dengan strategi apa yang perlu dilakukan untuk meningkatkan penjualannya.

METODE

Objektif Penelitian

Untuk mengembangkan desain *website marketing*, perasaan calon pelanggan menjadi prioritas utama. Pertanyaan dari penelitian ini adalah bagaimana merancang *website marketing* untuk UMKM di Tasikmalaya dapat meningkatkan keinginan untuk membeli dalam hal emosi? Dan strategi apa yang dapat dikembangkan setelah memiliki desain situs web yang diusulkan? Dengan tujuan menjawab pertanyaan sebelumnya, hubungan antara tampilan *website marketing* dan perasaan calon pelanggan terhadap *website marketing* akan diteliti. Sebagai bagian dari tujuan ini, kata-kata *kansei* yang paling berpengaruh terkait dengan desain *website marketing* akan dipilih. Pada akhirnya, sebuah perancangan desain *website marketing* dan pengembangan strategi untuk UMKM akan diusulkan sebagai luaran dari penelitian.

Instrumen dan Prosedur Penelitian

Kansei Engineering

Metode *Kansei Engineering* (KE) sendiri berasal dari Jepang, yang memiliki arti "*consumer psychological feeling and image*" dalam bahasa Inggris, yang berarti dapat mendorong calon pelanggan untuk mempertimbangkan pembelian suatu produk. *Kansei Engineering* didefinisikan sebagai metode untuk menerjemahkan perasaan/emosi pelanggan (*kansei*) tentang suatu produk ke dalam elemen desain. (Nagamachi,1999). Oleh karena itu, *kansei engineering* adalah metode yang kuat dalam perancangan dan pengembangan produk, metode ini memungkinkan seorang *designer* untuk lebih memahami dan merespons keinginan serta harapan konsumen (Faisal et al., 2021). *Kansei Engineering* tidak hanya menangani masalah fungsional tetapi juga memastikan untuk menggabungkan respons emosional positif ke dalam desain produknya. Dalam proses desain, kerangka kerja *kansei engineering* bertujuan untuk menggambarkan ide atau yang dikenal sebagai *domain* di balik sebuah produk dari dua perspektif yang berbeda: deskripsi semantik dan deskripsi properti produk. Kerangka kerja ini akan digunakan sebagai pendekatan untuk memahami hubungan antara *domain* dan ruang semantik pengguna, yang juga dikenal dalam bentuk kata sifat *kansei* yang menggambarkan emosi tertentu. Setiap kata *kansei* akan menghasilkan properti produk yang spesifik untuk membuat model pada langkah sintesis.

Analisis SWOT

Analisis S.W.O.T dikenal sebagai analisis berdasarkan logika yang memaksimalkan kekuatan dan peluang, namun pada saat yang sama meminimalisir kelemahan dan ancaman (Rochman, 2019). Berikut merupakan penjelasan dari analisis SWOT, berdasarkan (David, 2005) yaitu:

1. *Strengths* (Kekuatan): Deskripsi kondisi internal positif yang memberikan keunggulan.
2. *Weaknesses* (Kelemahan): Batasan atau kekurangan dalam sumber daya, keterampilan, dan kapabilitas yang dapat secara serius menghambat kinerja efektif dari sebuah perusahaan atau organisasi.
3. *Opportunities* (Peluang): Situasi lingkungan eksternal yang menguntungkan bagi sebuah organisasi.
4. *Threats* (Ancaman): Gangguan besar terhadap posisi yang diinginkan yang saat ini sedang dicari oleh organisasi.

Pertama-tama *choice of domain* dilakukan dengan menentukan produk yang ingin dikembangkan. Penelitian ini menentukan *website marketing* sebagai *domain*. Sebagai *product benchmarking* secara manual telah dipilih 5 *website* yang memiliki produk teh dan menjualnya melalui *website*. Dimana *website* ini dipilih karena memiliki beragam desain dalam hal tata letak halaman utama, skema warna, desain *website*, dan gambar. Selanjutnya *span the semantic space* dilakukan karena *domain* sudah ditentukan sebelumnya. *Website* yang sudah terpilih sebagai *domain* akan dilanjutkan dengan mengumpulkan kata-kata *kansei* yang berhubungan dengan *website*. Kata-kata *kansei* dikumpulkan dari berbagai literatur, internet, ide dan majalah. Sebanyak 76 kata-kata *kansei* telah dikumpulkan dan dilakukan *reducing* dengan mengelompokkan kata-kata yang memiliki arti serupa sehingga didapati total sebanyak 19 kata *kansei* seperti yang digambarkan pada **Tabel 1**. Dilanjutkan dengan menyebarkan kuesioner *semantic differential scales* dengan skala likert untuk mengetahui preferensi terhadap 5 *website* yang dijadikan sebagai *product benchmarking*. Kuesioner disebarkan kepada 96 orang dengan kriteria pernah melakukan transaksi belanja apapun melalui *website*. Selanjutnya *span the space of properties* dilakukan dengan menentukan properti apa saja yang perlu ada pada *website* seperti *header*, *logo*, *title font*, dll seperti yang digambarkan pada **Tabel 9**. Pada tahap *synthesis* diidentifikasi pengaruh dari kata-kata *kansei* dengan properti yang sudah dipilih menggunakan teknik PCA (*Principal Component Analysis*) untuk mengetahui hubungan pengaruh dari setiap kata-kata *kansei*. Perancangan *website* pemasaran dilakukan berdasarkan hasil *kansei engineering* sebelumnya.

Tabel 1. *Kansei Words*.

Kansei Word	Kansei Word	Kansei Word	Kansei Word
Berwarna	Efisien	Menyenangkan	Aman
Minimalis	Memuaskan	Elegan	Mudah dibaca
Konsisten	Fungsional	Campuran	Interaktif
Aksesibel	Modern	Informatif	Berkualitas
Atraktif	Terstruktur	Responsif	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Banyak metode yang statistika multivariat yang bisa digunakan untuk *kansei engineering* seperti contohnya analisis faktor (FA), sebagai teknik untuk mereduksi dimensi. Hasil dari *kansei engineering* dianalisis dengan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan analisis faktor (FA). Sebelumnya, dari 19 *kansei words* dibuat *semantic differential scales* dengan menambahkan lawan kata (antonim) dari kata-kata yang sudah ada seperti “Berwarna” – “Monokrom”, “Minimalis” – “Maksimalis”, dll. Kata-kata tersebut disusun ke dalam sebuah *tools* kuesioner dengan menggunakan *google forms* yang disusun dengan menggunakan skala likert (1-5) dimana 5 menggambarkan kata-kata *kansei* seperti “Berwarna”, “Minimalis”, “Konsisten”, dll. Sementara 1 menggambarkan antonim dari masing-masing kata. Kuesioner dirancang dengan membandingkan 5 *website* yang telah dipilih untuk mengetahui rata-rata dari perbandingan 5 *website*. Hasil dari rata-rata tersebut telah digambarkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rata-rata Hasil Dari Seluruh Responden.

Kansei Words	Havilia Tea	Brew Me Tea	Tema Tea	Walini Tea	Dilmah Tea
Berwarna	3.93	4.40	3.81	4.12	4.31
Minimalis	4.06	4.34	4.19	3.78	3.94
Konsisten	4.24	4.35	4.34	4.08	4.22
Aksesibel	4.22	4.19	4.31	4.23	4.17
Atraktif	4.00	4.23	4.18	3.72	3.95
Efisien	3.95	4.25	4.27	3.96	4.01
Memuaskan	4.02	4.31	4.25	4.01	4.14
Fungsional	4.18	4.30	4.20	4.28	4.12
Modern	4.20	4.23	4.08	3.69	3.98
Terstruktur	4.33	4.41	4.35	4.04	4.02
Menyenangkan	4.20	4.24	4.18	3.84	3.88
Elegan	4.40	4.01	4.23	3.78	3.82
Campuran	3.90	3.86	3.76	3.87	4.01
Informatif	3.98	4.05	4.25	4.04	4.01
Responsif	4.14	4.22	4.10	4.17	4.10
Amana	4.25	4.33	4.30	4.20	4.27
Mudah dibaca	4.34	4.35	4.28	4.12	4.16
Interaktif	4.08	4.13	4.16	4.07	4.07
Berkualitas	4.33	4.35	4.37	4.06	4.14

Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis atau PCA adalah sebuah metode statistika yang digunakan pada penelitian ini untuk mengurangi 19 kata-kata *kansei* yang ada menjadi ukuran yang lebih kecil seperti dua atau tiga kata. Struktur emosi dapat dihitung dengan melakukan analisis rata-rata skor yang dihitung dari responden yang didapatkan pada **Tabel 2**. Analisis faktor dilakukan dengan bantuan aplikasi IBM SPSS Statistics v.25. Tabel 1 menggambarkan hasil dari PCA (Putra et al., 2024).

Tabel 3. Hasil dari *Principal Component Analysis*.

<i>Factor</i>	<i>Initial Eigenvalues</i>		
	<i>Total</i>	<i>% of Variance</i>	<i>Cumulative %</i>
PC1	13.778	72.514	72.514
PC2	0.773	4.066	76.580
PC3	0.712	3.746	80.326
PC4	0.522	2.748	83.074
PC5	0.470	2.472	85.546
PC6	0.390	2.055	87.601
PC7	0.339	1.785	89.386
PC8	0.295	1.551	90.937
PC9	0.282	1.482	92.418
PC10	0.255	1.345	93.763
PC11	0.214	1.128	94.891
PC12	0.200	1.054	95.945
PC13	0.181	0.950	96.895
PC14	0.169	0.890	97.785
PC15	0.105	0.554	98.340
PC16	0.099	0.519	98.859
PC17	0.086	0.451	99.310
PC18	0.076	0.398	99.708
PC19	0.055	0.292	100.000

Tabel 3 menunjukkan nilai *eigenvalues*, *variance* untuk setiap PC1 sampai dengan PC19. Dimana nilai *eigenvalues* untuk PC1 adalah 13.778 dengan nilai *variance* 72.514% dan nilai *cumulative* sebesar 72.514%. Hal ini menggambarkan bahwa PC1 memiliki pengaruh yang cukup untuk emosi dari kata-kata kansei. Hal ini dilakukan juga oleh (Hadiana, 2015) dengan nilai *eigenvalues* >1 maka faktor tersebut memiliki pengaruh yang cukup. Kemudian dilanjutkan dengan menganalisis skor yang dihasilkan oleh PC1 untuk setiap kata-kata *kansei* seperti yang ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Konsep Emosi Berdasarkan *Factor Loadings*.

<i>Factor</i>	<i>Initial Eigenvalues</i>			<i>Factor</i>	<i>Initial Eigenvalues</i>		
	<i>Total</i>	<i>Variance</i>	<i>Cumulative %</i>		<i>Total</i>	<i>Variance</i>	<i>%</i>
PC1	13.778	72.514	72.514	PC11	0.214	1.128	94.891
PC2	0.773	4.066	76.580	PC12	0.200	1.054	95.945
PC3	0.712	3.746	80.326	PC13	0.181	0.950	96.895
PC4	0.522	2.748	83.074	PC14	0.169	0.890	97.785
PC5	0.470	2.472	85.546	PC15	0.105	0.554	98.340
PC6	0.390	2.055	87.601	PC16	0.099	0.519	98.859
PC7	0.339	1.785	89.386	PC17	0.086	0.451	99.310
PC8	0.295	1.551	90.937	PC18	0.076	0.398	99.708
PC9	0.282	1.482	92.418	PC19	0.055	0.292	100.000
PC10	0.255	1.345	93.763				

Standar minimum adalah nilai *factor* >7, tetapi hasilnya akan terlalu sempit dan tidak menguatkan hasilnya, oleh sebab itu difokuskan kepada kata-kata yang memiliki nilai lebih tinggi. Ditemukan terdapat empat emosi dari *factor 1* yang memiliki nilai lebih dari 0.9 diantaranya adalah “memuaskan”, “efisien”,

“menyenangkan”, dan “fungsional”. Secara subjektif keempat kata-kata ini dapat dikelompokkan sebagai konsep desain “Menyenangkan” (Hadiana, 2015). Dalam konteks desain *website*, elemen desain adalah bagian-bagian dari *website* yang digunakan oleh seorang desainer dan pengguna *website* seperti *header background*, *logo*, *title font*, *header*, *footer*, dll. Oleh sebab itu elemen-elemen ini telah disusun seperti yang digambarkan pada **Tabel 5** (Abdi & Greenacre, 2020).

Tabel 5. Elemen Desain.

Elemen Desain	Elemen Desain
Latar Belakang Tajuk	Latar Belakang Utama
Logo	Total Gambar
Judul Font	Gambar Kecil
Latar Belakang Tajuk	Gambar Besar
Catatan Kaki	Gambar Sedang
Catatan Kaki	Tombol Video
Menu Teratas	

Didapatkan kata-kata *kansei* untuk konsep desain adalah konsep “Menyenangkan” dengan elemen desain seperti yang ditampilkan pada **Tabel 5**. Dialnjutkan dengan analisis SWOT yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang bisa dijadikan daya saing dari perusahaan (Thiradathanapattaradecha et al., 2018). Pendekatakan ini guna untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang dihadapi oleh perusahaan dan memanfaatkan keempat hal tersebut untuk merancang strategi pemasaran untuk meningkatkan penjualan. Dimana peningkatan tersebut akan dilihat dari jumlah transaksi yang terjadi di *website* dari waktu ke waktu. Berdasarkan identifikasi, kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman perusahaan digambarkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Tabel Analisis SWOT.

Kekuatan (Strengths)		Peluang (Opportunities)	
	Penjelasan		Penjelasan
Produk berkualitas	Teh yang dijual memiliki kualitas tinggi menjadi daya tarik utama untuk pelanggan	Pertumbuhan pasar teh	permintaan akan produk teh terutama yang sehat dan organik meningkat Semakin banyak orang beralih
Citra merek	<i>Branding</i> menarik dan relevan penting untuk membangun kepercayaan dan pengenalan di pasar	Tren <i>e-commerce</i>	belanja ke <i>online</i> , terdapat peluang untuk meningkatkan penjualan melalui <i>website</i> . Bekerjasama dengan influencer atau blogger di bidang teh dan kesehatan dapat membantu mempromosikan produk kepada audiens yang lebih besar dan lebih terlibat
Desain <i>website</i>	<i>Website</i> yang profesional dan mudah digunakan akan meningkatkan pengalaman pengguna dan membuat mereka lebih mungkin untuk menelusuri produk untuk melakukan pembelian	Kemitraan	Menambahkan varian teh baru atau produk terkait teh seperti aksesoris bisa menarik lebih banyak pelanggan dan meningkatkan penjualan
Keberadaan di media sosial	Menjadi aktif di <i>platform</i> media sosial memungkinkan perusahaan untuk berinteraksi dengan pelanggan, membangun komunitas dan meningkatkan kesadaran merek.	Diversifikasi produk	
Kelemahan (Weakness)		Ancaman (Threats)	
	Penjelasan		Penjelasan
Pengenalan merek terbatas	Mimi Tea masih baru di pasar, hanya sedikit orang yang mengetahui tentang Sumber daya terbatas	merek ini. Dapat menjadi hambatan dalam	Banyak merek teh lain yang sudah menarik pelanggan baru dan mendapatkan kepercayaan mereka Mengelola bisnis dengan tim kecil dapat menjadi kelemahan terutama dalam wak tu dan tenaga yang tersedia untuk menjalankan aspek bisnis

seperti pemasaran, penjualan dan layanan pelanggan	Persaingan	mapan dan memiliki basis pelanggan yang kuat
Keterbatasan dalam teknologi atau kurangnya keahlian IT menjadi	Perubahan tren konsumen	Preferensi konsumen bisa berubah dengan cepat mengikuti tren terbaru
Infrastruktur teknologi	penghambat pengembangan dan pengelolaan <i>website</i> yang pada gilirannya bisa memengaruhi efisiensi operasional dan pengalaman pengguna	Keterlambatan pengiriman atau masalah distribusi dapat mengurangi kepuasan pelanggan dan berdampak negatif pada reputasi bisnis
		Masalah logistik
		Peraturan
		Perubahan regulasi terkait produk teh baik dalam hal produksi, pemasaran, atau distribusi bisa mempengaruhi operasional dan keuntungan bisnis

Dalam perancangan strategi, analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang dihadapi yang disajikan pada **Tabel 7**.

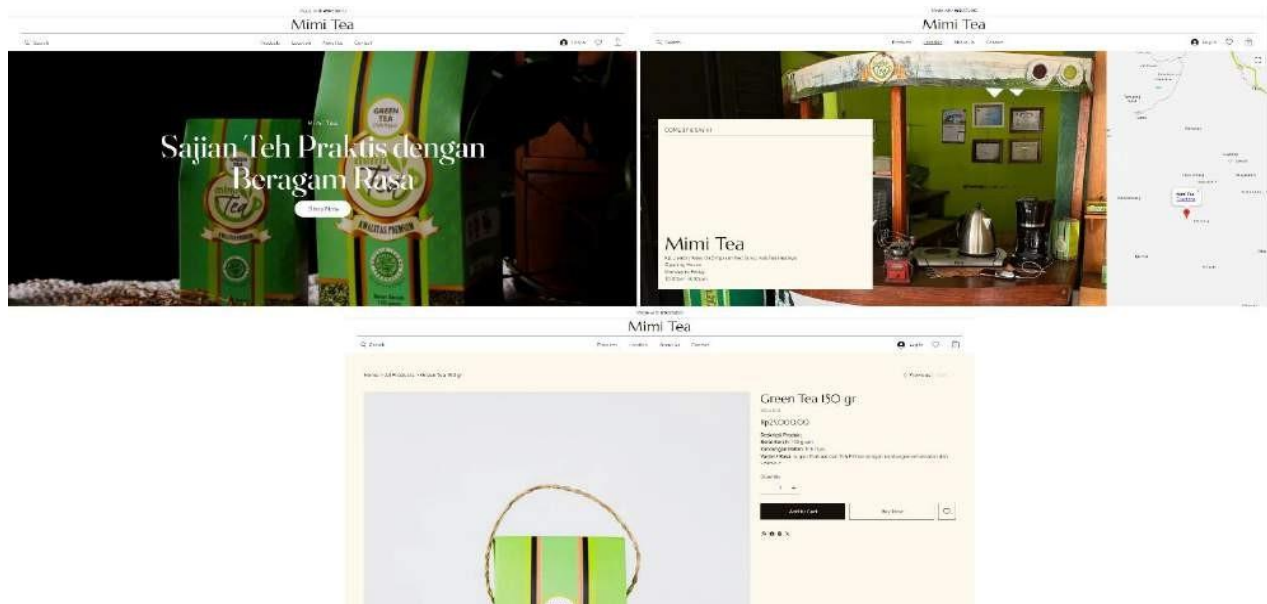
Tabel 7. Strategi SO (*Strengths - Opportunities*), WO (*Weakness - Opportunities*), ST (*Strengths - Threats*), dan WT (*Weakness - Threats*).

Strategi SO (<i>Strengths - Opportunities</i>)	Penjelasan	Strategi WO (<i>Weakness - Opportunities</i>)	Penjelasan
Mengembangkan pemasaran secara <i>online</i> melalui <i>website marketing</i>	Memanfaatkan desain <i>website</i> yang profesional dan <i>user-friendly</i> untuk menarik lebih banyak pelanggan Meningkatkan visibilitas <i>online</i> melalui optimasi SEO dan kampanye iklan digital	Mulai melakukan pemasarn secara <i>online</i> untuk produk melalui media sosial	Mengatasi pengenalan merek yang terbatas dengan memanfaatkan media sosial untuk meningkatkan kesadaran akan merek Mimi Tea
Rutin mengikuti pelatihan yang diadakan oleh institusi terkait pemasaran digital	Pelatihan dari Bank Indonesia atau institusi lainnya dapat meningkatkan keterampilan dalam mengelola pemasarn <i>online</i>	Pemerintah diharapkan menurunkan tenaga ahli/mentor untuk membimbing perkembangan UMKM secara <i>real-time</i>	Bekerjasama dengan program pemerintah yang mendukung pengembangan UMKM untuk mendapatkan bimbingan dan sumber daya tambahan dalam mengerjakan aspek bisnis
Membuat konten yang berkaitan dengan teh melalui media sosial sebagai media pemasaran	Menggunakan platform seperti Instagram, Facebook, dan YouTube untuk berbagi konten edukatif dan menarik tentang teh yang dapat menarik audiens baru	Melakukan ekspansi ke kota besar di Indonesia dengan media sosial	Menggunakan media sosial untuk menargetkan pasar baru di kota-kota besar yang memiliki potensi tinggi untuk melakukan penjualan teh
Strategi ST (<i>Strengths - Threats</i>)	Penjelasan	Strategi WT (<i>Weakness - Threats</i>)	Penjelasan
Berinovasi dengan menghasilkan kualitas teh terbaik	Mempertahankan standar kualitas yang tinggi untuk menghadapi persaingan dan perubahan dari tren konsumen	Meningkatkan kuantitas pemasarn <i>online</i>	mengatasi keterbatasan sumber daya dengan meningkatkan frekuensi dan kualitas dari konten untuk menarik lebih banyak pelanggan baru
Membuat konten yang relevan dengan kebutuhan masyarakat	Membuat konten yang menonjolkan manfaat kesehatan teh dan tren gaya hidup sehat untuk menarik perhatian konsumen	Melakukan rekrutmen untuk pengurus media sosial	Mengatasi keterbatasan sumber daya dengan melakukan rekrutment/ <i>hiring</i> tenaga kerja khusus untuk mengelola media sosial dan strategi pemasarn digital
Memberikan sampel gratis ke toko/kafe yang menyediakan menu teh	Strategi pemasarn yang efektif untuk memperkenalkan produk ke konsumen baru dan mendapatkan umpan balik langsung	Meningkatkan ciri khas yang harus dimiliki UMKM sebagai bentuk branding	Memanfaatkan <i>branding</i> yang kuat dan unik untuk bisa menonjol di pasar yang kompetitif dan membangun loyalitas pelanggan

Strategi yang sebaiknya diambil adalah strategi SO, terutama dalam mengembangkan pemasaran secara online melalui *website marketing* dan media sosial. Hal ini disebabkan *website* yang profesional dan *user-friendly* merupakan aset berharga dalam menarik dan mempertahankan pelanggan. Sebuah studi dilakukan oleh (Fang et al., 2014) pengalaman pengguna terhadap *website* memiliki korelasi terhadap loyalitas pelanggan dan pembelian kembali. Oleh sebab itu dengan fokus pada strategi SO, Mimi Tea dapat memanfaatkan kekuatan internal dan peluang eksternal untuk mengembangkan bisnisnya secara efektif. Penelitian yang dilakukan oleh (Hafiz Yusoff et al., 2019) menjelaskan bahwa dengan penggunaan *e-commerce* dapat memunculkan wirausaha baru setiap harinya dan diketahui bahwa pengguna dari *platform e-commerce* meningkatkan setiap harinya, sehingga menjadi peluang besar untuk ikut memanfaatkan. Menurut studi yang pernah dilakukan oleh (Gupta, 1988) dampak

promosi terhadap keputusan konsumen dapat meningkatkan penjualan dengan nilai yang signifikan. Dalam penelitian ini, promosi akan dilakukan melalui pasar *online*.

Sehingga dari *kansei engineering* diketahui desain yang dirancang adalah *website marketing* yang mengandung unsur “memuaskan”, “efisien”, “menyenangkan”, dan “fungsional” dengan strategi yang dilakukan adalah SO meliputi pemasaran secara *online* melalui *website marketing*, rutin mengikuti pelatihan yang diadakan oleh institusi terkait pemasaran digital, dan membuat konten yang berkaitan dengan teh melalui media sosial untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap merek. Rancangan *website* dapat dilihat seperti yang disajikan pada **Gambar 1.** sampai dengan **Gambar 3.**



Gambar 1. Halaman Utama *Website Marketing*

Website Mimi Tea dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang “memuaskan”, “efisien”, “menyenangkan”, dan “fungsional”. Desainnya menampilkan visual yang bersih dan estetis, dengan fokus pada gambar produk berkualitas tinggi yang menggambarkan suasana menenangkan saat menikmati teh. Penggunaan bahasa yang ramah seperti “*Sip Your Way to Serenity with Mimi Tea*” juga berkontribusi dalam menciptakan pengalaman yang menyenangkan dan mengundang. Desain ini memuaskan pengguna dengan visual menarik dan gambar berkualitas tinggi, serta efisien melalui menu yang terorganisir dan navigasi intuitif. Penggunaan warna lembut dan gambar-gambar yang menenangkan menciptakan suasana yang menyenangkan, sedangkan elemen-elemen seperti menu teratas dan tombol video menambah fungsionalitas website. Sebagaimana fungsi dari *website marketing* adalah untuk mendapatkan pelanggan yang mengunjungi *website* dan membeli barang dari sana (Schäfer & Kummer, 2013). Fungsi pembelian ditambahkan untuk mengakomodasikan calon pelanggan untuk melakukan pembelian produk yang tersedia untuk memenuhi salah satu *kansei* fungsional. Sebagaimana yang dijelaskan oleh (Schäfer & Kummer, 2013) keberhasilan dalam suatu strategi pemasaran dilihat dari peningkatan pembelian berulang, peningkatan respon terhadap pemasaran oleh pelanggan yang melihatnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Kansei Engineering* dalam desain *website marketing* untuk UMKM Mimi Tea di Tasikmalaya dapat mengidentifikasi kata-kata *kansei* yang relevan dengan preferensi emosional pengguna, seperti memuaskan, efisien, menyenangkan, dan fungsional. Desain *website* yang memperhatikan kata-kata *kansei* ini mampu meningkatkan emosi positif pengguna dan minat beli. Analisis SWOT mengungkapkan kekuatan UMKM Mimi Tea, termasuk produk teh berkualitas, citra merek baik, desain *website* profesional, dan kehadiran aktif di media sosial. Strategi pemasaran yang diusulkan adalah pengembangan konten digital menarik dan optimalisasi fitur serta tampilan *website* untuk meningkatkan pengalaman pengguna dan menarik lebih banyak pelanggan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ibu Ilma Mufidah dan Bapak Dino Caesaron

atas bimbingan dan masukan berharga, serta Bapak Ena Karyana atas informasi dan data yang sangat membantu dalam penyusunan paper ini. Terima kasih juga kepada rekan-rekan atas dukungan dan bantuan teknis yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, S. J., & Greenacre, Z. A. (2020). An approach to website design for Turkish universities, based on the emotional responses of students. In *Cogent Engineering* (Vol. 7, Issue 1). Cogent OA. <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1770915>
- Akram, U., Hui, P., Kaleem Khan, M., Tanveer, Y., Mehmood, K., & Ahmad, W. (2018). How website quality affects online impulse buying: Moderating effects of sales promotion and credit card use. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 30(1), 235–256. <https://doi.org/10.1108/APJML-04-2017-0073>
- Cecillia, & Kuswoyo, C. (2023). Pengaruh digital marketing terhadap pengembangan UMKM food and beverage di kota Bandung. *Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 20(2), 219–225.
- Faisal, D., Fathimahhayati, L. D., & Sitania, F. D. (2021). Penerapan Metode Kansei Engineering Sebagai Upaya Perancangan ulang Kemasan Takoyaki (Studi Kasus: Takoyakiku Samarinda). 18(1), p-ISSN.
- Fang, Y., Qureshi, I., Sun, H., McCole, P., Ramsey, E., & Lim, K. H. (2014). Trust, satisfaction, and online repurchase intention: The moderating role of perceived effectiveness of e-commerce institutional mechanisms. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 38(2), 407–427. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2014/38.2.04>
- Gupta, S. (1988). Impact of Sales Promotions on When, What, and How Much to Buy. *Journal of Marketing Research*, 25, 342–355.
- Hadiana, A. (2015). Web Based E-Learning System Analysis Using Kansei Engineering. *International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 558–568.
- Hafiz Yusoff, M., Alomari, M. A., Adilah, N., Latiff, A., & Alomari, M. S. (2019). Effect of e-Commerce Platforms towards Increasing Merchant's Income in Malaysia. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 10, Issue 8). www.ijacsa.thesai.org
- Howard, T. J., Song, Z., Howard, T. J., & Özkil, A. G. (2012). *Kansei Engineering and Website Design Sofiane Achiche Polytechnique Montréal DETC2012-70543 KANSEI ENGINEERING AND WEB SITE DESIGN*. <https://www.researchgate.net/publication/244476191>
- Nafis Alfarizi, D., Jehezekiel Rawung, J., & Agung Pangestu, R. (2023). Perancangan dan Pembangunan Sistem Informasi Penjualan Makanan Berbasis Website Pada UMKM Dapur D'tin. In *Scientia Sacra: Jurnal Sains* (Vol. 3, Issue 2).
- Purnomo, S., Purwandari, S., & Sentosa, I. (2022). Sustainability MSMEs Performance and Income Distribution: Role of Intellectual Capital and Strategic Orientations. *Journal of Distribution Science*, 20(4), 85–94. <https://doi.org/10.15722/jds.20.04.202204.85>
- Putra, P. S., Zunaidi, R. A., Mardhiana, H., Mirza Alfansuri, H., Dhialu Suryo Kusumo Arrifqi, M., & Yulianita, I. (2024). Innovative Design of Ecommerce Mobile Application Using Kansei Engineering and System Usability Scale. *SHS Web of Conferences*, 189, 01036. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202418901036>
- Rochman, I. (2019). Analisis SWOT dalam Lembaga Pendidikan (Studi Kasus di SMP Islam Yogyakarta). *Jurnal Keislaman Dan Kemasyarakatan*, 3(1), 36–52.
- Schäfer, K., & Kummer, T. F. (2013). Determining the performance of website-based relationship marketing. *Expert Systems with Applications*, 40(18), 7571–7578. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.051>
- Srirejeki, K. (2016). ANALISIS MANFAAT MEDIA SOSIAL DALAM PEMBERDAYAAN USAHA MIKRO KECIL DAN MENENGAH (UMKM). *Jurnal Masyarakat Telematika Dan Informatika*, 7(1), 57–68. <https://doi.org/10.17933/mti.v7i1.64>
- Suryani, T., Fauzi, A. A., & Nurhadi, M. (2020). THE DETERMINANT OF WEBSITE QUALITY AND E-SERVICE QUALITY AT SME IN INDONESIA. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 22(2), 131–141. <https://doi.org/10.9744/jmk.22.2.131-141>
- Thiradathanapattaradecha, T., Chaisricharoen, R., & Yooyativong, T. (2018). Competitiveness Evaluation Techniques for Cosmeceuticals E-Commerce Platform. In *ECTI TRANSACTIONS ON COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGY* (Vol. 12, Issue 2).
- Tresnawati, Y., Prasetyo, K., Mercu, U., & Jakarta, B. (2022). Pemanfaatan Digital Marketing Bagi Usaha Mikro Kecil dan Menengah Bisnis Kuliner. 1(1), 43–57.

ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL PADA KARYAWAN *START DOFFING* SEKSI *AFTER TREATMENT* NYLON FILAMENT YARN DENGAN METODE NASA-TLX

Studi Kasus : PT Indonesia Toray Synthetics

(Analysis of Mental Workload on Start Doffing Employees in the After Treatment Section of Nylon Filament Yarn Using the NASA-TLX Method)

Raden Danang Aryo Putro Satriyono¹, Atik Dian Muliya²

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta,

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57162

E-mail: rda715@ums.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di PT Indonesia Toray Synthetics (ITS), satu-satunya produsen serat sintesis Nylon dan Polyester di Indonesia, dengan fokus pada seksi after treatment bagian start doffing. Proses ini membutuhkan ketelitian dalam melilitkan benang di lingkungan kerja dengan kebisingan 90 dB sehingga berberpotensi menyebabkan beban kerja mental. Penelitian ini menggunakan metode NASA-TLX dalam mengukur beban kerja mental karyawan dan menemukan rata-rata skor 76,14 yang termasuk kategori tinggi. Penelitian ini juga menemukan bahwa tekanan target produksi, usia, masa kerja, dan *jobdesk* berpengaruh pada beban kerja mental. Untuk mengurangi beban kerja tersebut, usulan perbaikan meliputi peningkatan disiplin penggunaan APD, memaksimalkan waktu istirahat, meningkatkan kerja sama dan motivasi, serta memperpendek periode assessment lingkungan kerja. Implementasi usulan ini diharapkan dapat mengurangi beban kerja mental dan meningkatkan keselamatan serta produktivitas kerja.

Kata kunci: Beban Kerja Mental, NASA-TLX, Start Doffing

ABSTRACT

This study was conducted at PT Indonesia Toray Synthetics (ITS), the only producer of Nylon and Polyester synthetic fibers in Indonesia, focusing on the after-treatment section of start doffing. This process requires precision in winding the threads in a work environment with 90 dB noise levels, which has the potential to cause mental workload. Using the NASA-TLX method, this study measured the mental workload of employees and found an average score of 76.14, which falls into the high category. The study also found that production target pressure, age, length of service, and job description influence mental workload. To reduce this workload, improvement suggestions include increasing discipline in using personal protective equipment (PPE), maximizing rest periods, enhancing teamwork and motivation, and shortening the work environment assessment period. Implementing these suggestions is expected to reduce mental workload and improve safety and work productivity.

Keywords: *Weighted Workload, NASA-TLX, Start Doffing*

PENDAHULUAN

Aktivitas manusia dapat dikelompokkan menjadi dua golongan utama: kerja fisik (otot) dan kerja mental (otak). Meskipun keduanya sering kali tak terpisahkan, masih dapat dibedakan antara pekerjaan yang didominasi aktivitas fisik dan yang didominasi aktivitas mental. Sumber daya manusia yang berkualitas adalah aset penting

bagi perusahaan (*Rahman & Pratama, 2022*). Pekerja yang memiliki performa kerja bagus tentu akan memberikan dampak positif bagi perusahaan, terkait dengan kualitas dan produktivitas kerja yang sesuai dengan standar yang baik. Setiap pekerja memiliki tugas (job description) yang berbeda, dengan beban kerja yang berbeda pula.

Beban kerja merupakan salah satu fokus mikro ergonomi. Ergonomi adalah ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menyeimbangkan antara fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia, baik fisik maupun mental, sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik (*Susanto & Azwar, 2020*). Beban kerja adalah beban yang dirasakan oleh seorang operator sesuai dengan jenis pekerjaannya. Beban kerja yang tinggi dapat mempengaruhi kinerja karyawan dan menimbulkan efek negatif bagi kesehatan dan keselamatan mereka. Beban kerja dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal berasal dari dalam tubuh pekerja, sedangkan faktor eksternal berasal dari lingkungan kerja (*Hardianti et al., 2019*).

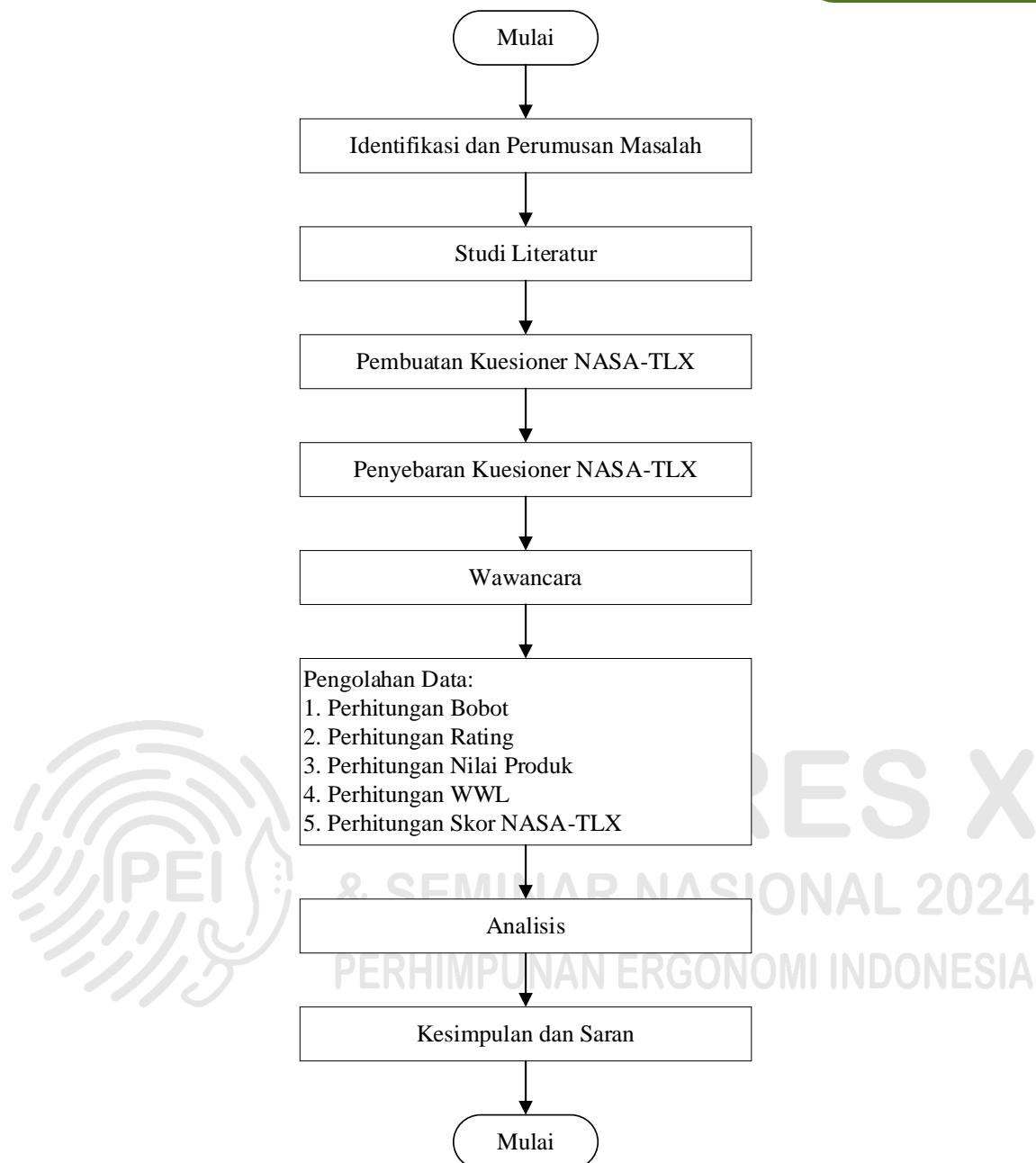
Metode NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*) digunakan untuk menganalisis beban kerja mental yang dialami pekerja dalam berbagai aktivitas pekerjaan. NASA-TLX adalah alat pengukuran multidimensi yang sering digunakan untuk menilai beban kerja, efektivitas tugas, individu, dan aspek kerja melalui kuesioner. Skor diperoleh dari rata-rata tertimbang pada enam skala: kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuhan waktu, tingkat frustrasi, tingkat usaha, dan performa (*Ananda & Suliantoro, 2022*). NASA-TLX mengukur beban kerja mental dalam bentuk objektif dan subjektif. Pada metode objektif, beban kerja mental diukur dengan mempertimbangkan beberapa kriteria fisiologi kerja, seperti kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuhan waktu, tingkat frustrasi, tingkat usaha, dan performa. Data diperoleh melalui kuesioner NASA-TLX yang dibagikan kepada karyawan (*Adriansyah et al., 2023*).

PT Indonesia Toray Synthetics (*ITS*) adalah perusahaan serat sintetis yang memproduksi nylon, polyester, staple fiber, dan resin. Proses produksi dilakukan secara terus-menerus sampai target terpenuhi. Proses *after treatment* adalah lanjutan dari spinning, di mana mother yarn disalurkan ke mesin draw twister atau draw winder untuk diproses lebih lanjut. *Start doffing* adalah proses pengambilan benang untuk dililitkan ke mesin drawing dengan jumlah lilitan tertentu. Proses ini membutuhkan ketepatan dan ketelitian, karena setiap tipe benang memiliki jumlah lilitan yang berbeda, dan lingkungan kerja yang bising (*90 dB*). Lingkungan kerja adalah faktor yang dapat mempengaruhi pekerja dalam menjalankan tugas-tugasnya (*Nabella & Syahputra, 2021*). Selain itu, dibutuhkan tenaga yang cukup besar untuk mengerjakan proses ini, yang menggambarkan adanya beban kerja signifikan.

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan pengukuran beban kerja mental pada karyawan *start doffing* di seksi *after treatment* Nylon Filament Yarn. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja yang dialami oleh masing-masing karyawan *start doffing* dan indikator yang paling mempengaruhi beban kerja tersebut..

METODE

Penelitian ini dilakukan di PT Indonesia Toray Synthetic (ITS) dari tanggal 7 Agustus sampai 8 September 2023. Penelitian berfokus pada seksi *after treatment* bagian *start doffing*. Proses pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada 15 pekerja yang nantinya akan diolah dengan menggunakan metode NASA-TLX. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Alur Penelitian.

Metode NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*) adalah metode untuk menganalisis beban kerja mental yang dimiliki pekerja dengan melakukan berbagai aktivitas pekerjaan. Metode NASA-TLX adalah alat pengukuran multidimensi yang sering digunakan untuk menilai beban kerja sehingga dapat menilai efektivitas tugas, individu, aspek kerja, sistem berupa kuisisioner yang dikembangkan berdasarkan kebutuhan pengukuran subjektif dimana skor diperoleh dari rata-rata tertimbang pada enam skala (Ananda, S.R. and Suliantoro, H., 2022).

Metode ini dikembangkan berdasarkan pertimbangan untuk persyaratan pengukuran yang subjektif, dan meliputi skala yang terdiri atas sembilan faktor (kesulitan tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, kekuatan fisik, kekuatan mental, kinerja, depresi, stres dan kelelahan). Dalam pengertian lain, NASA-TLX adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur beban kerja mental, yang dapat dibagi menjadi bentuk obyektif serta subyektif. Pada metode obyektif, beban kerja mental diukur dengan mempertimbangkan beberapa kriteria fisiologi kerja. Ke-9 faktor tersebut selanjutnya disederhanakan menjadi 6 faktor, yaitu: kebutuhan fisik (KF), kebutuhan mental (KM), kebutuhan waktu (KW), tingkat frustrasi (TF), serta tingkat usaha (TU), serta *performance* (P). Data diperoleh melalui penggunaan kuesioner NASA-TLX yang dibagikan kepada karyawan (Adriansyah, G. et all,

2023). Tahapan pengukuran beban kerja mental dengan metode NASA-TLX (Ananda, S.R. and Suliantoro, H., 2022), yaitu:

1. **Pembobotan**
Pada langkah pembobotan, responden memilih salah satu dua indikator yang lebih dominan dalam menimbulkan beban kerja mental pada pekerjaan tersebut. Selanjutnya dilakukan perhitungan bobot dari masing-masing indikator yang paling berpengaruh.
2. **Pemberian Rating**
Dilakukan dengan memberikan rating terhadap enam indikator beban mental dimana rating diberikan secara subjektif oleh responden. Subjektivitas rating ini dikarenakan masing-masing responden dapat memiliki pendapat yang berbeda mengenai beban mental yang dirasakan.
3. **Menghitung Nilai Produk**
Setelah dilakukan pemberian rating, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai produk dengan mengalikan rating dengan bobot faktor pada masing-masing *variable* sehingga didapatkan hasil dari enam nilai produk
$$Produk = rating \times bobot\ faktor$$
4. **Menghitung WWL**
Setelah didapatkan nilai produk, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai WWL dengan melakukan penjumlahan terhadap enam nilai produk
$$WWL = \sum Produk$$
5. **Menghitung Rata-Rata WWL**
Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata WWL dengan membagi nilai WWL dengan jumlah bobot total yaitu sebanyak 15.
$$WWL = \sum Produk / 15$$
6. **Menginterpretasi Skor**
Setelah diperoleh rata-rata WWL dilakukan interpretasi skor WWL, dimana interpretasi skor dibagi menjadi lima kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi:

HASIL DAN PEMBAHASAN (Times New Roman 12, Bold, Text Left)

Hasil pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan metode NASA-TLX ini diperoleh dari kuesioner yang dibagikan kepada karyawan *start doffing* seksi *after treatment* Nylon Filament Yarn dengan jumlah responden sebanyak 15 orang. Data responden dalam pengukuran beban kerja mental dengan metode NASA-TLX dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 1. Data Responden.

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja
1	MDS	Laki-laki	25	6 bulan
2	AF	Laki-laki	42	9 tahun
3	AP	Laki-laki	36	10 tahun
4	YP	Laki-laki	35	8 tahun
5	N	Laki-laki	25	4 tahun
6	RS	Laki-laki	34	9 tahun
7	L	Laki-laki	41	15 tahun
8	UR	Laki-laki	38	19 tahun
9	NMI	Laki-laki	29	9 tahun

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja
10	FP	Laki-laki	19	1 tahun
11	FDR	Laki-laki	21	5 bulan
12	PR	Laki-laki	19	5 bulan
13	RKY	Laki-laki	23	1 tahun
14	H	Laki-laki	41	7 tahun
15	AS	Laki-laki	26	5 tahun

Pengolahan data beban kerja mental dilakukan dengan menggunakan metode NASA-TLX, berikut merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan:

1. Hasil Pembobotan Kuesioner

Hasil pembobotan kuesioner menunjukkan indikator-indikator yang mempengaruhi beban kerja masing-masing karyawan *start doffing* seksi *after treatment*. Hasil pemberian bobot dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2 Pemberian Bobot.

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja	Pemberian Bobot					
					K M	KF	KW	PK	TF	U
1	MDS	Laki-laki	25	6 bulan	4	1	3	2	3	2
2	AF	Laki-laki	42	9 tahun	0	5	2	3	2	3
3	AP	Laki-laki	36	10 tahun	2	2	3	4	0	4
4	YP	Laki-laki	35	8 tahun	3	1	3	4	2	2
5	N	Laki-laki	25	4 tahun	2	3	2	3	3	2
6	RS	Laki-laki	34	9 tahun	3	3	1	2	1	5
7	L	Laki-laki	41	15 tahun	4	2	3	3	0	3
8	UR	Laki-laki	38	19 tahun	2	4	1	3	0	5
9	NMI	Laki-laki	29	9 tahun	3	1	2	4	1	4
10	FP	Laki-laki	19	1 tahun	2	1	3	3	2	4
11	FDR	Laki-laki	21	5 bulan	3	2	4	2	0	1
12	PR	Laki-laki	19	5 bulan	1	4	5	2	0	2
13	RKY	Laki-laki	23	1 tahun	1	3	3	3	0	5
14	H	Laki-laki	41	7 tahun	3	2	3	3	0	4

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja	Pemberian Bobot					
					K M	KF	KW	PK	TF	U
15	AS	Laki-laki	26	5 tahun	2	3	4	5	0	1
Total					35	37	42	46	14	47

Berdasarkan tabel pemberian bobot dapat diketahui indikator kebutuhan mental (KM) memiliki total 35, indikator kebutuhan mental (KF) memiliki total 37, indikator kebutuhan mental (KW) memiliki total 42, indikator performansi kerja (PK) memiliki total 46, indikator tingkat frustasi (TF) memiliki total 14, dan indikator usaha (U) memiliki total 47. Indikator paling berpengaruh tertinggi hingga terendah secara berurutan adalah Usaha, Performansi Kerja, Kebutuhan Waktu, Kebutuhan Fisik, Kebutuhan Mental, dan Tingkat Frustrasi. Hal ini menunjukkan bahwa karyawan *start doffing* membutuhkan usaha yang tinggi untuk menyelesaikan pekerjaannya, namun karyawan senang (*enjoy*) dengan pekerjaannya, sehingga rata-rata karyawan memiliki tingkat frustasi yang rendah dan juga cukup puas dengan pekerjaannya.

2. Hasil Rating Kuesioner

Hasil rating kuesioner menunjukkan skala 0-100 yang dipilih oleh karyawan *start doffing* yang disajikan dalam 6 pertanyaan berdasarkan indikator pengukuran beban kerja dengan metode NASA-TLX. Hasil pemberian rating dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 3 Pemberian Rating.

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja	Pemberian Rating					
					KM	KF	KW	PK	TF	U
1	MDS	Laki-laki	25	6 bulan	100	80	50	30	49	81
2	AF	Laki-laki	42	9 tahun	50	100	50	100	50	100
3	AP	Laki-laki	36	10 tahun	100	60	50	90	20	70
4	YP	Laki-laki	35	8 tahun	100	56	49	13	83	47
5	N	Laki-laki	25	4 tahun	38	67	91	47	76	80
6	RS	Laki-laki	34	9 tahun	85	100	70	90	35	100
7	L	Laki-laki	41	15 tahun	90	90	95	90	85	90
8	UR	Laki-laki	38	19 tahun	100	80	100	85	80	100
9	NMI	Laki-laki	29	9 tahun	80	90	85	95	70	75
10	FP	Laki-laki	19	1 tahun	80	100	80	100	50	100
11	FDR	Laki-laki	21	5 bulan	50	49	50	50	50	49
12	PR	Laki-laki	19	5 bulan	50	80	70	60	40	100
13	RKY	Laki-laki	23	1 tahun	100	100	80	80	60	90
14	H	Laki-laki	41	7 tahun	80	30	60	80	30	80

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja	Pemberian Rating					
					KM	KF	KW	PK	TF	U
15	AS	Laki-laki	26	5 tahun	90	97	80	79	80	97

Berdasarkan tabel pemberian rating di atas dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sejumlah pekerja merasakan beban mental yang tinggi seperti MDS, AP, YP, UR dan RKY yang menunjukkan KM sebesar 100. Selain itu pekerja dengan usia lebih tua dan masa kerja yang lama cenderung memiliki kebutuhan fisik dan usaha yang tinggi tapi juga dapat mempertahankan performansi kerja yang tinggi. Sementara pekerja yang lebih muda menunjukkan variasi kebutuhan mental dan fisik yang tinggi dan hal ini bisa terjadi karena pengalaman kerja yang masih singkat.

3. Perhitungan Nilai *Weighted Workload* (WWL)

Perhitungan WWL diperoleh dari perhitungan produk yaitu bobot dikalikan dengan rating yang kemudian akan dibagi dengan total perbandingan indikator berpasangan. Hasil perhitungan WWL dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini

Tabel 4. Perhitungan *Weighted Workload* (WWL).

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja	Nilai Produk						WWL	Skor NASA-TLX
					KM	KF	KW	PK	TF	U		
1	MDS	Laki-laki	25	6 bulan	400	80	150	60	147	162	999	66,60
2	AF	Laki-laki	42	9 tahun	0	500	100	300	100	300	1300	86,67
3	AP	Laki-laki	36	10 tahun	200	120	150	360	0	280	1110	74,00
4	YP	Laki-laki	35	8 tahun	300	56	147	52	166	94	815	54,33
5	N	Laki-laki	25	4 tahun	76	201	182	141	228	160	988	65,87
6	RS	Laki-laki	34	9 tahun	255	300	70	180	35	500	1340	89,33
7	L	Laki-laki	41	15 tahun	360	180	285	270	0	270	1365	91,00
8	UR	Laki-laki	38	19 tahun	200	320	100	255	0	500	1375	91,67
9	NMI	Laki-laki	29	9 tahun	240	90	170	380	70	300	1250	83,33
10	FP	Laki-laki	19	1 tahun	160	100	240	300	100	400	1300	86,67

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja	Nilai Produk						WWL	Skor NASA-TLX
					KM	KF	KW	PK	TF	U		
11	FDR	Laki-laki	21	5 bulan	150	98	200	100	0	49	597	39,80
12	PR	Laki-laki	19	5 bulan	50	320	350	120	0	200	1040	69,33
13	RKY	Laki-laki	23	1 tahun	100	300	240	240	0	450	1330	88,67
14	H	Laki-laki	41	7 tahun	240	60	180	240	0	320	1040	69,33
15	AS	Laki-laki	26	5 tahun	180	291	320	395	0	97	1283	85,53
Total					2911	3016	2884	3393	846	4082		76,14

Berdasarkan perhitungan WWL yang disajikan pada Tabel 2.4 di atas dapat diketahui nilai WWL terendah sebesar 597 dan nilai WWL tertinggi sebesar 1375. Kemudian untuk skor NASA-TLX yang diperoleh dari WWL dibagi dengan 15 atau jumlah dari perbandingan indikator berpasangan, diketahui nilai terendah yaitu sebesar 39,80 dan nilai tertinggi sebesar 91,67. Untuk rata-rata dari skor NASA-TLX sendiri sebesar 76,14.

4. Perhitungan Skor NASA-TLX

Perhitungan skor NASA-TLX menggambarkan kategori atau tingkat beban kerja mental yang dirasakan oleh pekerjaan *start doffing*. Menurut Hart and Staveland dalam (Rahdiana, N. and Hakim, A., 2021), ada lima kelas interval yang dapat digunakan untuk pengkategorian beban kerja mental seseorang atau beban mental kelompok suatu jenis pekerjaan. Kategori skor NASA-TLX dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 5 Kategori Skor NASA-TLX.

No	Interval Skor	Kategori Beban Kerja Mental
1	0-20	Sangat Rendah
2	21-40	Rendah
3	41-60	Sedang
4	61-80	Tinggi
5	81-100	Sangat Tinggi

Berdasarkan kategori skor NASA-TLX, berikut merupakan hasil perhitungan skor NASA-TLX dari karyawan *start doffing* yang dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Skor NASA-TLX.

No	Nama	Usia	WWL	Skor
----	------	------	-----	------

		Jenis Kelamin		Masa Kerja		NASA-TLX	Kategori Kerja	Beban
1	MDS	Laki-laki	25	6 bulan	999	66,60	Tinggi	
2	AF	Laki-laki	42	9 tahun	1300	86,67	Sangat Tinggi	
3	AP	Laki-laki	36	10 tahun	1110	74,00	Tinggi	
4	YP	Laki-laki	35	8 tahun	815	54,33	Sedang	
5	N	Laki-laki	25	4 tahun	988	65,87	Tinggi	
6	RS	Laki-laki	34	9 tahun	1340	89,33	Sangat Tinggi	
7	L	Laki-laki	41	15 tahun	1365	91,00	Sangat Tinggi	
8	UR	Laki-laki	38	19 tahun	1375	91,67	Sangat Tinggi	
9	NMI	Laki-laki	29	9 tahun	1250	83,33	Sangat Tinggi	
10	FP	Laki-laki	19	1 tahun	1300	86,67	Sangat Tinggi	
11	FDR	Laki-laki	21	5 bulan	597	39,80	Rendah	
12	PR	Laki-laki	19	5 bulan	1040	69,33	Tinggi	
13	RKY	Laki-laki	23	1 tahun	1330	88,67	Sangat Tinggi	
14	H	Laki-laki	41	7 tahun	1040	69,33	Tinggi	
15	AS	Laki-laki	26	5 tahun	1283	85,53	Sangat Tinggi	
Rata-rata						76,14	Tinggi	

Berdasarkan tabel perhitungan skor NASA-TLX didapatkan 1 karyawan dengan kategori rendah, 2 karyawan dengan kategori sedang, 5 karyawan dengan kategori tinggi, dan 8 karyawan dengan kategori sangat tinggi. Kemudian didapatkan rata-rata skor NASA-TLX sebesar 76,14. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata beban kerja yang dirasakan oleh karyawan *start doffing* termasuk kategori tinggi. Terdapat pula korelasi yang kuat antara tingginya WWL dengan skor NASA-TLX, semakin besar WWL maka cenderung besar juga untuk skor NASA-TLX. Beban kerja mental yang tinggi secara aktual dipengaruhi oleh target produksi dan tekanan untuk dapat menyelesaikan target tersebut. Kondisi ini juga diperparah karena kondisi lingkungan kerja yang kurang kondusif. Selain itu, tingkat beban kerja juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti usia, masa kerja, dan juga *jobdesk* yang diperoleh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan, pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Indikator beban kerja yang paling berpengaruh terhadap beban kerja yang dialami oleh karyawan *start doffing* seksi *after treatment Nylon Filament Yarn* adalah Usaha, Performansi Kerja, Kebutuhan Waktu. Sedangkan, untuk Kebutuhan Mental, dan Tingkat Frustrasi berada di urutan keempat dan lima.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja karyawan adalah usia, masa kerja, dan *jobdesk*.

3. Rata-rata beban kerja mental yang dialami oleh karyawan *start doffing* seksi *after treatment Nylon Filament Yarn* sebesar 76,14 yang termasuk kategori tinggi. Alternatif usulan sebagai bahan evaluasi terkait beban kerja yang dialami oleh karyawan *start doffing* seksi *after treatment Nylon Filament Yarn* yaitu peningkatan disiplin penggunaan APD yang sesuai dengan lingkungan kerja, memaksimalkan waktu istirahat dengan baik, meningkatkan kerja sama dan motivasi kerja. Adapun untuk lebih efektifnya yaitu dengan memperpendek periode *assessment* lingkungan kerja

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih penulis sampaikan kepada PT Indonesia Toray Syntetics beserta Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan kesempatan untuk penelitian ini dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, G., Daulay, H. P., Sarena, S. T., & Benjamin, T. M. P. (2023). Pengukuran beban kerja karyawan frozen food menggunakan metode NASA-TLX. **JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 6*(1), 25-32.
- Ananda, S. R., & Suliantoro, H. (2022). Analisis beban kerja mental dengan metode National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index (NASA-TLX) pada PT. Bintang Prima. **Industrial Engineering Online Journal*, 11*(4)
- Hardianti, S. A. Y., Triwibisono, C., & Nugraha, F. N. (2019). Perancangan beban kerja dan kebutuhan pegawai divisi lantai produksi menggunakan metode NASA-TLX pada PT XYZ. **eProceedings of Engineering*, 6*(2).
- Nabella, S. D., & Syahputra, R. (2021). Pengaruh lingkungan kerja, kepuasan kerja dan disiplin kerja terhadap produktivitas kerja pegawai unit usaha hunian, gedung, agribisnis dan taman badan usaha fasilitas dan lingkungan pada badan perusahaan Batam. **Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 1*(1), 30-38.
- Nursanti, I. Rahmawati, D, D Junaidi, M, Anis, M. 2019. *Evaluasi Kompleksitas dan Aksesibilitas Produk Untuk Kemudahan Proses Pembongkaran*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol 17:2, 135-142
- Nugroho, M. T., Setiawan, P., & Rahmasari, O. (2021). Student's Preferences in the Selection of Online Shopping Goods Delivery Services. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 20(2), 210–220.
- Pramesti, A., & Suhendar, E. (2021). Analisis beban kerja menggunakan metode NASA-TLX pada CV. Bahagia Jaya Alsindo. **STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 5*(3), 229-235.
- Pratiwi, I. and Kalyana, V. S. 2022. *Ergonomic Risk Evaluation of Manual Material Handling in Brick Production*, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol 21;1 113-124
- Qonita, H., & Laksono, P. W. (2022, July). Analisis beban kerja mental dengan metode NASA-TLX pada operator recycling warehouse material di PT. XYZ. In **Pros. Semin. dan Konf. Nas. IDEC** (p. A22).
- Rahdiana, N., & Hakim, A. (2021). Pengukuran beban kerja mental bagian marketing PT. Pindo Deli di masa Covid-19 dengan metode NASA TLX. **Jurnal Sistem Teknik Industri*, 23*(1), 9-21.
- Rahman, F. N., & Pratama, A. Y. (2022). Analisis beban kerja mental pekerja train distribution PT. Solusi Bangun Indonesia. **Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1*(I), 7-14.
- Susanto, S., & Azwar, A. G. (2020). Analisis tingkat kelelahan pembelajaran daring dalam masa Covid-19 dari aspek beban kerja mental (Studi kasus pada mahasiswa Universitas Sangga Buana). **Techno-Socio Ekonomika*, 13*(2), 102-112.

PENTINGNYA PENGGUNAAN *VISUAL CUES* DALAM MERANCANG PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK SISWA TULI: TINJAUAN LITERATUR

(*The Importance of Visual Cues In Designing Mathematics Learning Aids For Deaf Students: A Literature Review*)

Fiodesy Gemilang Putri

Independent Scholar

E-mail: gemilangfiodesy@gmail.com

ABSTRAK

Tinjauan literatur ini mengeksplorasi pentingnya *visual cues* dalam merancang perangkat pembelajaran matematika untuk siswa Tuli, yang didorong oleh *Sustainable Development Goals* milik *United Nations*. Meskipun ada mandat hukum untuk pendidikan inklusif, yaitu Undang-Undang No. 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas dan Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, banyak siswa Tuli di Indonesia masih menghadapi tantangan pendidikan yang signifikan akibat perangkat pembelajaran dan strategi pengajaran yang tidak memadai yang gagal memenuhi kebutuhan unik mereka. Tinjauan ini bertujuan untuk menyelidiki bagaimana berbagai struktur informasi visual dalam perangkat pembelajaran mempengaruhi performa belajar, terutama dengan menekankan integrasi prinsip-prinsip pemberian sinyal dalam materi dengan informasi ekstrinsik dan konsep abstrak seperti Matematika. Pencarian literatur dilakukan dari Februari hingga Mei 2024 menggunakan basis data Scopus, dengan fokus pada studi yang terkait dengan teori beban kognitif, *visual attention*, dan efektivitas *visual cues* dalam perangkat pembelajaran multimedia untuk siswa Tuli. Delapan studi utama dipilih, mencakup berbagai kombinasi rangsangan visual, seperti: implementasi animasi dan teks melalui *augmented reality* (AR); implementasi video bahasa isyarat, gambar, dan teks dengan pendekatan statis; implementasi animasi (gambar bergerak), gambar, dan teks dengan pendekatan dinamis; dan tinjauan literatur tentang implementasi *animated pedagogical agent* (APA), pemberian *cues* dengan panah atau *arrow*, dan pemberian *cues* dengan warna. Studi-studi ini dianalisis untuk mengidentifikasi dampak *visual cues* pada performa belajar siswa Tuli. Temuan menunjukkan bahwa mengintegrasikan *visual cues* secara signifikan meningkatkan keterlibatan, pemahaman, dan performa akademik siswa Tuli. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan kombinasi optimal *visual cues* dalam konteks statis dan dinamis untuk menghindari beban kognitif. Tinjauan ini mengadvokasi bahwa adopsi komunikasi visual yang jelas, elemen interaktif, dan prinsip desain yang berpusat pada pengguna sangat penting dalam mengembangkan alat pendidikan untuk siswa Tuli.

Kata kunci: Siswa Tuli, Petunjuk visual/*Visual cues*, Pembelajaran multimedia, Teori beban kognitif

ABSTRACT

This literature review explores the importance of visual cues in designing mathematics learning aids for Deaf students, motivated by the Sustainable Development Goals of United Nations. Despite legal mandates for inclusive education, Law on Disability Act No. 8 of 2016 and Law on the National Education System No. 20 of 2003, many Deaf students in Indonesia still face significant educational challenges due to inadequate learning aids and teaching strategies that fail to address their unique needs. The review aims to investigate how different visual information structures in learning aids affect learning performance, particularly emphasizing the integration of signaling principles in materials with extraneous information and abstract concepts like Mathematics. The literature search was conducted from February to May 2024 using the Scopus database, focusing on studies related to cognitive load theory, visual attention, and the effectiveness of visual cues in multimedia learning aids for Deaf students. Eight key studies were selected, encompassing various combination of visual stimuli, such as: the implementation of real-time animation and text through augmented reality (AR); the implementation of sign-language videos, picture, and text on static approach; the implementation of animation (moving picture), picture, and text on dynamic approach; and literature review on the implementation of animated pedagogical agent (APA), arrow signaling, and color signaling. These studies were analyzed to identify the impact of visual cues on the learning performance of Deaf students. The findings highlight that integrating visual cues significantly improves Deaf students' engagement, understanding, and academic performance. However, there is a need for further

research to determine the optimal combination of visual cues in both static and dynamic contexts to avoid cognitive overload. The review concludes by advocating for the adoption of clear visual communication, interactive elements, and user-centered design principles in developing educational tools for Deaf students.

Keywords: Deaf students, Visual cues, Multimedia learning, Cognitive load theory

PENDAHULUAN

Sustainable Development Goals (SDGs) Perserikatan Bangsa-Bangsa mengimbau semua negara untuk menciptakan dunia yang lebih baik, inklusif, dan berkelanjutan, memastikan tidak ada yang tertinggal. Indonesia mewujudkan semangat ini melalui Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas, yang mengamanatkan setidaknya 2% tenaga kerja penyandang disabilitas di pemerintahan dan Badan Usaha Milik Negara (BUMN), serta 1% di perusahaan swasta. Namun, hingga saat ini, hanya sedikit individu Tuli yang direkrut, karena perusahaan lebih memilih untuk tidak mempekerjakan individu Tuli daripada menyediakan penerjemah, meskipun kandidat Tuli mungkin lebih berkualitas. Hal ini menunjukkan betapa sayangnya potensi individu Tuli tidak dioptimalkan hanya karena kesulitan komunikasi. Kasus ini juga terjadi di lingkungan pendidikan.

Komitmen untuk menyediakan pendidikan berkualitas untuk semua siswa tanpa diskriminasi ditegaskan dalam Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan. Upaya untuk mengimplementasikan undang-undang ini, terutama bagi siswa dengan disabilitas, terus dilakukan. Namun, jumlah terbatas siswa Tuli yang lulus dari universitas dan yang dapat mandiri dengan memiliki karir yang baik menunjukkan bahwa upaya tersebut belum efektif. Jika kebutuhan mereka diabaikan, potensi dan kompetensi penuh mereka mungkin tidak terealisasi.

Kebutuhan siswa Tuli dapat dipenuhi dengan meningkatkan dua aspek: menciptakan kelas yang mendukung dan menyediakan perangkat pembelajaran yang efektif. Mengenai penciptaan lingkungan yang mendukung, prinsip-prinsip ergonomis seperti Panduan DeafSpace (Bauman, 2010) menekankan jangkauan sensorik, ruang dan kedekatan, mobilitas, cahaya dan warna, serta pertimbangan akustik dan elektromagnetik di dalam kelas. Prinsip-prinsip ini menyoroti ketergantungan unik siswa Tuli dan gangguan pendengaran pada *visual cues* untuk komunikasi dan navigasi, sehingga diperlukan desain kelas yang mengakomodasi sifat ini.

Namun, penelitian dalam merancang perangkat pembelajaran yang efektif di Indonesia masih terbatas, dengan praktik saat ini yang terutama melibatkan gambar statis dalam buku atau alat bantu multimedia dinamis. Jika kelas terus menggunakan bahan ajar yang tidak efektif, hal itu dapat menghambat pemahaman siswa Tuli tentang mata pelajaran dan berdampak negatif pada performa akademis mereka.

Jumlah guru dan fasilitas yang terbatas di Indonesia, di mana satu guru mungkin mengajar kelas yang terdiri dari siswa Tuli dari berbagai tingkatan, seperti kelas 10, 11, dan 12, sudah berkontribusi pada kesenjangan dalam kualitas pendidikan. Kasus ini diperburuk oleh bahan ajar atau perangkat pembelajaran yang tidak memadai. Sebagai contoh, sementara siswa kelas 10 pada umumnya di Indonesia belajar aljabar kompleks untuk menyelesaikan masalah ekonomi, siswa kelas 10 Tuli mungkin masih belajar perkalian sederhana, yang biasanya diajarkan kepada siswa kelas 6 (Daliman dkk, 2016). Kita tidak bisa memastikan apakah siswa kelas 10 Tuli dapat memahami aljabar kompleks tanpa meningkatkan kualitas fasilitas, termasuk lingkungan dan bahan belajar.

Marshack (2008) telah mengidentifikasi bahwa salah satu alasan siswa Tuli dan gangguan pendengaran (DHH) belajar lebih sedikit dibandingkan dengan teman-teman mereka yang mendengar dalam kelas Matematika dan sains adalah karena kebutuhan untuk multitasking perhatian. Siswa yang mendengar mendapatkan manfaat dari presentasi simultan materi verbal dan nonverbal, yang mengarah pada performa akademis yang lebih baik (Presno, 1997 dan Iding, 2000). Namun, siswa DHH mengandalkan penerimaan visual melalui bahasa isyarat, teks real-time, pembacaan bibir, dan alat bantu visual lainnya (Johnson, 1991), mencegah mereka mengalami pembelajaran terintegrasi ini. Namun, Marshack (2008) juga menyoroti bahwa ada kesamaan kognitif antara siswa Tuli dan yang mendengar, menunjukkan bahwa bahkan perbedaan kecil dalam pengetahuan atau pendekatan belajar dapat memiliki dampak signifikan seiring waktu.

Dua faktor yang dapat meningkatkan kapasitas siswa Tuli untuk siap bergabung dengan dunia kerja adalah keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis (Hafni dkk, 2020), di mana keterampilan ini sangat terkait

dengan Matematika, sehingga beberapa upaya diperlukan untuk memaksimalkan performa belajar siswa Tuli dalam STEM, terutama Matematika. Alat bantu saat ini untuk siswa Tuli sering menyediakan teks dan visual, yang bermanfaat, tetapi informasi yang tidak terstruktur dapat menyebabkan beban kognitif.

Oleh karena itu, tujuan dari tinjauan literatur ini adalah untuk mengeksplorasi variasi struktur informasi visual pada perangkat pembelajaran dan efektivitasnya terhadap performa belajar siswa Tuli. Hingga saat ini, hanya sedikit studi yang telah meneliti efektivitas *visual cues* pada pendekatan sistem dinamis dari perangkat pembelajaran multimedia, tidak ada studi yang menguji prinsip-prinsip desain terintegrasi (prinsip heuristik, teori beban kognitif, dan prinsip-prinsip pembelajaran multimedia) terhadap efektivitas performa siswa, dan tidak ada studi yang meneliti semua hal di atas terhadap siswa Tuli dalam konteks konsep abstrak, seperti Matematika, aljabar, dll. Tinjauan literatur ini juga bertujuan untuk menekankan pentingnya mengintegrasikan prinsip pemberian sinyal, terutama *visual cues*, dalam bahan belajar yang mengandung informasi ekstrinsik dan konsep abstrak seperti Matematika.

METODE

Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana struktur informasi visual yang berbeda dalam perangkat pembelajaran mempengaruhi performa belajar siswa, dengan fokus khusus pada siswa Tuli. Selain itu, tinjauan ini menekankan pentingnya mengintegrasikan prinsip pemberian sinyal atau *cues*, terutama *visual cues*, dalam perangkat pembelajaran yang mencakup informasi ekstrinsik dan konsep abstrak, seperti Matematika. Pencarian literatur dilakukan dari Februari hingga Mei 2024, dengan menggunakan basis data Scopus (Elsevier), yang menyediakan hasil di berbagai bidang minat, termasuk teori beban kognitif dan penerapannya pada pembelajaran multimedia, *visual attention* dan efektivitas *visual cues*, serta hasil uji coba kegunaan alat bantu pengajaran multimedia pada siswa Tuli. Dari proses pencarian, penulis menemukan 8 studi utama seperti yang dijelaskan dalam Tabel 1, yang akan dijelaskan secara rinci pada bagian berikutnya.

Tabel 1. Deskripsi studi terpilih untuk tinjauan literatur.

No.	Penulis	Tahun, Judul	Tujuan Penelitian	Desain Penelitian	Partisipan: Sampel (pp), Negara (c)	Hasil dan Dampak Relevan
1	Cavender dkk	(2009) ClassInFocus: Enabling Improved Visual Attention Strategies for Deaf and Hard of Hearing Students	Memungkinkan strategi perhatian visual yang lebih baik untuk siswa Tuli dan gangguan pendengaran (DHH) dengan menggunakan teknologi yang disebut ClassInFocus, yang menyediakan akses simultan ke informasi visual dari berbagai sumber di kelas	Desain eksperimental, kuantitatif, kualitatif	pp = siswa Tuli c = Amerika Serikat	Penggunaan teknologi ClassInFocus meningkatkan kemampuan siswa Tuli untuk mengelola perhatian visual antara berbagai sumber informasi di kelas, meningkatkan pengalaman dan keterlibatan belajar mereka secara keseluruhan.

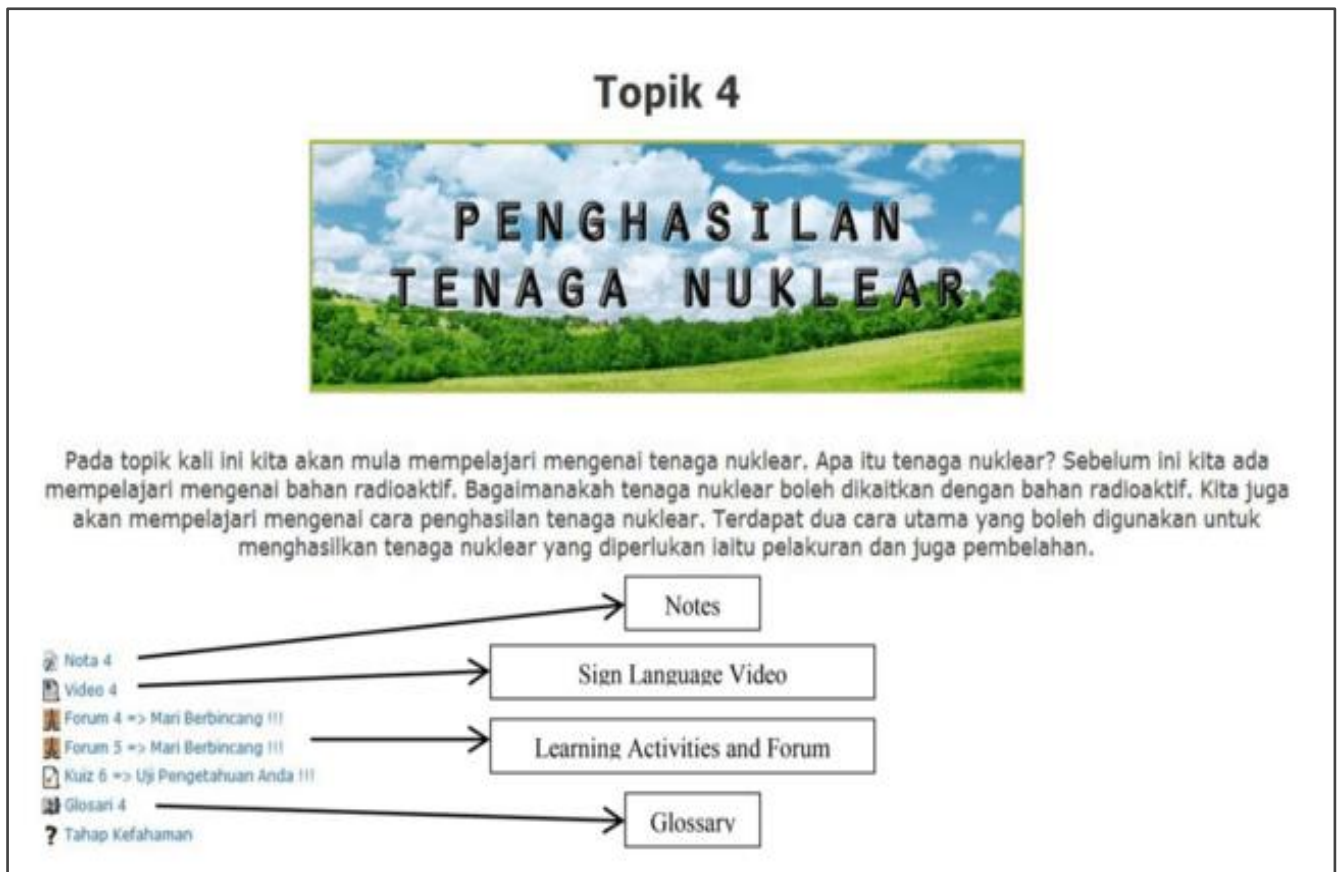
- | | | | | | | |
|---|-----------------|---|--|---|--|--|
| 2 | Nortey | (2010) Teaching Mathematics to Deaf and Hard of Hearing Students: An Experimental System Dynamics Approach | Membangun instruksi dinamis dan interaktif dengan teks dan alat bantu visual untuk membantu siswa Tuli memecahkan masalah Matematika, serta menguji efektivitasnya terhadap performa belajar siswa | Desain eksperimental, kuantitatif, kualitatif | pp = 8 siswa Tuli (diturunkan menjadi 4 siswa); 28 siswa Dengar kelas 10
c = Norwegia | Performa rata-rata peserta meningkat dari pre-test (53,50%) ke post-test satu (75,25%) dan post-test dua (72,25%). Dinamika sistem dan implementasi petunjuk visual atau <i>visual cues</i> dalam MILES ditemukan efektif dalam meningkatkan performa Matematika siswa Tuli. |
| 3 | Kushalnagar dkk | (2012) Deaf and Hearing Students' Eye Gaze Collaboration | Menyelidiki bagaimana siswa Tuli menggunakan pandangan mata dan strategi komunikasi non-verbal lainnya | Desain eksperimental, observasi | pp = siswa Tuli
c = Amerika Serikat | Studi menemukan bahwa siswa Tuli sangat mengandalkan pandangan mata untuk komunikasi dan kolaborasi dalam memahami informasi yang disajikan. |
| 4 | Xie dkk | (2017) The more total cognitive load is reduced by cues, the better retention and transfer of multimedia learning: A meta-analysis and two meta-regression analyses | Menganalisis efek pengurangan beban kognitif melalui petunjuk atau <i>cues</i> pada retensi dan transfer pembelajaran multimedia | Meta-analisis dan analisis meta-regresi | | <ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi beban kognitif melalui penggunaan petunjuk atau <i>cues</i> secara signifikan meningkatkan retensi dan transfer pengetahuan dalam lingkungan pembelajaran multimedia. • Jenis petunjuk atau <i>cues</i> tertentu dan karakteristik pelajar diidentifikasi sebagai faktor moderasi penting. |

5	Hashim dkk	(2020) An e-learning environment embedded with sign language videos: Research into its usability and the academic performance and learning patterns of deaf students	Mengevaluasi performa siswa Tuli menggunakan perangkat pembelajaran e-learning yang dikembangkan dengan video bahasa isyarat dan menilai kegunaannya	Desain eksperimental, kuantitatif (skor kegunaan dan performe) dan kualitatif	pp = 60 siswa Tuli berusia 13-17 tahun untuk persepsi kegunaan (hanya 52 siswa yang memenuhi syarat); 20 siswa kelas 4 atas sekolah menengah berusia 16 tahun untuk evaluasi performa c = Malaysia	Video bahasa isyarat, yang dikombinasikan dengan animasi, grafik, dan text yang disematkan, terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam mempelajari topik sains.
6	Anshori dkk	(2021) The development of mathematics teaching materials integrating by Augmented Reality Software and Android for deaf students	Mendeskripsikan tahapan pengembangan dan hasil evaluasi perangkat pembelajaran yang terintegrasi oleh perangkat lunak Augmented Reality (AR) dan Android untuk siswa Tuli, khususnya untuk topik sudut dalam matematika.	Desain eksperimental, kualitatif	pp = ahli, guru matematika, dan siswa tunarungu kelas 7 c = Indonesia	Kombinasi instruksi berbasis teks, instruksi visual, dan AR diuji pada siswa Tuli, menunjukkan bahwa siswa menikmati belajar dengan materi yang terintegrasi AR dan mampu menyelesaikan pertanyaan latihan terkait sudut.
7	Andriyani dkk	(2022) The effectiveness application of learning model with augmented reality on deaf student's geometry learning outcomes	Menilai efektivitas AR dalam meningkatkan pemahaman siswa Tuli tentang konsep geometri.	Desain eksperimental, kuantitatif (skor performa)	pp = 17 siswa Tuli c = Indonesia	Peningkatan signifikan secara statistik dalam hasil belajar geometri setelah intervensi AR (nilai $p < 0,05$). Persentase siswa yang memenuhi kriteria kelengkapan minimum meningkat dari pretest ke posttest, menunjukkan efektivitas model pembelajaran AR.
8	Alias dkk	(2023) Principles and elements of interactive multimedia teaching aids design for hearing-impaired students	Menentukan prinsip dan elemen paling efektif dari desain multimedia interaktif untuk alat bantu pengajaran bagi siswa dengan gangguan pendengaran.	Tinjauan literatur		Studi mengidentifikasi prinsip-prinsip kunci seperti komunikasi visual yang jelas, elemen interaktif, dan desain yang berpusat pada pengguna sebagai hal yang krusial untuk alat bantu pengajaran multimedia yang efektif bagi siswa dengan gangguan pendengaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Literatur tentang Perangkat Pembelajaran Matematika untuk Siswa Tuli di Indonesia

Beberapa studi telah dilakukan di Indonesia untuk meningkatkan bahan ajar bagi siswa Tuli. Hashim dkk (2020) merancang *e-learning environment* yang terintegrasi dengan video bahasa isyarat untuk mengisi kesenjangan yang diidentifikasi dalam penelitian sebelumnya. Kombinasi fitur-fitur tersebut dapat dilihat pada Gambar 1, 2, 3, dan Gambar 4.



Gambar 1. Antarmuka e-learning (Hashim dkk, 2020)

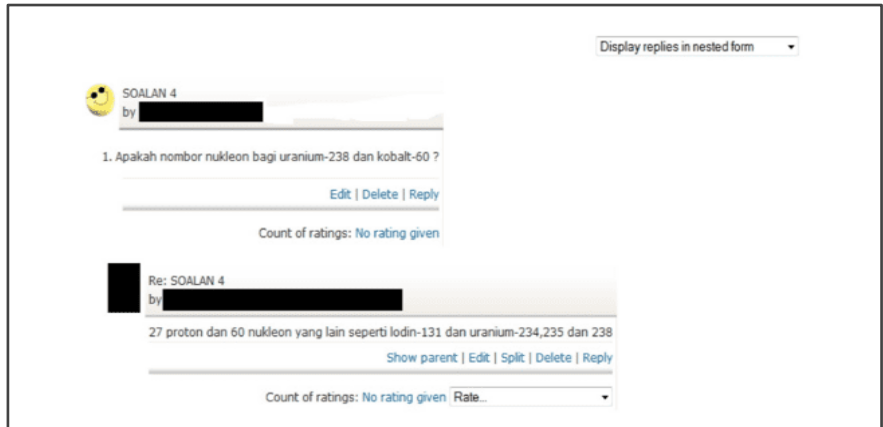
Penelitian mereka bertujuan untuk mengukur kegunaan, performa belajar, dan pola belajar dalam *e-learning environment*. Terinspirasi oleh Bueno dkk (2007), yang menilai efektivitas konten e-learning untuk siswa Tuli tingkat menengah menggunakan lingkungan belajar dinamis, Hashim dkk menggabungkan video bahasa isyarat, alat bantu visual dan *visual cues*, dan grafik untuk membuat pembelajaran lebih menarik. Studi lain yang dilakukan oleh Yoon dan Kim (2011) meneliti efek dari teks video bahasa isyarat pada pemahaman dan motivasi siswa Tuli dewasa dalam pembelajaran online. Kerangka kerja e-learning yang digunakan oleh Hashim dkk didasarkan pada teori kognitif pembelajaran multimedia, yang mengintegrasikan teori pemrosesan informasi dan model independensi linguistik Cummins (1989), serta karya Mayer dan Wells (1996). Teori-teori ini menunjukkan bahwa individu Tuli yang mahir dalam bahasa isyarat asli mereka dapat menggunakan keterampilan ini untuk mendukung penggunaan bahasa tertulis selama kegiatan belajar. Hashim dkk menguji metode bilingual-bicultural dengan menggabungkan video bahasa isyarat, catatan belajar (visual dan teks), aktivitas belajar, forum, dan glosarium.



Gambar 2. Contoh catatan dari antarmuka e-learning (Hashim dkk, 2020)



Gambar 3. Contoh video bahasa isyarat dari antarmuka e-learning (Hashim dkk, 2020)

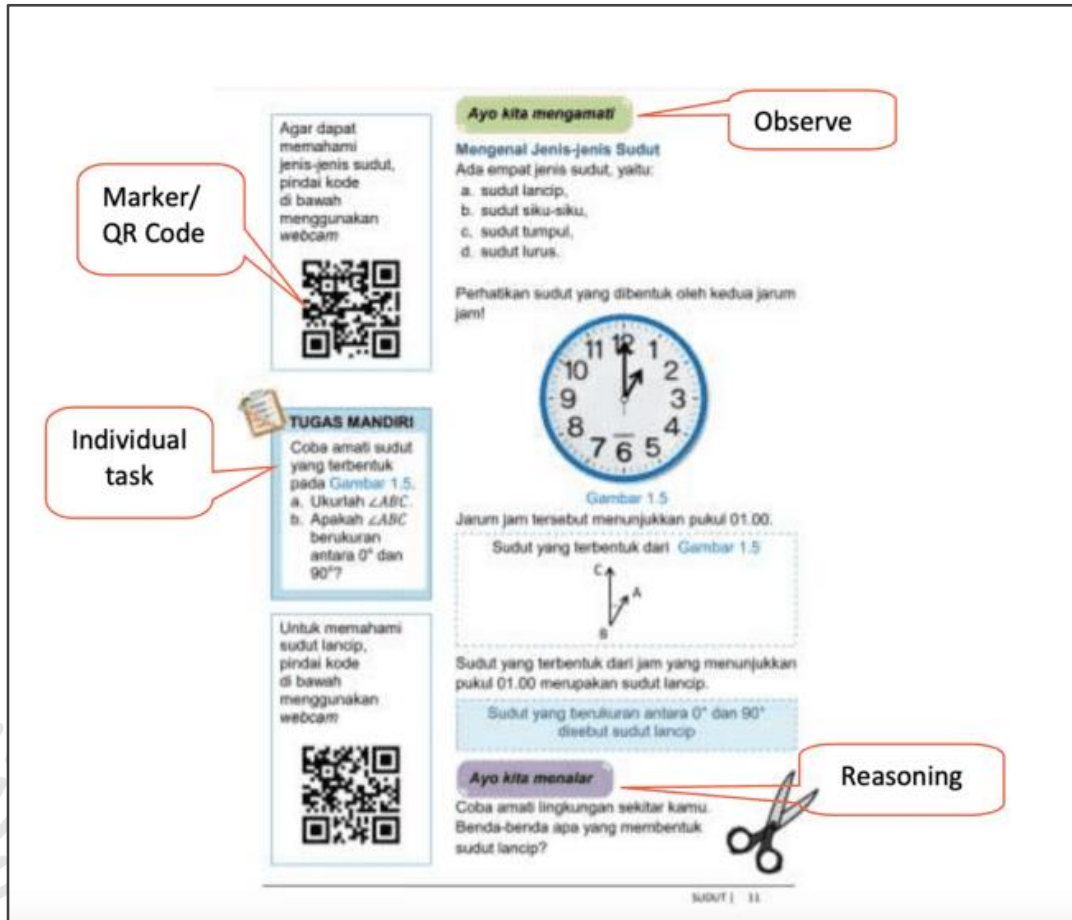


Gambar 4. Contoh ruang obrolan dari antarmuka e-learning (Hashim dkk, 2020)

Hashim dkk melakukan eksperimen mereka dengan 52 siswa Tuli, menggunakan pre-test dan post-test untuk mengukur performa belajar. Mereka juga menggunakan kuesioner kegunaan dan wawancara untuk mengumpulkan wawasan kualitatif. Studi tersebut menemukan bahwa video bahasa isyarat, yang dikombinasikan dengan animasi, grafik, dan subtitle atau teks yang disematkan, adalah media yang paling disukai oleh siswa Tuli, membantu mereka mencapai performa terbaik dalam belajar sains.

Studi lain oleh Anshori dkk (2021) dan Andriyani dkk (2022) mengimplementasikan Augmented Reality (AR) dalam bahan ajar Matematika. Anshori dkk fokus pada pengembangan dan evaluasi perangkat pembelajaran yang terintegrasi AR, sementara Andriyani dkk bertujuan untuk menilai efektivitas AR dalam meningkatkan

pemahaman siswa Tuli tentang konsep geometri. Kedua studi tersebut menemukan bahwa alat bantu AR membantu siswa Tuli memecahkan masalah matematika dan memperkuat pengetahuan mereka tentang konsep-konsep tertentu. Kombinasi instruksi berbasis teks, instruksi visual, dan instruksi AR dari studi Anshori dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman materi geometri, dengan instruksi berbasis teks dan gambar serta terhubung ke AR (Anshori dkk, 2021)

Anshori dkk (2021) menunjukkan bahwa kombinasi instruksi berbasis teks, instruksi visual, dan AR meningkatkan pemahaman siswa dan dapat digunakan mulai dari kelas 8 di sekolah luar biasa untuk siswa Tuli atau dari kelas tiga di sekolah dasar. Andriyani dkk (2022) melakukan eksperimen dengan 17 siswa Tuli, menunjukkan peningkatan skor yang signifikan secara statistik. Respon positif dari siswa menunjukkan bahwa model AR menawarkan pendekatan yang menarik untuk mempelajari konsep dua dimensi.

Nortey (2010) melakukan studi serupa, berfokus pada komponen lingkungan belajar interaktif (ILE) dalam Lingkungan Pembelajaran Interaktif Matematika untuk Siswa (MILES), yang menggunakan instruksi dinamis sistem. Sementara Hashim dkk menguji efektivitas instruksi statis yang menggabungkan teks, alat bantu visual, dan bahasa isyarat, studi Nortey berfokus pada membangun instruksi dinamis dan interaktif dengan teks dan alat bantu visual untuk membantu siswa Tuli memecahkan masalah matematika. Kombinasi fitur-fitur yang diuji tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

1. Calculate percentages in practical situations.

1. Letago Banana yogurt contains 250g. If the yogurt has 9% banana, calculate the content of banana in the yogurt.

2. The volume of tropic nektar is 1500ml concentrated juice. Fruit content is 50%. How many ml of fruit is in the concentrated juice?

Needed information:
i) Piece of item =
ii) Percentage value =
c) How to find percentage value

Key:
Piece of item * percentage value

a)

percent value

Piece of item

1250
625
0

0,00 0,0000 1,0000

250,00
1250,50
1,00 2500,00

0,00 73,00 146,00 219,00 292,00 365,00

Days

Calculating percentages of items

1: Piece of Item 2: percent value

Play

Erase

Page 1

Back

Next

Gambar 6. Media interaktif dengan contoh pengerjaan “mencari volume” menggunakan persentase dan volume total (Nortey, 2010)

Topik ini muncul dari fakta bahwa "penggunaan dan aplikasi uang" merupakan tantangan yang diakui bagi banyak siswa Tuli (Nunes, 2004). Studi Nortey bertujuan untuk menentukan bagaimana dinamika sistem dapat meningkatkan kinerja siswa Tuli dan menginspirasi penelitian lebih lanjut dalam Matematika dan mata pelajaran lainnya, seperti: pengerjaan “mencari volume dalam satu fluida”. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa Tuli dan gangguan pendengaran meningkat dalam memecahkan masalah Matematika menggunakan ikon, gambar, grafik, dan proses simulasi sebagai *visual cues* dalam MILES.

Meskipun temuan yang menjanjikan, studi-studi ini memiliki keterbatasan dalam memastikan bahwa perangkat pembelajaran tidak bersifat ekstrinsik. Sangat penting untuk menentukan kapan dan bagaimana menggabungkan alat bantu visual, seperti teks, gambar, diagram (kombinasi teks, gambar, dan/atau animasi), dan video bahasa isyarat pada halaman yang sama untuk mencegah beban kognitif.

Peran Prinsip *Signaling Principle* atau Pemberian *Cues* dalam Pembelajaran

Alias dkk (2023) melakukan studi tinjauan literatur yang menekankan perlunya mempertimbangkan prinsip-prinsip dalam pembelajaran multimedia atau instruksi multimedia, untuk mencegah beban kognitif. Berdasarkan studi Mayer (2009), instruksi multimedia adalah penyajian materi menggunakan bentuk verbal (seperti teks cetak atau lisan) dan bentuk gambar (seperti grafik statis seperti ilustrasi atau grafik dinamis seperti animasi dan video). Ide di balik pembelajaran multimedia adalah bahwa siswa dapat lebih memahami penjelasan ketika mereka disajikan dengan kata-kata dan gambar daripada kata-kata saja (Mayer, 2009).

Mayer (2009) merangkum prinsip-prinsip untuk mengurangi pemrosesan ekstrinsik, yang meliputi koherensi (menghilangkan kata, suara, atau grafik yang tidak perlu), *signaling* (menyoroti kata atau grafik yang penting), redundansi (menghilangkan keterangan yang berlebihan dari animasi yang dinarasikan), *spatial continuity* (menempatkan kata penting di samping grafik yang sesuai di layar), dan *temporal continuity* (menyajikan kata dan gambar yang sesuai secara bersamaan). Prinsip-prinsip ini juga didukung oleh temuan terbaru dari Alias dkk (2023), yang menekankan perlunya mempertimbangkan prinsip-prinsip seperti *clarity*, *temporal continuity*, *harmony*, *consistency*, *coherence*, *familiarity*, *spatial contiguity*, *embodiment*, kontrol, dan kontras saat

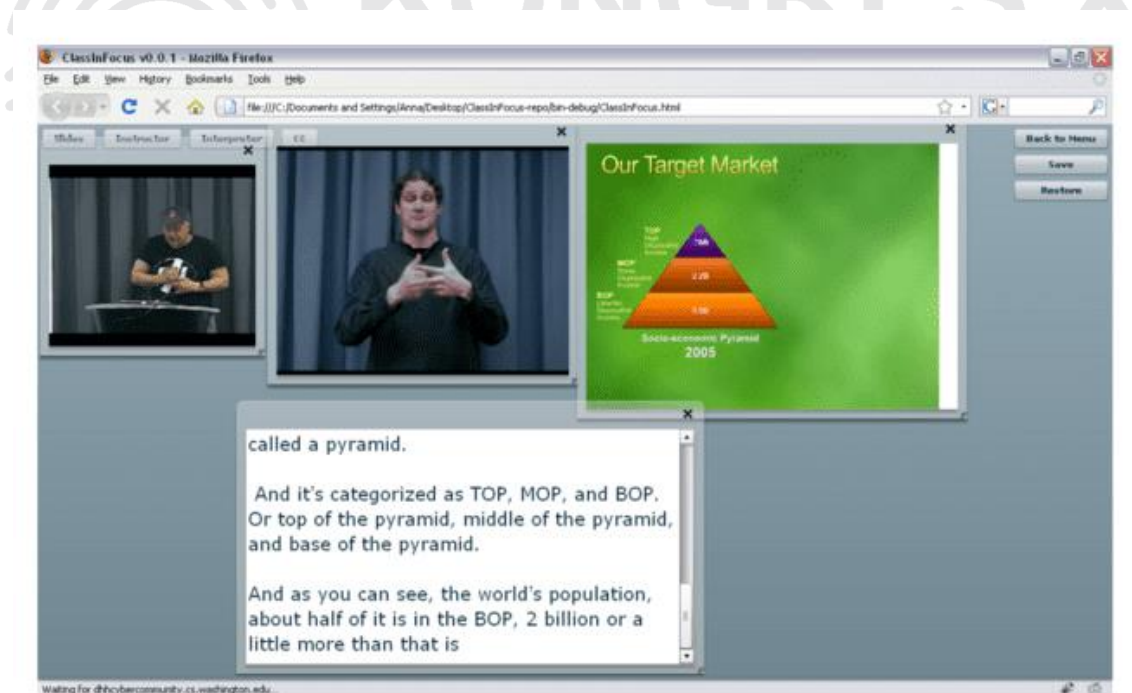
merancang materi interaktif untuk siswa Tuli. Prinsip-prinsip ini masih kurang dalam implementasi alat bantu e-learning untuk siswa Tuli saat ini.

Mendukung pentingnya pemberian sinyal, banyak studi telah menunjukkan bahwa menambahkan petunjuk atau *cues* dalam materi multimedia dapat meningkatkan kinerja belajar. Sebuah meta-analisis yang dilakukan oleh Xie dkk (2017) menemukan bahwa pelajar dalam kondisi pemberian petunjuk melaporkan persepsi beban kognitif yang lebih rendah dibandingkan dengan pelajar dalam kondisi tanpa petunjuk, mengungkapkan bahwa petunjuk atau *cues* dapat mengurangi beban kognitif subjektif. Juga ditemukan bahwa menambahkan petunjuk dalam materi multimedia secara signifikan memfasilitasi retensi dan transfer pembelajaran (Xie dkk, 2017).

Aplikasi Petunjuk Visual atau *Visual Cues* yang Efektif dalam Pembelajaran Multimedia

Inovasi untuk memaksimalkan peran petunjuk visual atau *visual cues* dalam membimbing perhatian visual siswa Tuli dalam pembelajaran multimedia dikembangkan oleh Cavender dkk (2009) dengan ClassInFocus. ClassInFocus dapat secara otomatis memberi tahu siswa tentang perubahan di kelas, seperti perubahan slide atau pembicara, membantu mereka menerapkan strategi pengamatan yang lebih efektif.

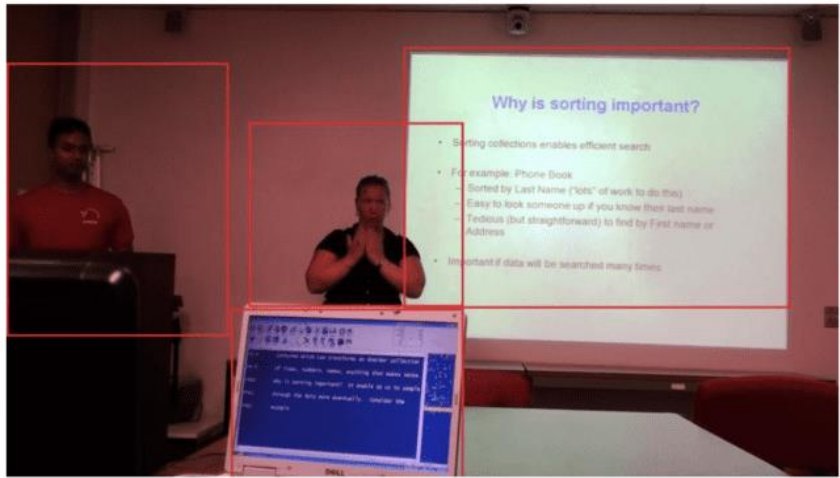
Prototipe alat ini bertujuan untuk mengurangi hambatan yang dialami oleh siswa Tuli di kelas standar, seperti dispersi visual (banyaknya sumber informasi visual secara simultan: penerjemah atau teks, instruktur, slide, teman sekelas lainnya), yang meningkatkan kemungkinan informasi terlewat, tingkat keterampilan yang tidak konsisten dari penerjemah bahasa isyarat, penerjemah teks, atau guru itu sendiri, dan interaksi kelas yang terkekang. ClassInFocus memanfaatkan Adobe's Flash Collaboration Services, aplikasi sosial yang berjalan di browser web menggunakan Flash Player. Fleksibilitas kerangka kerja ini memungkinkan iterasi desain yang cepat. Fitur pemberitahuan visual yang diperkenalkan dalam ClassInFocus dikembangkan berdasarkan beberapa prinsip: langsung menunjukkan perubahan konten, menghindari animasi yang tidak perlu, mempertahankan tata letak *window*, tidak memerlukan perangkat keras tambahan, dan meminimalkan gangguan dari fokus saat ini (Cavender dkk, 2009). Prototipe dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Antarmuka ClassInFocus, dengan konfigurasi *window* yang dipilih oleh salah satu peserta (Cavender dkk, 2009)

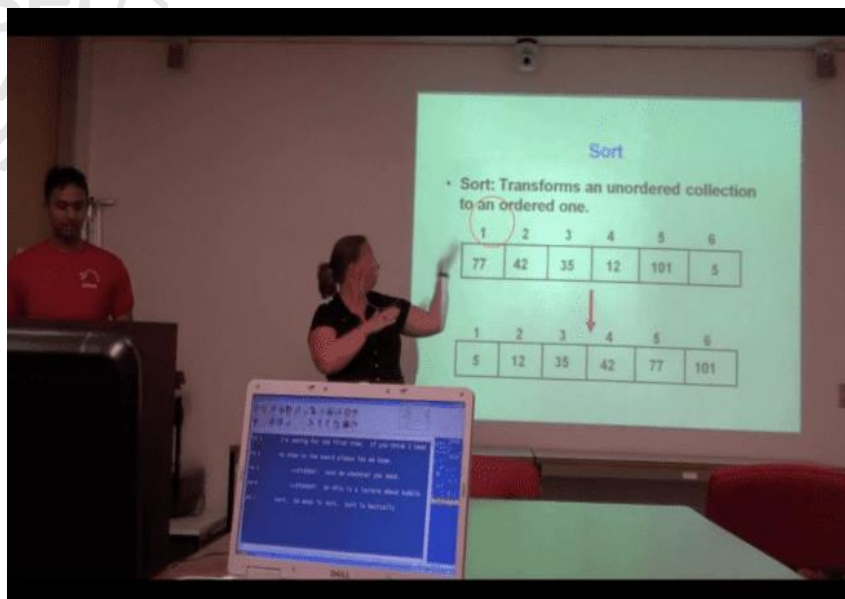
Cavender dkk melakukan eksperimen yang melibatkan enam siswa Tuli, menggunakan berbagai tes termasuk pelacakan mata, kuesioner preferensi peserta, dan pertanyaan konten untuk mengukur efektivitas proses transfer informasi. Berdasarkan studi ini, tampaknya mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, termasuk slide, meningkatkan performa. Teknik pemberitahuan membantu siswa lebih baik mendistribusikan perhatian visual mereka.

Pendekatan serupa dilakukan oleh Kushalnagar dkk (2012). Studi ini menyoroti masalah yang dialami oleh siswa Tuli yang menghadapi tantangan dalam pengambilan keputusan saat mengalihkan perhatian dari representasi visual audio kuliah, seperti penerjemah bahasa isyarat atau teks. Untuk mengurangi tantangan pengambilan keputusan bagi siswa Tuli, studi ini menganalisis efektivitas penggunaan pandangan mata siswa yang mendengar dan target sebagai petunjuk referensi dalam kuliah.



Gambar 8. Kondisi kelas dengan kuliah dengan penerjemah bahasa isyarat dan penulis teks (Kushalnagar dkk 2012)

Gambar di atas adalah kondisi perkuliahan dengan penerjemah bahasa isyarat dan penulis teks, dan biasanya siswa Tuli dipaksa untuk memilih dan beralih antara representasi visual dari audio dan sumber visual kuliah yang aktif. Oleh karena itu, Kushalnagar dkk melakukan studi percontohan di mana rata-rata dari data pandangan mata digunakan untuk membuat petunjuk referensi visual dengan *circled cues* bagi siswa tunarungu.



Gambar 9. Kondisi kelas dengan *circled cues* (Kushalnagar dkk 2012)

Setelah iterasi, Kushalnagar dkk melakukan studi utama di mana mereka mendesain ulang petunjuk lingkaran atau *circled cues* menjadi *spotlight cues*. Untuk membuat *spotlight cues* yang besar dan bergerak lambat, studi ini menghitung peta probabilitas lokasi pandangan siswa yang mendengar selama 2 detik sebelumnya. Peta ini kemudian dilapiskan pada video kuliah dengan transparansi 90%, memastikan bahwa visual yang mendasarinya tidak terhalang. Kombinasi fitur-fitur tersebut dapat dilihat di Gambar 10.



Gambar 10. Kondisi kelas dengan *spotlight cues* (Kushalnagar dkk 2012)

Studi ini melibatkan delapan siswa Tuli yang diinstruksikan untuk menggunakan petunjuk referensi untuk membantu mengalihkan perhatian mereka dari penerjemah ke sumber aktif, seperti slide. Temuan menunjukkan bahwa menggunakan petunjuk visual berdasarkan pandangan siswa yang mendengar membantu mengurangi beban kognitif pada siswa Tuli, memungkinkan mereka untuk lebih fokus pada pembelajaran materi daripada membuat keputusan.

KESIMPULAN

Studi-studi yang ditinjau menyoroti peran signifikan petunjuk visual atau *visual cues* dalam meningkatkan pengalaman belajar siswa Tuli dalam perangkat multimedia. Variasi kombinasi *visual cues* yang diuji dari studi-studi tersebut termasuk: implementasi animasi dan teks melalui *augmented reality* (AR); implementasi video bahasa isyarat, gambar, dan teks dengan pendekatan statis; implementasi animasi (gambar bergerak), gambar, dan teks dengan pendekatan dinamis; dan tinjauan literatur tentang implementasi *animated pedagogical agent* (APA), pemberian sinyal dengan panah, dan pemberian sinyal dengan warna.

Namun, penelitian di masa depan harus fokus pada eksperimen dengan berbagai kombinasi petunjuk visual—seperti panah, warna yang mencolok, *flashing*, gerakan menunjuk atau *pointing gestures*, meredupkan atau *graying out*, dan *spotlight cues*—dalam konteks multimedia statis dan dinamis, untuk mengetahui bagaimana dan kapan petunjuk spesifik dibutuhkan. Studi eksperimental ini akan memberikan wawasan berharga tentang integrasi optimal petunjuk-petunjuk ini untuk mendukung pembelajaran siswa Tuli, misalnya, sebagai prinsip desain bagi guru dan platform lain yang tertarik untuk meningkatkan alat pembelajaran multimedia bagi siswa Tuli.

Selain itu, penelitian di masa depan harus memasukkan kasus-kasus pemecahan masalah matematika untuk menyelidiki korelasi antara *visual cues* dan performa belajar. Dengan fokus pada masalah Matematika dunia nyata, studi-studi ini dapat menilai seberapa efektif *visual cues* membantu dalam memahami dan memecahkan konsep yang kompleks. Pendekatan ini akan memberikan bukti komprehensif tentang dampak *visual cues* pada hasil belajar siswa Tuli, yang berkontribusi pada pengembangan alat pendidikan yang lebih efektif dan inklusif.

DAFTAR PUSTAKA

Alias, M., & Suradi, Z. (2023). Principles and elements of interactive multimedia teaching aids design for hearing-impaired students. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(2), 123-135. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v12-i2/12345>

- Andriyani, R., Ismayati, & Qosim, A. (2022). The effectiveness application of learning model with augmented reality on deaf student's geometry learning outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933(1), 012067. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012067>
- Anshori, H., & Novianingsih, K. (2021). The development of mathematics teaching materials integrating by Augmented Reality Software and Android for deaf students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012043>
- Bauman, Hansel. 2010. *DeafSpace Design Guidelines*. Gallaudet University.
- Bueno, F. J., Fernández del Castillo, J. R., Garcia, S., & Borrego, R. (2007). E-learning content adaptation for deaf students. 12th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education. (pp. 271–275). Dundee, Scotland. 10.1145/1269900.1268862.
- Cavender, A. C., Bigham, J. P., & Ladner, R. E. (2009). ClassInFocus: Enabling improved visual attention strategies for deaf and hard of hearing students. *Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '09)*, 67-74. <https://doi.org/10.1145/1639642.1639660>
- Cummins, J. (1989). A theoretical framework of bilingual special education. *Exceptional Children*, 56, 111–119. <https://doi.org/10.1177/001440298905600203>.
- Daliman, S.Pd., Noornia, A., M.Pd., Pramudya, C. W., & Sumiyati. (2016). *Buku Siswa: Matematika Kelas X Tunarungu*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Hafni, R. N., Herman, T., Nurlaelah, E., & Mustikasari, L. (2020). The importance of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education to enhance students' critical thinking skill in facing the industry 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521, 042040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042040>
- Hashim, M. H. M., & Tasir, Z. (2020). An e-learning environment embedded with sign language videos: Research into its usability and the academic performance and learning patterns of deaf students. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 2873–2911. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09802-4>
- Iding, M. K. (2000). Is seeing believing? Features of effective multimedia for learning science. *International Journal of Instructional Media*, 27, 403–415.
- Johnson, K. (1991). Miscommunication in interpreted classroom interaction. *Sign Language Studies*, 70, 1–34.
- Kushalnagar, R., & Srinivasan, S. (2012). Deaf and hearing students' eye gaze collaboration. *Journal of Educational Technology Systems*, 41(1), 23-34. <https://doi.org/10.2190/ET.41.1.b>
- Marschark, M., & Hauser, P. C. (Eds.). (2008). *Deaf Cognition: Foundations and Outcomes*. Oxford University Press.
- Mayer, C., & Wells, G. (1996). Can the linguistic interdependence theory support a bilingual-bicultural model of literacy education for deaf students? *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 1, 93–107. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.deafed.a014290>.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Nortey, G. N. (2010). *Teaching mathematics to deaf and hard of hearing students: An experimental system dynamics approach* (Master's thesis). University of Bergen.
- Nunes, T.(2004) *Teaching mathematics to deaf children*. London: Whurr. 177 pages in Blatto- Vallee, G. (2005) *One of a kind* *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*. 10(3):317
- Ozcelik E, Karakus T, Kursun E, Cagiltay K. An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning. *Comput Educ*. 2009; 53(2):445–53. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.03.002>
- Presno, C. (1997). Bruner's three forms of representation revisited: Action, pictures, and words for effective computer instruction. *Journal of Instructional Psychology*, 24, 112–118.
- Republik Indonesia. (2003). *Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 23 Tahun 2003*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia. (2016). *Undang-Undang Penyandang Disabilitas No. 8 Tahun 2016*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Xie, H., Wang, F., Zhou, Z., & Yu, S. (2017). The more total cognitive load is reduced by cues, the better retention and transfer of multimedia learning: A meta-analysis and two meta-regression analyses. *Educational Research Review*, 21, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.01.001>
- Yoon, J. O., & Kim, M. (2011). The effects of captions on deaf students' content comprehension, cognitive load, and motivation in online learning. *American Annals of the Deaf*, 15(3), 283–289.

PENERAPAN METODE USER CENTERED DESIGN DALAM MERANCANG DIGITAL MARKETING BERBASIS WEB

Studi Kasus di UMKM Desa Sukapura, Kabupaten Bandung

Sheila Amalia Salma¹, Murman Dwi Prasetyo¹, Dida Diah Damayanti¹

¹Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom Bandung

E-mail: sheilaamalias@telkomuniveristy.ac.id

ABSTRAK

Desa Sukapura terus mengembangkan potensi desa, salah satunya yaitu dengan terus mengembangkan produksi keripik singkong oleh PKK Desa Sukapura. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah belum berkembangnya pemasaran keripik singkong yang mana hanya sebatas masyarakat Desa Sukapura saja yang menjadi konsumen. Kemajuan teknologi menjadi motivasi untuk menciptakan media penjualan digital yang mampu mencakup wilayah lebih luas. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang digital marketing berbasis web dengan menerapkan metode *user centered design*. Metode UCD ini merupakan metode yang digunakan untuk merancang perangkat lunak dengan memperhatikan kebutuhan *end user* dalam menentukan rancangan tampilan. Tahap metode UCD adalah menentukan konteks penggunaan, menentukan kebutuhan pengguna dan organisasi, menghasilkan solusi desain, dan mengevaluasi desain terhadap kebutuhan pengguna. Hasil dari penelitian ini adalah desain *digital marketing* berbasis web yang sesuai dengan kebutuhan pengguna yang mana diintegrasikan dengan website yang dimiliki oleh Desa. Evaluasi terhadap desain perlu dilakukan lebih lanjut.

Kata kunci: user centered design, prototype, digital marketing, interface

ABSTRACT

Sukapura Village continues to develop the village's potential, one of them is by continuing to develop cassava chips production by the Sukapura Village PKK. One of the problems faced is that the marketing of cassava chips has not yet been developed, where the consumers in only from the people of Sukapura Village. Technological advances are the motivation to create digital marketing media that can cover a wider area. The aim of this research is to design web-based digital marketing by applying the user centered design method. The UCD method is a method used to design software by considering the needs of the end user in determining the display plan. The stages of the UCD method are determining the context of use, specifying user and organizational needs, generating design solutions, and deploying the design to user needs. The result of this research is a design of digital marketing web -design that suits user needs which is integrated with the website owned by the Village. Evaluation of the design needs to be carried out further.

Keywords: user centered design, prototype, web, interface

PENDAHULUAN

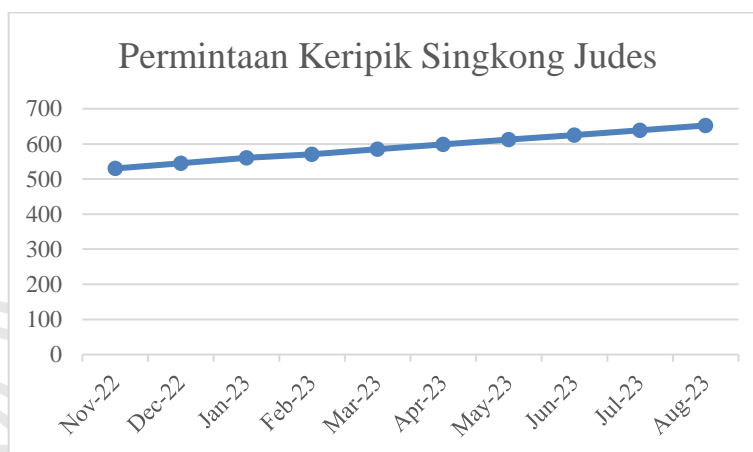
Perkembangan teknologi digital tidak bisa dipisahkan dengan perkembangan industri 4.0 yang mana akan menjadi poin yang krusial bagi semua kegiatan manusia. Beberapa penelitian telah mengaplikasikan penerapan teknologi digital ini ke beberapa bidang, seperti di bidang kesehatan (Arini et al., 2023; Salma, Pratama, et al., 2021), bidang manajemen resiko (Khairunnisa et al., 2024; Salma et al., 2024), dan sebagainya dimana penerapan teknologi ini bertujuan untuk memudahkan aktivitas manusia. Termasuk di dalamnya adalah kegiatan pemasaran bisnis.

Kegiatan pemasaran merupakan suatu fungsi bisnis yang perlu dilakukan dalam memainkan peran penting mengenai kemampuan pelaku bisnis untuk dapat bersaing di pasar (Belch & Belch, n.d.). Dengan pemanfaatan teknologi dan informasi dalam menunjang pemasaran, menjadi salah satu solusi bagi para pengusaha untuk memenangkan persaingan. Pemanfaatan teknologi ini juga merupakan salah satu dari bentuk strategi pemasaran yang sudah diakui oleh banyak pelaku usaha untuk meningkatkan penjualan produk mereka (Zulfaa et al., 2024). Hal berikut dikenal dengan istilah digital marketing.

Digital marketing merupakan suatu kegiatan dalam mencapai tujuan pemasaran melalui penerapan media digital dan teknologi. *Digital marketing* digunakan untuk memperoleh pelanggan baru dan memberikan layanan kepada pelanggan lama dalam membantu mengembangkan interaksi antar pelanggan (Chaffey & Smith, 2022). Ada tiga jenis saluran media dalam mengembangkan strategi *digital marketing*, yaitu *paid media*, *earned media*, dan *owned*

media (Chaffey & Smith, 2022). *Digital marketing* dengan menggunakan media website atau merupakan salah satu *owned media* sudah banyak dilakukan, salah satunya dalam pemasaran produk UMKM (Anggraini et al., 2023).

Salah satu UMKM yang sedang berkembang di bidang kuliner adalah keripik singkong Judes, yang mana merupakan produk dari pemberdayaan potensi Desa Sukapura. Pemerintah Desa Sukapura telah menginisiasi inisiatif produksi keripik singkong bekerja sama dengan Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK) dari tahun 2020. Berawal dari perancangan proses produksi (Caesaron et al., 2023; Prasetyo et al., 2022; Salma, Caesaron, et al., 2021) hingga saat ini bagaimana mengembangkan pemasaran produk untuk dapat mendukung aktivitas bisnis. Berdasarkan diskusi dengan pemerintah Desa Sukapura, salah satu permasalahan yang dihadapi adalah belum berkembangnya pemasaran keripik singkong yang mana hanya sebatas masyarakat Desa Sukapura saja yang menjadi konsumen. Meskipun proses pemasaran dilakukan masih secara tradisional yaitu dengan mulut ke mulut, permintaan produk keripik singkong Judes cukup diminati, dilihat pada gambar 1 yang menunjukkan grafik permintaan keripik singkong Judes yang meningkat setiap bulannya, namun permintaan tersebut tidak signifikan.



Gambar 1. Grafik Permintaan Keripik Singkong Judes

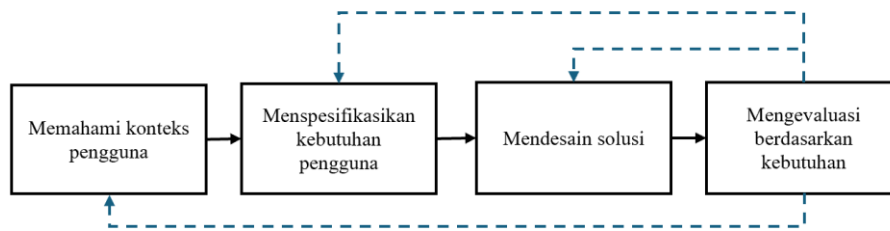
Dengan demikian, salah satu upaya untuk membantu dalam memasarkan produk tersebut guna meningkatkan permintaan adalah dengan menggunakan strategi *digital marketing* seperti yang dijelaskan di atas. Penelitian lain mengembangkan *digital marketing* menggunakan media web yang mana mengkaji pentingnya *user experience* dalam merancangannya (Dayanthi et al., 2023). Penelitian tersebut menyatakan bahwa dengan persaingan yang ada nantinya di era digitalisasi, penting untuk merancang website yang lebih baik yaitu dengan “lebih dekat” dengan calon konsumen. Salah satu metode yang digunakan dalam merancang website tersebut adalah *User Centered Design* (UCD). Metode UCD ini merupakan metode yang digunakan untuk merancang perangkat lunak dengan memperhatikan kebutuhan *end user* dalam menentukan rancangan tampilan. Harapannya, UCD dapat meningkatkan kepuasan pengguna dengan menyesuaikan antara desain dengan harapan dan tujuan pengguna.

Desa Sukapura sendiri sudah menggunakan digitalisasi dalam melakukan *branding* terhadap Desa, seperti website Desa dan sosial media Instagram. Namun, kedua platform tersebut masih hanya sebatas mensosialisasikan kegiatan saja belum digunakan untuk memasarkan produk. Berdasarkan wawancara awal dengan *stake holder*, website tersebut dapat dimanfaatkan sebagai media memasarkan produk keripik singkong tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode UCD dalam merancang *digital marketing* berbasis web pada produk keripik singkong Judes.

METODE

Metode *User Centered Design* digunakan untuk merancang *interface* dari media penjualan online berbasis web. Kelebihan dari metode ini adalah identifikasi yang jelas mengenai pengguna akhir dan kebutuhan mereka dan pembuatan prototype/iterasi cepat (Lyon & Koerner, 2016). Tahapan penelitian ini adalah menentukan konteks penggunaan, menentukan kebutuhan pengguna dan organisasi, menghasilkan solusi desain, dan mengevaluasi desain terhadap kebutuhan pengguna seperti pada gambar 2 berikut. Tahap menentukan konteks pengguna adalah tahap dimana mengidentifikasi siapa pengguna dan bagaimana karakteristik dari pengguna tersebut. Tahap

menspesifikasikan kebutuhan pengguna adalah tahap identifikasi kebutuhan pengguna dalam mencapai tujuan mereka. Tahap mendesain solusi adalah tahap merancang prototype aplikasi baik secara *low fidelity* maupun *high fidelity*. Tahap mengevaluasi berdasarkan kebutuhan adalah tahap Dimana hasil *prototype* dilakukan evaluasi oleh pengguna. Pada tahap evaluasi ini juga terdapat *feedback* ke proses sebelumnya dari hasil evaluasi yang dipatkan. Namun, pada penelitian ini hanya sampai menghasilkan solusi desain sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 2. Tahapan Metode User Centered Design (Interaction Design Foundation - IxDF, 2016)

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara bersama *stakeholders* untuk menentukan konteks pengguna serta menspesifikasikan kebutuhan pengguna. Penelitian ini hanya dibatasi pada tahap desain solusi. Tahap evaluasi akan disampaikan lebih lanjut pada penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Memahami Konteks Pengguna

Tahap ini dilakukan wawancara kepada perangkat Desa Sukapura. Hasil pada tahapan ini adalah identifikasi pengguna yang merupakan koordinator ibu-ibu PKK dan konsumen keripik singkong Judes. Karakteristik dari ibu-ibu PKK adalah mengkoordinir proses produksi keripik singkong Judes serta mengumpulkan permintaan keripik singkong setiap harinya yang mana dapat dilakukan secara mulut ke mulut atau melalui pesan *whatsapp*. Sedangkan, karakteristik dari konsumen adalah memesan keripik singkong Judes secara langsung atau melalui *whatsapp*.

Menentukan Kebutuhan Pengguna

Tahap ini dilakukan wawancara kepada pemilik proses yaitu koordinator ibu-ibu PKK selaku admin dan salah satu konsumen keripik singkong Judes. Tabel 1 berikut adalah hasil umpan balik dari *in-depth-interview* yang dilakukan dengan pemilik proses.

Tabel 1. Umpan Balik Kebutuhan Pengguna

No	Umpan Balik
1	User membutuhkan platform untuk dapat memasarkan produk lebih luas
2	User membutuhkan platform yang memudahkan untuk merekapitulasi pesanan yang mana dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan jumlah produksi
3	User membutuhkan platform yang mudah untuk memesan memantau stok keripik singkong
4	User membutuhkan platform yang tetap mempertahankan komunikasi antara penjual dan pemesan melalui pesan <i>whatsapp</i>
5	User mengharapkan platform pemasaran yang terintegrasi dengan website Desa dan social media yang sudah ada

Menentukan Solusi Desain

Desain solusi dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pertama, berdasarkan kebutuhan platform yang dapat memasarkan produk lebih luas, *digital marketing* berbasis website adalah salah satu solusinya. Tampilan halaman utama website tersebut dapat dilihat pada gambar 3. Pada halaman ini ditampilkan gambar produk, nama, dan harga. Terdapat fitur *cart* untuk melanjutkan berbelanja. Tampilan halaman utama yang sederhana dan menunjukkan informasi penting terkait produk, sesuai dengan penelitian yang mana menyatakan beranda yang menarik adalah beranda yang sederhana (Pandir & Knight, 2006).



Gambar 3. Halaman Utama

Kedua, berdasarkan kebutuhan platform yang memudahkan untuk merekapitulasi pesanan yang mana dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan jumlah produksi, maka platform ini pastinya menyediakan fitur pemesanan untuk dapat melakukan pemesanan sesuai dengan produk yang mereka inginkan. Gambar 4 menunjukkan halaman pemesanan produk keripik singkong Judes. Selain itu, halaman ini juga menjawab kebutuhan terkait platform yang mudah untuk pemesanan memantau stok keripik singkong. Dari halaman pemesanan tersebut, pesanan dari konsumen akan *ter-record* sesuai dengan jenis pesanan oleh database yang mana dapat diakses oleh admin. Selain itu, admin juga dapat melakukan *update* stok.



Gambar 4. Halaman Pemesanan

Halaman selanjutnya pemesanan akan diberikan rincian dari pesanan yang sudah mereka pilih dengan harga yang sudah tercantum di dalamnya. Jika pemesanan masih ingin melakukan pemesanan ulang, terdapat fitur *back* yang akan membawa pemesanan menuju halaman sebelumnya. Jika pemesanan sudah sesuai dengan kebutuhan, maka terdapat fitur *next* yang akan menuju halaman selanjutnya. Gambar 5 menunjukkan halaman rincian pemesanan.



Gambar 5. Halaman Rincian Pemesanan

Keempat, berdasarkan kebutuhan platform yang tetap mempertahankan komunikasi dengan konsumen melalui pesan whatsapp, maka platform ini menyediakan fitur menuju akses *whatsapp* sebagai langkah terakhir proses pemesanan setelah pemesanan mengisi data diri. *Whatsapp* digunakan untuk komunikasi lebih lanjut antara pemesanan dan admin, termasuk kesepakatan dari proses pembayaran dan proses pengiriman. Hal ini sesuai

dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan jika penyediaan *whatsapp business* pada pemasaran produk merupakan salah satu bentuk komunikasi efektif yang mana dapat menjalin hubungan saling kepercayaan antara pembeli dan penjual (Jannah, 2023). Gambar 6 merupakan halaman pengisian data diri pemesan.

Gambar 6. Halaman Pengisian Data Diri Pemesan

Kelima, berdasarkan kebutuhan pemasaran yang terintegrasi dengan website Desa, maka pada website Desa ditambahkan fitur terkait Produk Desa untuk selanjutnya dapat mengakses website pemasaran keripik singkong Judes, Gambar 7 berikut merupakan tampilan website Desa yang memiliki fitur menu untuk mengakses website pemasaran.



Sumber: <http://sukapura.desa.id/>

Gambar 7. Fitur Produk Desa

Selain itu, *user* juga mengharapkan jika website juga terintegrasi dengan social media yang sudah ada. Salah satu bentuk integrasinya adalah meletakkan link website pada fitur bio social media Instagram Desa yang sudah ada,

Dari hasil rancangan di atas, metode UCD mampu memberikan desain awal terkait *digital marketing* yang diharapkan oleh *user*. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mana UCD mampu menterjemahkan kebutuhan *user* sehingga mampu meningkatkan *user experience* (Dayanthi et al., 2023). Metode ini juga digunakan untuk merancang *e-commerce* yang mana pemesanan dapat terakomodasi dengan baik dan merancang sistem yang dapat memproses aktivitas kedua belah pihak (pemesan dan penjual) dengan lebih mudah dengan desain antarmuka yang *user-friendly* (Irawan et al., 2023). Keterbatasan dari penelitian ini adalah belum dilakukannya tahap evaluasi desain. Hal ini akan dilaksanakan pada penelitian selanjutnya yang mana dapat dilakukan evaluasi dengan menggunakan *user experience testing*.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil desain *digital marketing* berbasis website yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode UCD digunakan dalam penelitian ini yang mana meliputi identifikasi konteks user, mengetahui kebutuhan user, dan solusi desain. Keterbatasan dari penelitian ini adalah belum dilakukannya tahap evaluasi desain. Hal ini akan dilaksanakan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, N. P. N., Rustiarini, N. W., & Satwam, I. K. S. B. (2023). Pemanfaatan Website Sebagai Strategi Pemasaran Untuk Meningkatkan Penjualan Usaha Mikro Kecil Dan Menengah. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(1), 381–389.
- Arini, Y. I., Salma, S. A., & Yestica, T. V. (2023). Dashboard Sistem Kendali Persediaan Perbekalan Kesehatan Di Puskesmas Babakan Tarogong, Kota Bandung. *The Proceeding of Community Service and Engagement (COSECANT) Seminar*.
- Belch, G. E. (George E., & Belch, M. A. (n.d.). *Advertising and promotion : an integrated marketing communications perspective*. 842. Retrieved June 11, 2024, from https://books.google.com/books/about/Advertising_and_Promotion.html?hl=id&id=0z_IoAEACAAJ
- Caesaron, D., Salma, S. A., Ardani, F., Nasution, F. M., & Prasetio, M. D. (2023). Utilizing appropriate technology dry seasoning mixing and sealing machines to increase productivity of cassava chips business. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 8(2), 260–269.
- Chaffey, D., & Smith, P. R. (2022). Digital marketing excellence: Planning, optimizing and integrating online marketing. *Digital Marketing Excellence: Planning, Optimizing and Integrating Online Marketing*, 1–638.
- Dayanthi, A. K., Sedyono, E., & Hendry. (2023). User Experience Analysis from User Centered Design Approach in Marketing Website. *Ultima Infosys : Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, 14.
- Interaction Design Foundation - IxDF. (2016). *What is User Centered Design (UCD)? — updated 2024 | IxDF*. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/user-centered-design>
- Irawan, T., Mutawalli, L., & Zaen, M. T. A. (2023). Implementasi Activity-Centered Design Dalam Merancang User Interface E-Custom. *Resolusi : Rekayasa Teknik Informatika Dan Informasi*, 4(2), 140–148.
- Jannah, R. (2023). Utilization of Whatsapp Business in Marketing Strategy to Increase the Number of Sales Through Direct Interaction with Customers. *Syntax Idea*, 5(4), 488–495.
- Khairunnisa, A., Salma, S. A., & Susanto, H. (2024). Perancangan Dashboard Risk Register dengan Metode Human Centered Design untuk Meningkatkan Efektivitas Manajemen Risiko. *Jurnal Rekayasa Sistem Dan Industri*, 11(1), 69–74.
- Lyon, A. R., & Koerner, K. (2016). User-Centered Design for Psychosocial Intervention Development and Implementation. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 23(2), 180–200.
- Pandir, M., & Knight, J. (2006). Homepage aesthetics: The search for preference factors and the challenges of subjectivity. *Interacting with Computers*, 18(6), 1351–1370.
- Prasetio, M. D., Salma, S. A., Caesaron, D., R, N. I. A., & Nugraha, A. P. (2022). Rancangan Alat Pemotong Singkong Otomatis Untuk Meningkatkan Produktivitas Dan Kualitas Produksi Keripik Singkong Di Desa Sukapura. *Charity : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1a), 1–6.
- Salma, S. A., Caesaron, D., Prasetyo, M. D., R, N. I. A., & Nugraha, A. P. (2021). EDUKASI DAN SOSIALISASI ALAT PEMOTONG SINGKONG MENJADI KERIPIK SINGKONG UNTUK PENINGKATAN KUALITAS DAN PRODUKTIVITAS DI DESA SUKAPURA, KABUPATEN BANDUNG. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 5(4), 1494–1503.
- Salma, S. A., Pratama, G. B., & Widyanti, A. (2021). A conceptual design of modified Human Factor Analysis and Classification System mobile application. *Journal of Physics: Conference Series*, 1858(1), 012079.
- Salma, S. A., Safrudin, Y. N., & Budiasih, E. (2024). A Conceptual Design for Smart Risk Assessment. *E3S Web of Conferences*, 517.
- Zulfaa, S., Yestica, T., & Salma, S. (2024). Factor Analysis Of The Influence Of Promotions, Product Quality, Service Quality, Brand Awareness And Communication On Purchase Interest In Food Catering Businesses. *Jurnal Teknik Industri*.

ANALISIS FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERILAKU *SAFETY RIDING* PADA MAHASISWA

(*Analysis of Factors Influencing Safety Riding Behavior in University Students*)

Rifanny Rifqiyanti¹ dan Dyah Santhi Dewi^{2*}

¹Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Kampus ITS, Jalan Raya ITS, Keputih Sukolilo, Surabaya

E-mail: dyah@ie.its.ac.id

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas menjadi penyebab utama kematian pada anak muda berusia 15-29 tahun. Korban meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas pun terus meningkat, termasuk korban dengan status mahasiswa. Penyebab kecelakaan didominasi oleh perilaku berkendara yang tidak aman, seperti melanggar rambu dan marka lalu lintas. Faktor yang memengaruhi perilaku berkendara yang selamat harus diidentifikasi agar dapat dilakukan upaya untuk meminimalkan angka kecelakaan. Namun, belum ada penelitian yang berfokus pada perilaku berkendara yang selamat pada mahasiswa dengan variabel adanya polisi dan CCTV, beban tugas, jarak tempuh, lingkungan, peran teman sebaya, dan perilaku pengguna jalan lain. Penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perilaku *safety riding* pada mahasiswa menggunakan *Structural Equation Model* (SEM). Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi perilaku berkendara yang tidak aman pada mahasiswa serta diberikan rekomendasi untuk meningkatkan perilaku *safety riding* pada mahasiswa. Faktor yang terbukti berpengaruh signifikan terhadap perilaku *safety riding* pada mahasiswa adalah perilaku pengguna jalan lain, lingkungan, dan teman sebaya. Rekomendasi yang diberikan adalah selalu waspada dengan kondisi sekitar ketika berkendara, menghindari berkendara saat sedang turun hujan, serta saling mengingatkan antar teman untuk meningkatkan kesadaran terhadap keselamatan berkendara.

Kata Kunci: Kecelakaan, Mahasiswa, Perilaku, Safety Riding, SEM

ABSTRACT

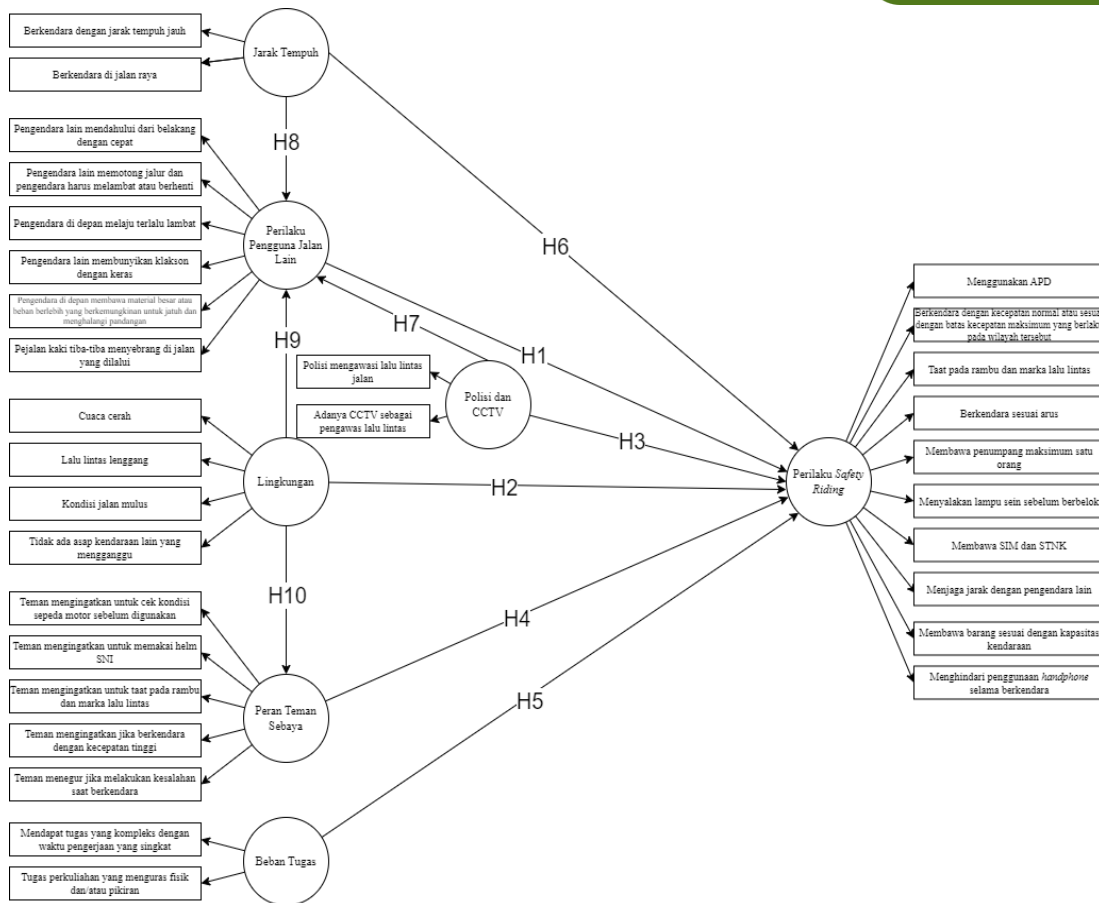
Traffic accidents are the main cause of death for young people aged 15-29 years. The death toll from traffic accidents continues to increase, including victims with student status. The causes of accidents are dominated by unsafe driving behavior, such as violating traffic signs and markings. Factors that influence safe driving behavior must be identified so that efforts can be made to minimize the number of accidents. However, there is no research that focuses on safe driving behavior in college students with the variables of the presence of police and CCTV, task load, distance traveled, environment, role of peers, and behavior of other road users. This study identified the factors that influence safety riding behavior in students using the Structural Equation Model (SEM). In addition, this study also identified unsafe driving behavior among students and provided recommendations to improve safety riding behavior among students. Factors that have a significant influence on safety riding behavior among students are the behavior of other road users, the environment and peers. The recommendations given are to always be aware of the surrounding conditions when driving, avoid driving when it is raining, the campus holds regular raids and campaigns related to safety riding, and reminds each other between friends to increase awareness of driving safety.

Keywords: Accidents, Students, Behavior, Safety Riding, SEM

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas merupakan penyebab utama kematian pada anak muda berusia 15-29 tahun [1]. Setiap tahunnya, sekitar 1,35 juta orang di dunia meninggal di jalan dan 20-50 juta orang terluka, menderita cedera non-fatal, dengan banyak yang mengalami kecacatan akibat cedera mereka [2]. Pejalan kaki, pengendara sepeda, serta pengendara kendaraan bermotor roda dua dan tiga beserta penumpangnya termasuk ke dalam "pengguna jalan yang rentan" dan merupakan setengah dari seluruh jumlah kematian lalu lintas jalan di dunia [3].

Negara dengan jumlah kecelakaan lalu lintas tertinggi di Asia Tenggara adalah Indonesia dengan 124.000 orang menjadi korban dan 25% dari korban tersebut meninggal dunia [4]. Tren kecelakaan lalu lintas di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Jumlah kecelakaan lalu lintas darat di Indonesia meningkat signifikan pada tahun 2022 menjadi 137.000 kasus dengan korban meninggal dunia sebanyak 27.000 jiwa. Kecelakaan lalu lintas pada tahun 2022 didominasi oleh sepeda motor dengan tingkat keterlibatan mencapai 70% [5]. Data menunjukkan bahwa korban dengan status pelajar dan mahasiswa merupakan korban kecelakaan paling banyak, yakni sejumlah



Gambar 1. Model Konseptual Awal

24,81% [6].

Kecelakaan lalu lintas sendiri sering terjadi di kota-kota besar. Hal tersebut disebabkan oleh perilaku pengendara yang berbahaya, seperti melawan arus, melanggar lampu merah, ugal-ugalan, dan melaju di atas trotoar [7]. Salah satu kota besar di Indonesia adalah Kota Surabaya. Surabaya yang merupakan salah satu kota besar di Indonesia sekaligus menjadi ibu kota Provinsi Jawa Timur juga mengalami kenaikan angka kecelakaan lalu lintas pada akhir tahun 2022 dengan didominasi oleh sepeda motor. Jumlah korban meninggal dunia dengan status pelajar dan mahasiswa juga meningkat di Kota Surabaya. Pemicu yang menjadi penyebab kecelakaan antara lain perilaku berkendara yang tidak aman, seperti melawan arus, berkendara melebihi batas kecepatan, balap liar, pelanggaran lalu lintas, serta mengantuk atau hilangnya konsentrasi pengendara [8]. Pre-survey kepada sebelas mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember mendapatkan hasil bahwa 81,8% kecelakaan yang dialami disebabkan oleh perilaku berkendara yang tidak aman.

Pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk mengurangi atau meminimalisir angka kecelakaan lalu lintas, salah satunya ialah program cara berkendara dengan selamat (safety riding). Berdasarkan penelitian terdahulu, perilaku safety riding dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, antara lain, pengetahuan, sikap, persepsi pengendara, dan peran keluarga. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap perilaku safety riding pada mahasiswa. Selain itu, diidentifikasi pula perilaku berkendara yang tidak aman pada mahasiswa serta diberikannya rekomendasi untuk meningkatkan perilaku safety riding pada mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Tahap pertama adalah melakukan tahap persiapan dimana pada tahap ini dilakukan pre-survey kepada sebelas mahasiswa ITS yang pernah mengalami kecelakaan. Hasil pre-survey menunjukkan bahwa 81,8% kecelakaan yang dialami oleh responden disebabkan oleh perilaku berkendara yang tidak aman, seperti berkendara dengan kecepatan tinggi. Kemudian, ditentukan variabel penelitian yang terdiri dari variabel laten eksogen dan endogen serta indikator yang digunakan untuk mengukur variabel laten tersebut. Variabel laten eksogen dan indikator penelitian ditentukan berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang tidak konsisten, hasil *pre-survey*, modifikasi variabel laten pada penelitian terdahulu, serta UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Variabel laten eksogen pada penelitian ini adalah perilaku pengguna jalan lain, lingkungan, adanya polisi dan CCTV, peran teman sebaya, beban tugas, serta jarak tempuh.

Responden penelitian ialah mahasiswa sarjana atau diploma ITS angkatan 2019-2022 yang berpengalaman mengendarai sepeda motor minimal satu tahun. Selanjutnya, ditentukan hipotesis penelitian berdasarkan hasil penelitian terdahulu dan hasil pre-survey. Hipotesis penelitian kemudian digambarkan pada model konseptual awal yang ditunjukkan pada gambar 1. Setelah itu, dibuat kuesioner penelitian menggunakan platform online Google Form. Kuesioner terdiri dari tiga bagian, yakni profil responden, bagian inti yang berisi pernyataan mengenai hal-hal yang dilakukan atau dialami responden selama berkendara (indikator) untuk dipilih intensitasnya oleh responden menggunakan skala *likert* (1-4), serta bagian pendukung yang berisi pertanyaan mengenai pengalaman berkendara responden.

Data dikumpulkan menggunakan kuesioner *online*, wawancara, serta observasi atau pengamatan langsung. Kuesioner online didistribusikan secara langsung kepada calon responden melalui media sosial seperti Line, Twitter, WhatsApp, dan Instagram. Wawancara dilakukan secara langsung dengan menemui calon responden yang memiliki waktu luang dan bersedia menjadi responden serta wawancara tidak langsung melalui pesan teks. Pengamatan langsung dilakukan di dalam wilayah kampus ITS Sukolilo. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*.

Data hasil kuesioner dan wawancara digunakan untuk identifikasi faktor yang berpengaruh signifikan terhadap perilaku *safety riding* pada mahasiswa menggunakan metode SEM pada software SmartPLS. Data hasil observasi digunakan untuk identifikasi perilaku berkendara yang tidak aman pada mahasiswa. Pengolahan data menggunakan metode SEM terdiri dari dua tahap, yakni evaluasi model pengukuran (*outer model*) dan evaluasi model struktural (*inner model*). Evaluasi *outer model* terdiri uji reliabilitas dan uji validitas. Setelah model dinyatakan valid dan *reliable*, selanjutnya dilakukan evaluasi *inner model* yang terdiri dari pengecekan *collinearity issues* menggunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF), uji hipotesis, serta pengukuran *model's explanatory power* menggunakan nilai R^2 .

Data yang telah diolah kemudian dianalisis untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam mengenai penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 157 responden yang berusia 18-23 tahun. Hasil kuesioner dan wawancara menunjukkan bahwa terdapat 94 responden (60%) yang terkadang masih berkendara dengan perilaku yang tidak aman.

Tabel 1. Hasil Nilai Uji Hipotesis

H	Hubungan	Hasil Uji Hipotesis
H ₁	PC > PJ	Adanya polisi dan CCTV berpengaruh negatif dan signifikan terhadap perilaku pengguna jalan lain.
H ₂	PC > SR	Adanya polisi dan CCTV berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap perilaku <i>safety riding</i> .
H ₃	BT > SR	Beban tugas berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap perilaku <i>safety riding</i> .
H ₄	J > PJ	Jarak tempuh berpengaruh positif dan signifikan terhadap perilaku pengguna jalan lain.
H ₅	J > SR	Jarak tempuh berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap perilaku <i>safety riding</i> .
H ₆	L > TS	Lingkungan berpengaruh positif dan signifikan terhadap peran teman sebaya.
H ₇	L > PJ	Lingkungan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap perilaku pengguna jalan lain.
H ₈	L > SR	Lingkungan berpengaruh positif dan signifikan terhadap perilaku <i>safety riding</i> .
H ₉	TS > SR	Peran teman sebaya berpengaruh positif dan signifikan terhadap perilaku <i>safety riding</i> .
H ₁₀	PJ > SR	Perilaku pengguna jalan lain berpengaruh negatif dan signifikan terhadap perilaku <i>safety riding</i> .

Perilaku berkendara yang tidak aman pada mahasiswa, antara lain, tidak menggunakan helm, melanggar lampu merah, melawan arah atau arus, melanggar rambu dan marka lalu lintas, atribut sepeda motor yang tidak sesuai standar (knalpot *racing* atau kaca spion yang tidak lengkap), berkendara dengan kecepatan tinggi, melakukan rem mendadak, tidak fokus saat berkendara, berkendara saat sedang mengantuk, tidak menjaga jarak dengan pengendara lain, berbincang dengan penumpang yang dapat mengakibatkan kecelakaan, tidak memperhatikan haluan saat akan berbelok atau mendahului kendaraan lain, membawa penumpang lebih dari satu, tidak menyalakan lampu sein sebelum berbelok, menggunakan *handphone* saat berkendara, serta tidak membawa SIM dan STNK.

Evaluasi model pengukuran digunakan untuk menguji reliabilitas dan validitas model. Sehingga, indikator yang tidak memenuhi kriteria pengukuran harus dihilangkan atau dieliminasi dari model. Pengukuran pertama ialah pengukuran *indicator loading* yang digunakan untuk mengukur korelasi bivariat antara indikator dengan

konstruknya. Nilai batas minimum pengukuran *indicator loading* adalah 0,5 [10]. Terdapat empat indikator yang mendapatkan nilai *loading* di bawah batas minimum, yakni pengendara di depan melaju terlalu lambat (PJ3), pengendara lain membunyikan klakson dengan keras (PJ4), teman mengingatkan untuk cek kondisi sepeda motor sebelum digunakan (TS1), dan menyalakan lampu sein sebelum berbelok (SR6). Karena terdapat indikator yang mendapatkan nilai *loading* di bawah batas minimum, maka model harus dikonstruksi ulang dan dilakukan kembali evaluasi model pengukuran. Setelah dilakukan konstruksi ulang, seluruh indikator mendapatkan nilai *loading* di atas batas minimum.

Pengukuran kedua ialah pengukuran Composite Reliability untuk mengukur sejauh mana indikator-indikator yang mengukur konstruk yang sama dikaitkan satu sama lain. Nilai batas minimum pengukuran CR ialah 0,6 [10]. Seluruh konstruk pada model penelitian telah memenuhi batas minimum tersebut yang berarti seluruh indikator yang digunakan untuk mengukur konstruk memiliki reliabilitas yang baik.

Pengukuran ketiga ialah pengukuran validitas konvergen menggunakan nilai *Average Variance Extracted* (AVE) yang digunakan untuk mengukur kemampuan konstruk untuk menjelaskan varian dari indikatornya. Nilai batas minimum pengukuran AVE adalah 0,5 [10]. Terdapat satu konstruk yang mendapatkan nilai AVE di bawah batas minimum, yakni konstruk perilaku *safety riding* yang berarti indikator dengan nilai *loading* terendah pada konstruk perilaku *safety riding* harus dieliminasi untuk menaikkan nilai AVE. Setelah satu indikator dengan nilai *loading* terendah pada konstruk perilaku *safety riding* (SR7: membawa SIM dan STNK) dieliminasi, seluruh konstruk pada model penelitian telah memenuhi batas minimum pada pengukuran AVE yang berarti seluruh konstruk pada model penelitian mampu menjelaskan setidaknya 50% varian dari indikatornya.

Pengukuran keempat ialah pengukuran validitas diskriminan menggunakan nilai korelasi *Heretroit-Monoroit Ratio* (HTMT) yang digunakan untuk mengukur nilai rata-rata korelasi indikator di seluruh konstruksi. Nilai batas maksimum pengukuran HTMT adalah 0,9 [10]. Seluruh konstruk mendapatkan nilai HTMT di bawah batas maksimum tersebut yang berarti setiap konstruk berbeda dari konstruk lain dalam model (unik) atau setiap konstruk pada model memiliki identitasnya masing-masing.

Evaluasi Model Struktural (Inner Model)

Pertama, dilakukan pengecekan *collinearity issues* menggunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) untuk melihat apakah terdapat potensi masalah kolinearitas pada model penelitian. Nilai batas maksimum pengukuran VIF ialah 0,3 [10]. Seluruh hipotesis penelitian mendapatkan nilai VIF kurang dari 0,3 yang berarti tidak ada potensi masalah kolinearitas pada model penelitian.

Setelah dipastikan tidak ada potensi masalah kolinearitas pada model, selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan melihat nilai *p-value* dan koefisien *path*. Nilai batas maksimum *p-value* adalah 0,1 untuk menunjukkan hubungan yang signifikan. Terdapat tujuh hipotesis yang mendapatkan nilai *p-value* kurang dari 0,1 yang berarti kedua konstruk pada tujuh hipotesis tersebut terbukti memiliki hubungan yang signifikan. Koefisien *path* yang bernilai positif menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang selaras atau satu arah antar kedua konstruk tersebut. Terdapat lima hipotesis yang memiliki nilai koefisien *path* positif. Hasil nilai uji hipotesis dapat dilihat pada tabel 1.

Pengukuran *model's explanatory power* menggunakan nilai R^2 menunjukkan hasil bahwa seluruh konstruk endogen pada penelitian, yakni konstruk peran teman sebaya, perilaku pengguna jalan lain, dan perilaku *safety riding* mendapatkan nilai R^2 yang lemah sampai *moderate* dan hasil tersebut dapat diterima karena penelitian ini merupakan penelitian *exploratory* dengan variabel yang belum pernah diteliti atau ditemukan pada penelitian terdahulu mengenai perilaku *safety riding*.

Rekomendasi untuk Meningkatkan Perilaku Safety Riding pada Mahasiswa

Mahasiswa harus selalu memperhatikan kondisi sekitar dan berhati-hati untuk menghindari kontak dengan pengguna jalan lain yang berperilaku tidak aman. Mahasiswa dianjurkan untuk menjaga jarak dengan pengendara lain dan berkendara dengan kecepatan standar untuk menghindari kecelakaan karena rem mendadak saat terjadi sesuatu di sekitar. Beberapa responden juga mengalami kecelakaan karena ditabrak dari belakang. Oleh karena itu, dianjurkan pula untuk menjaga jarak dengan kendaraan di belakang dengan melihat dari kaca spion. Pengendara sepeda motor dianjurkan untuk selalu menggunakan jalur paling kiri di jalan raya untuk menghindari terjadinya kontak dengan kendaraan besar, seperti mobil atau truk.

Mahasiswa juga dianjurkan untuk tidak berkendara saat kondisi cuaca buruk, seperti saat sedang turun hujan karena kondisi lingkungan yang buruk merupakan salah satu penyebab banyaknya kecelakaan yang dialami oleh responden. Mahasiswa juga dianjurkan untuk menghindari jalur yang diketahui memiliki permukaan jalan yang buruk, seperti jalanan yang berlubang, bergeronjal, atau jalanan yang licin agar dapat berkendara dengan lebih

aman dan nyaman. Mahasiswa dianjurkan untuk saling mengingatkan antar teman karena jawaban responden menunjukkan bahwa 63% responden selalu mendengarkan teguran atau himbauan dari teman sebayanya.

Pihak kampus juga dianjurkan untuk melakukan razia secara berkala mengenai perilaku berkendara mahasiswa. Mahasiswa yang berperilaku tidak aman atau yang tidak sesuai dengan peraturan dapat diberi hukuman atau denda untuk memberikan efek jera. Selain itu, dapat pula diadakan kampanye dan pelatihan mengenai *safety riding* untuk meningkatkan pengetahuan mengenai *safety riding* dan kemampuan berkendara mahasiswa serta sebagai upaya meningkatkan kesadaran terhadap keselamatan berkendara.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah mahasiswa sebenarnya telah mengetahui bentuk perilaku *safety riding*, tetapi memang tidak maksimal dalam mengimplementasikannya. Mahasiswa terkadang masih berperilaku tidak aman ketika berkendara. Didapatkan enam belas perilaku berkendara tidak aman yang dilakukan oleh mahasiswa, antara lain, tidak menggunakan helm, melanggar rambu dan marka lalu lintas, serta berkendara dengan kecepatan tinggi. Faktor yang terbukti berpengaruh signifikan terhadap perilaku *safety riding* pada mahasiswa adalah perilaku pengguna jalan lain, lingkungan, dan peran teman sebaya. Diberikan tiga belas rekomendasi untuk meningkatkan perilaku *safety riding* pada mahasiswa berdasarkan hasil SEM dan observasi yang dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih untuk semua pihak yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian ini termasuk para responden dan pemberi dana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization. (2015). *Global status report on road safety 2015*. [Online]. Available: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/189242>
- [2] World Health Organization. (2022, Juni 20). *Road traffic injuries*. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- [3] World Health Organization. (2018, Desember 17). *10 facts about road safety*. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/road-safety>
- [4] D. Kurniawan. (2023, Februari 14). *Kecelakaan Indonesia tertinggi di Asia Tenggara, 25 persen korban mati*. [Online]. Available: <https://www.jawapos.com/otomotif/01436427/kecelakaan-indonesia-tertinggi-di-asia-tenggara-25-persen-korban-mati>
- [5] A. Warits dan M. L. Hermansyah. (2023, April 3). *Ratusan ribu kasus kecelakaan lalu lintas sepanjang 2022, didominasi pelajar*. [Online]. Available: <https://jatim.viva.co.id/kabar/3571-ratusan-ribu-kasus-kecelakaan-lalu-lintas-sepanjang-2022-didominasi-pelajar?page=all>
- [6] M. Ridwan. (2023, April 7). *Jasa Raharja sebut kecelakaan lalu lintas didominasi pelajar dan mahasiswa*. [Online]. Available: <https://www.jawapos.com/nasional/01475589/jasa-raharja-sebut-kecelakaan-lalu-lintas-didominasi-pelajar-dan-mahasiswa>
- [7] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2022, September 13). *Bertransportasi yang selamat*. [Online]. Available: <https://dephub.go.id/post/read/bertransportasi-yang-selamat>
- [8] D. Prastyo. (2022, Desember 8). *Korban tewas kecelakaan di Surabaya meningkat meski ETLT bekerja maksimal*. [Online]. Available: <https://www.detik.com/jatim/berita/d-6449074/korban-tewas-kecelakaan-di-surabaya-meningkat-meski-etle-bekerja-maksimal>
- [9] Pemerintah Pusat Republik Indonesia. (2009). Undang-undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- [10] J. F. Hair *et al.*, *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R: A Workbook*. Cham, Switzerland: Springer, 2021

PENGARUH PERSEPSI DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN TERHADAP PENGGUNAAN JEMBATAN PENYEBERANGAN

(The Influence of Perception on Decision Making Regarding the Use of Pedestrian Sky Cross)

Listiani Nurul Huda¹, Cinthya Margaretta², Naomi Cevania Purba²

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Kampus USU, Jalan Almamater, Kampus USU, Medan, Sumatera Utara

20155 E-mail: listiani@usu.ac.id

ABSTRAK

Tingginya tingkat kecelakaan lalu lintas yang menyebabkan cedera bahkan kematian masih menjadi perhatian global terutama bagi pengguna jalan yang rentan yaitu pejalan kaki. Terdapat berbagai faktor yang memengaruhi kecelakaan pada pejalan kaki dimana salah satunya adalah perilaku berisiko ketika menyebrang jalan. Hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keselamatan pada pejalan kaki adalah dengan menyediakan jembatan penyeberangan khususnya di daerah padat lalu lintas. Rendahnya tingkat penggunaan jembatan penyeberangan berhubungan dengan persepsi pejalan kaki. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana persepsi yang dimiliki oleh pejalan kaki menentukan tindakan dalam pengambilan keputusan terhadap penggunaan jembatan penyeberangan. Metode yang digunakan dalam penelitian berdasarkan Teori TPB (*Theory of Planned Behavior*). Subjek yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 10 orang pejalan kaki yang ditemui secara random, dengan kondisi 5 orang pejalan kaki yang menyebrangi jalan menggunakan jembatan penyeberangan dan 5 orang pejalan kaki yang menyebrangi jalan tanpa menggunakan jembatan penyeberangan. Teori TPB digunakan melalui wawancara terhadap subjek. Hasil teori TPB akan mengkategorikan hasil wawancara kedalam tiga kelompok keyakinan dan empat kelompok perasaan. Pengelompokan tersebut menjelaskan bagaimana persepsi dan emosi akan mempengaruhi pengambilan keputusan dalam penggunaan jembatan penyeberangan oleh pejalan kaki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi positif tentang faktor keamanan dan ingin mencoba hal baru mendorong pejalan kaki untuk memutuskan menggunakan jembatan penyeberangan ketika menyeberang. Hal ini mengindikasikan bahwa persepsi positif tersebut menghasilkan emosi positif seperti adanya rasa aman dan ingin mencoba hal baru saat menggunakan jembatan penyeberangan.

Kata kunci: Jembatan Penyeberangan, Pejalan Kaki, Pengambilan Keputusan, Persepsi, Teori TBP

ABSTRACT

The high rate of traffic accidents that cause injuries and even deaths is still a global concern, especially for vulnerable road users, namely pedestrians. There are various factors that affect accidents in pedestrians, one of which is risky behavior when crossing the road. What can be done to improve pedestrian safety is to provide a pedestrian bridge, especially in heavy traffic areas. The low level of use of pedestrian bridges is related to pedestrian perception. This study aims to explain how the perception possessed by pedestrians determines actions in decision-making on the use of pedestrian bridges. The method used in the research is based on the Theory of Planned Behavior (TPB). The subjects involved in this study were 10 pedestrians who were randomly encountered, with the condition of 5 pedestrians who crossed the road using a pedestrian bridge and 5 pedestrians who crossed the road without using a pedestrian bridge. The theory of SDGs is used through interviews with subjects. The results of the TPB theory will categorize the results of the interviews into three belief groups and four groups of feelings. The grouping explains how perceptions and emotions will influence decision-making in the use of pedestrian bridges. The results of the study show that a positive perception of safety factors and wanting to try new things encourages pedestrians to decide to use a pedestrian bridge when they are going to cross. This indicates that the positive perception produces positive emotions such as a sense of security and wanting to try new things when using a pedestrian bridge.

Keywords: Decision-Making, Sky Cross, Pedestrians, Perceptions, Theory of Planned Behavior

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas yang menyebabkan kematian dan cedera masih menjadi perhatian global dimana keselamatan para pengguna jalan yang rentan, terutama pejalan kaki, masih menjadi masalah utama. Kecelakaan pada pejalan kaki disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah perilaku berisiko ketika mereka menyeberang jalan. Salah satu langkah yang sangat penting untuk meningkatkan keselamatan pejalan kaki adalah dengan memisahkan jalur mereka dari pengguna jalan lain (seperti pengemudi mobil atau pengendara sepeda motor) yang dapat dilakukan dengan membangun jembatan penyeberangan.

Penggunaan jembatan penyeberangan cenderung bervariasi secara signifikan dalam masyarakat yang berbeda. Hal tersebut dapat kita lihat dari beberapa penelitian terdahulu. Sisiopiku (2003) mengamati perilaku dan persepsi pejalan kaki terhadap berbagai fasilitas pejalan kaki. Di antara berbagai faktor, keselamatan dan kenyamanan merupakan faktor utama dalam penggunaan fasilitas penyeberangan. Rasanen., et al. (2007) melakukan studi terhadap lima jembatan penyeberangan pejalan kaki di Turki. Studi ini berfokus pada menemukan faktor-faktor yang memengaruhi penggunaan jembatan penyeberangan oleh pejalan kaki. Keterjangkauan pejalan kaki terhadap lokasi, keselamatan dan kenyamanan dianggap sebagai variabel independen. Studi ini juga menyarankan bahwa penyediaan eskalator pada jembatan penyeberangan dapat meningkatkan kinerja jembatan, sementara lampu lalu lintas di bawah jembatan berhubungan negatif dengan tingkat penggunaan jembatan. Ramandani., et al. (2018) melakukan penelitian mengenai efisiensi penyeberangan jembatan pejalan kaki di Banjarmasin, Indonesia. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penghematan waktu adalah faktor paling signifikan yang memengaruhi preferensi pejalan kaki untuk memilih penyeberangan di jalan raya. Alasan lain pemilihan penyeberangan jalan raya adalah kurangnya pemeliharaan dan kebersihan jembatan penyeberangan serta adanya pengemis di jembatan tersebut. Penelitian ini juga menyarankan agar dilakukan pemasangan pagar di jembatan untuk meningkatkan jumlah pejalan kaki yang menggunakan jembatan dan pemeliharaan serta kebersihan jembatan perlu dilakukan dengan baik. Saadati., et al. (2019) melakukan penelitian mengenai faktor-faktor yang memengaruhi penggunaan jembatan penyeberangan pejalan kaki di Iran. Penampilan buruk jembatan dan pencahayaan yang rendah merupakan hambatan bagi pejalan kaki dalam menggunakan jembatan penyeberangan. Penelitian ini juga menekankan bahwa ketika pejalan kaki bersama anak, mereka cenderung menggunakan jembatan penyeberangan. Solorzano., et al. (2010) menguji alasan pejalan kaki memilih menggunakan atau tidak menggunakan jembatan penyeberangan di kota Meksiko. Hasil studi menunjukkan bahwa alasan utama penggunaan jembatan penyeberangan adalah keselamatan, sedangkan alasan utama tidak menggunakan jembatan penyeberangan adalah kemalasan. Selain itu, karakteristik fisik jembatan terbukti signifikan dalam memutuskan penggunaan jembatan penyeberangan oleh pejalan kaki.

Selain itu, Laporan Status Global tentang Keselamatan Jalan Raya 2018, yang diluncurkan oleh WHO pada Desember 2018, menunjukkan bahwa jumlah kematian akibat kecelakaan lalu lintas tahunan mencapai 1,35 juta. Cedera lalu lintas di jalan raya kini merupakan penyebab kematian utama bagi orang berusia 5-29 tahun. Beban ini terutama ditanggung oleh pejalan kaki, pengendara sepeda dan pengendara sepeda motor, terutama mereka yang tinggal di negara berkembang. Menurut statistik lalu lintas Iran pada tahun 2006, 38% dari kecelakaan di Tehran terkait dengan perilaku pejalan kaki, seperti tidak menggunakan jembatan penyeberangan. Penelitian juga menunjukkan bahwa tingkat penggunaan jembatan pejalan kaki di Vietnam, Turki dan Malaysia sebesar 35,9%- 96,5%, 6%-63% dan 19%-74%. Pejalan kaki mengalami cedera karena berbagai alasan termasuk perilaku berisiko. Oleh karena itu, untuk meningkatkan perilaku lalu lintas yang aman, diperlukan pemahaman menyeluruh tentang faktor-faktor psikologis yang mendasari dan berpengaruh terhadap perilaku pejalan kaki pada tingkat individu. Informasi yang diperlukan untuk memahami faktor-faktor tersebut dapat diperoleh melalui pengumpulan data kualitatif yang berlandaskan teori dimana umumnya memiliki tingkat efektivitas yang lebih tinggi.

Sikap memiliki peran yang kuat dalam memprediksi perilaku. Sikap dapat didefinisikan sebagai hasil pengambilan keputusan terhadap obyek yang diekspresikan ke dalam proses-proses kognitif, afektif (emosi) dan perilaku. Sebagai suatu konsep hipotesis, sikap tidak dapat diukur secara langsung, tetapi dapat disimpulkan dari respon yang teramati. Teori TPB (*Theory of Planned Behavior*) merupakan salah satu teori yang paling komprehensif dan sesuai dalam memahami perilaku.

Menurut teori ini, persepsi seseorang akan memengaruhi emosi orang tersebut dimana emosi akan berdampak pada pengambilan keputusan. Persepsi seseorang terhadap sesuatu sangat ditentukan oleh pengalaman,

tingkat perhatian dan emosi. Teori ini mengarahkan perilaku manusia menjadi tiga faktor keyakinan yaitu keyakinan perilaku, keyakinan normatif, dan keyakinan kontrol. Keyakinan perilaku menciptakan sikap yang menguntungkan atau tidak menguntungkan terhadap perilaku. Keyakinan normatif adalah tentang bagaimana seseorang berpikir bahwa orang yang paling penting dalam hidup mereka berpikir mereka harus atau tidak boleh melakukan perilaku tertentu. Keyakinan normatif mengarah pada pembentukan tekanan sosial yang dirasakan atau norma mental. Keyakinan kontrol adalah tentang faktor internal dan eksternal yang dapat membuat melakukan perilaku mudah atau sulit. Keyakinan ini menciptakan kontrol perilaku yang dirasakan. Studi tentang keyakinan perilaku, normatif, dan kontrol adalah dasar untuk pengembangan intervensi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan dampak persepsi yang dimiliki oleh pejalan kaki yang memengaruhi emosi sehingga berdampak pada pengambilan keputusan terhadap penggunaan jembatan penyeberangan.

METODE

Subjek yang berpartisipasi dalam penelitian ini berjumlah 10 orang (Sugiyono, 2014) yang berada dalam rentang usia produktif yaitu 18-54 tahun (WHO, 2017). Teknik penentuan sampel dengan *purposive sampling* dimana subjek dipilih dengan kriteria tertentu. Subjek penelitian berpartisipasi dalam wawancara berlandaskan TPB (*Theory of Planned Behavior*) yang merupakan salah satu teori paling komprehensif dan sesuai untuk memahami perilaku. Teori ini berisi pertanyaan terbuka (wawancara semi-struktural) yang dirancang untuk menggali kode- kode yang terkait dengan alasan penggunaan jembatan oleh pejalan kaki.

Menurut teori ini, perilaku manusia ditentukan oleh tiga faktor utama: keyakinan mengenai perilaku itu sendiri, keyakinan tentang norma sosial, dan keyakinan tentang kendali atas perilaku tersebut. Keyakinan tentang perilaku membentuk persepsi yang positif atau negatif terhadap perilaku tersebut. Keyakinan tentang norma sosial berkaitan dengan bagaimana seseorang mempersepsikan pandangan orang terdekat tentang apakah harus atau tidak melakukan perilaku tertentu. Sementara itu, keyakinan tentang kendali perilaku membentuk persepsi yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam melaksanakan perilaku tersebut. Berikut panduan topik pada TPB (*Theory of Planned Behavior*).

1. Sikap (Keyakinan Perilaku)
 - a. Apa keuntungan dari penggunaan jembatan untuk pejalan kaki?
 - b. Apa kekurangan dari penggunaan jembatan untuk pejalan kaki?
2. Norma Subjektif (Keyakinan Normatif)
 - a. Apakah ada orang atau kelompok yang menyetujui penggunaan jembatan oleh anda? Siapa?
 - b. Apakah ada orang atau kelompok yang tidak menyetujui penggunaan jembatan oleh Anda? Siapa?
3. Kendali Perilaku (Keyakinan Kontrol)
 - a. Faktor atau situasi apa yang membuat Anda merasa mudah menggunakan jembatan?
 - b. Faktor atau situasi apa yang membuat Anda merasa sulit atau tidak mungkin untuk menggunakan jembatan?

Hasil wawancara kemudian akan dikategorikan berdasarkan faktor pada TPB dan jenis perasaan yang ditunjukkan oleh pejalan kaki, kategori tersebut berupa kekhawatiran, keamanan, kemarahan, dan perasaan lainnya. Setelah dikategorikan maka akan ditarik kesimpulan bagaimana persepsi dan emosi akan mempengaruhi pengambilan keputusan dalam penggunaan jembatan penyeberangan oleh pejalan kaki. Ajzen dan Fishbein mengusulkan tiga hukum untuk menentukan sebagian besar keyakinan yang disebutkan:

1. Pertimbangkan 10 atau 12 keyakinan yang memiliki frekuensi paling banyak.
2. Pertimbangkan semua keyakinan yang disebutkan oleh setidaknya 10% atau 20% dari peserta.
3. Pertimbangkan sebanyak mungkin keyakinan yang diperlukan untuk membentuk persentase tertentu (misalnya, 75%) dari total jawaban yang disebutkan. Keyakinan dipilih bahwa setidaknya 10% dari peserta telah membicarakannya sebagai keyakinan yang luar biasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada jembatan penyeberangan yang terdapat di kawasan Kota Medan. Jembatan penyeberangan ini menjadi penghubung antara Yuki Simpang Raya dan Masjid Raya Al-Mashun seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**. Jembatan ini berada diatas arus lalu lintas 2 jalur. Subjek penelitian ini adalah sebanyak 10 orang yang dipilih secara random dan dibagi menjadi 2 kategori, yaitu 5 orang pejalan kaki yang

menyebrangi jalan menggunakan jembatan penyeberangan dan 5 orang pejalan kaki yang menyebrangi jalan tanpa menggunakan jembatan penyeberangan seperti ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Sumber: Pengumpulan Data

Gambar 1. Jembatan penyeberangan yang menjadi lokasi pada penelitian ini.



(a)



(b)

Sumber: Pengumpulan Data

Gambar 2. Subjek penelitian: (a) pejalan kaki yang menyebrangi jalan menggunakan jembatan penyeberangan; (b) pejalan kaki yang menyebrangi jalan tanpa menggunakan jembatan penyeberangan.

Penelitian ini melibatkan 10 orang pejalan kaki (6 orang laki-laki dan 4 orang perempuan) dengan rentang usia adalah 18-54 tahun, yang kebanyakan memiliki status belum menikah. Sebaran profesi dari pejalan kaki adalah pelajar/mahasiswa, karyawan swasta, ibu rumah tangga, PNS, dan wiraswasta. **Tabel 1.** Menunjukkan demografi dari subjek penelitian yang dipilih secara random untuk diwawancarai.

Tabel 1. Demografi Subjek Penelitian

Variabel		Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-Laki	60
	Perempuan	40
Umur	18-23	20
	24-39	30
	30-35	10
	36-54	40
Pekerjaan	Pelajar/Mahasiswa	40
	Karyawan Swasta	10
	Ibu Rumah Tangga	10
	PNS	30
	Wiraswasta	10
Status	Belum Menikah	70
	Sudah Menikah	30

Sumber: Pengumpulan Data

Hasil wawancara yang dilakukan terhadap pejalan kaki dirangkum kedalam **Tabel 2.** berdasarkan 3 faktor utama berdasarkan pada TPB (*Theory of Planned Behavior*).

Tabel 2. Hasil Wawancara

Faktor Keyakinan		Kutipan Wawancara
Sikap (Keyakinan Perilaku)	Keuntungan	PK1 “Saya tidak berani menyebrangi jalan yang padat lalu lintas, saya kira jembatan penyeberangan ini membantu saya” PK5 “Saya menikmati pemandangan dari atas”
	Kerugian	PK3 “Saya takut ketinggian, saya rasa jembatan itu akan roboh kalau saya menggunakannya” PK7 “Saya sudah berumur, tidak sanggup naik tangga sebanyak itu, lebih baik lewat dari bawah saja”
Norma Subjektif (Keyakinan Normatif)	Setuju	PK2 “Orang tua saya bilang lebih baik lewat jembatan penyeberangan daripada dari bawah, padat sekali kendaraan yang melintas”
	Tidak Setuju	PK4 “Ibu saya bilang jangan melalui jembatan karena adik saya yang kecil ikut, soalnya dia minta turun kalau naik jembatan itu, bahaya kalau dia berlarian”
Kendali Perilaku (Keyakinan Kontrol)	Memberdayakan	PK8 “Sepertinya di Medan saya hanya menjumpai 1 jembatan penyeberangan seperti ini, saya mau mencobanya, ternyata menyenangkan” PK6 “Pengalaman baru bagi saya menggunakan jembatan penyeberangan ini”
	Meragukan	PK9 “Aduh, lutut saya sudah bermasalah, naik tangga sebanyak itu, saya sudah tidak kuat” PK10 “Jembatan itu cocoknya untuk anak muda, yang sudah tua seperti saya ini, gak berani lagi naik keatas, tinggi sekali itu seperti ini”

Sumber: Pengumpulan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwa tiga faktor keyakinan (keyakinan perilaku, norma subjektif/keyakinan normatif dan kendali perilaku/keyakinan kontrol) mengindikasikan bahwasanya persepsi dalam penggunaan jembatan penyeberangan bersifat positif dan negatif. Masing-masing menunjukkan hasil sebesar 20%, 10% dan 20%. Hal ini mengindikasikan bahwasanya persepsi positif untuk menggunakan jembatan penyeberangan didominasi oleh faktor keamanan dan keinginan dalam mencoba hal baru. Sebaliknya persepsi negative untuk tidak menggunakan

jembatan penyeberangan didominasi oleh faktor kesehatan. Kemudian persepsi tersebut akan memengaruhi emosi pejalan kaki.

Persepsi positif mengindikasikan bahwa jembatan penyeberangan membantu pejalan kaki dengan selamat sekaligus dapat melihat keadaan lalu lintas dari atas dalam hal kenyamanan didominasi oleh sikap dan perilaku. Persepsi memiliki dampak signifikan pada emosi seseorang. Emosi adalah respons psikologis yang timbul sebagai hasil dari cara seseorang mempersepsikan dan menafsirkan situasi atau stimulus tertentu. Ketika seseorang mempersepsikan situasi sebagai menyenangkan, aman, atau positif, mereka cenderung mengalami emosi positif seperti kebahagiaan atau kegembiraan. Sebaliknya, jika mereka mempersepsikan situasi sebagai berbahaya atau tidak menyenangkan, mereka mungkin mengalami emosi negatif seperti ketakutan atau kecemasan. Kemudian emosi akan mempengaruhi tindakan apa yang akan dilakukan dalam menghadapi suatu situasi.

Sebagaimana emosi dapat memengaruhi pengambilan keputusan, maka perasaan yang dilaporkan berdasarkan hasil wawancara, dikelompokkan menjadi 4 kategori, yaitu kekhawatiran, ketidakamanan, kemarahan, dan kejutan atau perasaan lainnya.

Tabel 3. Perasaan/Emosi

Kategori	Perasaan yang timbul	Kutipan Wawancara
Khawatir	Merasa tidak aman Ketakutan Stress Ketidaknyamanan	PK1 “Saya tidak berani menyebrangi jalan yang padat lalu lintas, saya kira jembatan penyeberangan ini membantu saya” PK7 “Saya sudah berumur, tidak sanggup naik tangga sebanyak itu, lebih baik lewat dari bawah saja” PK10 “Jembatan itu cocoknya untuk anak muda, yang sudah tua seperti saya ini, gak berani lagi naik keatas, tinggi sekali itu sepeertinya” PK3 “Saya takut ketinggian, saya rasa jembatan itu akan roboh kalau saya menggunakannya”
Ketidakamanan	Keselamatan Tanpa gangguan Santai Keyakinan	PK5 “Kalau dari atas, saya jadi lebih santai, tidak terlalu pusing lihat kiri dan kanan sebelum menyebrang” PK2 “Saya pernah nyaris tertabrak dulu karena menyebrang, kalau ada jembatan seperti ini kan, jadi aman dan selamat sampai tujuan” PK8 “Agak rawan yah sebenarnya, ada bagian yang rentan saya rasa saat berjalan, tapi tidak semua sih, hanya bagian itu”
Kemarahan	Frustasi Iritasi Kecewa Amarah Jengkel	PK9 “Aduh, lutut saya sudah bermasalah, naik tangga sebanyak itu, saya sudah tidak kuat” PK8 “Padat sekali lho dibawah sana, kalau ada yang mau nyebrang, pasti akan diklakson sama pengemudi, sudah bingung ditambah dengan keributan, kesal jadinya”
Kejutan dan Perasaan lainnya	Terkejut Heran Keberatan	PK8 “Sepertinya di Medan saya hanya menjumpai 1 jembatan penyeberangan seperti ini, saya mau mencobanya, ternyata menyenangkan” PK6 “Pengalaman baru bagi saya menggunakan jembatan penyeberangan ini” PK5 “Saya menikmati pemandangan dari atas”

Sumber: Pengumpulan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwasanya persepsi positif menimbulkan emosi positif yang mengarah pada rasa aman dan nyaman saat menggunakan jembatan penyeberangan. Emosi positif memiliki nilai sebesar 58% yang mendorong pejalan kaki memilih untuk menggunakan jembatan penyeberangan. Persepsi negatif menimbulkan emosi negatif yang mengarah pada rasa khawatir dan ketakutan saat menggunakan jembatan penyeberangan. Emosi negatif memiliki nilai sebesar 42% yang mendorong pejalan kaki untuk memilih tidak menggunakan jembatan penyeberangan.

Hasil penelitian terkait keyakinan perilaku menunjukkan bahwa pejalan kaki cenderung memiliki persepsi yang positif dengan adanya jembatan penyeberangan. Hal tersebut dapat kita lihat dari beberapa respon pejalan kaki saat wawancara seperti “Saya tidak berani menyebrangi jalan yang padat lalu lintas, saya kira jembatan penyeberangan ini membantu saya” atau “Kalau dari atas, saya jadi lebih santai, tidak terlalu pusing lihat kiri dan kanan sebelum menyebrang”. Pejalan kaki melihat jembatan penyeberangan sebagai pilihan yang aman, terutama ketika lalu lintas sedang padat dan kendaraan melaju dengan cepat. Persepsi tersebut kemudian mempengaruhi perasaan atau emosi pejalan kaki. Hal ini kemudian berdampak pada keputusan pejalan kaki untuk memilih menyeberang menggunakan jembatan guna menghindari situasi yang lebih stres, sambil menikmati pemandangan dari atas. Meskipun begitu, penggunaan jembatan sering dihindari karena alasan kesehatan yang menjadi pertimbangan bagi orang tua, serta rasa takut pada ketinggian yang terkadang dirasakan oleh generasi muda.

Hasil penelitian terkait keyakinan normatif menunjukkan bahwa keluarga dan teman dekat memiliki peran yang signifikan dalam membentuk persepsi seseorang dalam mendukung atau menentang penggunaan jembatan. Dalam hal ini, orang yang paling berpengaruh adalah ibu, sedangkan anggota keluarga dan kenalan lainnya hanya memiliki sedikit dampak terhadap keputusan. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zareharofteh dan Eslami (2021), yang juga menunjukkan bahwa ibu memiliki peran kunci dalam pengambilan keputusan.

Hasil penelitian terkait keyakinan kontrol menunjukkan bahwa faktor individu seperti rasa penasaran akan hal baru, rasa aman dan tenang cenderung mendominasi penggunaan jembatan penyeberangan. Faktor lain seperti keterbatasan kemampuan fisik, membawa anak, serta usia dapat mencegah penggunaan jembatan penyeberangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang dapat diambil adalah penggunaan jembatan penyeberangan tergantung kepada persepsi para pejalan kaki. Persepsi memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan para pejalan kaki dalam menentukan apakah akan menggunakan jembatan penyeberangan sebagai sarana menyebrang jalan atau tidak melalui jembatan. Hal tersebut karena apa yang pejalan kaki persepsikan atau bagaimana mereka melihat situasi dapat mempengaruhi bagaimana mereka mengevaluasi informasi dan akhirnya membuat keputusan.

Selain itu, persepsi juga dapat memengaruhi perasaan atau emosi pejalan kaki terhadap situasi yang dialami yaitu saat menyebrangi jalan. Persepsi pejalan kaki yang positif terhadap penggunaan jembatan akan menghasilkan emosi yang positif sedangkan persepsi yang negatif akan memberikan emosi yang negatif pula. Adapun emosi yang memengaruhi pengambilan keputusan para pejalan kaki dalam penggunaan jembatan penyeberangan dikategorikan menjadi empat yaitu khawatir, ketidakamanan, kemarahan serta kejutan dan perilaku lainnya. Persepsi para pejalan kaki tentang penggunaan jembatan penyeberangan membentuk keyakinan dan kepercayaan dari pejalan kaki. Keyakinan ini dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu keyakinan perilaku (keuntungan dan kerugian yang dirasakan), keyakinan normatif (persetujuan dari orang terdekat), dan keyakinan kontrol (situasi yang memudahkan dan menyulitkan penggunaan jembatan).

Berdasarkan penelitian ini, jembatan penyeberangan sangat dapat membantu dalam mempermudah pejalan kaki menyeberang jalan terutama jalan yang memiliki dua jalur dan dalam keadaan lalu lintas yang ramai atau padat. Implikasi dari tidak menggunakan jembatan penyeberangan ketika menyeberang di jalan dengan dua jalur dan selalu dalam keadaan ramai atau padat adalah meningkatnya risiko kecelakaan pada pejalan kaki. Selain itu, hal tersebut juga dapat menjadi gangguan lalu lintas dikarenakan pejalan kaki menyeberang di sembarang tempat sehingga menyebabkan kemacetan lalu lintas. Oleh karena itu, sosialisasi tentang penggunaan jembatan penyeberangan bagi pejalan kaki untuk menjamin keselamatan dan keamanan ketika akan menyeberang jalan sangat diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya yang tiada henti sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga berterima kasih kepada Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara dan setiap partisipan yang telah bersedia meluangkan waktu untuk terlibat dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajzen I. Constructing a TpB questionnaire: Conceptual and methodological considerations. *TpB Quest*, pp. 1-14. Ajzen I. dan Fishbein M. Attitudes and the attitude behavior relation: Reasoned and automatic processes. *Eurev Soc Psychol*, Vol. 11, No. 1, pp. 1-33. Cœugnet, S., dkk. 2019. Risk-taking, emotions and socio-cognitive dynamics of pedestrian streetcrossing decision-making in the city. *Transportation Research Part F*, Vol. 65, pp. 141-157
- H. N. Ramadani, H. Rahmani, A. Gazali. Study of efficiency of pedestrian bridge crossing in the road of pangeran antasari. *matec web of conference*. MATEC Web of Conference, 2018.
- L-Lopez, H. Solorzano, E. F. Arais. Use and non-use of pedestrian bridges in Mexico city: The pedestrian perspective. *National Library of Medicine*, 2010.
- M. Rasanen, T. Laujen, F. Alticafarbay. Pedestrians self report of factors influencing the use of pedestrian bridges. *Accident Analysis and Prevention* 39, 2007.
- M. Saadati, E. Hemmatie, H. Moradie. Factors influencing pedestrian bridge use: a – self report study. *Journal of Injury and Violence Research*. Journal of Injury and Violence Research., 2019.
- Middlestadt SE. Beliefs underlying eating better and moving more: Lessons learned from comparative salient belief elicitation with adults and youths. *Ann Am Acad Polit Soc Sci*, Vol. 640, No. 1, pp. 81-100.
- Tehrani H., dkk. Applying socioecological model to improve women's physical activity: A randomized control trial. *Iran Red Crescent Med J*, Vol. 18, No. 3.
- V. P. Sisiopkiu and D. Akin. Pedestrian behavior and perception towards various pedestrian facilities: an examination based on survey data. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior*, 2003.
- World Health Organization. *Global status report on road safety 2018* [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2018 [Unknown Cited]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>.
- Zareharofteh, F. dan Eslami, M. 2021. Pedestrians' Outstanding Beliefs Regarding Bridge Use– A Directed Content Analysis. *Health Education and Health Promotion*, Vol. 9, No. 2, pp. 127- 134.

IDENTIFIKASI RISIKO UNTUK MENINGKATKAN KINERJA DI UMKM TEMPE KABUPATEN BANTUL

*Identifying Risks To Improve Performance In MSMEs Tempe,
Bantul District*

Endang Widuri Asih¹, Joko Susetyo², Tegar Hendra Jaya³

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas AKPRIND Yogyakarta^{1,2,3}

Jl. Kalisahak 28 Yogyakarta

E-mail: endang@akprind.ac.id

ABSTRAK

UMKM tempe tidak terlepas dari risiko yang mungkin terjadi dalam proses produksi tempe, sehingga dapat mengganggu aktivitas produksi tempe. Berdasarkan studi pendahuluan pada 10 UMKM tempe di Kabupaten Bantul terdapat beberapa permasalahan, yaitu permasalahan proses produksi, kenyamanan dan lingkungan kerja. Untuk menangani risiko dan permasalahan yang ada, perlu dilakukan manajemen risiko dengan memitigasi risiko. Teknik pengolahan data dan analisis data menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), Kuisisioner *Nordic Body Map* (NBM) dan penerapan konsep Kaizen 5S (*Seiri, Seiton, Seiketsu, Shitsuke, dan Seiso*). Hasil pengolahan menggunakan metode FMEA diperoleh nilai RPN tertinggi pada faktor proses produksi dengan nilai sebesar 0,381, pada faktor bahan baku diperoleh nilai RPN sebesar 0,347, dan pada faktor permintaan diperoleh dengan nilai RPN sebesar 0,270. Pada faktor proses produksi menunjukkan bahwa risiko tertinggi ada pada ketidaknyamanan kerja dan lingkungan kerja yang diakibatkan karena postur kerja pekerja tidak ergonomis, sehingga menimbulkan keluhan sakit pada pekerja. Dari hasil identifikasi ketidaknyamanan kerja mengenai keluhan sakit pada pekerja menggunakan Kuisisioner NBM diperoleh *scoring* sebesar 47-65 dari 10 sampel data, artinya pada skala tersebut tingkat risiko dalam kategori "sedang". Tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan memperbaiki postur kerja dengan memperbaiki fasilitas kerja yang digunakan pekerja berupa alat tepat guna multifungsi yang ergonomis berupa kursi duduk, yaitu alat yang dapat digunakan untuk proses penirisan, pendinginan, dan peragian dan dikerjakan dengan posisi duduk di kursi. Pada permasalahan selanjutnya pada UMKM tempe yang kurang memperhatikan budaya bersih sehingga menimbulkan masalah lingkungan kerja dapat diusulkan penerapan konsep Kaizen 5S.

Kata Kunci: UMKM, FMEA, RPN, NBM, 5S

ABSTRACT

Tempe MSMEs are inseparable from risks that may occur in the tempe production process, which can disrupt tempe production activities. Based on preliminary research on 10 tempeh MSMEs in Bantul Regency, there are several problems, namely problems with the production process, comfort and work environment. To handle existing risks and problems, it is necessary to carry out risk management by mitigating risks. Data processing and data analysis techniques use the Failure Mode Effect Analysis (FMEA) method, the Nordic Body Map (NBM) Questionnaire and the application of the Kaizen 5S concept (Seiri, Seiton, Seiketsu, Shitsuke, and Seiso). The results of processing using the FMEA method obtained the highest RPN value for the production process factor with a value of 0.381, for the raw material factor an RPN value was obtained at 0.347, and for the demand factor an RPN value was obtained at 0.270. The production process factors show that the highest risk is work discomfort and the work environment which occurs because workers' working posture is not ergonomic, giving rise to complaints of illness among workers. From the results of work discomfort regarding complaints of illness among workers using the Nordic Standardized Questionnaire (NSQ), a score of 47-65 was obtained from 10 data samples, meaning that on this scale the risk level is in the "medium" category. Corrective action can be taken by improving work posture by improving the work facilities used by workers in the form of an ergonomic, multifunctional appropriate tool in the form of a sitting chair, which is a tool that can be used for draining, cooling and fermenting processes and is done while sitting in a chair. In the next problem, Tempe MSMEs which do not pay attention to clean culture, causing work environment problems, can propose the application of the Kaizen 5S concept.

Keywords: MSMEs, FMEA, RPN, NSQ, 5S

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia usaha makin marak, hal ini dibuktikan dari banyak terbentuk usaha-usaha baru yang bermunculan. Keadaan tersebut pada bidang industri juga harus bisa diimbangi laju perkembangan zaman yang memiliki pengaruh terhadap sektor industri. Industri di Indonesia berkembang sangat pesat dari masyarakat dengan usaha kecil hingga masyarakat dengan usaha mikro.

UMKM (Usaha Menengah, Kecil, dan Mikro) merupakan unit usaha yang didirikan oleh masyarakat. UMKM sebagai perantara untuk menciptakan pasar baru dan penyedia pekerjaan bagi masyarakat sekitar usaha. Adanya UMKM, daerah memperoleh Produk Domestik Bruto (PDB) dan mengatasi masalah pengangguran sehingga dapat menumbuhkan perekonomian negara. Dengan adanya UMKM, daerah dapat memperoleh tambahan pendapatan, sehingga dapat meningkatkan pendapatan daerah tersebut.

Identifikasi masalah diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan kinerja UMKM. Tetapi selain itu UMKM memiliki masalah kompleks yang berbeda-beda dikarenakan terdapat banyak sektor. Adapun berbagai sektor UMKM dapat membantu dalam pertumbuhan ekonomi berbagai sektor, yaitu: sektor kuliner (pengolahan makanan), bidang pendidikan, sektor fashion, sektor bagian pertanian, dan otomotif. Salah satu contoh sektor kuliner (pengolahan pangan) merupakan UMKM tempe.

Salah satu UMKM yang dapat meningkatkan pendapatan daerah adalah UMKM Tempe. Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021 mencatat, rata-rata konsumsi tahu dan tempe per kapita di Indonesia sebesar 0,304 kilogram (kg) setiap minggu. Angka tersebut naik 3,75% dibanding tahun sebelumnya yang sebesar 0,293 kg setiap minggu (Karnadi, 2022). Peningkatan Konsumsi tempe Masyarakat di Indonesia menunjukkan prospek UMKM tempe makin meningkat. Tetapi pemerintah belum terlalu fokus pada UMKM tempe dalam menanggulangi permasalahan yang dialami pelaku usaha. Hal ini terlihat adanya kendala maupun risiko yang ada pada UMKM tempe.

Berdasarkan dari studi pendahuluan pada 10 UMKM tempe di Kabupaten Bantul terdapat permasalahan yang dialami oleh para pelaku usaha. Adapun permasalahan dialami berupa bahan baku, proses produksi dan permintaan pada UMKM tempe. Bahan baku terkait dengan kenaikan harga kedelai, permasalahan proses produksi adalah permasalahan kenyamanan dan lingkungan kerja. Permasalahan kenyamanan dan lingkungan kerja itu akan mempengaruhi beban kerja dan produktivitas kerja. Risiko produksi merupakan suatu keadaan yang dapat merugikan pencapaian tujuan dan sasaran organisasi bisnis (July Prasetyo Irawan, dkk, 2017). Risiko adalah peluang terjadinya hasil yang tidak diinginkan sehingga risiko hanya terkait dengan situasi yang memungkinkan munculnya hasil negatif dan berkaitan dengan memperkirakan terjadinya hasil negatif tersebut (Basyaib, 2007). Dengan adanya permasalahan yang ada maka perlu dianalisis risiko dengan manajemen risiko pada UMKM tempe tersebut. Tujuan dengan analisis manajemen risiko, UMKM tempe dapat meningkatkan produktivitas kerjanya dengan meminimalisir kerugian dari berbagai risiko yang ada pada UMKM Tempe.

Manajemen risiko adalah kegiatan manajemen yang terarah bersifat proaktif yang ditujukan untuk mengakomodasi kemungkinan kegagalan salah satu atau sebagian dari sebuah instrumen (Tampubolon, 2004). Fokus manajemen risiko yang baik, adalah mengidentifikasi, mengelola dan mengendalikan risiko dengan baik.

Menurut Sholihin (2010), tujuan dari manajemen risiko adalah untuk menyediakan informasi risiko kepada pihak regulator, memastikan bahwa tidak terjadinya kerugian, meminimalisasi kerugian dari berbagai risiko yang bersifat *uncontrolled*, mengukur eksposur dan pemusatan risiko, mengalokasikan modal dan membatasi risiko.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada UMKM tempe di kabupaten Bantul. Pada tahap awal penelitian dilakukan perhitungan sampel responden. Responden pada penelitian ini adalah dengan pemilik, dan pekerja UMKM tempe. Penelitian dilakukan penyebaran kuesioner pada pekerja UMKM tempe dengan sampel berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus Slovin:

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

N = Ukuran Sampel

N = Jumlah Populasi

E = Perentasi kesalahan yang ditolerir (10%)

Kuisisioner dibuat dengan menggunakan berbagai pertanyaan baik secara tertulis mengisi form maupun dengan pertanyaan secara langsung. Penyebaran kuisisioner dilakukan dengan metode acak sederhana.

Dari hasil penelitian pendahuluan didapatkan faktor-faktor risiko yang berpengaruh pada UMKM tempe ada 3 faktor yang akan diidentifikasi faktor-faktor yang yang dapat diukur dalam menghadapi risiko di UMKM tempe, yaitu faktor pengadaan bahan baku, proses produksi, dan permintaan. Faktor-faktor ini didasarkan dari hasil penelitian (July Prasetyo Irawan, dkk, 2017). Pengkajian pengukuran risiko dapat dilihat pada tabel.1

Tabel 1. Kajian dan Pengukuran Risiko

Faktor Risiko	Indikator Risiko
Bahan Baku	1. Ketersediaan Bahan Baku
	2. Harga bahan baku tidak stabil
	3. Kualitas kedelai yang kurang bagus
Proses Produksi	4. Kerusakan mesin dan peralatan pada proses produksi
	5. Hasil olahan tempe yang kurang bagus
	6. ketidaknyamanan kerja dan kebersihan lingkungan kerja
	7. Permintaan produk
Permintaan	8. Keterlambatan pengiriman tempe
	9. Retur penjualan tempe
	10. Muncul para pesaing
	11. Pembatalan pesanan tempe

Tahap selanjutnya setelah didapatkan data adalah dilakukan pengujian yaitu: dengan uji validitas, uji reabilitas, dan uji normalitas. Jika hasil pengujian valid maka selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Menurut (Stamatis, 1995), FMEA *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan teknik yang digunakan untuk menemukan, mengidentifikasi dan eliminasi potensi kegagalan, masalah, *error* yang terjadi pada system, desain, proses sebelum sampai pada konsumen. Terdapat dua tipe FMEA, yaitu:

1. Design FMEA, digunakan untuk menganalisis produk sebelum dilakukan produksi. Fokus pada jenis-jenis kegagalan pada suatu produk yang diakibatkan oleh defisiensi desain.
2. Process FMEA, digunakan untuk menganalisis proses manufaktur dan perakitan.
 - a. Fokus pada jenis-jenis kegagalan potensial yang diakibatkan oleh defisiensi desain proses manufaktur atau perakitan.
 - b. Manfaat khusus dari Process FMEA bagi perusahaan adalah:
 - Membantu menganalisis proses manufaktur baru.
 - Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan.
 - Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para engineer dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau. pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut.
 - Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses.

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terdapat 3 (tiga) variabel proses utama dalam penyelesaian, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Penjelasan mengenai 3 (tiga) variabel proses ialah sebagai berikut:

1. Tingkat Keparahan (*Severity*) *Severity* adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besar tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan secara langsung antara efek dan *severity*. Sebagai contoh, apabila efek yang terjadi adalah efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan tinggi. Dengan demikian, apabila efek yang terjadi bukan merupakan efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan sangat rendah.
2. Tingkat Kejadian (*Occurance*) adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. *Occurance* merupakan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi.
3. Metode Deteksi (*Detection*) Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.
4. *Risk Priority Number* (RPN) Nilai ini merupakan produk dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi. RPN menentukan prioritas dari kegagalan. RPN tidak memiliki nilai atau arti. Nilai tersebut digunakan untuk meranking kegagalan proses yang potensial. Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection} \dots \dots \dots (2)$$

Langkah-Langkah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan apabila ingin melakukan analisis risiko dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ialah sebagai berikut :

1. Melakukan identifikasi potensi kegagalan yang bisa saja terjadi pada setiap proses.
2. Melakukan identifikasi keseringan pada suatu permasalahan yang terjadi.
3. Melakukan identifikasi sistem kontrol.
4. Menghitung RPN atau *Risk Priority Number* dengan rumus 2.
5. Menetapkan beberapa langkah perbaikan

Setelah dilakukan perhitungan dengan FMEA langkah selanjutnya adalah perhitungan dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode AHP ini untuk menentukan prioritas risiko yang paling dominan dari hasil perhitungan FMEA. Risiko Dominan didasarkan dari hasil AHP bobot yang tertinggi. Risiko ini yang jadi prioritas perbaikan.

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Metode ini digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif pilihan. Proses pengambilan keputusan diawali dengan menetapkan faktor-faktor/kriteria yang mempengaruhi pengguna dalam mengambil keputusan. Pengguna memberikan prioritas terhadap sepasang kriteria (*pairwise comparison*). Jika setiap pasangan kriteria sudah ditetapkan skala prioritasnya, maka data prioritas tsb dimodelkan dalam sebuah matriks. Matriks akan menjalani proses normalisasi dengan menggunakan metode. Konsistensi pengguna metode AHP harus tetap terjaga agar solusi yang dihasilkan optimal. Untuk mengetahui tingkat konsistensi tsb, hasil penggunaan metode AHP akan diukur besarnya indeks konsistensi (*Consistency Index*). Jika rasio dengan standar random indeks 0.10 maka disimpulkan bahwa derajat konsistensinya memuaskan, artinya metode AHP menghasilkan solusi optimal. Jika nilai > 0.10 maka terdapat ketidak konsistenan dalam menentukan perbandingan yang memungkinkan metode AHP tidak menghasilkan solusi yang berarti.

Untuk perbaikan permasalahan risiko guna meningkatkan kinerja pada penelitian ini adalah dengan menerapkan Ergonomi. Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka dkk, 2014). Tujuan dari Ergonomi adalah meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan dalam melakukan pekerjaan, sehingga dapat mengurangi risiko cedera dan risiko gangguan kesehatan, serta meningkatkan produktivitas dan kinerja kerja.

Risiko kerja dapat diakibatkan karena postur kerja pekerja yang tidak ergonomis. Salah satu risiko kerja tersebut adalah keluhan pada bagian tubuh pekerja kerja. Pada penelitian ini untuk mengidentifikasi mengenai keluhan sakit pada pekerja adalah dengan Kuesioner *Nordic Standardized Questionnaire*. *Nordic Standardized Questionnaire* adalah salah satu kuesioner ergonomi berbentuk *checklist* (Atmojo, 2020). Kuesioner ini untuk mengevaluasi segmen tubuh yang mengalami masalah muskuloskeletal (Crawford, 2007). Pada kuesioner ini untuk penilainya dengan skala rasa sakit menggunakan “4 skala likert” dengan keterangan 1 (tidak sakit), 2 (agak sakit), 3 (sakit), 4 (sangat sakit).

Perbaikan risiko lingkungan kerja dengan menerapkan konsep Kaizen. Lima langkah yang merupakan pendekatan dalam implementasi kaizen ini disebut gerakan 5S, lima kata Jepang yang dimulai dengan huruf S yaitu *Seiri*, *Seiton*, *Seiketsu*, *Shitsuke*, dan *Seiso*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Hasil perhitungan penentuan sampel dengan rumus Slovin (rumus 1) dari populasi sejumlah 896 pekerja UMKM tempe didapatkan sampel yang mencukupi minimal adalah 93 orang. Dari hasil kuesioner 93 responden di uji dengan validitas, reabilitas dan normalitas adalah valid, reliabel dan normal.

Penilaian risiko sistem produksi pada UMKM Tempe di Kabupaten Bantul terdiri dari tiga faktor risiko, yaitu: pengadaan bahan baku, proses produksi, dan pengelolaan permintaan. Faktor – faktor tersebut memiliki berbagai indikator risiko yang kemudian diberikan penilaian meliputi *severity* (dampak), *occurrence* (kejadian), dan *detection* (deteksi). *Risk Priority Number* (RPN) dengan menggunakan rumus 2 sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- Severity (S) : Dampak
- Occourance (O) : Kejadian
- Detection (D) : Deteksi

Adapun contoh perhitungan dari perhitungan pada tabel 2 tentang faktor bahan baku indikator risiko harga bahan baku yang kurang stabil sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 3,451613 \times 6,182796 \times 3,462366$$

$$RPN = 73,88902$$

Berikut merupakan hasil perhitungan kusioner dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan RPN Indikator Risiko

No	Indikator Risiko Faktor Bahan baku	SEV	OCC	DET	RPN	Peringkat
1	Harga bahan Baku Yang Kurang Stabil	3,451	6,182	3,462	73,889	1
2	Pasokan Kedelai Kurang	3,559	5,483	5,344	69,466	3
3	Kualitas Kedelai Yang Kurang bagus	3,924	5,344	3,354	70,364	2
Indikator Risiko Faktor Proses Produksi						
1	Hasil Olahan Tempe yang Kurang Bagus	3,344	4,107	4,763	65,430	2
2	Kebersihan Dan Kenyamanan Lingkungan Kerja	3,139	4,032	5,602	70,925	1
3	Kerusakan mesin Dan Peralatan Proses Produksi	3,440	3,494	3,430	41,245	3
Indikator Risiko Faktor Permintaan						
1	Permintaan Fluktuatif	4,451	4,645	4,698	97,166	2
2	Terdapat Pesaing Baru	4,471	4,655	4,666	97,190	1
3	Pembatalan Pembelian Produk Olahan tempe	3,258	4,612	4,408	66,257	4
4	Pengembalian tempe Yang Tidak terjual	4,795	4,161	4,784	95,489	3
5	Keterlambatan Pengiriman Tempe	3,827	3,946	3,365	50,840	5

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan teknik yang digunakan untuk menemukan, mengidentifikasi dan eliminasi potensi kegagalan, masalah, *error* yang terjadi pada system, desain, proses sebelum sampai pada konsumen. Berdasarkan hasil perhitungan dari kuisisioner FMEA yang diperoleh pada saat melakukan penelitian .Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa pada penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) faktor risiko, yaitu: faktor bahan baku, faktor ptoses produksi, dan faktor permintaan. Pada faktor bahan baku diperoleh nilai RPN tertinggi pada perubahan harga bahan baku yang fluktuatif (tidak stabil). Pada perubahan harga bahan baku yang kurang stabil (fluktuatif) diperoleh nilai RPN sebesar 73,889. Pada urutan kedua pada faktor bahan baku diperoleh nilai RPN sebesar 70,365. Dan pada urutan terakhir pada faktor bahan baku diperoleh nilai RPN sebesar 69,467.

Setelah dilakukan perhitungan dengan FMEA langkah selanjutnya untuk menentukan risiko yang paling dominan adalah perhitungan dengan AHP. Berdasarkan hasil perhitungan kuisisioner yang telah dilakukan menggunakan metode AHP dperoleh nilai bobot dari masing-masing variabel menunjukkan bahwa faktor pada UMKM tempe yang paling tinggi adalah proses produksi selanjutnya bahan baku dan faktor risiko terakhir adalah permintaan. Hal ini dapat diliht pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Prioritas Risiko

Variabel	Bobot	Peringkat
Bahan Baku	0,347	2
Proses Produksi	0,383	1
Permintaan	0,270	3

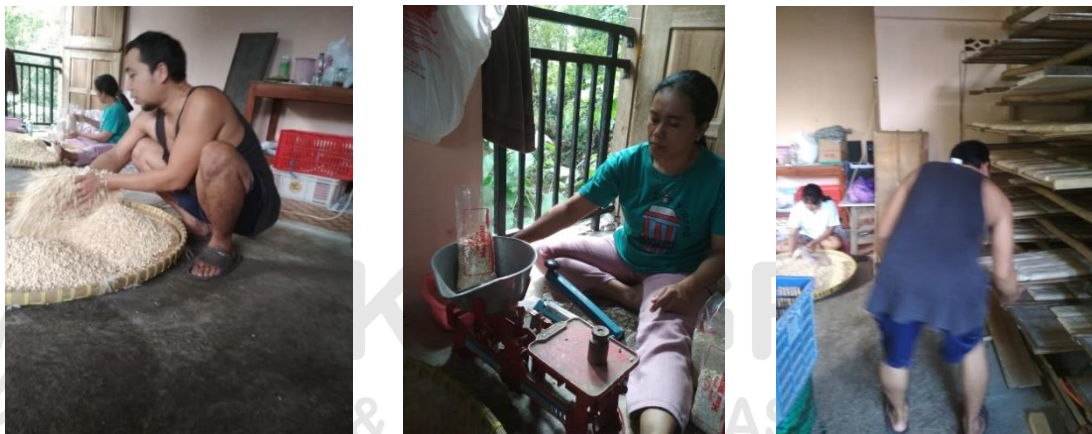
Hasil perhitungan AHP dengan nilai tertinggi yaitu Proses Produksi dan hasil RPN dengan FMEA menunjukkan bahwa risiko tertinggi pada proses produksi adalah ketidaknyamanan kerja dan lingkungan kerja (tabel 1). Untuk itu pada penelitian ini lebih fokus perbaikan mengenai kenyamanan dan lingkungan kerja pada proses produksi. Proses produksi tempe terdapat beberapa tahapa, yaitu: sortasi, pencucian, perendaman I,

perebusan, Pencucian Kedelai dan Pemisahan Kulit Kedelai dengan Air, Pengupasan Kulit Kedelai, Perendaman II, Perebusan II, Penirisan dan Pendinginan, Pemberian Ragi (Inokulasi), Pegemasan, Pemeraman (Fermentasi).

Faktor ketidaknyamanan kerja ini diakibatkan karena postur kerja pekerja tidak ergonomis. Hal ini terlihat dari postur kerja yang salah (gambar 1). Pada gambar 1 terlihat pekerja bekerja dengan membungkuk, jongkok dan juga duduk dengan kaki terlipat dilantai. Dengan postur kerja seperti tersebut akan menyebabkan keluhan kerja sehingga akan terjadi ketidaknyamanan kerja.

Pada penelitian untuk mengetahui keluhan -keluhan kerja yang dialami oleh pekerja UMKM tempe dengan menggunakan *Nordic Standardized Questionnaire*. Penyebaran kuesioner pada penelitian ini diambil sampel 10 pekerja dari 93 pekerja di daerah Bantul. Dari data tersebut diolah untuk mengetahui peringkat segmen tubuh yang paling sering mengalami keluhan oleh semua pekerja.

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa pekerja banyak yang mengeluh sakit pada bagian pinggang, bahu dan kaki. Keluhan kerja pada bahu yang dialami pekerja UMKM dikarenakan pada saat pengambilan kedelai dari dandang dimana tinggi posisi dandang lebih tinggi dari pekerjaanya sehingga beban bahu lebih berat dibandingkan posisi dandang sejajar dengan bahu. Pinggang terasa pegal akibat gerakan yang berulang-ulang dalam proses pengangkatan kedelai hingga penirisan dengan membungkuk. Rasa sakit dan pegal pada kaki akibat pekerja bekerja dengan posisi jongkok, dimana kaki menjadi tumpuan beban pada saat proses penirisan, pendinginan, peragian, pengemasan, dan pemeraman serta dengan duduk yang kurang baik.



Gambar 1. Posisi Kerja UMKM Tempe

Hasil perhitungan kuesioner NBM sebagai berikut:

Tabel 4. Pengelompokan Hasil Perhitungan NBM

No	Rentang Nilai	Jumlah	Keterangan (Level)
1	0-21	0	Sangat Rendah
2	22-42	0	Rendah
3	43-63	9	Sedang
4	64-84	1	Tinggi
5	85-105	0	Sangat Tinggi

Tabel 5. Ringkasan penyebab keluhan

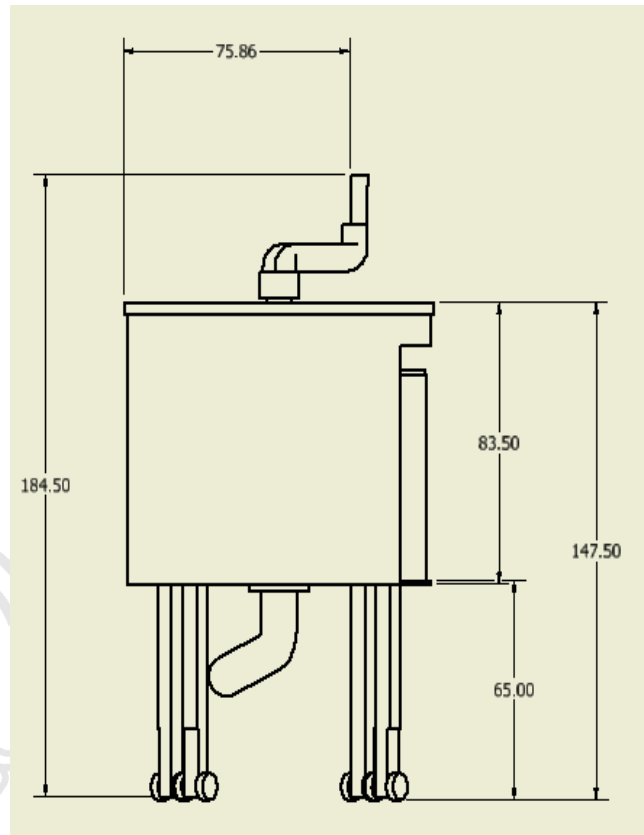
Ringkasasn Penyebab Keluhan	Data hasil
Bahu	Terasa sakit pada saat pengambilan kedelai yang harus diselesaikan segera pada saat kondisi mendidih
Pinggang	Mengangkat kedelai yang telah ditiriskan
Sakit pada Kaki	Pada beberapa proses yang dilakukan dengan lama dan posisi duduk yang kurang baik, yaitu pada saat pendinginan, peragian, pengemasan, pemeraman

Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dari kusioner NBM diperoleh hasil *scoring* sebesar 47-65 dari 10 sampel data, artinya pada skala tersebut tingkat risiko yang akan terjadi dalam kategori “sedang” ini tindakan perbaikan terhadap stasiun kerja dapat dilakukan dikemudian hari.

Perbaikan postur kerja adalah dengan memperbaiki fasilitas kerja yang digunakan pekerja. Perbaikan fasilitas kerja didasarkan pada *human center design*, sehingga pekerja bisa bekerja dengan nyaman dan keluhan sakit dapat berkurang serta produktivitas kerja dapat meningkat. Untuk itu pada penelitian ini diusulkan fasilitas kerja yang

berupa alat tepat guna multifungsi dan ergonomis, yaitu alat yang bisa digunakan untuk proses penirisan, pendinginan, dan peragian. Ukuran alat ini dengan menggunakan ukuran Antropometri, dengan cara kerjanya secara manual, dan dikerjakan dengan posisi berdiri.

Desain alat di atas menggunakan dimensi jarak jarak vertikal dari lantai ke titik terbawah di sudut siku bagian kanan dengan tinggi 92,5 cm. Tinggi alat tersebut menggunakan data rata-rata jarak antara lantai sampai siku. Diameter tempat pencucian adalah 37,93 cm. Tinggi tempat pencucian adalah 41,75 cm dengan tinggi penyangga 32,5 cm. Adapun gambar rancangan alat tepat guna multifungsi dengan ukuran skala 1:2.



Gambar 12. Alat Proses Penirisan, Pendinginan, Dan Peragian

Permasalahan lingkungan kerja pada UMKM tempe ini adalah budaya bersih kurang diperhatikan, hal ini terlihat dari cara pekerja membuang sampah limbah kedelai sembarangan. Pada saat pekerja melakukan pemilihan bahan yang bukan kedelai waktu penirisan dan pendinginan, bahan yang terpilih dibuang sembarangan dilantai, sehingga lantai kotor. Dan juga limbah cair dari hasil proses produksi tempe dibuang begitu saja di sungai atau selokan sehingga menimbulkan bau busuk. Disamping itu juga tempat kerja berantakan. Untuk menangani hal tersebut maka pada penelitian ini diusulkan penerapan konsep Kaizen 5S pada pekerja.

Penyampaian saran dilakukan langsung dengan bagian/pekerjanya. Saran-saran yang disampaikan pekerja berupa upaya untuk menunjang perbaikan guna peningkatan kualitas. Pada penelitian ini konsep 5S yang digunakan yaitu:

1. Seiri

Seiri berarti kegiatan untuk menyingkirkan atau membuang barang-barang yang tidak diperlukan dan juga kegiatan memilah dan mengelompokkan barang-barang sesuai dengan jenis dan fungsinya, sehingga segala barang-barang yang ada di ruang kerja adalah barang-barang yang benar-benar dibutuhkan dalam aktivitas kerja.

Pelaksanaan pemilahan antara lain:

- Memisahkan barang yang diperlukan dengan barang yang tidak diperlukan.
- Barang-barang yang tidak ada hubungannya dengan pekerjaan yang bertumpuk-tumpuk dipisahkan.

2. Seiton

Seiton berarti menyusun/meletakkan bahan dan barang sesuai dengan tempatnya agar mudah ditemukan kembali/dijangkau bila diperlukan..

Langkah-langkah yang harus dilakukan agar barang tertata rapi:

- a) Meletakkan bahan sesuai dengan jenisnya.
- b) Penataan proses produksi supaya lebih efektif
- c) Menata alat-alat sesudah digunakan.

3. *Seiso*

Seiso berarti membersihkan semua fasilitas dan lingkungan kerja dari kotoran serta membuang pada tempatnya.

Pelaksanaannya antara lain:

- a) Membersihkan peralatan sesudah digunakan.
- b) Mebersihkan tempat kerja setelah pekerjaan selesai.
- c) Membiasakan membuang sampah pada tempat sampah

4. *Seiketsu*

Untuk kegiatan ini merupakan hasil dari kegiatan pemilihan, penataan dan kebersihan yang dilaksanakan secara tepat dan berulang-ulang atau secara lebih sempit *Seiketsu* juga selalu mematuhi ketiga tahapan diatas (*seiri, seiton, seiko*). Dalam pemantapan harus ada standarisasi, yaitu tidak membuang sampah sembarangan dan membuat jadwal kebersihan.

Hal-hal dalam pelaksanaan *Seiketsu*:

- a) Memberikan jadwal piket pekerja
- b) Menetapkan label tanggung jawab bagi setiap karyawan.
- c) Menambah fasilitas berupa tempat sampah agar pekerja tidak lagi membuang barang-barang sisa di sembarang tempat.
- d) Kontrol dan pengawasan harus selalu dilakukan.

5. *Sitsuke*

Shitsuke berarti membentuk sikap untuk memenuhi atau mematuhi aturan-aturan dan disiplin mengenai kebersihan dan kerapian terhadap peralatan dan tempat kerja. Dalam pembiasaan sasaran yang ingin dicapai adalah pembentukan sikap mandiri, system terhadap tempat kerja yang telah berhasil melaksanakan 4S dengan sukses.

Beberapa faktor yang membantu terlaksananya pembiasaan, antara lain:

- a) Melaksanakan kegiatan secara bersama.
- b) Menyediakan waktu untuk pelatihan termasuk di dalamnya praktek dalam memungut barang sisa atau membuang sampah pada tempatnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat 3 (tiga) variabel permasalahan pada UMKM Tempe di kabupaten bantul, yaitu: faktor produksi, faktor bahan baku, dan faktor permintaan. Dari ketiga faktor tersebut nilai RPN tertinggi ada pada proses produksi yakni sebesar 0,381, di lanjutkan faktor bahan baku dengan nilai RPN sebesar 0,347, dan terakhir faktor permintaan dengan nilai RPN sebesar 0,270. Berdasarkan perhitungan faktor bahan baku diperoleh indikator risiko tertinggi pada harga kedelai yang tidak stabil (fluktuatif), pada proses produksi diperoleh indikator risiko yang berpengaruh pada kenyamanan dan kebersihan lingkungan kerja, dan pada faktor permintaan diperoleh indikator risiko munculnya pesaing baru. Dengan alternatif tersebut diharapkan dapat dibentuk organisasi untuk mengatur peredaran kedelai dengan baik dan harga kedelai dapat lebih terkendali. Selain alternatif tersebut ialah menjaga kualitas produk, yaitu: menggunakan bahan baku yang berkualitas, dan menjaga kebersihan dan kehygienisan produk. Sedangkan hasil identifikasi ketidaknyamanan kerja diperoleh nilai *scoring* dengan Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) sebesar 47-65 dari 10 sampel data, artinya pada skala tersebut tingkat risiko dalam kategori “sedang”, sehingga diperlukan tindakan perbaikan fasilitas kerja yang digunakan pekerja berupa alat tepat guna multifungsi yang ergonomis berupa kursi duduk, yaitu alat yang dapat digunakan untuk proses penirisan, pendinginan, dan peragian dan dikerjakan dengan posisi duduk di kursi, selanjutnya pada UMKM tempe perlu memperhatikan aktor lingkungan kerja dengan menerapkan budaya bersih dengan mengusulkan penerapan konsep Kaizen 5S.

SARAN

Saran yang dapat diajukan oleh peneliti pada penelitian ini, sebaiknya pihak pemerintah lebih memperhatikan terhadap UMKM dikarenakan dengan adanya UMKM dapat mengurangi angka pengangguran pada suatu daerah. Pihak pemerintah seharusnya menjamin komoditas bahan baku yang dibutuhkan oleh para pelaku UMKM, khususnya UMKM Tempe agar harga bahan baku dapat lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, E. D. (2020). Kebijakan Work From Home Bagi Aparatur Sipil Negara. *hejournalish: Social And Government*.
- Basyaib, F. (2007). *Manajemen Risiko*. Jakarta: Grasindo.
- Crawford, J. O. (2007). The Nordic Muskuloskeletal Questionnaire. *Occupational Medicine Oxford Journal*.
- Irawan, J. P., Santoso, I., & Mustanirroh, S. A. (2017). Model Analisis dan Strategi Mitigasi Risiko Produksi Keripik Tempe. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*.
- Karnadi, A. (2022, februari 23). *dataindonesia.id*. Retrieved from [dataindonesia.id: https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/konsumsi-tahu-dan-tempe-per-kapita-di-indonesia-naik-pada-2021](https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/konsumsi-tahu-dan-tempe-per-kapita-di-indonesia-naik-pada-2021)
- Saaty, T. (1993). *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*. Pustaka Binama Pressindo.
- Saaty, T. L. (1993). *The Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Stamatis, D. (1995). *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) From Theory To Execution*. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Tampubolon, R. (2004). *Risk Management: Manajemen Risiko Pendekatan Kualitatif untuk Bank Komersial*. Jakarta: Elex Media Komputindo.



ANALISIS POTENSI BAHAYA ERGONOMI PADA PEKERJA PENGASAPAN IKAN

(Analysis of Potential Ergonomic Hazards in Smoked Fish Workers)

Rachelina Nur Ilyasaf¹, Heru Prastawa², Manik Mahachandra³

^{1,2,3}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

E-mail: manik.mahachandra@ft.undip.ac.id

ABSTRAK

Potensi bahaya ergonomi dan gangguan otot rangka akibat kerja merupakan dua aspek utama yang mempengaruhi kesehatan dan kinerja pekerja pada lingkungan industri, terutama pekerja pengasapan ikan asap. Faktor risiko yang sering dialami oleh para pekerja pengasapan ikan berupa postur tubuh yang janggal dalam jangka waktu yang lama dan berulang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keluhan gangguan musculoskeletal disorder dan mengevaluasi potensi bahaya ergonomi pekerja pengasapan ikan dengan menggunakan metode gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) dan daftar periksa bahaya faktor ergonomi yang disesuaikan dengan standar SNI 9011: 2021, hal tersebut guna menemukan kemungkinan adanya bahaya ergonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja pengasapan ikan mengalami keluhan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) yang tinggi dengan nilai lebih dari 7 pada anggota tubuh seperti lengan kanan kiri (80%), tangan kanan (80%), betis kanan (80%), lutut kanan (100%) dan lutut kiri (80%). Selain itu, terdapat tingkat risiko sedang pada anggota tubuh tangan kiri (80%) dan tingkat risiko rendah pada punggung bawah (80%). Pada hasil pengukuran potensi bahaya ergonomi pekerja menghasilkan skor sebesar 14,5 yang berarti potensi bahaya masuk dalam kategori berbahaya, oleh karena itu disarankan untuk melakukan perbaikan berdasarkan rekomendasi usulan perbaikan menggunakan metode root cause analysis (RCA) dengan sistem 5 why. Hasil suatu rekomendasi usulan perbaikan berupa melakukan pelatihan ergonomi pada pekerja pengasapan ikan serta perbaikan lingkungan kerja berupa tata letak tempat kerja dengan harapan rekomendasi usulan perbaikan tersebut dapat meminimalisir terjadinya peningkatan musculoskeletal disorder dan potensi bahaya ergonomi serta meningkatkan keselamatan kerja pada pekerja pengasapan ikan.

Kata kunci: potensi bahaya ergonomi, gangguan otot rangka akibat kerja, pengasapan ikan asap, SNI 9011: 2021, *root cause analysis* (RCA)

ABSTRACT

Potential ergonomic hazards and occupational musculoskeletal disorders significantly affect the health and performance of workers in industrial environments, particularly those in smoked fish. These workers often face risk factors such as awkward postures for extended periods and repetitive motions. This study aims to identify musculoskeletal disorder complaints and potential ergonomic hazards among smoked fish workers using the GOTRAK method and an ergonomic hazard factor checklist aligned with SNI 9011:2021 standards. The study found that most smoked fish workers experienced high complaints of musculoskeletal disorders (GOTRAK scores over 7) in several body parts: left and right arms (80%), right hand (80%), right calf (80%), right knee (100%), and left knee (80%). There was also a moderate risk level for the left limb (80%) and a low risk level for the lower back (80%). The ergonomic hazard assessment produced a score of 14.5, categorizing the hazards as dangerous, therefore it is recommended to make improvements based on recommendations for proposed improvements using the root cause analysis (RCA) method with the 5 why system. The results of an improvement proposal recommendation in the form of conducting ergonomic training for fish smoking workers and improving the work environment in the form of workplace layout in the hope that the improvement proposal recommendations can minimize the occurrence of increased musculoskeletal disorders and potential ergonomic hazards and improve work safety for smoked fish workers.

Keywords: *potential ergonomic hazards, occupational skeletal muscle disorders, smoked fish, SNI 9011:2021, root cause analysis (RCA)*

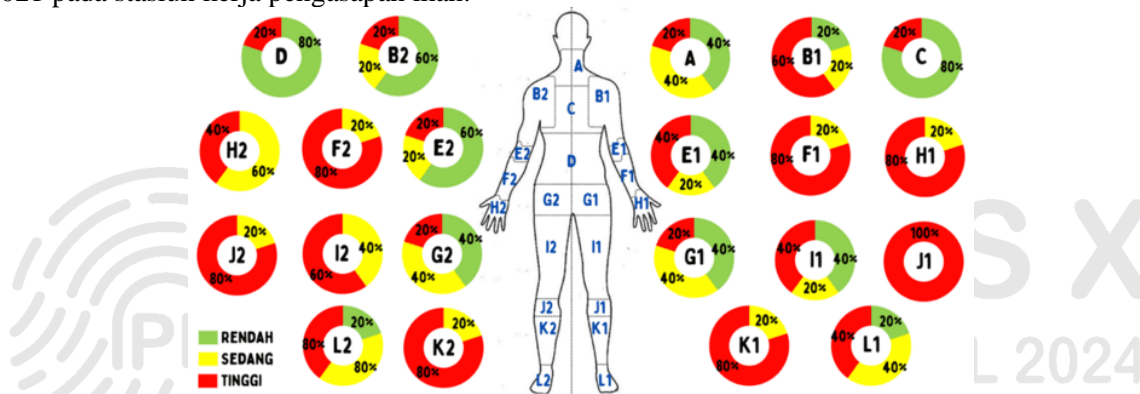
PENDAHULUAN

Pengasapan merupakan salah satu cara dalam memasak, mengawetkan makanan, serta memberikan aroma pada makanan terutama bagian daging dan ikan. Metode pengasapan ini sebagai metode pengawetan yang telah digunakan sejak lama (Silva dkk. 2011). Teknik pengolahan yang makin berkembang dan semakin canggih, namun teknik pengasapan masih menjadi posisi penting dalam sektor pengolahan makanan (Nithin dkk. 2020). Dalam memastikan kesehatan dan kinerja yang optimal bagi para pekerja di berbagai lingkungan kerja, kesadaran akan risiko ergonomi semakin penting. Ergonomi dapat berarti mengubah alat, perlengkapan, atau fasilitas (Karimi dkk.

2020). Gangguan *musculoskeletal disorder* terus menjadi masalah besar bagi pekerja, karena gangguan punggung bagian bawah dan bahu adalah yang paling umum dan paling mahal (Dunning dkk. 2010). Kelebihan beban juga meningkatkan risiko kecelakaan kerja, kelelahan berlebih, ketidakpuasan kerja, peningkatan keluhan dan ketidakhadiran, dan penurunan efisiensi.

Gangguan otot rangka berada di urutan kedua paling umum di antara masalah kesehatan kerja, setelah penyakit akibat kerja (Florensia dkk., 2022). Penelitian dalam menganalisis tingkat gangguan *musculoskeletal disorder* telah dilakukan oleh Jiskani dkk (2020) dengan mengungkapkan bahwa pekerja menghadapi risiko *musculoskeletal disorder* sedang hingga berat pada bagian segmen tubuh bagian atas dan bawah. Faktor psikososial seperti tuntutan pekerjaan dan tingkat kontrol di tempat kerja juga telah diidentifikasi sebagai penyebab yang meningkatkan risiko gangguan musculoskeletal disorder. Gangguan musculoskeletal disorder memiliki dampak finansial yang besar dengan biaya langsung sekitar \$20 miliar dan 400.000 cedera yang terjadi setiap tahun (Middlesworth. 2023).

Penelitian ini dilakukan pada stasiun kerja pengasapan ikan karena proses pekerjaan yang masih dilakukan secara manual/tradisional dengan posisi duduk, jongkok, berdiri serta berulang dalam jangka waktu yang lama yaitu 10 jam kerja. Dalam memperkuat identifikasi awal maka dilakukan studi pendahuluan berupa observasi dengan kuesioner gangguan otot rangka akibat kerja SNI 9011:2021 dengan 5 pekerja pengasapan ikan dengan karakteristik yang berbeda-beda meliputi masa kerja, usia dan lain sebagainya yang telah dijelaskan pada Tabel 1. Gambar 1 merupakan rekapitulasi hasil observasi kuesioner gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) SNI 9011:2021 pada stasiun kerja pengasapan ikan.



Gambar 1. Rekapitulasi masalah otot rangka pekerja pengasapan ikan.

Lima pekerja pemrosesan ikan mengeluh tentang risiko gangguan otot rangka akibat pekerjaan mereka, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Mereka memiliki tingkat risiko sedang pada anggota tubuh tangan kiri (80%), tingkat risiko rendah pada anggota tubuh punggung bawah (80%), tingkat risiko tinggi pada anggota tubuh lengan kanan kiri (80%), tangan kanan (80%), betis kanan (80%), dan tingkat risiko tinggi pada anggota tubuh lutut kanan dan lutut kiri (masing-masing 100% dan 80%). Hal tersebut terjadi diduga karena beberapa faktor meliputi kelelahan, postur yang janggal, lingkungan kerja, dan faktor lainnya berupa kecelakaan kerja saat pengangkatan bahan bakar ikan asap. Lu dkk. (2023) menyatakan bahwa faktor lingkungan fisik pada tempat kerja dapat secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi timbulnya reaksi fisiologi yang berpotensi meningkatkan beban *musculoskeletal disorder*.

Menurut SNI 9011:2021, potensi bahaya ergonomi mencakup gerakan tangan yang dilakukan berulang kali, penggunaan tangan dalam aktivitas menjepit dan *powergrip*, postur tubuh yang janggal, tekanan langsung, getaran, lingkungan kerja, serta aktivitas mendorong dan menarik. Gambar 2 menunjukkan postur tubuh janggal pada pekerja pengasapan ikan, baik saat duduk mengasapi ikan maupun saat berdiri mengangkat ikan yang telah dijemur untuk di asap. Pekerja melakukan aktivitas pekerjaan selama 10 jam kerja dengan waktu istirahat antara 30 menit hingga 1 jam.



Gambar 2. Posisi Kerja Pengasapan Ikan.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keluhan *musculoskeletal disorder* dan mengevaluasi potensi bahaya ergonomi pekerja yang bekerja di pengasapan ikan dengan menggunakan metode gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) yang disesuaikan dan daftar potensi bahaya ergonomi dengan standar SNI 9011: 2021. Sehingga dengan adanya hasil dari penelitian dapat menjadi evaluasi pencegahan, perbaikan dalam menangani gangguan otot rangka akibat kerja dan potensi bahaya ergonomi dalam pekerja pengasapan ikan asap.

METODE

Identifikasi Responden

Pekerja perempuan yang berprofesi sebagai pekerja pengasapan ikan yang dilibatkan dalam penelitian. Responden berasal dari sentra pengasapan ikan Bandarharjo di Kota Semarang Jawa Tengah.

Alat Ukur

Kuesioner gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) SNI 9011: 2021, yang dapat ditemukan pada lampiran B, dan daftar periksa potensi bahaya ergonomi SNI 9011: 2021 yang dapat ditemukan pada lampiran D, digunakan sebagai instrumen pengukuran dalam penelitian ini.

Pengumpulan Data

Pengumpulan dilakukan secara subjektif dengan kuesioner keluhan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) SNI 9011: 2021 dan dokumentasi berupa foto dan video postur tubuh pekerja untuk dilanjutkan dengan daftar potensi bahaya ergonomi SNI 9011: 2021. Responden diminta untuk menjawab beberapa pertanyaan terkait dengan keluhan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Pekerja

Sentra pengasapan ikan mempekerjakan karyawan dari Senin hingga Sabtu dari pukul 08.00 hingga 18.00 dengan waktu istirahat 30 menit hingga 1 jam. Pengasapan ikan memiliki tugas mulai dari mengambil ikan yang sedang dijemur dan pengasapan ikan asap. Dalam pekerjaan pengasapan ikan ini, pekerja harus melakukan aktivitas rutin seperti duduk, berdiri, dan mengangkat ikan mentah dan matang.

Karakteristik Pekerja

Karakteristik pekerja memberikan informasi penting tentang lingkungan kerja mereka. Menurut SNI 9011: 2021 Lampiran B, kuesioner survei gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) digunakan untuk mengumpulkan data tentang karakteristik pekerja. Tabel 1 menunjukkan hasilnya.

Tabel 1. Karakteristik pekerja pengasapan ikan.

Karakteristik	Jumlah (N)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Wanita	5	100
Usia		
< 50 tahun	3	60
> 50 tahun	2	40
Tangan dominan		
Kanan	0	0
Kiri	0	0
Keduanya	5	100
Lama bekerja		

Karakteristik	Jumlah (N)	Persentase (%)
1 – 5 tahun (1 tahun)	1	20
5 – 10 tahun (10 tahun)	2	40
> 10 tahun (15 tahun dan 25 tahun)	2	40
Kelelahan Mental		
Tidak pernah	4	80
Terkadang	0	0
Sering	1	20
Selalu	0	0
Kelelahan Fisik		
Tidak pernah	0	0
Terkadang	0	0
Sering	5	100
Selalu	0	0
Sakit atau nyeri yang disebabkan oleh pekerjaan		
Ya	5	100
Tidak	0	0
Pernah Cedera		
Ya	1	20
Tidak	4	80

Hasil jenis tingkat keluhan GOTRAK

Hasil jenis dan tingkat gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) diperoleh dari kuesioner survei yang mengikuti SNI 9011: 2021 lampiran B, sebagaimana dijelaskan pada Gambar 1. Tabel 2 menjelaskan keluhan gangguan otot rangka pada tiap segmen tubuh beserta frekuensi dan tingkat keparahan keluhan pada pekerja pengasapan ikan.

Tabel 2. Hasil jenis keluhan otot rangka akibat kerja.

Bagian Tubuh	Skor Risiko Gangguan Otot Rangka														
	Pekerja 1			Pekerja 2			Pekerja 3			Pekerja 4			Pekerja 5		
	F	K	R	F	K	R	F	K	R	F	K	R	F	K	R
Leher	3	3	9	1	1	1	2	3	6	2	3	6	1	1	1
Bahu Kanan	2	2	4	2	2	4	3	3	9	3	2	6	1	1	1
Bahu Kiri	2	2	4	2	2	4	3	3	9	3	2	6	1	1	1
Punggung Atas	3	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	6
Punggung Bawah	2	2	4	1	1	1	2	2	4	2	2	4	3	3	9
Siku Kanan	3	3	9	1	1	1	2	3	6	3	3	9	1	1	1
Siku Kiri	2	2	4	1	1	1	2	3	6	3	3	9	1	1	1
Lengan Kanan	3	3	9	3	3	9	2	3	6	3	3	9	3	3	9
Lengan Kiri	3	3	9	3	3	9	2	3	6	3	3	9	3	3	9
Tangan Kanan	3	3	9	2	3	6	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Tangan Kiri	3	3	9	2	3	6	2	3	6	3	3	9	2	3	6
Pinggul Kanan	3	3	9	1	1	1	3	2	6	1	1	1	2	3	6
Pinggul Kiri	3	2	6	1	1	1	3	2	6	1	1	1	3	2	6
Paha Kanan	3	3	9	1	1	1	2	3	6	2	2	4	3	3	9
Paha Kiri	2	3	6	1	1	1	2	3	6	2	2	4	3	3	9
Lutut Kanan	3	4	12	4	2	8	3	3	9	3	4	12	3	3	9
Lutut Kiri	3	4	12	4	2	8	3	3	9	2	3	6	3	3	9
Betis Kanan	3	3	9	2	3	6	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Betis Kiri	3	3	9	2	4	6	3	3	9	3	3	9	2	3	6

Kaki Kanan	3	3	9	1	1	1	2	3	6	3	3	9	3	2	6
Kaki Kiri	3	3	9	1	1	1	2	3	6	3	3	9	3	2	6

Keterangan = F: tingkat frekuensi K: tingkat keparahan R: nilai risiko gangguan otot rangka (GOTRAK)

Hasil jenis dan tingkat keluhan gangguan otot rangka pada para pekerja terlihat memiliki keluhan pada segmen tubuh atas dan bawah dengan tingkat keparahan berupa tidak nyaman yang mengartikan bahwa ada keluhan dan mulai/cenderung mengganggu pekerjaan. Pekerja 1 dengan masa kerja 25 tahun, memiliki tingkat keluhan gangguan otot rangka akibat kerja tertinggi baik pada segmen tubuh atas dan bawah. Tingkat keluhan tertinggi pekerja 1 bernilai 12 yaitu pada bagian lutut kanan dan kiri, dengan rata-rata tingkat frekuensi dan keparahan yang dirasakan adalah sering sakit.

Penyebab sakit/nyeri dikarenakan bekerja dalam posisi statis dalam jangka waktu yang lama yaitu selama 10 jam kerja sehingga menyebabkan *isometric contraction*. Hal ini sejalan dengan Linoe dkk, (2022) yang menyatakan bahwa aktivitas statis dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan gangguan *musculoskeletal disorder*. Aktivitas yang dilakukan dalam jangka waktu yang lama meningkatkan potensi bahaya ergonomi yang menyebabkan nyeri, sakit, pegal dan ketidaknyamanan (Febrilian dkk, 2023).

Frekuensi yang sering berupa aktivitas beban kerja berupa mengangkat, menarik, dan memindahkan ikan asap secara berulang. Faktor-faktor lain juga dapat berkontribusi terhadap risiko yang lebih tinggi, terutama pada orang berusia di atas 35 tahun, yang sering mengalami gangguan *musculoskeletal disorder* (Tambuwun dkk. 2020). Hal tersebut terjadi karena kemampuan fisik pada usia lanjut akan menurun diakibatkan kinerja otot yang berkurang. Masa kerja juga dapat meningkatkan risiko yang tinggi karena pekerja harus mengerahkan banyak tenaga dalam jangka waktu yang lama. Akibatnya, mereka dapat kelelahan dan mengalami kerusakan otot seiring berjalannya waktu. Sehingga pekerja 1 menjadi titik fokus dalam pengukuran dan pengolahan data mengenai sejauh mana keluhan gangguan *musculoskeletal disorder* akibat kerja dan potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011: 2021.

Hasil pengukuran potensi bahaya ergonomi

Dalam hal memahami potensi bahaya ergonomi tidak dapat diabaikan, hal tersebut dikarenakan interaksi yang kurang baik antara manusia dan lingkungan kerja sehingga mengakibatkan dampak serius pada kesehatan dan kinerja pekerja. Daftar periksa yang disertakan dalam SNI 9011: 2021 lampiran D digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan bahaya ergonomi. Daftar periksa ini dapat membantu dalam menentukan kombinasi elemen bahaya yang paling sering menyebabkan risiko dalam lingkungan industri.

Tabel 3. Hasil potensi bahaya ergonomi pekerja pengasapan ikan.

DAFTAR PERIKSA POTENSI BAHAYA PADA TUBUH BAGIAN ATAS					
Proses Pengasapan Ikan Asap	Kategori potensi bahaya	Potensi bahaya	Persentase waktu paparan (dari jumlah jam kerja)	Jika total jam kerja > 8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0% - 25% 25% - 50% 50% - 100%		
Mengambil ikan yang dijemur	Pergelangan tangan	Menekuk ke arah depan atau ke arah samping	√	Ya	1,5
Membawa ikan yang telah dijemur	Tekanan langsung ke bagian tubuh	Tubuh tertekan oleh benda yang keras atau runcing	√	Ya	0,5
Menyusun ikan yang telah matang ke keranjang	Rotasi lengan	Rotasi lengan bawah secara cepat	√	Ya	0,5
DAFTAR PERIKSA POTENSI BAHAYA PADA PUNGGUNG DAN TUBUH BAGIAN BAWAH					
Menyusun ikan ke nampan	Postur janggal	Tubuh dapat membungkuk ke depan atau menekuk ke samping dengan sudut antara 20 dan 45 derajat	√	Ya	0,5

Meletakkan nampan ikan ke pengasapan	Postur duduk	Duduk terlalu lama tanpa sandaran atau penompang punggung	√	Ya	0,5
Mengangkat nampan yang telah diasap	Pemuntiran	Pemuntiran torso (batang tubuh)	√	Ya	1,5
Mengangkat ikan yang telah diasap	Postur janggal	Leher memuntir > 20°	√	Ya	0,5
Total					5,5
DAFTAR PERIKSA PENGANGKATAN BEBAN SECARA MANUAL					
Penggakaran beban secara manual	Langkah 1	Pengangkatan jarak dekat (kurang dari 100 meter)			3
	Langkah 2	Zona hati-hati			1
	Langkah 3	Batang tubuh memuntir saat mengangkat			2
		Mengangkat beban yang tidak terduga atau tidak diprediksi			1
		Mengangkat satu hingga lima kali per menit			2
		Mengangkat objek saat sedang duduk atau bertumpu pada lutut			2
Total skor faktor bahaya (postur tubuh)					5,5
Total skor pengangkatan beban manual (skor langkah 2 + langkah 3)					9

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa skor tertinggi dalam proses pengasapan ikan terdapat pada pengambilan ikan yang telah dijemur dengan potensi bahaya berupa pergelangan tangan yang menekuk ke depan (*flexion*) sebesar 44 derajat seperti gambar 3. Bahaya dari pergelangan tangan yang menekuk dapat menjadi potensi bahaya jangka panjang berupa cedera permanen seperti *tendonitis* yang mana dijelaskan juga oleh Antonucci, (2019) bahwa gangguan ekstremitas atas distal seperti *tendonitis* pergelangan tangan akibat kerja yang disebabkan oleh metode kerja.



Gambar 3. Potensi bahaya pada pergelangan tangan.

Bahaya pada bagian punggung dan tubuh bagian bawah terdapat pada proses pengangkatan nampan yang telah diasap dengan potensi bahaya berupa pemuntiran torso (batang tubuh). Pemuntiran terjadi secara berulang seperti pada gambar 4 sehingga dapat menyebabkan risiko gangguan *musculoskeletal* terkait kerja (WMSDs), hal tersebut selaras dengan Anwer dkk., (2021) yang mengungkapkan pekerja pada bidang perikanan memiliki hubungan antara postur tubuh yang janggal seperti pemuntiran dengan rasa nyeri.



Gambar 4. Potensi bahaya pemuntiran torso.

Pemuntiran torso dapat mengakibatkan bahaya jangka panjang berupa *degenerasi diskus*, yaitu kondisi ketika bantalan tulang rawan di antara tulang belakang robek. Tsaniyah dkk., (2024) mengungkapkan peningkatan dalam kejadian *degenerasi diskus* seiring bertambahnya usia. Prevalensi *degenerasi diskus* pada usia 40 hingga 59 tahun sebesar 59%.



Gambar 5. Potensi bahaya pengangkatan beban.

Overstrain otot leher dan cedera tulang belakang adalah hasil dari beban angkat yang berlebihan sehingga merusak jaringan tubuh. Suprpto, (2018) mengungkapkan bahwa fisiologi kerja akan dipengaruhi oleh tekanan yang melebihi batas yang diizinkan. Proses pengangkatan ikan asap pada gambar 5 pengangkatan dengan jarak dekat (kurang dari 100 meter) dan masuk dalam kategori zona hati-hati dengan berat keranjang 8 kg berdasarkan pedoman SNI 9011: 2021. Oleh karena itu, skor secara keseluruhan pada postur tubuh pekerja pengasapan ikan sebesar 5,5 dan skor secara keseluruhan pengangkatan beban manual sebesar 9. Setiap penilaian potensi bahaya ditambahkan dengan nilai 0,5 karena total jam kerja lebih dari 8 jam, sehingga total skor potensi bahaya faktor ergonomi sebesar 14,5 yang berarti pekerja pengasapan ikan memperoleh skor lebih dari 7 yang menunjukkan dalam kategori berbahaya.

Rekomendasi usulan perbaikan

Tahap penyusunan rekomendasi usulan perbaikan merupakan langkah penting dalam upaya mengatasi keluhan *musculoskeletal disorder* dan menilai potensi bahaya ergonomi di sentra pengasapan ikan asap. Tahapan ini didasarkan pada hasil pemetaan, analisis data yang telah dilakukan sebelumnya dan analisis lebih lanjut berdasarkan *root cause analysis* (RCA) dengan sistem 5 *why*. Tujuan utama tahap penyusunan rekomendasi usulan perbaikan dengan *root cause analysis* (RCA) adalah investigasi menyeluruh tentang penyebab atau komponen yang menyebabkan masalah, keluhan, ketidakcocokan, dan kondisi yang tidak diinginkan pada karyawan pengasapan ikan sehingga rekomendasi usulan perbaikan lebih tepat dan efektif. Akar penyebab pada penelitian ini terlihat pada potensi bahaya ergonomi pada Tabel 3. Berikut rekapitulasi *root cause analysis* (RCA) dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 *Root cause analysis* potensi bahaya ergonomi.

Bentuk potensi bahaya ergonomi	Faktor terjadinya potensi bahaya ergonomi	Root Cause potensi bahaya ergonomi
Pergelangan tangan menekuk ke arah depan atau ke arah samping	Posisi kerja yang tidak ergonomis, penggunaan alat yang tidak sesuai, dan kebiasaan kerja yang buruk.	a. Posisi kerja yang tidak ergonomis. b. Karena alat kerja yang digunakan tidak sesuai dengan postur tubuh. c. Tidak ada penilaian ergonomi yang dilakukan sebelumnya. d. Kurangnya kesadaran atau pelatihan mengenai pentingnya ergonomi. e. Belum adanya program kesehatan dan keselamatan kerja yang komprehensif di tempat kerja.
Pemuntiran torso (batang tubuh)	Posisi kerja yang tidak sesuai, pekerja harus mencapai objek yang jauh, dan tidak ada bantuan alat mekanis.	a. Posisi kerja yang tidak sesuai. b. Objek kerja terlalu jauh dari jangkauan. c. Tata letak tempat kerja tidak dirancang dengan baik. d. Kurangnya perencanaan atau evaluasi tata letak. e. Tidak adanya standar operasional prosedur (SOP) yang mengatur tata letak ergonomis.
Berat beban pengangkatan dalam zona hati-hati, berat ikan 8 kg	Beban terlalu berat, teknik pengangkatan yang salah, atau kurangnya alat bantu.	a. Beban terlalu berat. b. Tidak adanya alat bantu pengangkatan. c. Tidak adanya anggaran atau kebijakan dalam pembelian alat bantu. d. Kurangnya prioritas pada keselamatan kerja e. Manajemen tidak menyadari risiko atau pentingnya investasi dalam keselamatan kerja.

Mengangkat beban yang tidak terduga atau tidak diprediksi	Kurangnya pelatihan, kurangnya evaluasi risiko, dan tidak ada prosedur kerja yang jelas.	<ol style="list-style-type: none"> Kurangnya pelatihan tentang evaluasi beban sebelum mengangkat. Karena tidak ada program pelatihan rutin. Belum ada kebijakan pelatihan. Pihak manajemen belum menetapkan pelatihan sebagai suatu prioritas. Kurang kesadaran atau pengetahuan tentang pentingnya suatu pelatihan di tempat kerja.
Mengangkat objek saat sedang duduk atau bertumpu pada lutut	Posisi kerja yang tidak ergonomis, kebiasaan kerja yang buruk, dan tidak ada alternatif posisi kerja.	<ol style="list-style-type: none"> Posisi kerja yang tidak ergonomis. Tidak adanya alternatif posisi kerja yang disediakan. Peralatan atau fasilitas yang tidak tersedia/tidak memadai. Kurangnya investasi dalam peralatan. Pihak manajemen tidak menyadari manfaat atau pentingnya investasi tersebut.

Berdasarkan akar penyebab (*root cause*) potensi bahaya ergonomi yang menyebabkan tingginya tingkat keluhan gangguan otot rangka (GOTRAK). Tabel 5 merupakan rekomendasi usulan perbaikan dalam meminimalisir masalah yang ada pada pekerja pengasapan ikan:

Tabel 5. Usulan perbaikan berdasarkan *root cause analysis*.

Bentuk potensi bahaya ergonomi	Rekomendasi usulan perbaikan
Pergelangan tangan menekuk ke arah depan atau ke arah samping	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan pelatihan ergonomi dalam meningkatkan kesadaran karyawan tentang posisi kerja yang benar. Mengadakan evaluasi rutin dan penyesuaian alat kerja untuk memastikan kesesuaian dengan postur tubuh.
Pemuntiran torso (batang tubuh)	<ol style="list-style-type: none"> Penataan ulang tata letak tempat kerja sehingga objek kerja berada dalam jangkauan yang aman. Mengembangkan dan menerapkan standar operasional prosedur (SOP) dalam mengatur tata letak.
Berat beban pengangkatan dalam zona hati-hati, berat ikan 8 kg	<ol style="list-style-type: none"> Mengadakan pelatihan tentang teknik pengangkatan yang baik dan benar. Menyediakan alat bantu pengangkatan.
Mengangkat beban yang tidak terduga atau tidak diprediksi	<ol style="list-style-type: none"> Mengadakan program pelatihan rutin terkait evaluasi risiko sebelum mengangkat beban. Mengembangkan prosedur kerja yang jelas untuk mengidentifikasi dan menangani beban yang tidak terduga.
Mengangkat objek saat sedang duduk atau bertumpu pada lutut	<ol style="list-style-type: none"> Menginvestasikan peralatan untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan kerja. Mengadakan pelatihan tentang posisi kerja yang benar dan penggunaan alat bantu.

Berdasarkan hasil dari *root cause analysis* (RCA), dihasilkan suatu urutan prioritas tindakan pencegahan masalah yang ada di pekerja pengasapan ikan yang menyebabkan tingginya tingkat keluhan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) dan usulan perbaikan atas akar penyebab potensi bahaya ergonomi. Sehingga dapat ditarik sebuah rekomendasi usulan perbaikan berupa melakukan pelatihan ergonomi pada pekerja pengasapan ikan serta perbaikan lingkungan kerja berupa tata letak tempat kerja. Harapannya dengan adanya usulan perbaikan pada lingkungan pekerja pengasapan ikan ini dapat meminimalisir terjadinya *musculoskeletal disorder* serta potensi bahaya ergonomi di tempat kerja. Dengan demikian, penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan rekomendasi usulan perbaikan yang telah diidentifikasi secara efektif sehingga meminimalisir gangguan *musculoskeletal disorder* dan potensi bahaya ergonomi serta meningkatkan keselamatan kerja.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas pekerja pengasapan ikan mencapai nilai lebih dari 7 dalam pengukuran tingkat keluhan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) SNI 9011: 2021, yaitu tingkat risiko tinggi pada anggota tubuh lengan kanan kiri (80%), tangan kanan (80%), betis kanan (80%), lutut kanan (100%),

dan lutut kiri (80%). Tingkat risiko sedang pada anggota tubuh tangan kiri (80%) dan tingkat risiko rendah pada anggota tubuh punggung bawah (80%). Hasil jenis dan tingkat keluhan gangguan otot rangka pada para pekerja terlihat memiliki keluhan pada segmen tubuh atas dan bawah dengan tingkat keparahan berupa tidak nyaman yang mengartikan bahwa ada keluhan dan mulai/cenderung mengganggu pekerjaan.

Pada hasil pengukuran potensi bahaya ergonomi pekerja menghasilkan skor sebesar 14,5 yang berarti potensi bahaya masuk dalam kategori berbahaya. Sehubungan dengan tinggi nya nilai gangguan otot rangka dan potensi bahaya ergonomi maka dilakukannya rekomendasi usulan perbaikan berdasarkan *root cause analysis* (RCA) dengan sistem 5 *why*. Sehingga menghasilkan suatu rekomendasi usulan perbaikan berupa melakukan pelatihan ergonomi pada pekerja pengasapan ikan serta perbaikan lingkungan kerja berupa tata letak tempat kerja dengan harapan rekomendasi usulan perbaikan tersebut dapat meminimalisir terjadinya peningkatan *musculoskeletal disorder* dan potensi bahaya ergonomi serta meningkatkan keselamatan kerja pada pekerja pengasapan ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Sentra Pengasapan Ikan Asap Bandarharjo atas persetujuan yang diberikan dan kepada semua tenaga kerja yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini.

Terima kasih kepada dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Heru Prastawa, DEA dan Dr. Manik Mahachandra, ST, MSc atas bimbingan, dorongan, dan motivasi yang telah diberikan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonucci, Andrea. 2019. "Comparative analysis of three methods of risk assessment for repetitive movements of the upper limbs: OCRA index, ACGIH(TLV), and strain index." *International Journal of Industrial Ergonomics* 70:9–21. doi: 10.1016/j.ergon.2018.12.005.
- Anwer, Shahnawaz, Heng Li, Maxwell Fordjour Antwi-Afari, dan Arnold Yu Lok Wong. 2021. "Associations between physical or psychosocial risk factors and work-related musculoskeletal disorders in construction workers based on literature in the last 20 years: A systematic review." *International Journal of Industrial Ergonomics* 83.
- Dunning, Kari K., Kermit G. Davis, Chad Cook, Susan E. Kotowski, Chris Hamrick, Gregory Jewell, dan James Lockey. 2010. "Costs by industry and diagnosis among musculoskeletal claims in a state workers compensation system: 1999-2004." *American Journal of Industrial Medicine* 53(3):276–84. doi: 10.1002/ajim.20774.
- Febrihan, Zakky, Desinta Rahayu Ningtyas, dan Febrian Isharyadi. 2023. Implementasi sni 9011:2021 untuk evaluasi ergonomi pada operator produksi departemen plastic injection: *studi kasus di industri manufaktur*.
- Florensia, Maria Yolanda, Baiduri Widanarko, Departmen Keselamatan, Kesehatan Kerja, Kesehatan Masyarakat, dan Info Artikel Abstrak. 2022. Analisis Hubungan Faktor Fisik dan Psikososial terhadap Keluhan Gangguan Otot Tulang Rangka Akibat Kerja pada Guru SMK Negeri di Kota Pekanbaru.
- Karimi, Azim, Iman Dianat, Abdullah Barkhordari, Iman Yusefzade, dan Marzieh Rohani-Rasaf. 2020. "A multicomponent ergonomic intervention involving individual and organisational changes for improving musculoskeletal outcomes and exposure risks among dairy workers." *Applied Ergonomics* 88. doi: 10.1016/j.apergo.2020.103159.

- Linoe, Ribka Gloria, Oksfriani Jufri Sumampouw, dan Ribka Elisabeth Wowor. 2022. *Apakah Postur Kerja Terkait dengan Kelelahan Kerja?*
- Lu, Jifu, Yu Chen, dan Yapeng Lv. 2023. "The effect of housework, psychosocial stress and residential environment on musculoskeletal disorders for Chinese women." *SMM - Population Health* 24. doi: 10.1016/j.ssmph.2023.101545.
- Nithin, C. T., C. G. Joshy, Niladri Sekhar Chatterjee, Satyen Kumar Panda, R. Yathavamoorthi, T. R. Ananthanarayanan, Suseela Mathew, J. Bindu, dan T. K. S. Gopal. 2020. "Liquid smoking - A safe and convenient alternative for traditional fish smoked products." *Food Control* 113. doi: 10.1016/j.foodcont.2020.107186.
- Rivero, Aaron, Halomoan Harianja, Ratih Rahmahwati, dan Yopa Eka Prawatya. 2023. Rancang bangun tas keranjang buah sawit pada petani kelapa sawit daerah sintang menggunakan metode ovako working posture analysis system (owas) dan nordic body map (nbm) dengan pendekatan antropometri. Vol. 7.
- Silva, B. O., O. T. Adetunde, T. O. Oluseyi, K. O. Olayinka, dan B. I. Alo. 2011. "Effects of the methods of smoking on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in some locally consumed fishes in Nigeria." *African Journal of Food Science* 5(7):384–91.
- SNI 9011:2021. 2021. "penetapan sni 9011:2021 pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja."
- Suprpto, Yusswardendra Kresna. 2018. "analisis postur kerja dan keluhan musculoskeletal kuli panggul di gudang perum bulog sukoharjo." *Prosiding Seminar Nasional* 545–52.
- Tambuwun, Jerro H., Nancy S. H. Malonda, dan Paul A. T. Kawatu. 2020. "Hubungan Antara Usia dan Masa Kerja dengan Keluhan Muskulo-skeletal pada Pekerja Mebel di Desa Leilem Dua Kecamatan Sonder." *Medical Scope Journal* 1(2). doi: 10.35790/msj.1.2.2020.27201.
- Tsaniyah, Damas, Min Rohmatillah, David Syahputro, Annisa Tri Andriani, dan Universitas Muhammadiyah Malang. 2023. *Analisis faktor risiko low back pain pada pekerja industri*. Vol. 4.

IMPLEMENTASI *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE* (SMED) UNTUK MEMINIMALKAN WAKTU *SETUP* PRODUKSI

IMPLEMENTATION OF *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE* (SMED) TO MINIMIZE *PRODUCTION SET UP TIME*

Rahmaniyah Dwi Astuti¹, Bambang Suhardi², Adsa Alyaa Safitri³, Ainun Rahmansyah Gaffar⁴
^{1,2,3,4}Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret

Jl.Ir. Sutami 36A, Surakarta, Indonesia, 57126
E-mail: rahmaniyahdwi@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Sektor industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) adalah salah satu yang paling kompetitif, perusahaan harus meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi proses mereka untuk memenuhi permintaan pasar. Perusahaan tekstil di Surakarta selalu memerlukan kebutuhan untuk pengurangan waktu produksi karena keterlambatan pengiriman ke pelanggan, sehingga waktu produksi yang lama merupakan tantangan utama. Telah dilakukan peningkatan dengan menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED) untuk mengurangi pemborosan, seperti waktu *setup*. SMED merupakan strategi *lean* manufaktur yang menggantikan tugas-tugas internal dengan tugas-tugas eksternal untuk mengurangi pemborosan, sehingga memungkinkan produsen untuk mengurangi waktu tunggu dan *work in progress* (WIP). Penelitian ini berusaha untuk menilai waktu *setup* pada proses produksi untuk mengurangi waktu dan menyederhanakan proses *setup* pada proses produksi. Hasilnya, pemasangan SMED mengurangi waktu *setup* dan meningkatkan produktivitas. Waktu *setup* berkurang sebesar 68,05%, dan WIP berkurang sebesar 62%.

Kata kunci: SMED, *Quick Changeover*, *Setup*, *Lean Tools*, Simulasi ARENA

ABSTRACT

Since the Textile and Textile Products (TPT) industrial sector is one of the most competitive, companies have to improve the flexibility and efficiency of their processes to fulfill the demands of the market. The textile company in Surakarta constantly faces the need to reduce production time since late deliveries to customers due to long manufacturing times are major challenges. This improvement is possible by utilizing the *Single Minute Exchange of Die* (SMED) method to decrease waste, such as *setup* time. SMED is a *Lean* manufacturing strategy that substitutes internal tasks for external ones in order to reduce waste, allowing manufacturers to reduce waiting time and *work in progress* (WIP). This study seeks to assess the *setup* time in the production process in order to reduce set up time and streamline the *setup* process in the production process. According to the results, SMED installation decreases *setup* time and increases productivity. *Setup* time was reduced by 68.05%, and WIP was reduced by 62%.

Keywords: SMED, *Quick changeover*, *Set up*, *Lean tools*, ARENA simulation

PENDAHULUAN

Sektor industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) di Indonesia telah meningkat secara signifikan, dengan kenaikan sebesar 15,08% pada tahun 2019. Hal ini didukung oleh meningkatnya permintaan konsumen yang memaksa perusahaan-perusahaan sektor tekstil untuk bersaing dalam memproduksi pakaian jadi yang sesuai dengan ekspektasi konsumen. Karena permintaan pasar yang sangat besar dan bervariasi, perusahaan harus dapat memenuhi permintaan secara tepat waktu, karena keterlambatan dapat merugikan pendapatan melalui denda atau mengurangi permintaan pelanggan, Heryadi & Sutopo (2018).

Globalisasi telah meningkatkan kebutuhan perusahaan untuk meningkatkan fleksibilitas produksi mereka dengan memproduksi dalam jumlah yang lebih kecil. Akibatnya, jenis produksi ini menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam frekuensi *setup* dan, sebagai hasilnya, kemampuan untuk melakukan proses *setup* yang cepat (Elmoselhy, 2013). Peningkatan keragaman produk membutuhkan lebih banyak penyesuaian proses, yang meningkatkan waktu produksi (Yazıcı et al., 2021). Variasi produk ini akan berdampak pada peralatan yang digunakan dalam proses manufaktur, sehingga meningkatkan tingkat kerumitan, salah satunya adalah proses *changeover* (Sugarindra et al., 2019). Proses *setup* juga dilakukan selama proses *changeover*. Prosedur *setup* yang lama dapat dianggap sebagai pemborosan, yang dapat mengakibatkan kerugian bagi perusahaan (Amiel-Reategui

et al., 2022). Selain menimbulkan kerugian, proses *setup* juga dapat berdampak pada waktu dan efisiensi produksi (Stefansdottir et al., 2017).

Sistem Produksi Toyota mengembangkan filosofi *Lean Production*, yang memprioritaskan peningkatan proses dan pengurangan biaya melalui eliminasi pemborosan (Antosz & Pacana, 2018; Kiran, 2017). Pemborosan didefinisikan sebagai segala sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah atau nilai yang dievaluasi dari sudut pandang konsumen (Havi et al., 2018). Dalam buku (Gaspersz, 2011) mempertimbangkan tujuh jenis pemborosan: transportasi, inventaris, gerakan, menunggu, pemrosesan berlebih, produksi berlebih, cacat, talenta yang tidak digunakan, dan EHS atau Lingkungan, Kesehatan, dan Keselamatan. Saat ini, menghilangkan pemborosan, seperti waktu menganggur, merupakan masalah penting dalam lingkungan industri karena merupakan aktivitas tidak bernilai tambah yang menimbulkan biaya dan mengurangi produktivitas. Secara bersamaan, variasi produk dan penyusutan pesanan mendorong perusahaan untuk mengoptimalkan waktu *setup* yang terkait dengan proses dan mesin. SMED, 5S, manajemen visual, standar kerja, dan *value stream mapping* adalah beberapa alat dan strategi yang digunakan dalam *Lean Production* untuk mengurangi pemborosan (Bidarra et al., 2018). Efektivitas filosofi ini telah membenarkan perluasannya di luar lingkungan manufaktur ke area aktivitas lainnya (Bevilacqua et al., 2015; Moeuf et al., 2016).

PT Dan Liris adalah perusahaan industri TPT yang beroperasi dengan sistem *make-to-order* (MTO). Perusahaan MTO adalah perusahaan yang memproduksi produk dengan variasi tinggi dan volume rendah sehingga memerlukan aktivitas *setup* yang sering (Yazıcı et al., 2021). Seringnya proses *setup* menyebabkan PT Dan Liris mengalami keterlambatan dalam proses produksi dikarenakan kinerja operator yang tidak efektif dan efisien saat melakukan proses *setup*, dimana operator melakukan gerakan yang tidak perlu dan menunggu proses selanjutnya. Perusahaan harus dapat mengidentifikasi strategi untuk meminimalisir waktu *setup* agar dapat bersaing. Pengurangan waktu *setup* memiliki beberapa keuntungan, antara lain: lebih sedikit waktu henti mesin, lebih sedikit operasi yang tidak bernilai tambah, kemampuan untuk berproduksi dalam lot yang lebih kecil, lebih sedikit skrap *setup*, biaya tenaga kerja *setup* yang lebih rendah, peningkatan fleksibilitas sistem produksi, pengurangan waktu tunggu produk, produktivitas, pemanfaatan aset, dan biaya produksi yang lebih rendah (Almomani et al., 2013). Hal ini melibatkan penghilangan pemborosan dan langkah-langkah yang tidak efisien, serta mengubah waktu konversi menjadi waktu produksi (Martins et al., 2018). Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, kendala utama dalam manufaktur adalah menjaga waktu produksi sesingkat mungkin. SMED adalah salah satu metode Lean Manufacturing yang bertujuan untuk mengurangi waktu *setup* saat bekerja (Basri et al., 2021). SMED dianggap sebagai teori yang terdiri dari kumpulan strategi yang memungkinkan *setup* peralatan dan proses pergantian yang lebih singkat (Kemal Karasu et al., 2014; Shingo, 1989).

Ada beberapa peneliti terdahulu yang telah melakukan metodologi SMED di berbagai sektor dan dengan tujuan yang berbeda. Banyak kasus penggunaan metode ini dapat diamati misalnya di industri makanan (Lozano et al., 2019), di bidang metalurgi (Vieira et al., 2019), di bidang kesehatan (Bonamigo et al., 2022). Penelitian (Amrina et al., 2018) meningkatkan metodologi SMED dan Kaizen dalam organisasi manufaktur, mengurangi waktu *setup* sebesar 37,6% dan meningkatkan produktivitas sebesar 3,17%. Penelitian yang dilakukan pada industri manufaktur mampu mengurangi waktu *setup* dan meningkatkan produktivitas pada mesin *milling* masing-masing sebesar 40% dan 57% dengan menggunakan metode VSM dan SMED (Monteiro et al., 2019). Sedangkan, Maalouf & Zaduminska (2019) hanya mengintegrasikan SMED dan VSM pada industri makanan, waktu pergantian mesin dapat dikurangi sebesar 34% dan kapasitas lini produksi utama meningkat 11%. Di area percetakan, waktu produksi berkurang sebesar 24% setelah mencoba menggabungkan implementasi SMED dengan *lean tools* lainnya: VSM dan Kanban (Becerra et al., 2019). Penelitian lainnya mengimplementasikan SMED dengan VSM, *Five Whys*, Kanban, yang meningkatkan waktu tunggu, tingkat keluhan internal, dan tingkat keluhan pelanggan sebesar 7,1%, 55%, dan 83% (Habib et al., 2023). Dalam manufaktur tekstil (Dogan et al., 2018; Molina & Pascua, 2022), para peneliti menyoroti pemisahan aktivitas internal dan eksternal yang mengarah pada peningkatan sekitar 73,1% dan 51,1% dalam waktu *setup*. Penelitian lain di bidang manufaktur tekstil (Alanya et al., 2020) mencoba menggabungkan implementasi SMED dengan VSM pada proses pemotongan, mengurangi pemrosesan ulang secara *default* dari 13,12% menjadi 4,23%, proses yang tertunda berkurang dari 18,49% menjadi 9,61%.

Menurut berbagai penelitian, metode SMED dapat digunakan untuk memecahkan masalah pemborosan di rantai produksi, terutama selama fase *setup*. Sebagai hasilnya, penelitian ini menerapkan strategi *lean manufacturing* bersama dengan pendekatan SMED untuk menyelidiki waktu *setup* dalam proses manufaktur untuk mengurangi waktu *setup* dan merampingkan proses *setup*.

METODE

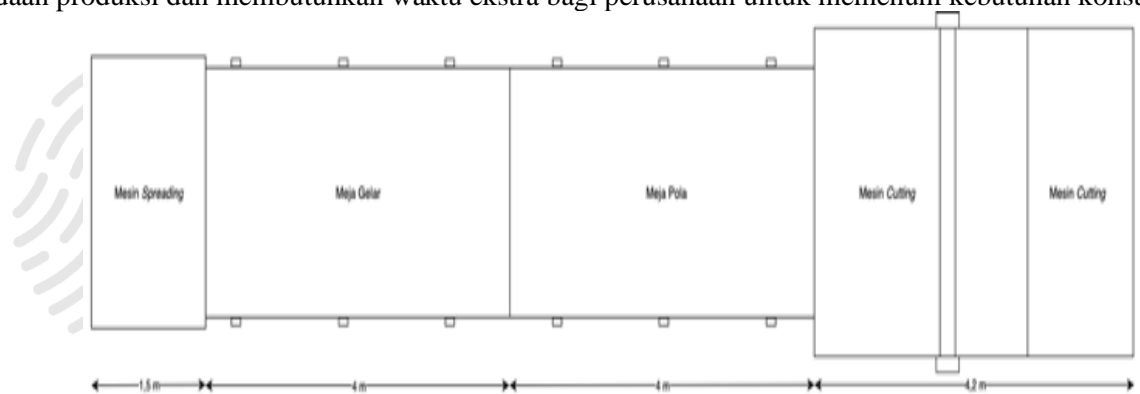
Data dikumpulkan dengan melakukan observasi, wawancara, dan pencatatan waktu produksi secara langsung dengan menggunakan *stopwatch*. Waktu yang dibutuhkan untuk proses produksi diulang sebanyak 30 kali. Menurut (Farisi et al., 2022) jumlah minimum sampel yang dibutuhkan adalah 30. Ada juga data sekunder, yang terdiri dari informasi umum perusahaan. Simulasi Arena kemudian digunakan untuk menyelidiki dan mendemonstrasikan efek dari perbaikan SMED. Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- Langkah 1. Uji kecukupan data
- Langkah 2. Uji keseragaman data
- Langkah 3. Uji keseragaman data perhitungan waktu standar
- Langkah 4. Penyederhanaan proses operasi dengan SMED
- Langkah 5. Simulasi Arena

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini mengilustrasikan penerapan metodologi SMED. Pengaruh SMED terhadap waktu *setup* kemudian dianalisis secara menyeluruh.

Pemotongan terjadi pada satu stasiun yang memiliki satu mesin *spreading* dan satu mesin pemotong. Dua operator mengawasi stasiun tersebut, satu untuk mesin *spreading* dan satu untuk mesin pemotong. Gambar 1 menunjukkan area kerja selama proses pemotongan. Sebelum penerapan SMED, sebagian besar operasi *setup* operator dilakukan secara internal. Selain itu, pemborosan yang cukup besar terjadi selama proses *setup*, sehingga memperpanjang proses tersebut. Akibatnya, prosedur *setup* membutuhkan waktu yang cukup lama, menyebabkan penundaan produksi dan membutuhkan waktu ekstra bagi perusahaan untuk memenuhi kebutuhan konsumen.



Gambar 1. Area Pemotongan

Penerapan Metode SMED

Perbaikan dilakukan dengan menerapkan metodologi SMED. Berikut ini adalah hasil dari metode SMED, yang terdiri dari empat langkah (Shingo, 1989).

A. Identifikasi Aktivitas

Selama fase identifikasi aktivitas, keadaan dasar untuk aktivitas *setup* internal dan eksternal tidak dipisahkan. Tabel 1 menunjukkan 30 aktivitas yang terjadi selama proses pemotongan. Aktivitas-aktivitas ini melibatkan tindakan operator dan mesin. Keseluruhan durasi prosedur pemotongan rata-rata 3708 detik.

B. Pemisahan Aktivitas

Setiap aktivitas dibagi menjadi aktivitas internal dan eksternal pada fase pemisahan aktivitas. Waktu *setup* telah berkurang sebesar 20,99%. Penurunan ini terjadi sebagai hasil dari pemisahan aktivitas internal dan eksternal oleh operator. Sebuah mesin digunakan untuk empat tugas: menentukan titik awal dan akhir, *spreading* atau menyebarkan kain, dan menyedot debu pada kain.

Tabel 1. Deskripsi Aktivitas (lanjutan)

Kategori	No	Deskripsi Aktivitas	Durasi (Detik)
NVA	1	Membersihkan mesin <i>spreading</i>	71
NVA	2	Nyalakan mesin <i>spreading</i>	60
NVA	3	Sebarkan alas	23
VA	4	Siapkan kain	79
VA	5	Masukkan kain ke dalam mesin kain	63
VA	6	Tentukan titik awal	46
VA	7	Masukkan pengaturan data mesin <i>spreading</i>	38
VA	8	Menentukan titik akhir	282
VA	9	Tekan tombol <i>start</i> untuk memulai proses <i>spreading</i>	2
VA	10	Membentangkan kain	254
NVA	11	Menghitung jumlah kain	80
NVA	12	Memberikan identitas pada kain yang tersisa	84
VA	13	Berikan <i>laysheet</i> untuk administrasi pemotongan	18
VA	14	Nyalakan mesin <i>blower</i>	30
VA	15	Posisikan kain yang akan dipola	33
VA	16	Matikan mesin <i>blower</i>	30
NVA	17	Menunggu penanda pola	867
VA	18	Posisikan penanda pola pada kain	61
NVA	19	Sobek penanda pola	52
NVA	20	Tempelkan penanda pola pada kain	189
NVA	21	Nyalakan mesin <i>blower</i>	28
NVA	22	Memposisikan kain untuk proses pemotongan	138
VA	23	Mematikan mesin <i>blower</i>	30
NVA	24	Memindahkan mesin pemotong	89
NVA	25	Membersihkan mesin pemotong	93
NVA	26	Menyiapkan mesin pemotong	704
VA	27	Menyedot kain	196
VA	28	Memasukkan pengaturan mesin pemotong	43
VA	29	Tentukan titik awal pemotongan	22
VA	30	Tekan tombol mulai untuk memulai proses pemotongan	2
Total			3708

C. Konversi Aktivitas

Tahap konversi aktivitas dimaksudkan sebagai transfer aktivitas internal yang dapat dialihkan ke aktivitas eksternal. Ini adalah tahap penting yang dapat mengurangi waktu secara signifikan. Perubahan dari aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal perlu didukung oleh perbaikan sistem dan metode kerja. Perubahan daftar aktivitas dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Konversi Aktivitas

Operator	No	Deskripsi Aktivitas	Durasi (Detik)	Penjelasan
Operator A	11	Menghitung jumlah kain	80	Operator A dapat melakukan <i>setup</i> tanpa harus menunggu mesin berhenti, operator B menyiapkan <i>setup</i> lainnya
	12	Memberikan identitas pada kain sisa	84	
	13	Memberikan <i>laysheet</i> kepada administrasi pemotongan	18	
	14	Nyalakan mesin <i>blower</i>	30	
	15	Posisikan kain yang akan dipola	33	
	16	Matikan mesin <i>blower</i>	30	
	17	Menunggu penanda pola	867	
Operator B	18	Posisikan penanda pola pada kain	61	Operator B dapat melakukan <i>setup</i> tanpa harus menunggu mesin berhenti, Operator A menyiapkan <i>setup</i> lainnya
	19	Sobek penanda pola	52	
	20	Tempelkan penanda pola pada kain	189	
	21	Nyalakan mesin <i>blower</i>	28	
	22	Memposisikan kain untuk proses pemotongan	138	

Operator	No	Deskripsi Aktivitas	Durasi (Detik)	Penjelasan
	23	Matikan mesin <i>blower</i>	30	
Total			2419	

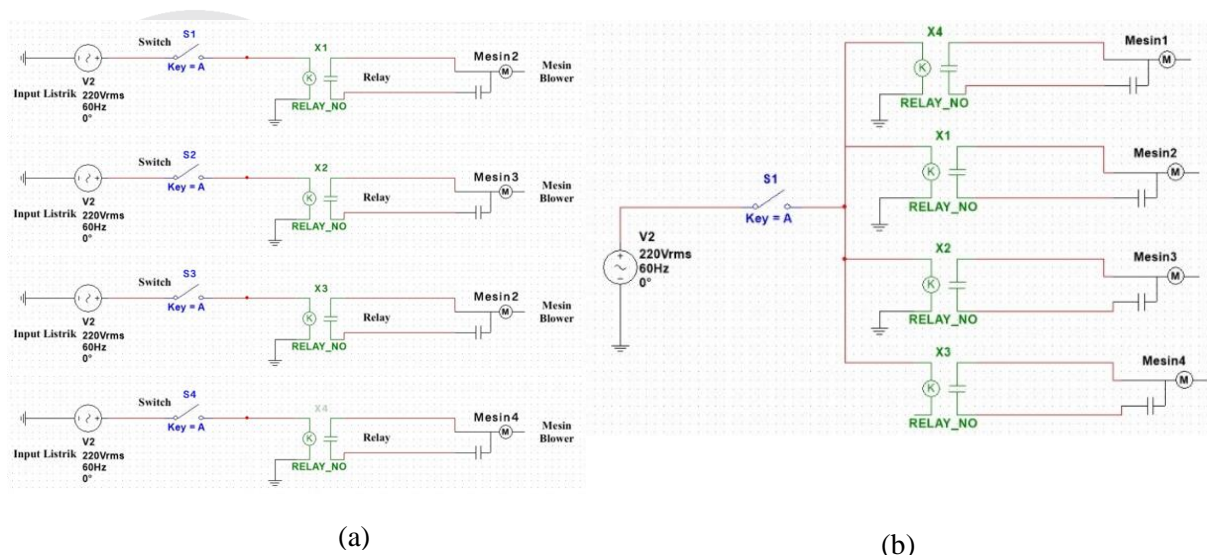
Waktu *setup* berkurang sebesar 65,24%. Terdapat 13 aktivitas internal yang telah diubah menjadi aktivitas eksternal. Pengubahan aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal dilakukan dengan menggunakan sumber daya manusia yang tersedia di stasiun kerja pemotongan, misalnya ketika operator B tidak ada, maka operator tersebut dapat melakukan pekerjaan *setup* yang dilakukan oleh operator A, begitu juga sebaliknya.

D. Perampingan Aktivitas

Tahap terakhir dari metode SMED adalah perampingan aktivitas. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menyederhanakan dan merampingkan prosedur yang ada. Ada dua tindakan mendasar. (1) optimalisasi tugas dengan menggunakan solusi teknis; (2) perbaikan pada proses operasi.

Operator membersihkan mesin-mesin *spreading* dan pemotong, yang terdiri dari pembersihan sisa kain dan kotoran. Sapu konvensional digunakan dalam proses ini. Perbaikan pembersihan dilakukan dengan bantuan kompresor, yang menghasilkan pengurangan yang signifikan dalam waktu yang diperlukan untuk aktivitas internal ini.

Operator kemudian melakukan aktivitas menyalakan dan mematikan mesin *blower*, yang mengharuskan operator menekan tombol sebanyak 4-6 kali, hal ini menyebabkan operator menghabiskan waktu ekstra untuk menyelesaikan tugas-tugas ini. Menerapkan sistem yang terintegrasi memungkinkan adanya perbaikan. Operator hanya perlu menekan tombol satu kali. Sehingga dapat menghasilkan keuntungan secara tepat waktu. Sistem ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Integrasi Aliran Listrik Mesin Blower: (a) Sebelum; (b) Sesudah

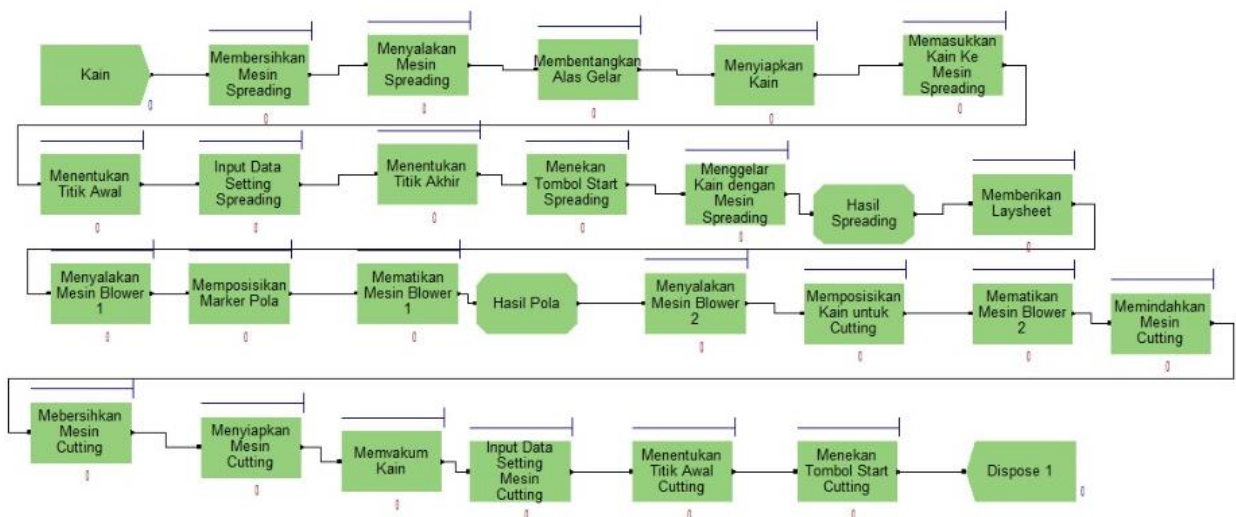
Beberapa operasi yang *non-value added* (NVA) dihilangkan untuk membuat perubahan pada proses operasional. Tugas memperkirakan jumlah yard kain dan memberikan identifikasi pada kain yang tersisa dapat diselesaikan saat kain sedang disiapkan. Dalam praktiknya, fungsi yang dilakukan oleh aktivitas ini dapat disimpulkan dari aktivitas persiapan kain. Jadi, tidak perlu melakukannya lagi. Pada aktivitas menunggu, penanda pola dapat disiapkan sehari sebelum proses pemotongan, sehingga tidak ada waktu tunggu. Pada aktivitas merobek penanda pola, penanda dapat dihilangkan karena aktivitas ini tidak menghasilkan nilai tambah bagi produk atau konsumen. Pada kondisi sebenarnya, penyobekan penanda pola dimaksudkan agar ukuran kertas dan kain sama. Oleh karena itu, lebih baik jika ukuran kertas diubah sesuai dengan ukuran kain sehingga tidak perlu merobek penanda pola. Kegiatan menempelkan penanda pola dapat dilakukan ketika kegiatan memposisikan penanda pola pada kain. Tabel 3 menunjukkan perubahan ketika aktivitas perampingan dilakukan. Waktu *setup* yang dibutuhkan menurun sebesar 68,05%.

Penerapan Metode SMED

Simulasi dijalankan menggunakan perangkat lunak ARENA untuk memvalidasi hasilnya. Gambar 3 menunjukkan model diagram alir. Model yang diusulkan menunjukkan akurasi dalam simulasi ARENA. Hasilnya, ketika dijalankan, model ini menghasilkan laporan yang mencakup data dan hasil statistik yang diperlukan.

Tabel 3. Perampingan Aktivitas

No	Deskripsi Aktivitas	Durasi (Sebelum)	Durasi (Setelah)	Penjelasan
1	Membersihkan mesin <i>spreading</i>	71	20	Menggunakan alat kompresor untuk memfasilitasi aktivitas
25	Membersihkan mesin pemotong	93	40	
14	Nyalakan mesin blower	30	5	Membuat sistem integrasi aliran listrik untuk menekan tombol mesin blower
16	Matikan mesin blower	30	5	
21	Nyalakan mesin blower	28	5	
23	Matikan mesin blower	30	5	
11	Menghitung jumlah kain	80	0	Eliminasi aktivitas NVA
12	Memberi identitas pada kain sisa	84	0	
17	Menunggu penanda pola	867	0	Eliminasi aktivitas NVA
19	Sobek penanda pola	52	0	
20	Tempelkan penanda pola pada kain	189	0	



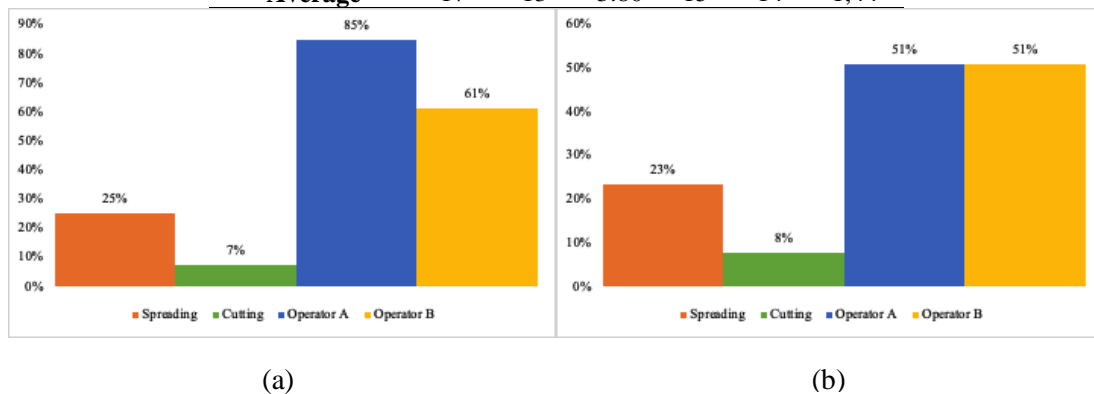
Gambar 3. Model Flowchart ARENA

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem memasukkan rata-rata 15 kain, dengan output 14 kain dan WIP 1,44, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Produk yang dihasilkan mengalami peningkatan, seperti yang ditunjukkan oleh tabel tersebut. Selain itu, nilai WIP mengalami penurunan sebesar 62%. Menurut penelitian, Buehlmann & Kucuk (2018), upaya yang berhasil untuk mengurangi waktu *setup* membantu produsen untuk mengurangi waktu tunggu dan WIP.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa mesin dan sumber daya manusia yang digunakan dalam proses *setup* digunakan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Sebelum penerapan SMED, mesin *spreading* memiliki tingkat utilitas sebesar 25%, mesin pemotong memiliki tingkat utilitas sebesar 7%, operator A memiliki tingkat utilitas sebesar 85%, dan operator B memiliki tingkat utilitas sebesar 61%. Sedangkan setelah menerapkan SMED, diketahui bahwa tingkat utilitas mesin *spreading* sebesar 23%, mesin pemotong sebesar 8%, operator A sebesar 51%, dan operator B sebesar 51%. Peningkatan utilitas hanya terjadi pada mesin pemotong, sedangkan pada mesin *spreading*, operator A dan operator B mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena jumlah input yang terjadi pada simulasi berkurang, sehingga tingkat aktivitas yang dialami oleh sumber daya juga berkurang. Namun, output yang dihasilkan meningkat dan nilai WIP menurun. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan SMED juga dapat meringankan beban kerja yang dialami oleh sumber daya yang digunakan.

Tabel 4. Hasil Simulasi

Replications	Before SMED			After SMED		
	In	Out	WIP	In	Out	WIP
1	18	12	3.49	11	11	0,98
2	19	15	5.04	14	14	1,20
3	25	12	6.64	20	19	2,38
4	17	16	2.40	15	15	1,48
5	17	10	3.72	18	15	1,90
6	18	15	5.56	15	15	1,66
7	13	13	2.10	13	11	1,02
8	11	11	1.46	13	10	0,94
Average	17	13	3.80	15	14	1,44



Gambar 4. Grafik Pemanfaatan Mesin dan Sumber Daya: (a) Sebelum; (b) Sesudah

KESIMPULAN

Berdasarkan pemeriksaan waktu *setup* pada proses pemotongan, aktivitas *setup* tertentu dijalankan secara tidak efektif, dan beberapa prosedur tidak menghasilkan nilai, yang mengakibatkan pemborosan dalam gerakan, menunggu, dan pemrosesan yang berlebihan. Upaya untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan selama proses *setup* menghasilkan penurunan sebesar 68,05% berdasarkan perbaikan yang disarankan dengan menggunakan metode SMED. Selain itu, dengan menggunakan simulasi implementasi SMED menghasilkan peningkatan output sebesar 62% dan penurunan 62% pada pekerjaan yang sedang berjalan. Mempertahankan praktik-praktik yang sangat baik juga berkontribusi terhadap peningkatan tersebut. Sebagai hasilnya, staf dan manajemen harus berpartisipasi dalam pelatihan dan keterlibatan yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu penelitian ini, terutama kepada pihak dari PT. Dan Liris, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan wawancara, pengamatan, dan pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Alanya, B. S., Dextre, K. E., Nunez, V. H., Marcelo, G. E., & Alvarez, J. C. (2020). Improving the cutting process through lean manufacturing in a peruvian textile SME. *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1117–1121. <https://doi.org/10.1109/IEEM45057.2020.9309992>
- Almomani, M. A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., & Mumani, A. (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Computers and Industrial Engineering*, 66(2), 461–469. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.07.011>
- Amiel-Reategui, G., Vargas-Tapia, E., & Viacava-Campos, G. (2022). Increase the efficiency of the machine production process in textile companies through a model based on TPM and SMED. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 18–23.
- Amrina, U., Junaedi, D., & Prasetyo, E. (2018). Setup Reduction in Injection Moulding Machine Type JT220RAD by Applying Single Minutes Exchange of Die (SMED). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*,

453(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012033>

- Antosz, K., & Pacana, A. (2018). Comparative analysis of the implementation of the SMED method on selected production stands. *Tehnicki Vjesnik*, 25, 276–282. <https://doi.org/10.17559/TV-20160411095705>
- Basri, A. Q., Mohamed, N., Nelfiyanti, & Y, Y. (2021). SMED Simulation in Optimising the Operating Output of Tandem Press Line in the Automotive Industry using WITNESS Software. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 18(3), 8895–8906. <https://doi.org/10.15282/ijame.18.3.2021.05.0682>
- Becerra, A., Villanueva, A., Núñez, V., Raymundo, C., & Dominguez, F. (2019). Lean manufacturing model in a make to order environment in the printing sector in Peru. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 971, 100–110. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20494-5_10
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., De Sanctis, I., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2015). A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: A case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*, 35(1), 22–34. <https://doi.org/10.1108/AA-05-2014-035>
- Bidarra, T., Godina, R., Matias, J. C. O., & Azevedo, S. G. (2018). SMED methodology implementation in an automotive industry using a case study method. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.24867/ijiem-2018-1-101>
- Bonamigo, A., Bernardes, P. M. M., Conrado, L. F., Torres, L. F., & Calado, R. D. (2022). Patient Flow Optimization: SMED adoption in Emergency Care Units. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 204–209. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.391>
- Buehlmann, U., & Kucuk, E. (2018). SMED in the North American Secondary Wood Products Industry. *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 671–674. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607296>
- Dogan, O., Cebeci, U., & Oksuz, M. K. (2018). An intelligent decision support system for SMED and its application in textile industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 933–942.
- Elmoselhy, S. A. M. (2013). Hybrid lean-agile manufacturing system technical facet, in automotive sector. *Journal of Manufacturing Systems*, 32(4), 598–619. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.05.011>
- Farisi, A., Teguh, R., & Lestari, R. (2022). Analisis Kualitas Sistem Informasi Haji Terpadu Menggunakan Metode McCall. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 7(2), 83. <https://doi.org/10.31328/jointecs.v7i2.3725>
- Gaspersz, V. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Vinchrsto Publication.
- Habib, M. A., Rizvan, R., & Ahmed, S. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17(December 2022), 100818. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>
- Havi, N. F., Lubis, M. Y., & Yunuar, A. A. (2018). Penerapan Metode 5s Untuk Meminimasi Waste Motion Pada Proses Produksi Kerudung Instan di CV. XYZ Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(2), 55–62.
- Heryadi, A. R., & Sutopo, W. (2018). Review Pemanfaatan Metodologi DMAIC Analysis di Industri Garmen. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 1–9.
- Kemal Karasu, M., Cakmakci, M., Cakiroglu, M. B., Ayva, E., & Demirel-Ortabas, N. (2014). Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 47(1), 741–748. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.09.035>
- Kiran, D. R. (2017). Kaizen and Continuous Improvement. In *Total Quality Management* (pp. 313–332). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811035-5.00022-2>
- Lozano, J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., & Blanco, J. (2019). Centerline-SMED integration for machine changeovers improvement in food industry. *Production Planning and Control*, 30(9), 764–778. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1582110>

- Maalouf, M. M., & Zaduminska, M. (2019). A case study of vsm and smed in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 60–68. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.129569>
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. *International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*, 17, 647–654. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.113>
- Moeuf, A., Tamayo, S., Lamouri, S., Pellerin, R., & Lelievre, A. (2016). Strengths and weaknesses of small and medium sized enterprises regarding the implementation of lean manufacturing. *International Federation of Automatic Control*, 49(12), 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.552>
- Molina, M., & Pascua, P. (2022). Streamlining Process in the Separation of Preexisting Textiles for its Reutilization in Garment Production. *International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2022-July*, 1–8. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.472>
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the machining process of the metalworking industry using the lean tool SMED. *Manufacturing Engineering Society International Conference Improving*, 41, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Shingo, S. (1989). A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint. In *Cranfield Institute of Technology*. CRC Press.
- Stefansdottir, B., Grunow, M., & Akkerman, R. (2017). Classifying and modeling setups and cleanings in lot sizing and scheduling. *European Journal of Operational Research*, 261(3), 849–865. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.03.023>
- Sugarindra, M., Ikhwan, M., & Suryoputro, M. R. (2019). Single Minute Exchange of Dies as the Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012026>
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*, 38, 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>
- Yazıcı, K., Gökler, S. H., & Boran, S. (2021). An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32(6), 1547–1561. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01675-x>

OPTIMALISASI KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE REGION APPROACH DAN PENILAIAN POSTUR KERJA

Studi Kasus di Industri Furnitur XYZ, Kota Medan

(*Optimization Of Production Line Balance Using The Region Approach Method And Work Posture Assessment*)

Rosnani Ginting¹, Alfin Fauzi Malik², Tiurmatarida Panjaitan³, Fedrico⁴, Listiani Nurul Huda⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Jalan Almamater Kampus USU, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

E-mail: rosnani@usu.ac.id

ABSTRAK

Keseimbangan lintasan merupakan proses penyeimbangan lintasan produksi pada risiko kerja yang dialokasikan pada setiap stasiun kerja. *Bottleneck* pada stasiun kerja tersebut mengakibatkan keseimbangan lintasan produksi rendah. Upaya mengatasi *bottleneck* yaitu meningkatkan kapasitas *bottleneck*, mengubah rute pekerjaan, mengubah ukuran lot, mengubah urutan pekerjaan, atau adanya waktu luang pada stasiun-stasiun lain. Tujuan keseimbangan lintasan untuk mengetahui penyebab yang mengakibatkan stasiun kerja tidak setimbang. *Job rotation* dilaksanakan dengan menghitung risiko kerja operator dengan menggunakan metode RULA, REBA, dan QEC. Hasil yang didapat setelah dilaksanakan *job rotation* pada *balance delay* sebesar 38,20%, Efisiensi 61,80%, dan *smoothnes index* 16.954. Artinya, semakin tinggi nilai presentasi maka lintasan produksi semakin baik.

Kata kunci: *Bottleneck*, *Job Rotation*, REBA, RULA, QEC

ABSTRACT

Line balancing is the process of balancing the production line by managing work risks allocated to each workstation. Bottlenecks at these workstations result in low production line balance. Efforts to overcome bottlenecks include increasing bottleneck capacity, changing job routes, altering lot sizes, modifying job sequences, or allowing idle time at other stations. The goal of line balancing is to identify the causes that lead to imbalanced workstations. Job rotation is carried out by calculating the operator's work risk using the RULA, REBA, and QEC methods. The results obtained after implementing job rotation show a balance delay of 38.20%, efficiency of 61.80%, and a smoothness index of 16.954. This indicates that the higher the percentage value, the better the production line balance.

Keywords: *Bottleneck*, *Job Rotation*, REBA, RULA, QEC

PENDAHULUAN

Keseimbangan lintasan produksi sangat penting dalam perencanaan hasil produksi. Lintasan yang tidak seimbang menyebabkan target produksi juga sulit untuk tercapai. Penyeimbangan lintasan produksi (*line balancing*) merupakan konsep untuk mengelompokkan tugas produksi ke beberapa stasiun kerja, agar terciptanya suatu arus produksi yang mulus dan meningkatkan efisiensi serta efektifitas perusahaan [1].

Masalah keseimbangan lintasan produksi paling umum dijumpai yaitu *bottleneck* [2]. *Bottleneck* pada stasiun kerja mengakibatkan keseimbangan lintasan produksi rendah. Beberapa cara dalam menghadapi sejumlah *bottleneck* yaitu mengakibatkan kapasitas *bottleneck*, mengubah rute pekerjaan, mengubah ukuran lot, mengubah urutan pekerjaan atau membolehkan adanya waktu luang pada stasiun-stasiun lain [3].

Perencanaan keseimbangan lintasan produksi dimaksudkan untuk meminimalkan waktu menganggur (*idle time*) pada lintasan produksi [4]. Tujuan penyusunan *line balancing* adalah untuk meminimumkan ketidakseimbangan antara mesin dengan para pekerja agar dapat mencapai *output* dari proses perakitan [5].

Pelaksanaan pendekatan terhadap pekerja salah satunya dengan ergonomi. Pendekatan ergonomi dalam lintasan digunakan sebagai upaya evaluasi untuk mengetahui keserasian antara pekerja dengan pekerjaannya, sehingga dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan, dan keterbatasannya [6]. Tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi [7].

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyaserasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas digunakan baik dalam beraktifitas maupun istirahat dengan segala kemampuan, kebolehan dan

keterbatasan manusia baik secara fisik maupun mental sehingga dicapai suatu kualitas hidup secara keseluruhan yang baik [8].

Pengendalian risiko ergonomis di lintasan produksi merupakan suatu keharusan untuk jenis produksi perakitan. Penugasan ulang tugas pekerja adalah cara efektif apabila tidak diperlukan stasiun kerja tambahan dan merupakan metode untuk mengurangi risiko ergonomis. Penugasan ulang yang dimaksud contohnya penggunaan *job rotation* [9].

Job rotation bertujuan merotasikan operator dari pekerjaan satu ke pekerjaan yang lainnya melatih keterampilan kerja. Penerapan rotasi kerja menegaskan untuk meningkatkan ergonomi pekerja dengan menilai postur kerja menggunakan *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*, *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* dan *Quick Exposure Check (QEC)*. Hasil menunjukkan distribusi pengeluaran energi yang lebih baik, dan lancar diantara pekerja, dihitung menurut karakteristik pribadi pekerja dan dibandingkan dengan tidak adanya rotasi pekerjaan [10].

Masalah ditemukan pada perusahaan XYZ, sebuah industri furnitur dengan fokus penelitian pada produk kursi tamu yang mengalami ketidakseimbangan dalam lintasan produksinya akibat jumlah produksi lebih kecil daripada jumlah yang dibutuhkan sehingga terjadinya *bottleneck* (antrian) [11]. Setelah dilaksanakan observasi dan wawancara terhadap pihak perusahaan, diperoleh bahwa postur pekerja yang tidak menentu dan penggunaan berlebihan pada bagian tubuh tertentu membuat pekerja sering berhenti sesaat dalam menjalankan tugasnya, dikarenakan faktor kelelahan. Akibatnya, proses produksi mengalami antrian dan menyebabkan *bottleneck*. Postur kerja mengakibatkan sering merasakan keluhan dan gangguan yang menyebabkan *bottleneck* proses produksi kursi tamu.

METODE

Keseimbangan lintasan produksi dilaksanakan dengan menganalisis faktor risiko ergonomi menggunakan penilaian postur kerja RULA, REBA, dan QEC. Hasil penilaian tersebut dilanjutkan dengan pemindahan pekerja atau *job rotation*. Langkah-langkah pengolahan lintasan produksi dengan faktor risiko ergonomi sebagai berikut.

Menyusun Urutan Kerja Awal

Penyusunan urutan kerja awal merupakan pembuatan data elemen kegiatan setiap stasiun kerja dalam proses produksi kursi tamu [12]. Stasiun kerja pembuatan kursi tamu terdiri dari 8 stasiun kerja, di mana perhitungan waktu siklus setiap stasiun menggunakan *stopwatch time study*.

Menghitung Risiko Kerja dengan RULA, REBA, dan QEC

Penilaian risiko kerja dengan menggunakan RULA, REBA, dan QEC dilaksanakan pada setiap elemen kegiatan [13]. Penilaian risiko kerja dilaksanakan untuk mengetahui jenis-jenis kegiatan yang memiliki risiko berbahaya, sehingga nanti perlu dilaksanakan perbaikan [14].

Memindahkan Pekerjaan

Memindahkan pekerjaan dilaksanakan sesuai dengan hasil penilaian postur kerja pada langkah sebelumnya. Postur pekerja yang memiliki risiko kerja berbahaya dapat menyebabkan keterlambatan proses produksi. Apabila hasil penilaian postur dalam kategori level tinggi, maka perlu dilaksanakan pemindahan pekerjaan (*job rotation*) [15].

Menghitung Urutan Kerja Baru

Langkah ini merupakan yang terakhir dalam pendekatan ergonomi. Tahap ini memperlihatkan bahwa stasiun kerja setelah dilaksanakan *job rotation* akan berubah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyusun Urutan Kerja Awal

Urutan kerja awal lintasan produksi pembuatan kursi tamu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Elemen Kegiatan Awal setiap Stasiun Kerja.

Stasiun Kerja	Elemen Kegiatan	Waktu Standar (Detik)	Total Waktu (Detik)
I	1	339	4.055
	2	374	
	3	409	
	4	437	
	5	726	
	6	466	
	7	423	
	8	881	
II	9	1.471	12.945
	10	1.514	
	11	1.627	
	12	1.528	
	13	1.910	
	14	1.528	
	15	1.500	
	16	1.867	
III	17	868	6.700
	18	861	
	19	801	
	20	906	
	21	868	
	22	764	
	23	689	
	24	943	
IV	25	1.138	8.794
	26	1.138	
	27	1.037	
	28	1.066	
	29	1.311	
	30	958	
	31	893	
	32	1.253	
V	33	2.120	13.985
	34	2.193	
	35	2.062	
	36	1.612	
	37	2.193	
	38	1.917	
	39	1.888	
VI	40	2.056	2.056
VII	41	2.641	13.464
	42	4.091	
	43	2.641	

	44	4.091	
	45	1.053	
	46	1.252	
VIII	47	1.130	5.679
	48	1.160	
	49	1.084	

Menghitung Risiko Kerja dengan RULA, REBA dan QEC

Hasil perhitungan risiko kerja dengan RULA, REBA dan QEC pada setiap elemen kegiatan proses produksi kursi tamu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Risiko Kerja dengan RULA, REBA dan QEC.

Stasiun Kerja	Elemen Kegiatan	Proses	Hasil Penilaian Postur Kerja
I	1	Diukur dan digambar pola kaki kursi 1 pada kayu mindi 1	Skor REBA: 2
	2	Diukur dan digambar pola kaki kursi 2 pada kayu mindi 2	Skor REBA: 2
	3	Diukur dan digambar pola kaki kursi 3 pada kayu mindi 3	Skor REBA: 2
	4	Diukur dan digambar pola kaki kursi 4 pada kayu mindi 4	Skor REBA: 2
	5	Diukur dan digambar pola dudukan kursi 2 pada kayu mindi 5	Skor REBA: 3
	6	Diukur dan digambar pola sandaran kursi pada kayu mindi 6	Skor RULA: 3
	7	Diukur dan digambar pola tangan kursi 1 pada kayu mindi 7	Skor RULA: 2
	8	Diukur dan digambar pola tangan kursi 2 pada kayu mindi 8	Skor REBA: 3
II	9	Dipotong kayu mindi 1 sudah berpola menjadi kaki kursi bagian depan kanan	Skor REBA: 4
	10	Dipotong kayu mindi 2 sudah berpola menjadi kaki kursi bagian depan kiri	Skor REBA: 4
	11	Dipotong kayu mindi 3 sudah berpola menjadi kaki kursi bagian belakang kanan	Skor REBA: 4
	12	Dipotong kayu mindi 4 sudah berpola menjadi kaki kursi bagian belakang kiri	Skor REBA: 4
	13	Dipotong kayu mindi 5 sudah berpola menjadi dudukan kursi	Skor REBA: 7
	14	Dipotong kayu mindi 6 sudah berpola menjadi sandaran kursi	Skor REBA: 7
	15	Dipotong kayu mindi 7 sudah berpola menjadi tangan kursi bagian kanan	Skor REBA: 3
	16	Dipotong kayu mindi 8 sudah berpola menjadi tangan kursi bagian kiri	Skor REBA: 2
III	17	Diratakan permukaan kaki kursi bagian depan kanan	Skor REBA: 3
	18	Diratakan permukaan kaki kursi bagian depan kiri	Skor REBA: 3
	19	Diratakan permukaan kaki kursi bagian belakang kanan	Skor REBA: 3
	20	Diratakan permukaan kaki kursi bagian belakang kiri	Skor REBA: 3
	21	Diratakan permukaan dudukan kursi	Skor REBA: 7
	22	Diratakan permukaan sandaran kursi	Skor REBA: 7
	23	Diratakan permukaan tangan kursi bagian kanan	Skor REBA: 2
	24	Diratakan permukaan tangan kursi bagian kiri	Skor REBA: 2
IV	25	Diukir kaki kursi bagian depan kanan	Skor RULA: 4
	26	Diukir kaki kursi bagian depan kiri	Skor RULA: 4
	27	Diukir kaki kursi bagian belakang kanan	Skor RULA: 4
	28	Diukir kaki kursi bagian belakang kiri	Skor RULA: 4
	29	Diukir dudukan kursi	Skor RULA: 7
	30	Diukir sandaran kursi	Skor RULA: 7
	31	Diukir tangan kursi bagian kanan	Skor RULA: 3
	32	Diukir tangan kursi bagian kiri	Skor RULA: 4
V	33	Dirakit kayu menjadi rangka dudukan kursi	Skor QEC: 66%
	34	Dirakit kayu menjadi rangka sandaran kursi	Skor QEC: 66%
	35	Dirakit kaki kursi depan kanan dengan rangka dudukan	Skor QEC: 48%
	36	Dirakit kaki kursi depan kiri dengan rangka dudukan	Skor QEC: 49%
	37	Dirakit rangka sandaran kursi dengan rangka dudukan kursi	Skor QEC: 48%
	38	Dirakit tangan kursi kanan dengan rangka sandaran	Skor QEC: 49%
	39	Dirakit tangan kursi kiri dengan rangka sandaran	Skor QEC: 49%
VI	40	Dihaluskan set kerangka kursi	Skor QEC: 70%
VII	41	Dilaksanakan pengecatan pada kerangka kursi	Skor REBA: 3
	42	Dikeringkan kerangka kursi yang telah di cat	-

	43	Dilaksanakan pengolesan vernish pada kerangka kursi	Skor REBA: 2
	44	Dikeringkan kerangka kursi yang telah divernish	-
VIII	45	Diukur dan dipotong busa	Skor QEC: 55%
	46	Dipasang busa pada kerangka kursi	Skor QEC: 56%
	47	Diukur dan dipotong kain	Skor QEC: 55%
	48	Dipaku kain pada rangka kursi	Skor QEC: 62%
	49	Dilekatkan hiasan pada kursi	Skor QEC: 55%

Memindahkan Pekerjaan

Postur kerja pekerja dapat mempengaruhi lintasan produksi. Pekerja yang memiliki risiko kerja berbahaya dapat menyebabkan keterlambatan proses produksi. Hasil risiko kerja yang telah diperoleh pada tiap elemen kegiatan dengan menggunakan metode RULA, REBA, dan QEC maka dilaksanakan kembali perhitungan risiko kerja berdasarkan hasil yang telah didapat yaitu pada elemen kegiatan 13 diperoleh skor REBA 6, elemen kegiatan 14 diperoleh skor REBA 5, elemen kegiatan 29 diperoleh skor RULA 6, elemen kegiatan 30 diperoleh skor RULA 6, dan elemen kegiatan 40 diperoleh skor QEC 70%, artinya perlu penelitian selanjutnya dan segera dilaksanakan perubahan. Tindakan yang dilaksanakan adalah melihat action level RULA, REBA dan QEC yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Oleh karena itu, dilaksanakan perpindahan elemen kegiatan dengan melihat risiko kerja tiap stasiun kerja agar adanya risiko kerja yang sama disetiap stasiun tersebut.

Berdasarkan hasil *job rotation* di atas akan dijelaskan terkait elemen-elemen yang mengalami perpindahan elemen kegiatan 9 dan 10 telah dilaksanakan perpindahan dari stasiun kerja II ke stasiun kerja I, dengan berdasarkan hasil skor REBA 7. Adapun jenis kegiatan pada stasiun kerja II yaitu proses pemotongan, selanjutnya dipindah pada stasiun kerja I dengan jenis kegiatan berupa proses pengukuran dan penggambaran pola. Pemindahan elemen kerja 9 dan 10 dari stasiun kerja II ke stasiun kerja I sudah memenuhi syarat lintasan dengan tidak melewati precedence diagram, memenuhi zoning constraint, dan waktu siklus.

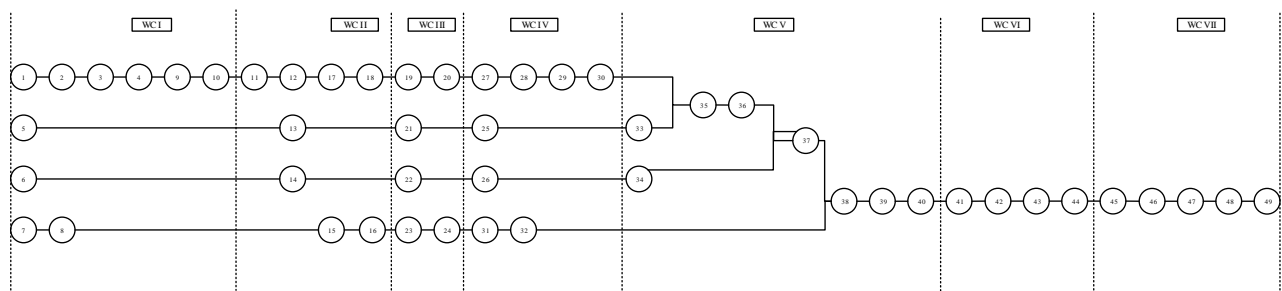
Elemen kegiatan 17 dan 18 telah dilaksanakan perpindahan dari stasiun kerja III ke stasiun kerja II, dengan berdasarkan hasil skor REBA 7. Adapun jenis kegiatan pada stasiun kerja III yaitu proses pengetaman, selanjutnya dipindah pada stasiun kerja II dengan jenis kegiatan berupa proses pemotongan. Pemindahan elemen kerja 17 dan 18 dari stasiun kerja III ke stasiun kerja II sudah memenuhi syarat lintasan dengan tidak melewati precedence diagram, memenuhi zoning constraint, dan waktu siklus.

Elemen kegiatan 29 dan 30 memiliki skor QEC 70% yang artinya dilaksanakan *job rotation*. Elemen kegiatan 29 dan 30 tidak dapat dipindahkan karena dilihat dari jenis pekerjaannya, mesin, dan peralatan yang digunakan tidak memenuhi zoning constraint. Oleh karena itu, elemen kegiatannya tetap pada stasiun kerja sebelumnya yang artinya tidak ada perpindahan. Perbaikan yang dilaksanakan hanyalah berupa penambahan alat bantu pada pekerja dengan memberikan kursi untuk mengurangi risiko ketidak ergonomisan dalam bekerja.

Elemen kegiatan 40 telah dilaksanakan perpindahan dari stasiun kerja VI ke stasiun kerja V, dengan berdasarkan hasil skor QEC 70%. Adapun jenis kegiatan pada stasiun kerja VI yaitu proses penghalusan dipindah ke stasiun kerja V dengan jenis kegiatan berupa proses perakitan. Pemindahan elemen kerja 40 dari stasiun kerja VI ke stasiun kerja V sudah memenuhi syarat lintasan dengan tidak melewati precedence diagram, memenuhi zoning constraint, dan waktu siklus.

Menghitung Urutan Kerja Baru

Stasiun kerja setelah dilaksanakan *job rotation* mengalami penurunan stasiun kerja menjadi 7 stasiun kerja. Adapun precedence diagram lintasan usulan dengan pendekatan ergonomi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Precedence Diagram Lintasan Usulan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah lintasan aktual memiliki perbedaan dengan lintasan pendekatan ergonomi. Hal itu dikarenakan adanya pemindahan elemen kerja yang memiliki nilai risiko tinggi ke stasiun lebih rendah levelnya. Pemindahan pekerja dilaksanakan agar beban kerja merata dan mengurangi risiko ergonomi yang membahayakan. Apabila pekerja memiliki beban kerja merata akan mengurangi keterlambatan pada lintasan produksi. Hasil perhitungan kinerja menunjukkan bahwa lintasan produksi setelah dilaksanakan *job rotation* selanjutnya dihitung *balance delay*, efisiensi lintasan dan *smoothing index*. Nilai *balance delay* sebesar 38,20%, efisiensi lintasan sebesar 61,80%, *idle time* sebesar 38,20 dan *smoothing index* sebesar 16.954. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan pada efisiensi lintasan, artinya semakin tinggi nilai presentasi maka lintasan produksi semakin baik. Selain itu, perhitungan *balance delay*, *idle time* dan *smoothing index* mengalami penurunan, artinya semakin seimbang lini perakitan tersebut. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian, lintasan ergonomi menggunakan *job rotation* memberikan hasil lebih baik dibandingkan lintasan aktual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan penulisan artikel ilmiah ini. Tanpa dukungan moral dan materi dari berbagai pihak, penulis tidak akan mampu menyelesaikan artikel ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengekspresikan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya atas segala bentuk dukungan dan bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak yang terlibat dalam penulisan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dalle Mura, M., & Dini, G. (2021). Job rotation and human-robot collaboration for enhancing ergonomics in assembly lines by a genetic algorithm. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 118(8), 2901-2914.
- Ginting, R. (2007). *Sistem produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ginting, R. (2020). *Lintasan produksi*. Medan: USU Press.
- Ginting, R., & Satrio, M. R. (2020). Penyeimbangan lintasan produksi raket nyamuk dengan Moodie Young. *TALENTA Conference Series*, 3(2), 308-312.
- Ginting, R., Khatami, M., & Malik, A. F. (2020). Balancing the production line using the ergonomic approach. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*, 1-6.
- Hery, H. A., et al. (2020). Analisis line balancing pada line x cc machining department di perusahaan otomotif untuk peningkatan kapasitas produksi. *Jurnal IPTEK*, 24(1), 29.
- Ihsan, T., et al. (2021). Penilaian risiko terhadap postur kerja pada pekerja pabrik karet Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 16(2), 118.
- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2014). *Ergonomi suatu pengantar* (pp. 4-8). Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Nurwicaksono, A. F., & Rusdiyanto. (2020). Perbaikan lintasan produksi dengan penerapan large candidate rule (RULE) dan Kilbridge and Wester pada proses produksi di PT. EJ. *Jurnal Teknapro*, 15(2), 2-3.
- Oliv, S., et al. (2019). The Quick Exposure Check (QEC)-Inter-rater reliability in total score and individual items. *Applied Ergonomics*, 76(24), 32-37.
- Otto, A., & Scholl, A. (2011). Incorporating ergonomic risks into assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 212(2), 277-286.
- Redantan, D. (2021). Meningkatkan line efficiency (LE) dengan memperbaiki bottle neck dengan metode line balancing di PT. RST. *Jurnal Sigma Teknik*, 4(2), 267.
- Septiadi, A., et al. (2023). Line balancing analysis to optimize production line of bushing rubber using theory of constraints and heuristics method with Promodel simulation at PT. Madya Putera Teknik. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 25(1), 97-111.
- Sinulingga, S. (2021). *Metodologi penelitian*. Medan: USU Press.
- Sutalaksana, I. Z., et al. (2006). *Teknik perancangan sistem kerja*. Bandung: Penerbit ITB.
- Tarwaka. (2011). *Ergonomi industri: Dasar-dasar pengetahuan ergonomi dan aplikasi di tempat kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Wignjosobroto, S. (2008). *Ergonomi studi gerak dan waktu*. Surabaya: Guna Widya.

ANALISA KELELAHAN KERJA OPERATOR SEWING DAN OPTIMALISASI WAKTU BAKU DENGAN *LINE BALANCING*

Studi Kasus di PT. Globalindo Intimates, Kabupaten Klaten

(*Work Fatigue Analysis and Standard Time Optimization with Line Balancing Method*)

Sukmawati Kurnia Dewi¹, Amelia Dewi Cahyaningtias², Divania Thifal Achsan³, Ratih Setyaningrum⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Batan Timur 1 No. 42, Miroto, Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah
E-mail: sukmakrn27@gmail.com

ABSTRAK

PT. Globalindo Intimates merupakan produsen pakaian dalam wanita. Salah satu *line* di departemen jahit tidak memenuhi target bulannya pada bulan Maret hingga Juli 2023. Salah satu penyebabnya adalah kelelahan operator karena faktor lingkungan kerja seperti suhu ruangan. Jika hasilnya tidak sesuai target maka diperlukan tambahan waktu dan biaya yang semakin besar. Selain itu pada proses produksi terdapat *bottleneck* sehingga mengakibatkan ketidaktepatan proses produksi. Melihat persoalan yang terjadi, maka penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur waktu kerja guna menetapkan standar waktu yang harus dicapai pekerja guna menyelesaikan pekerjaannya dan melakukan *line balancing* guna menyeimbangkan stasiun kerja dan meningkatkan efisiensi *line*. Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan teknik pengumpulan data survei lapangan. Kuesioner kelelahan kerja yang dibagikan kepada operator menggunakan soal tes *self-assessment* subjektif IFRC dan memperoleh hasil bahwa kelelahan kerja pada operator *sewing* mulai dari tingkat ringan (31,25%), menengah (56,25%), dan tinggi (12,5%). Dalam mengukur waktu kerja digunakan metode pembelajaran waktu *stopwatch*. *Line balancing* kemudian dihitung menggunakan metode RPW dan LCR. Total waktu standar yang diperoleh dari perhitungan adalah 573,76 detik. Dari hasil perhitungan *output* standar ditemukan bahwa *output* standar produksi pada beberapa proses lebih rendah dari target kuantitas produksi yang ditetapkan perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa jam kerja perusahaan yang diukur sebelumnya tidak akurat sehingga tidak memenuhi sasaran produksinya. Metode yang dipilih untuk menghitung keseimbangan *line* adalah metode LCR dengan nilai efisiensi *line* sebesar 84% lebih tinggi dibandingkan dengan nilai efisiensi *line* metode RPW.

Kata kunci: lingkungan kerja, *line balancing*, waktu baku

ABSTRACT

PT. Globalindo Intimates is a manufacturer of women's underwear. One of the lines in sewing department didn't reach the target from March until July 2023. It's caused by work fatigue triggered by work environmental factors, such as room temperature. If the results don't reach the target, additional time is needed so the company has to incur more costs. Furthermore, in the line production have a bottleneck and it causes delays in the production line. Seeing the problem, this research measures working time to obtain the standard time that must be achieved in completing the work and balancing the line to increase the line's efficiency. The data collection method uses field studies. The work fatigue questionnaire distributed to operators uses subjective self-rating test questions from IFRC. The results are 31,25% of operators with a mild level of fatigue, 56,25% of operators with moderate level of fatigue, and 12,5% of operators with a high level of fatigue. To measure working time use the stopwatch time study method. The line balancing calculation uses the RPW and LCR methods. The total standard time is 573.76 seconds. The results of standard output calculations show that several processes have a standard output below the production target set by the company. This shows that the working time previously measured by the company wasn't accurate so the production target wasn't achieved. The chosen method for calculating line balancing is the LCR method because it has 84% of line efficiency, greater than the line efficiency of RPW method.

Keywords: line balancing, stopwatch time study, time standard

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi kebebasan bersaing dalam dunia industri kian meningkat, hal ini berdampak terhadap meningkatnya persaingan usaha (Rosda et al., 2021). Kondisi seperti demikian beresiko bagi setiap perusahaan yang berpartisipasi didalamnya sehingga diperlukan metode dan keterampilan khusus supaya perusahaan dapat bertahan dan memenangkan persaingan. Salah satu upaya perusahaan untuk *survive* hingga memenangkan

persaingan yakni meningkatkan performa perusahaan. Peningkatan performa perusahaan dapat dilihat dari produktivitas proses produksi perusahaan dimana proses produktivitas tersebut tidak lepas dari sumber daya manusia. Perusahaan wajib mengetahui beban kerja fisiologis dan psikologis para pekerja agar tidak terjadi kelelahan dan hasil produksi dapat mencapai target.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelelahan adalah lingkungan kerja. Lingkungan kerja dengan suhu tinggi akan menimbulkan rasa lelah bagi para pekerja (Firmansyah et al., 2023). Kelelahan yang dialami para pekerja nantinya berdampak produktivitas perusahaan yang menurun. Tidak optimalnya produktivitas dapat berdampak pada ketidaktepatan waktu proses produksi (Wahyudi et al., 2023). Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut diperlukan aktivitas mengukur kinerja secara rutin. Sebab, meskipun kecakapan kerja yang cepat akan memberi benefit bagi proses produksi dalam meraih target produksi, sedangkan pekerja yang kecakapan kerjanya tidak konsisten dapat menghambat pencapaian target sehingga berdampak buruk pada bagi perusahaan (Irrawati et al., 2023). Untuk itu aktivitas mengukur waktu kerja perlu dilakukan secara berkala agar dapat menetapkan durasi standar para pekerja dalam menyelesaikan siklus pekerjaannya sesuai rencana produksi dan mutu yang telah ditentukan (Amrilda, 2019). Standar waktu dapat dijadikan referensi oleh perusahaan dalam menetapkan hasil produksi. Selain itu, proses mengukur waktu kerja juga dapat digunakan untuk mengevaluasi prestasi kerja, merencanakan kebutuhan tenaga kerja, menentukan biaya produk, membandingkan metode kerja, menyederhanakan metode kerja, dan menyederhanakan perencanaan operasional (Nuryawan & Dwiwinarno, 2020). Waktu baku merupakan durasi pekerja untuk menyelesaikan suatu tugas dengan sistem yang optimal pada saat itu (Sekarningsih & Hadining, 2022). Waktu baku yang diperoleh juga dapat digunakan nanti untuk perhitungan *line balancing*. Melakukan perhitungan *line balancing* juga mendukung peningkatan produktivitas perusahaan sejalan dengan tujuan *line balancing* sendiri, yakni untuk meningkatkan efisiensi stasiun kerja (Sakiman et al., 2022).

PT. Globalindo Intimates merupakan perusahaan yang memproduksi *underwear*. Contoh produk *underwear* yang diproduksi antara lain *bra*, *panty*, *camisole*, dan *lingerie*. Aktivitas produksi pada perusahaan dimulai pada 08.00 WIB sampai dengan pukul 14.30 WIB dengan istirahat pada pukul 12.00 WIB hingga pukul 12.30 WIB. Berdasarkan hasil survei awal menunjukkan 7 dari 10 orang yang mengalami kelelahan bekerja yang berarti. Selain itu, berdasarkan pengamatan salah satu *line* pada departemen *sewing*, diperoleh hasil atau *output* pada *line X* yang tidak memenuhi target setiap bulannya pada bulan Maret 2023 hingga bulan Juli 2023. Ketika *output* tidak mencapai target yang ditentukan, maka diperlukan waktu tambahan yang disebut lembur sehingga perusahaan harus memerlukan lebih banyak biaya untuk membayar upah lembur kerja. Selain permasalahan tersebut, dalam proses produksi mengalami *bottleneck* pada salah satu proses kerja yang menyebabkan proses selanjutnya mengalami menganggur sehingga hal tersebut menyebabkan ketidakseimbangan stasiun kerja.

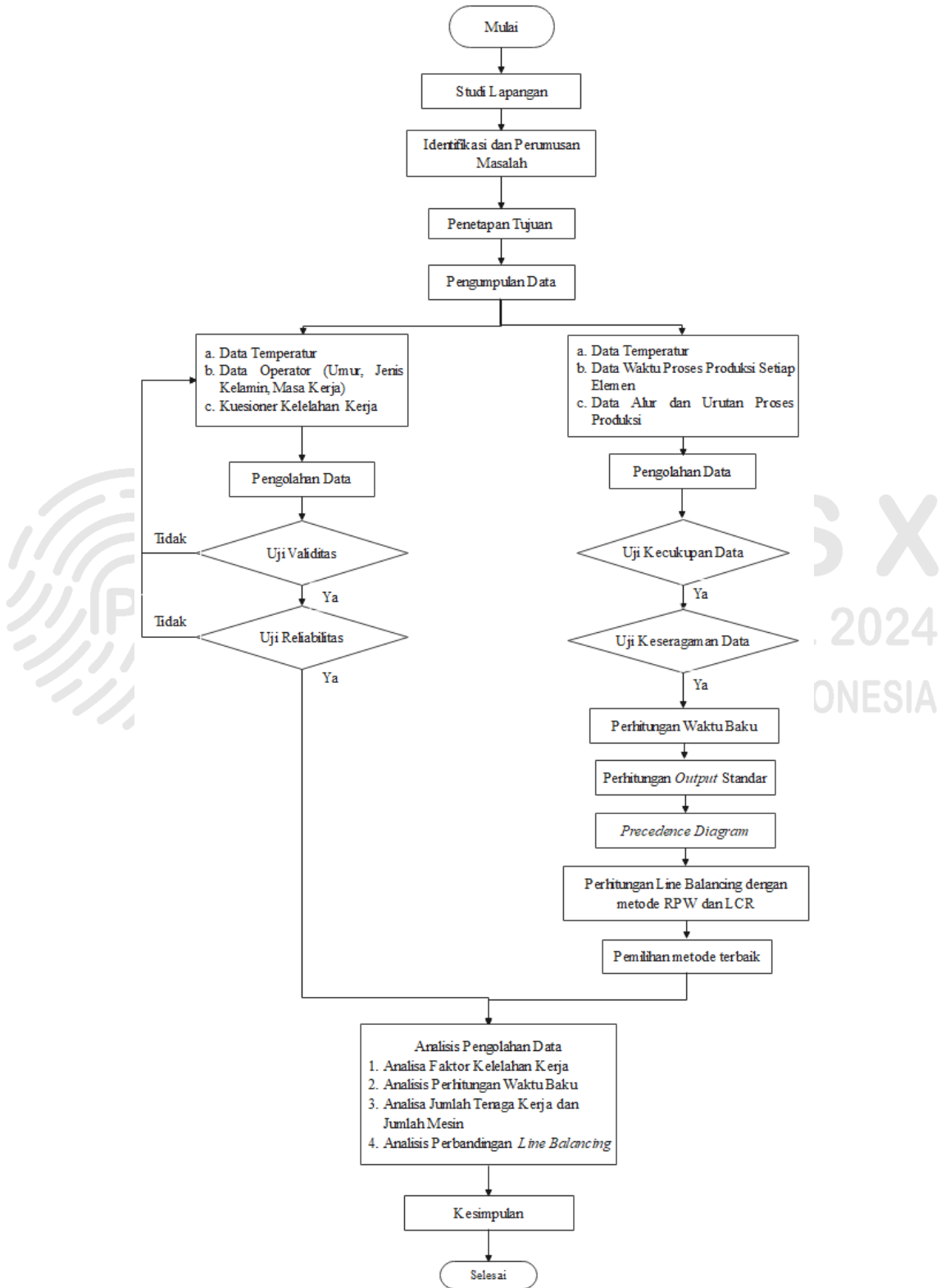
Untuk mengatasi masalah di atas, perlu dilakukan aktivitas mengukur waktu kerja. Pengukuran tersebut digunakan untuk memperoleh waktu standar dalam menyelesaikan pekerjaan. Salah satu cara untuk mengukur waktu kerja adalah melalui *Stopwatch Time Study*. Cara tersebut sesuai dengan pekerjaan yang diamati, karena aktivitas menjahit dilakukan secara berulang kali dan dalam durasi waktu yang singkat. Hasil yang diperoleh dengan metode tersebut merupakan waktu baku yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan. Kemudian dilakukan perhitungan *line balancing* untuk menyeimbangkan stasiun kerja atau *line* dan mengoptimalkan efisiensi pada stasiun kerja tersebut.

METODE

Objek pada penelitian ini yakni operator *sewing line X* pada departemen *sewing* PT. Globalindo Intimates yang berlokasi di Jalan Jombor Pokak, Jayan, Jombor, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Pengumpulan data pada penelitian ini dengan mengaplikasikan metode studi lapangan, yaitu metode mendapatkan data yang berkaitan dengan penelitian dengan pengamatan secara langsung di lokasi, seperti melakukan wawancara, observasi, dan pencatatan (Ahmad & Laha, 2020). Alat yang digunakan dalam penelitian ini yakni kuesioner untuk mengumpulkan data kelelahan kerja, *thermos-hygrometer* yang telah tersedia di ruangan produksi untuk mengukur suhu ruangan, dan *stopwatch* untuk mengukur waktu siklus menyelesaikan suatu pekerjaan.

Dalam penelitian ini akan diperoleh data tentang kelelahan kerja, lingkungan kerja, proses kerja, dan waktu proses. Data kelelahan kerja tersebut diperoleh dari penyebaran kuesioner dengan 30 pertanyaan *subjective self-rating test* dari IFRC nantinya digunakan untuk mengetahui kelelahan kerja operator *sewing line X*. Data lingkungan kerja meliputi suhu ruangan yang digunakan untuk mempertimbangkan nilai kelonggaran yang digunakan pada perhitungan waktu kerja dimana pengukuran waktu kerja dilakukan dengan metode *stopwatch*

time study dengan pengamatan sebanyak 30 kali. Metode tersebut mulanya dikemukakan oleh Frederick W. Taylor pada kisaran tahun 1900-an. Metode tersebut sesuai dengan aktivitas yang dilakukan secara berulang dan dalam durasi yang singkat (Prayuda, 2020). Selanjutnya hasil perhitungan waktu baku digunakan dalam perhitungan *line balancing* dengan mengaplikasikan metode *Rank Positional Weight (RPW)* dan *Largest Candidate Rule (LCR)* yang nantinya dipilih satu metode terbaik. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut.



Sumber: Pengolahan data, 2024

Gambar 1. Alur Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilaksanakan di *line X* departemen *sewing*, PT. Globalindo Intimates pada tanggal 18 Maret 2023-28 April 2023. Pengambilan data pada penelitian ini meliputi data suhu ruangan, kelelahan kerja, dan data proses kerja.

Lingkungan Fisik

Data lingkungan yang dikumpulkan yaitu suhu ruangan. Pengambilan data dimulai pukul 07.00 WIB hingga pukul 14.30 WIB yang merupakan waktu beraktivitas para operator *shift* satu. Berikut merupakan hasil pengumpulan data suhu ruangan pada departemen *sewing* yang tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengamatan suhu ruangan (°C).

Waktu Pengamatan	Banyaknya Pengamatan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
08.00	28	29	29	28	30	29	30	28	30	28
10.00	32	32	31	32	32	30	32	31	31	30
13.00	34	35	35	35	33	33	34	35	34	32

Sumber: Pengolahan data, 2024

Untuk suhu diperoleh nilai rata-rata sebesar 31,4°C yang menunjukkan bahwa nilai tersebut berada di atas batas normal yakni 18-28°C (Sihombing & Arvianto, 2019). Suhu ruangan yang terlalu tinggi memberikan dampak yang negatif, seperti menimbulkan rasa lelah terhadap pekerja.

Kelelahan Kerja

Untuk memperoleh data kelelahan kerja pada operator dilakukan dengan membagikan kuesioner dengan indikator kelelahan kerja berdasarkan 30 pertanyaan *subjective self-rating test* dari IFRC (Wirda et al., 2023). Kuesioner dibagikan kepada 32 operator *sewing*. Berikut data hasil uji validitas, reliabilitas, dan data hasil perhitungan kelelahan kerja disebutkan pada table-table berikut.

Tabel 2. Data hasil uji validitas.

Items	Sig.	Keterangan
1	0,000	Valid
2	0,000	Valid
3	0,000	Valid
4	0,000	Valid
5	0,000	Valid
6	0,000	Valid
7	0,000	Valid
8	0,000	Valid
9	0,000	Valid
10	0,000	Valid
11	0,000	Valid
12	0,000	Valid
13	0,000	Valid
14	0,000	Valid
15	0,000	Valid
16	0,000	Valid
17	0,000	Valid
18	0,000	Valid

19	0,000	Valid
20	0,000	Valid
21	0,000	Valid
22	0,000	Valid
23	0,000	Valid
24	0,000	Valid
25	0,000	Valid
26	0,000	Valid
27	0,000	Valid
28	0,000	Valid
29	0,000	Valid
30	0,000	Valid

Sumber: Pengolahan data, 2024

Tabel 3. Data hasil uji reliabilitas.
Cronbach's Alpha *N of Items*

0.941	30
-------	----

Sumber: Pengolahan data, 2024

Tabel 4. Data hasil uji reliabilitas.
Tingkat Kelelahan **Persentase**

Tidak lelah	0%
Ringan	31,25%
Menengah	56,25%
Berat	12,5%

Sumber: Pengolahan data, 2024

Berdasarkan hasil pengolahan data di atas, pada uji validitas diperoleh nilai sig. sebesar 0,000 yang berarti valid. Pada uji reliabilitas diperoleh hasil *cronbach's alpha* sebesar 0,941 yang berarti reliabel karena nilai tersebut >0,07 (Sanaky, 2021). Kemudian setelah dilakukan perhitungan kelelahan kerja dengan kuesioner IFRC maka diperoleh presentase pekerja yang tidak mengalami kelelahan sebesar 0%, kelelahan ringan sebesar 31,25%, kelelahan menengah sebesar 56,25%, dan kelelahan berat sebesar 12,5%. Gejala kelelahan yang dialami para operator antara lain kepala terasa berat, badan terasa lelah, kaki terasa berat, menguap, pikiran terasa kacau, hingga hilang konsentrasi.

Waktu Baku

Berdasarkan observasi proses kerja pada *line X*, terdapat empat kelompok kerja dengan total 22 elemen gerakan yang diberi notasi dengan huruf A, B, C, dan seterusnya untuk setiap elemen kerja. Kemudian pengukuran waktu kerja dilakukan sebanyak 30 kali dengan metode *stopwatch time study*. Berikut uraian elemen kerja untuk setiap notasi serta hasil uji kecukupan data dan keseragaman data.

Tabel 5. Proses kerja, hasil uji kecukupan, dan hasil uji keseragaman data.

No	Kode Elemen Kerja	Proses Kerja	N'	Hasil Uji Kecukupan Data	BKA	BKB	Hasil Uji Keseragaman Data
1	1A	<i>join lace to lining</i>	18,217817	Cukup	15,81	10,17	Seragam
2	1B	<i>join top, turn, and baste samping</i>	7,130834336	Cukup	24,81	18,88	Seragam
3	2A	<i>dasar bottom</i>	5,615564544	Cukup	10,5	8,2	Seragam
4	2B	<i>second bottom</i>	5,109879597	Cukup	8,24	6,54	Seragam
5	2C	<i>dasar top back</i>	2,75749373	Cukup	11,7	9,8	Seragam

6	2D	<i>second top back</i>	4,376019016	Cukup	7,6	6,1	Seragam
7	2E	<i>dasar center</i>	6,419177795	Cukup	9,4	7,2	Seragam
8	2F	<i>second center</i>	3,50635998	Cukup	5,9	4,9	Seragam
9	2G	<i>pasang hook and eye</i>	2,395485366	Cukup	12,4	10,6	Seragam
10	2H	<i>locking</i>	0,87146831	Cukup	16,1	14,6	Seragam
11	3A	<i>cek kedalam cup</i>	5,705086552	Cukup	22,7	17,8	Seragam
12	3B	<i>pasang tricot di ujung busa</i>	20,33599475	Cukup	8,6	5,4	Seragam
13	3C	<i>obras neckline underarm</i>	28,48340244	Cukup	99,4	56,96	Seragam
14	3D	<i>round</i>	27,28930303	Cukup	32,7	18,4	Seragam
15	3E	<i>stabilizer</i>	5,598983382	Cukup	13,8	10,9	Seragam
16	4A	<i>cup to back</i>	25,50813757	Cukup	37,9	20,4	Seragam
17	4B	<i>DN wire</i>	1,689040013	Cukup	24,05	21,08	Seragam
18	4C	<i>pasang wire</i>	8,225679955	Cukup	26,1	19,4	Seragam
19	4D	<i>sisip sisa kain</i>	6,019868	Cukup	25,2	19,6	Seragam
20	4E	<i>bartek wire</i>	8,362488377	Cukup	16	11,9	Seragam
21	4F	<i>bartek center</i>	20,829183	Cukup	18,3	11,4	Seragam
22	4G	<i>Bartek tali</i>	5,8439749	Cukup	18,8	14,7	Seragam

Sumber: Pengolahan data, 2024

Setelah melakukan uji kecukupan dengan hasil cukup dan uji keseragaman dengan hasil data seragam kemudian dilakukan perhitungan waktu baku. Hasil dari menghitung waktu normal dan waktu baku dengan mempertimbangkan *performance rating* dan *allowance time* untuk setiap elemen kerja dengan satuan detik disajikan pada Tabel 6.

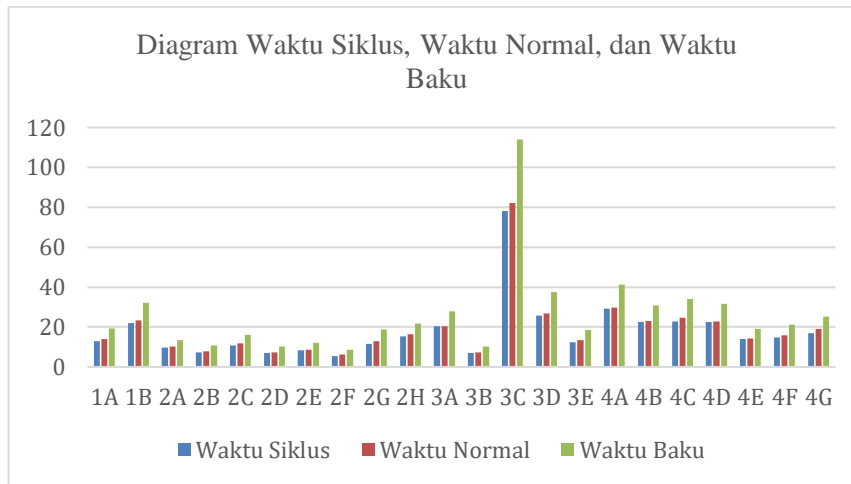
Tabel 6. Data hasil perhitungan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku.

No	Kode Elemen Kerja	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku
1	1A	12,992	14,03136	19,44444444
2	1B	21,846	23,15676	32,16666667
3	2A	9,371	10,12068	13,49333333
4	2B	7,394333333	7,98588	10,65333333
5	2C	10,78833333	11,6514	16,18055556
6	2D	6,864333333	7,344836667	10,20833333
7	2E	8,309666667	8,72515	12,125
8	2F	5,429333333	6,135146667	8,527777778
9	2G	11,517	13,01421	18,06944444
10	2H	15,33066667	16,25050667	21,66666667
11	3A	20,28533333	20,28533333	27,79452055
12	3B	6,959	7,23736	10,05555556
13	3C	78,17366667	82,08235	114
14	3D	25,68433333	26,96855	37,45833333
15	3E	12,33533333	13,32216	18,5
16	4A	29,168	29,75136	41,31944444
17	4B	22,56733333	23,01868	30,69333333
18	4C	22,74266667	24,56208	34,11111111
19	4D	22,38176667	22,829402	31,70833333
20	4E	13,95866667	14,23784	18,98666667
21	4F	14,80833333	15,993	21,32

22	4G	16,782	18,96366	25,28
Total		395,6891	417,17	573,7628539

Sumber: Pengolahan data, 2024

Total waktu baku dari 22 proses kerja dalam menyelesaikan suatu siklus kerja pada 1 pcs bra yaitu dengan durasi 573,76 detik = 9, 56 menit.



Gambar 2. Diagram Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku

Sumber: Pengolahan data, 2024

Total waktu baku yang diperoleh dari perhitungan tersebut yakni 573,76 detik, artinya waktu standar dalam menyelesaikan proses menjahit 1 pcs bra yaitu sebesar 573,76 detik. Pada sebelum dilakukan pengukuran, waktu untuk menyelesaikan proses menjahit 1 pcs bra yakni selama 395,69 detik.

Perbedaan antara waktu siklus dan waktu baku yang ada dapat dikatakan cukup tinggi hal tersebut dikarenakan pada waktu normal tidak termasuk kelonggaran, kelelahan kebutuhan pribadi pekerja, dan penundaan. Sedangkan waktu baku merupakan durasi yang diperlukan pekerja dengan tingkat *skill* merata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dengan demikian, apabila pekerjaan tersebut dilakukan kembali, durasi yang sesuai untuk menyelesaikannya telah diketahui. Apabila dilihat perbandingan antara kedua waktu tersebut, waktu terbesar merupakan waktu baku, hal ini dapat disebabkan oleh kondisi tempat kerja yang mengalami yang perubahan cuaca, seperti saat kondisi cuaca sedang terik, maka kondisi lingkungan tempat kerja akan mengalami peningkatan suhu ruangan hingga 35°C (termasuk pada kategori suhu tinggi dalam melaksanakan aktivitas pekerjaan). Hal tersebut dapat menyebabkan ketidaknyamanan operator saat bekerja kaarena kondisi lingkungan yang panas sehingga dapat mengganggu konsentrasi operator dalam beraktivitas. Selain itu, apabila operator yang bertugas pada aktivitas tersebut tidak hadir, maka diperlukan tenaga kerja pengganti, dimana tentunya keahlian yang dimiliki berbeda sehingga dapat menyebabkan berurangnya *output* produksi.

Telah diketahui dari hasil perhitungan waktu baku untuk menyelesaikan pekerjaan menjahit 1 pcs bra yaitu 573,36 detik. Kemudian dari perhitungan *output* standar diperoleh jumlah *output* standar pada tiap prosesnya.

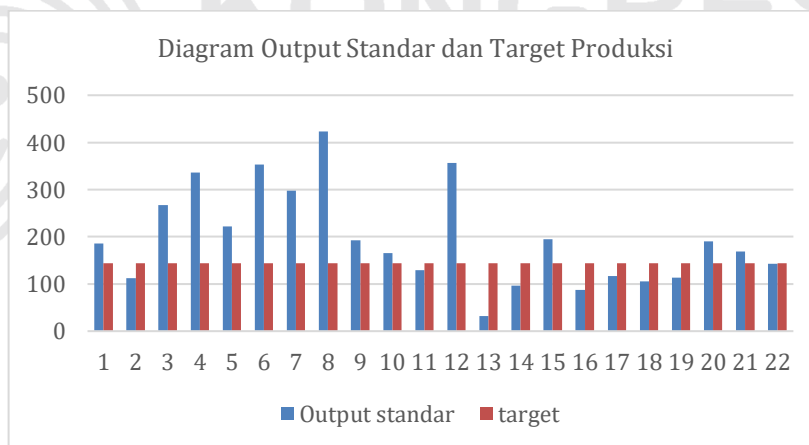
Tabel 7. Data hasil perhitungan *output* standar.

No	Kode Elemen Kerja	Output Standar (pcs)	Target (pcs)
1	1A	185	144
2	1B	111	144
3	2A	266	144
4	2B	336	144
5	2C	222	144
6	2D	352	144
7	2E	297	144
8	2F	423	144

9	2G	192	144
10	2H	165	144
11	3A	129	144
12	3B	356	144
13	3C	31	144
14	3D	96	144
15	3E	194	144
16	4A	87	144
17	4B	117	144
18	4C	105	144
19	4D	113	144
20	4E	190	144
21	4F	169	144
22	4G	142	144

Sumber: Pengolahan data, 2024

Diketahui elemen kerja yang tidak memperoleh target yang telah direncanakan perusahaan (144 pcs/jam) yaitu elemen kerja 1B dimana *output* standarnya sebesar $111,8 \approx 111$, elemen kerja 3A dengan *output* standar sebesar $129,4 \approx 129$ pcs, elemen kerja 3C dengan *output* standar sebesar $31,6 \approx 31$ pcs, elemen kerja 3D dengan *output* standar sebesar 96 pcs, elemen kerja 4A dengan *output* standar sebesar $87,17 \approx 87$ pcs, elemen kerja 4B dengan *output* standar sebesar $117,26 \approx 117$ pcs, elemen kerja 4C dengan *output* standar sebesar $105,57 \approx 105$ pcs, elemen kerja 4D dengan *output* standar sebesar $113,56 \approx 113$ pcs, dan elemen kerja 4G dengan *output* standar sebesar $142,29 \approx 142$ pcs. Berikut diagram perbandingan antara *output* standar dan target produksi.



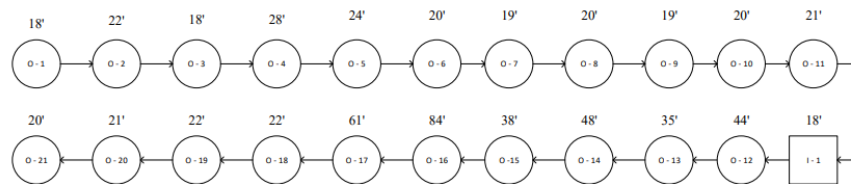
Sumber: Pengolahan data, 2024

Gambar 3. Diagram *output* standar dan target produksi.

Jika ditinjau dari *output* standar yang telah dihitung dan perhitungan waktu baku pada proses pembuatan bra, dapat dikatakan bahwa perhitungan waktu baku yang telah dilakukan sebelumnya tidak tepat.

Line Balancing

Setelah diperoleh waktu baku, kemudian dilakukan keseimbangan lintasan atau *line balancing*. *Line balancing* bertujuan untuk memaksimalkan *line efficiency* pada *line*. Berikut gambar *precedence* diagram kondisi sebelum dilakukan perhitungan *line balancing*.



Sumber: PT. Globalindo Intimates, 2024
Gambar 4. Precedence diagram kondisi awal.

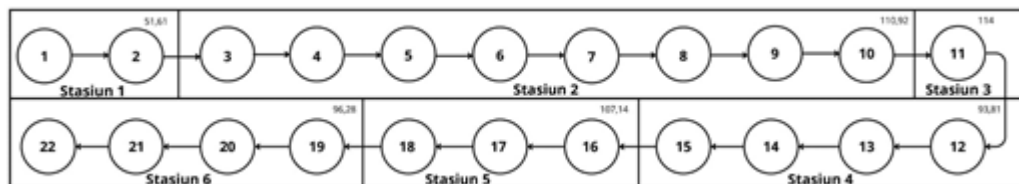
Perhitungan *line balancing* dengan mengaplikasikan metode *Rank Positional Weight* (RPW) dan *Largest Candidate Rule* (LCR). Dari perhitungan metode dan RPW dan LCR, akan dipilih metode dengan hasil terbaik. Hasil dari perhitungan dengan menggunakan kedua metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 8. Hasil perhitungan *line balancing*.

Kriteria Performasi	Metode LCR	Metode RPW
Jumlah Stasiun Kerja	6	6
<i>Line Efficiency</i>	84%	32%
<i>Balance delay</i>	16%	68%
<i>Smoothing index</i>	68,34	7077,8

Sumber: Pengolahan data, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan *line balancing* dengan metode LCR dan RPW seperti pada tabel di atas, maka metode terpilih adalah metode LCR. Hal tersebut dikarenakan pada metode LCR memiliki presentase yang lebih tinggi, dimana presentase *line efficiency* menunjukkan keseimbangan lintasan yang lebih baik. Selain itu pada metode LCR memiliki nilai *balance delay* yang lebih kecil, hal tersebut menunjukkan ukuran ketidakefisiensian suatu *line* pada pengukuran *line balancing* tersebut. Berikut disajikan gambar yang menunjukkan *precedence diagram* usulan setelah dilakukan perhitungan *line balancing* dengan metode terpilih, metode LCR.



Sumber: Pengolahan data, 2024
Gambar 5. Precedence diagram usulan.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan pembahasan, menunjukkan bahwa suhu ruangan pada proses menjahit bra memiliki rata-rata sebesar 31,4°C yang berada di atas batas normal yang telah ditetapkan. Tingginya suhu ruangan tersebut berpengaruh terhadap kelelahan kerja operator, dimana berdasarkan hasil penyebaran kuesioner terkait kelelahan kerja diperoleh presentase pekerja yang tidak mengalami kelelahan sebesar 0%, kelelahan ringan sebesar 31,25%, kelelahan menengah sebesar 56,25%, dan kelelahan berat sebesar 12,5%.

Kemudian setelah dilakukan perhitungan waktu baku dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dalam penentuan kelonggaran, diperoleh waktu standar yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu siklus pembuatan bra pada *line X* adalah selama 573,76 detik. Kemudian berdasarkan perhitungan *output* standar, terdapat beberapa proses yang memiliki jumlah *output* standar di bawah target produksi yang telah direncanakan oleh perusahaan. Hal itu menunjukkan bahwa penentuan waktu baku sebelumnya yang dilakukan oleh perusahaan kurang tepat, sehingga hal tersebut menjadi salah satu penyebab tidak tercapainya target produksi. Waktu standar tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan *line balancing* untuk menyeimbangkan beban kerja

pada *line* atau stasiun kerja dan meningkatkan efisiensi *line*. Setelah dilakukan perhitungan *line balancing* menggunakan metode RPW dan LCR, diperoleh hasil terbaik *line balancing* dengan mengaplikasikan metode LCR dengan *line efficiency* sebesar 84% dan *balance delay* sebesar 16%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini, terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ir. Dr. Ratih Setyaningrum, M.T., IPM, ASEAN. Eng, yang telah memberikan arahan dan pendampingan dalam penelitian serta penyusunan artikel, kepada PT. Globalindo Intimates yang memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di perusahaan, kepada Bapak Benny Setyanto yang telah membimbing selama proses pengambilan data di PT. Globalindo Intimates, dan kepada seluruh pihak yang telah memberi motivasi dan semangat kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, B., & Laha, M. S. (2020). Penerapan studi lapangan dalam meningkatkan kemampuan analisis masalah (Studi Kasus pada mahasiswa Sosiologi IISIP YAPIS BIAK). *Jurnal Nalar Pendidikan*, 8(1), 63. <https://ojs.unm.ac.id/nalar/article/view/63-72>
- Amrilda, R. V. (2019). Penentuan Output Standart Produksi dan Jumlah Tenaga Kerja yang Optimal untuk Produk Spring Bad Big Land 180 X 200 di PT. Malindo Intitama Raya-Lawang. *Jurnal Valtech*, Vol. 1(No. 1), 96–102.
- Firmansyah, F., Marlina, E., Rachmawati, S., Studi, P., Kerja, K., Mitra, S., Karanganyar, H., Keselamatan, S., Sebelas, U., Surakarta, M., & Ilmu, P. S. (2023). Pengaruh Tekanan Panas Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Shaping Folding Heat Pressure Effect Againts Work Fatigue on Shaping Folding Workers. 7(2), 167–175.
- Irrawati, M. D., Septianingrum, E. A., & Mukaramah, M. (2023). Implementasi Waktu Yang Optimal Terhadap Tenaga Kerja. *Economics Business Finance and Entrepreneurship*, 27–32. <https://ebfelepma.ums.ac.id/2023>
- Nuryawan, T., & Dwiwinarno, T. (2020). Pengukuran Waktu Standar Untuk Pencapaian Produktivitas Studi Kasus Pembuatan Seragam Sekolah Dasar Di Cv. Focus Production Tamansari, Kalasan, Sleman. *Jurnal Bisnis Dan Ekonomi*, 11(2), 133–142.
- Prayuda, S. (2020). Analisis Pengukuran Kerja Dalam Menentukan Waktu Baku Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Pada Produksi Kerudung Menggunakan Metode Time Study Pada Ukm Lisna Collection Di Tasikmalaya. *Jurnal Mahasiswa Industri Galuh*, 1(1), 120–126.
- Rosda,¹ Munadhifah, A., Purnomo, H., & Oktyajati,³nancy. (2021). Analisis Bullwhip Effect pada Pengadaan Kain Batik di CV. Batik Gemawang. *JAPTI: Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri*, 2, 41–49. www.journal.univetbantara.ac.id/index.php/japti
- Sakiman, Arafah, M., & Suliawati. (2022). Analisa Line Balancing Untuk Meningkatkan Produksi Rempeyek. *Buletin Utama Teknik*, 18(1), 16–20.
- Sanaky, M. M. (2021). Analisis Faktor-Faktor Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Man 1 Tulehu Maluku Tengah. *Jurnal Simetrik*, 11(1), 432–439. <https://doi.org/10.31959/js.v11i1.615>
- Sekarningsih, P. E., & Hadining, A. F. (2022). Analisis Pengukuran Kerja Dalam Menentukan Waktu Baku Pada Operator Mesin Broaching Dengan Metode Pengukuran Waktu Jam Henti (Studi Kasus: PT XYZ). *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2), 175. <https://doi.org/10.24014/jti.v8i2.19936>
- Sihombing, T. N., & Arvianto, A. (2019). Analisis Lingkungan Fisik Kerja Pada Departemen Finishin (Studi Kasus Pada PT AUSTENITE FOUNDRY). *Industrial Engineering Online Journal*, 7(4), 1–7.
- Wahyudi, R., Nugraha, A. T., & Kinasih, A. S. (2023). Penentuan Waktu Baku dengan Stopwatch Time Study untuk Pengukuran Kerja Operator di PT XYZ Lampung Tengah. *Jurnal Sains Dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, 3(2), 79–88. <https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i2.76>
- Wirda, Batubara, H., & Rahmawati, R. (2023). Pengukuran Tingkat Kelelahan Dan Beban Kerja Mental Operator Forklift Menggunakan Metode Ifrc Dan Nasa Tlx Di Pt. Xyz. *Jurusan Teknik Industri*, 7(3), 67–74.

MITIGASI RISIKO DAN BAHAYA ATAS KESELAMATAN KERJA DI UMKM KACA

(MITIGATE WORK SAFETY RISKS AND HAZARDS IN THE GLASS MSMEs)

Siti Nandiroh¹, Alna 'Aisyah Azzahro²

^{1,2}Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57162

E-mail: sn168@ums.ac.id, alnaaisyah1205@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengidentifikasi risiko dan bahaya keselamatan kerja di UMKM kaca di Surakarta, yang memiliki potensi resiko kecelakaan kerja tinggi. Terdapat beberapa aktivitas kerja yang berbahaya, sehingga perlu identifikasi lebih lanjut. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui risiko paling serius pada proses produksi, jumlah nilai risiko bahaya yang teridentifikasi dan memberikan rekomendasi pengendalian risiko. Metode yang digunakan adalah *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)* dan *Job Safety Analysis (JSA)*. HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengontrol potensi bahaya, sedangkan JSA menganalisis risiko pekerjaan spesifik dengan memecahnya menjadi langkah-langkah terperinci Hasil menunjukkan adanya dua kegiatan yang masuk kategori *low*, sebelas kegiatan masuk kategori *moderate*, dua puluh tujuh kegiatan masuk kategori *high*, dan enam kegiatan masuk kategori *extreme*. Solusi yang direkomendasikan oleh kedua metode tersebut, meliputi pengendalian risiko, pelatihan K3, pembuatan banner peringatan bahaya dan resiko kerja, serta pembuatan SOP pada proses kerja mulai dari gudang hingga finishing. Penelitian ini membuktikan bahwa kedua pendekatan ini efektif dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan terkontrol.

Kata Kunci: bahaya, UMKM, resiko.

ABSTRACT

This research identifies work safety risks and hazards in the MSMEs Glass in Surakarta, which has a high potential risk of work accidents. Several work activities are dangerous, so further identification is needed. This research aims to determine the most serious risks in the production process, and the number of hazard risk values identified and provide recommendations for risk control. Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control (HIRARC), and Job Safety Analysis (JSA) are used. HIRARC is used to identify, assess, and control potential hazards, whereas JSA analyzes specific job risks by breaking them down into detailed steps. The results show two activities in the low category, eleven activities in the moderate category, twenty-seven activities in the high category, and six in the extreme category. Furthermore, the solutions recommended by these two methods include risk control, creating banners warning of work hazards and risks, and creating SOPs for work processes from warehouse to finishing. Moreover, this research proves that both approaches are effective in creating a safer and more controlled work environment.

Keywords: hazards, MSMEs, risk.

PENDAHULUAN

Usaha Kecil dan Menengah (UMKM) semakin berkembang seiring dengan ekspansi ekonomi dan perkembangan industri. Namun permasalahan UMKM kaca di Surakarta ini dimulai ketika terjadi pandemi Covid-19, yaitu dengan dengan penurunan omset sebesar 60%, dan mereka tetap bertahan sehingga sekarang mulai eksis lagi karena memiliki produk-produk unggulan serta mempunyai komitmen untuk tetap mempertahankan kualitas produk. UMKM kaca menghadapi berbagai risiko keselamatan kerja akibat sifat material dan proses produksinya, seperti pecahan kaca, bahan kimia, dan penggunaan alat berat. Keselamatan kerja menjadi prioritas utama untuk mencegah kecelakaan dan cedera, serta memastikan kelangsungan operasional.

Temuan observasi tersebut memerlukan upaya pencegahan kecelakaan kerja melalui penggunaan metodologi *Hazard Identification and Risk Analysis (HIRARC)* dan *Job Safety Analysis (JSA)*. Pendekatan HIRARC digunakan untuk mendeteksi dan menganalisis bahaya dan risiko (Revanza et al., 2022). Teknik HIRARC mengidentifikasi risiko dengan berfokus pada hubungan antara personel, peralatan, proses, dan lingkungan. *Hazard Identification and Risk Analysis (HIRARC)* merupakan tindakan pencegahan yang dirancang untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja (Muhammad Zulfi Ikhsan, 2022). Pendekatan

HIRARC mempunyai manfaat dalam mengidentifikasi kemungkinan bahaya di tempat kerja dan mengevaluasinya melalui penilaian risiko dengan menggunakan matriks penilaian risiko. (Albar et al., 2022)

Pendekatan *Job Safety Analysis* (JSA) adalah metode untuk mengevaluasi setiap tahapan tugas guna mengidentifikasi bahaya dan kemungkinan risiko, serta merancang cara untuk meminimalkan dan mengurangi bahaya (Muhammad Nur et al., 2023). Pekerja dapat melaksanakan pekerjaan dengan aman dan efektif dengan pendekatan JSA (Murenda, 2020). Selain itu, dengan pendekatan JSA pekerja dapat menyadari bahaya yang ada dalam pekerjaan dan aktivitasnya dan pekerja dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya kesehatan dan keselamatan kerja. Pendekatan atau metode JSA merupakan teknik pembuatan rekomendasi pengendalian bahaya dan penilaian risiko yang telah diselesaikan dengan menggunakan HIRARC (Hutapea et al., 2024) . Hal ini berupaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dengan cara mengidentifikasi secara cermat dan lengkap risiko dan bahaya yang mungkin timbul agar tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap jalannya aktivitas. (Efvandi et al., 2022)

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan mitigasi guna mengidentifikasi kemungkinan ancaman bahaya kecelakaan kerja terhadap pekerja di UMKM tersebut. Dengan melakukan penilaian risiko dan mampu memberikan rekomendasi pengendalian terkait potensi bahaya yang ada di area produksi UMKM menggunakan metode metode HIRARC dan JSA dalam mencegah kecelakaan kerja.

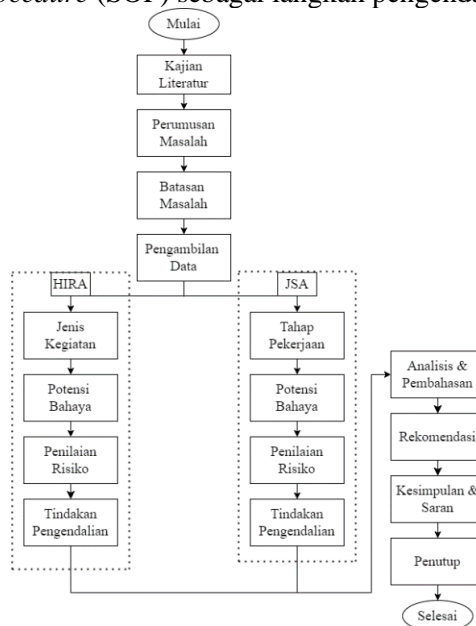
METODE

Penelitian ini mengadopsi metode deskriptif kuantitatif, dimulai dengan observasi langsung untuk mengevaluasi potensi bahaya di area produksi. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan kuesioner dan wawancara untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat risiko yang terkait dengan aktivitas produksi. Metode pengumpulan data terdiri dari beberapa tahapan. Pertama, observasi dilakukan untuk mengamati secara langsung proses produksi dan kondisi lingkungan kerja. Kedua, kuesioner disebarikan kepada tim produksi sejumlah 6 orang untuk mendapatkan pandangan mereka tentang potensi bahaya dan risiko di tempat kerja. Kuesioner ini menggunakan skala evaluasi risiko berdasarkan kemungkinan dan tingkat keparahan dampak.

Selanjutnya, wawancara kerja dilakukan dengan narasumber yang merupakan bagian dari tim produksi. Wawancara ini mencakup berbagai aspek terkait dengan proses produksi, keselamatan kerja, dan pengalaman mereka dalam menangani potensi bahaya di tempat kerja.

Terakhir, tinjauan literatur dilakukan untuk merujuk hipotesis atau teori yang mendukung penelitian. Proses pengolahan data mencakup identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pemberian rekomendasi perbaikan. Identifikasi bahaya dilakukan dengan menganalisis aktivitas pekerjaan, potensi bahaya, dan risiko yang terkait (Masripah et al., 2022).

Evaluasi risiko dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Hasil dari evaluasi risiko kemudian digunakan untuk memetakan tingkat risiko yang ditinjau dalam peta risiko. Berdasarkan hasil analisis, diberikan rekomendasi perbaikan yang mencakup, pembuatan banner dan penggunaan *Standard Operating Procedure* (SOP) sebagai langkah pengendalian.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lingkungan Kerja dan Proses Produksi

Proses produksi pada UMKM Kaca melewati tahapan-tahapan berikut:

1. Proses Pemindahan Kaca dari Gudang Bahan Baku: sebelum memulai pemindahan bahan baku kaca, pekerja harus melakukan persiapan yang matang hal ini meliputi pengecekan keadan bahan baku kaca, memastikan alat bantu pemindahan seperti alat angkat dalam kondisi baik atau manual, serta menyiapkan rute untuk pemindahan kaca dari area penyimpanan ke meja kerja.
2. Proses Pemotongan Kaca: proses pemotongan kaca melibatkan penggunaan mesin pemotong yaitu cutter sesuai dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan. Pekerja memastikan bahwa kaca dipotong secara akurat dan tepat sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Proses Pelubangan Kaca: proses pelubangan kaca melibatkan penggunaan mesin bor atau alat lainya untuk membuat lubang-lubang yang diperlukan sesuai dengan desai furniture kaca yang akan dibuat. Setiap lubang dibuat dengan presisi untuk memastikan kesesuaian dan keamanan selama proses perakitan
4. Proses Penghalusan Kaca/*Polishing* Kaca: Proses penghalusan kaca atau *polishing* kaca dilakukan setelah pemotongan untuk menghilangkan tajamnya dan memberikan permukaan yang halus. Ini dilakukan dengan menggunakan alat penghalus atau bahan kimia khusus yang secara efektif meratakan dan mengkilapkan permukaan kaca.
5. Proses Perakitan: proses perakitan penggabungan berbagai komponen kaca san rangka dalam sebuah produk furniture yang lengkap. Setiap langkah peraitan dilakukan dengan presisi untuk memastikan kekokohan dan kualitas akhir dari produk yang dihasilkan.
6. Proses Pengemasan: proses pengemasan dimulai dengan penyusunan produk kaca yang telah selesai diproduksi ke dalam kemasan yang sesuai. Setiap produk dibungkus dengan perlindungan tambahan, seperti kardus khusus, untuk mencegah kerusakan selama distribusi.
7. *Finishing*: proses *finishing* produk diperlakukan dengan metode khusus seperti pengecatan, atau pelapisan untuk meningkatkan estetika dan daya tahan. Setelah selesai, produk diperiksa secara teliti agar tidak ada kekurangan.

B. Matriks Risiko

Australian Standard/New Zealand Standart for Risk Management (Cantino et al., 2016) memiliki faktor yang digunakan untuk mengevaluasi risiko, yakni probabilitas dan tingkat keparahan. *Probability* merujuk pada seberapa sering suatu kejadian kecelakaan kerja dapat terjadi (Sofyan & Maulana, 2022). Skala penilaian ini dijelaskan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Skala Probabilitas Menurut Standar.

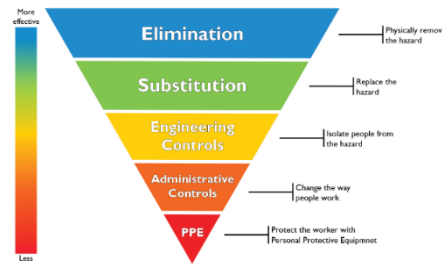
Tingkat	Description	Keterangan
5	<i>Almost Certain</i>	Paling sering terjadi (>90%)
4	<i>Likely</i>	Sangat mungkin terjadi (50-90%)
3	<i>Moderate</i>	Dapat terjadi beberapa kali (30-50%)
2	<i>Unlike</i>	Kemungkinan terjadi jarang (10-30%)
1	<i>Rare</i>	angat kecil kemungkinan terjadi (0-10%)

Tiap tingkatan memiliki rekomendasi tersendiri untuk mengurangi risiko kecelakaan di area kerja. Tabel 2 adalah penjelasan mengenai setiap tingkatan penilaian risiko:

Tabel 2. Skala Risiko (AS/ZN, 2004).

Kategori	Kemungkinan/ <i>Likelihood</i>	Dampak/ <i>Consequency</i>
<i>Extreme</i>	Hampir Pasti Terjadi	Mengancam kesuksesan proyek/pekerjaan
<i>High</i>	Sangat Mungin Terjadi	Dampak substansial pada biaya, waktu dan kualitas
<i>Moderate</i>	Mungkin Tidak Terjadi	Dampak sedang pada biaya, waktu dan kualitas
<i>Low</i>	Kadang Terjadi	Dampak kecil pada biaya, waktu dan kualitas

Pengendalian risiko adalah proses yang penting dalam manajemen untuk mengelola potensi dampak negatif dari suatu kejadian atau kegiatan. Proses ini melibatkan identifikasi, evaluasi, dan pengelolaan risiko yang mungkin terjadi dalam suatu organisasi atau proyek (Palega, 2021), seperti terlihat di Gambar 2.



Gambar 2. Hierarki Pengendalian Risiko.



C. Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)

HIRARC merupakan proses identifikasi potensi kecelakaan kerja dalam proses kerja (Pangkey et al., 2012), yang dilakukan dengan menganalisis proses kerja yang berpotensi bahaya, mulai dari gudang hingga finishing. Hasil dari penilaian tersebut kemudian dikalikan untuk mendapatkan tingkat risiko (Abidin & Mahbubah, 2021) . Tabel 3 dan 4 menunjukkan hasil identifikasi dan evaluasi potensi bahaya, salah satunya yaitu saat proses pengambilan bahan baku di gudang dan di area pemotongan kaca.

Tabel 3. Potensi Bahaya di Gudang Pengambilan Bahan Baku.

No	Kondisi Lapangan	Potensi Bahaya	Risiko	Penilaian Risiko				Pengendalian Yang Diusulkan
				Likelihood	Severity	Skor	Risk Level	
1	Penempatan bahan baku yang tidak ada pembatasnya	Beresiko tersenggol manusia dan berakhir fatal jika kaca pecah	Menyebabkan cedera (Pernah terjadi dan menyebabkan kerugian)	4	5	20	E	Administrasi Pembuatan SOP, Pemasangan rambu, Pemasangan tanda bahaya. Engineering Control
3	Bahan baku tidak disusun/disimpan dengan baik	Bahan baku terjatuh menyebabkan pekerja mengalami kecelakaan yaitu tersandung.	Menyebabkan cedera (Kemungkinan dapat terjadi)	4	3	12	H	Ketika peralatan telah disusun dengan teratur, maka pergerakan akan menjadi lebih mudah dan luasa. Engineering Control
4	Tidak ada penyangga untuk menyimpan bahan baku	Bahan baku yang hanya disandarkan dapat ambruk dan menghasilkan pecahan kaca yang tajam.	Menyebabkan cedera (Kemungkinan dapat terjadi)	4	4	16	H	Ketika bahan baku disimpan dengan baik akan mengurangi risiko kecelakaan. APD
5	Pekerja memindahkan bahan baku tidak memakai APD	Kaca adalah benda yang tajam dan berat, jika tidak menggunakan APD akan meningkatkan risiko kecelakaan.	Menyebabkan cedera berat (Kemungkinan pernah terjadi)	4	5	20	E	Untuk mencegah dan mngurangi risiko kecelakaan selama proses pemotongan kaca.

Tabel 4. Potensi Bahaya di Area Pelubangan (Pengeboran) Kaca.

No	Jenis Kegiatan/Kondisi Lapangan	Potensi Bahaya	Risiko	Penilaian Risiko				Pengendalian Yang Diusulkan
				Likelihood	Severity	Skor	Risk Level	
1	 Peralatan masih berserakan	Peralatan yang tidak ditempatkan dengan baik dapat menyebabkan cedera bagi yang lewat apabila terjatuh atau tersenggol.	Menyebabkan cedera (Kemungkinan pernah terjadi)	2	3	6	M	Engineering Control Ketika peralatan telah disusun dengan teratur, maka pergerakan akan menjadi lebih mudah dan luasa. APD
2	 Pekerja tidak menggunakan APD saat mengebor	Serpihan kaca akibat pengeboran dapat melukai mata dan terhirup, debu kaca yang dihasilkan saat pemotongan dapat melukai mata hingga kebutan.	Menyebabkan cedera (Kemungkinan pernah terjadi)	4	4	16	H	Untuk mencegah dan mngurangi risiko kecelakaan selama proses pelubangan (pengeboran) kaca.

Identifikasi potensi resiko yang di petakan untuk tiap proses produksi, di peroleh data level resiko masuk pada level risiko tertinggi terjadi pada proses produksi pelubangan (pengeboran) dan pengambilan bahan baku dengan jumlah 5. Kemudian untuk jumlah risiko 4 terjadi pada dua proses produksi yaitu distribusi dan finishing. Dan yang terakhir dengan jumlah risiko terendah pada proses produksi yang terjadi pada pemotongan kaca dan pengemasan dengan jumlah masing-masing 2 risiko. Setelah didapatkan hasil risiko pada setiap proses produksi, berikut adalah hasil rekap data mengenai nilai risiko yang diperoleh dari setiap proses produksi.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Level Risiko.

No	Uraian Proses	Kategori/level risiko				Jumlah
		Low	Medium	High	Extreme	
1	Pengambilan bahan baku di gudang	0	9	28	40	77
2	Pemotongan Kaca	0	0	28	0	28
3	Pelubangan (Pengeboran)	0	6	60	0	66
4	Penghalusan	0	0	36	0	36
5	Pengemasan	0	0	24	0	24
6	Distribusi	0	15	12	20	47
7	Perakitan	0	0	28	20	48
8	Finishing	0	0	48	0	48

Berdasarkan tabel rekap nilai resiko diatas dapat dilihat jumlah dari nilai resiko setiap proses produksi nilai untuk tiap resiko. Dimana tertinggi terjadi pada proses pelubangan (pengeboran) dengan jumlah nilai 66, kemudian untuk urutan kedua terjadi pada proses pengambilan bahan baku di gudang dengan jumlah nilai 57, selanjutnya pada urutan ketiga terjadi pada proses perakitan dan finishing dengan jumlah nilai 48, selanjutnya pada urutan keempat terjadi pada proses distribusi dengan jumlah nilai 47, kemudian pada urutan kelima terjadi pada proses penghalusan dengan jumlah nilai 36, lalu pada urutan keenam terjadi pada proses pemotongan kaca dengan jumlah nilai 28, dan pada urutan terendah terjadi pada proses pengemasan dengan jumlah nilai 24.

D. Job Safety Analysis (JSA)

Setelah melalui proses identifikasi potensi bahaya menggunakan metode HIRARC, langkah berikutnya adalah mengembangkan rekomendasi pengendalian untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja dari potensi bahaya yang telah diidentifikasi. JSA digunakan sebagai langkah untuk memantau dan mengevaluasi bahaya serta kecelakaan, sebagai upaya untuk meningkatkan keselamatan kerja. Ketika bahaya telah teridentifikasi, tindakan pengendalian dan peningkatan prosedur kerja dapat diambil untuk mengurangi risiko.

Tujuan utama dari *job safety analysis* adalah untuk mencegah kecelakaan kerja dengan melakukan antisipasi, eliminasi, dan pengendalian terhadap bahaya yang ada. Hal ini dilakukan dengan mengidentifikasi semua potensi bahaya yang mungkin terjadi, kemudian memberikan solusi pengendalian sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan yang berlaku. Contoh Worksheet dan identifikasi serta mitigasi resiko menggunakan JSA, seperti terlihat pada tabel 6 dan 7 berikut ini,

Tabel 6. Job Safety Analysis (JSA) Work Sheet.

Tanggal: 22 Maret 2024		Divisi: Produksi		No Referensi: 3	
Lokasi: UKM SIDODADI GLASS		Prosedur/Tugas/Pabrik/Acara yang dinilai: Pelubangan (Pengeboran)			
Unit Fungsional/Operasional: Produksi		Tim JSA: Alna 'Aisyah Azzahro			
Kegiatan	Potensi Bahaya/Hazard	Pengendalian yang dilakukan (Current Control)	Current control effective?Y/N	Level Risiko	Pengendalian yang diusulkan
Peralatan masih berserakan	Peralatan yang tidak ditempatkan dengan baik dapat menyebabkan cedera bagi yang lewat apabila terjatuh atau tersenggol.	Menggunakan sarung tangan	Y	6	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker.
Pekerja tidak menggunakan APD	Serpihan kaca akibat pengeboran dapat melukai mata dan terhirup, debu kaca yang dihasilkan saat pemotongan dapat melukai mata hingga kebutaan.	Menggunakan sepatu	N	16	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker..
Mesin bor	Mata bor yang mudah panas	Menggunakan masker	N	16	Administrative control:

Ember berisi air	dapat menyebabkan permukaan kaca menjadi sangat panas dan menyebabkan kaca pecak/ledakan kaca sehingga melukai pekerja Apabila tersenggol hingga tumpah akan menyebabkan kepanikan dan dapat terjadi kecelakaan	Menggunakan masker dan bantuan air saat penghalusan	N	12	untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Kabel dan olor yang berada dibawah saat pengeboran	Pekerja dapat terlilit atau tersandung dan apabila air dari ember tumpah akan menyebabkan korsleting listrik dan dapat menimbulkan kebakaran.	none	N	16	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
JSA dilaporkan kepada:			Tanggal dilaporkan :		

Tabel 7. Identifikasi dan mitigasi resiko Job Safety Analysis (JSA).

Tahapan Pekerjaan	Identifikasi Risiko		Penilaian Risiko				Pengendalian Saat Ini	Rekomendasi Pengendalian
	Bahaya	Risiko	L	S	R	R		
Gudang								
Mengambil kaca	Jari tangan terjepit/tersayat kaca	Luka berat	4	3	12	H	1. Menggunakan potongan kain 2. Menyediakan P3K	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP 2. Substitusi: potongan kain diganti dengan safety gloves.
Menempatkan kaca di meja kerja	Jari tangan terjepit/tersayat kaca	Luka berat	3	4	12	H	1. Menggunakan potongan kain 2. Menyediakan P3K	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP 2. Substitusi: potongan kain mengganti dengan safety gloves.
Pemotongan								
Menentukan ukuran dan bentuk potongan yang diinginkan	Kesalahan Pengukuran	Kerugian material	3	3	9	M	Menggunakan penggaris & spidol	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Mepersiapkan alat-alat pemotong	Pisau yang tumpul dapat slip saat memotong	Luka ringan	4	3	12	H	Menggunakan cutter yang tajam	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Memotong kaca	Serpihan kaca yang lepas melukai mata & kulit	Luka berat	4	5	20	E	Menggunakan APD	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP 2. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves.
Memberi tekanan ringan di kedua sisi kaca untuk pemisahan	Serpihan kaca menyebabkan luka tusukan/sayatan akibat pecahan kaca yang tajam	Luka berat	4	4	16	H	Menggunakan bantuan potongan kayu sebagai alas	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Menyimpan alat pemotong	Meningkatkan risiko kecelakaan jika tidak disimpan dengan baik	Luka ringan	3	4	12	H	Disimpan pada toples terbuka	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Pelubangan atau pengeboran								
Melumasi lokasi pengeboran	Pelumas yang tidak tepat dapat meeningkatkan risiko pecahnya kaca saat pengeboran.	Luka berat	2	3	6	M	Menggunakan air	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Melakukan pengeboran	Meningkatkan risiko luka mata/tangan akibat serpihan kaca yang tajam	Luka berat	3	4	20	E	Menggunakan alat bor	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. 2. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker.
Membersihkan sisa serpihan/debu	Gangguan pernapasan dan iritasi mata	Luka berat	2	2	4	L	Menggunakan kuas	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. 2. Engineering control:

Tahapan Pekerjaan	Identifikasi Risiko		Penilaian Risiko				Pengendalian Saat Ini	Rekomendasi Pengendalian
	Bahaya	Risiko	L	S	R	R		
								menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker..
Membersihkan alat bor	Meningkatkan risiko keausan/kerusakan alat.	Luka ringan	2	3	6	M	Meggunakan kuas	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. 2. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker.
Membuang sisa limbah	Meningkatkan risiko cedera jika 3	Luka berat	1	3	3	L	Penampungan limbah	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Penghalusan								
Mempersiapkan grit mesin amplas	Sentuhan langsung dengan jenis grit mesin amplas dapat menyebabkan iritasi atau luka pada kulit	Luka ringan	3	2	6	M	1 mesin 1 jenis grit	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. 2. Substitusi: potongan kain diganti dengan safety gloves.
Pengamplasan	Gangguan pernapasan dan iritasi mata	Luka berat	4	3	12	H	Menggunakan masker	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. 2. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker.
Membersihkan sisa debu	Jika terlalu keras dapat menyebabkan retak/pecahnya kaca.	Luka berat	3	2	6	M	Mengelap dengan kain	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. 2. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker.
Perakitan								
Pemasangan bingkai	Anggota tubuh tertimpa bingkai	Luka berat	3	4	12	H	-	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Pemasangan engsel	Engsel terlepas menyebabkan tidak stabil dan terlepas menjadi tidak aman	Luka ringan	2	4	8	M	Menggunakan obeng	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP
Menguji fungsionalitas	Tertimpa oleh pintu kaca yang tidak stabil	Luka berat	2	3	6	M	-	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Pengemasan								
Penempatan ke dalam kemasan	Bahaya tergelincir atau jatuh saat menata kaca	Luka berat	4	3	12	H	Menggunakan kardus	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Pengemasan	Jari tangan tersayat kaca	Luka berat	3	4	12	H	-	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Finishing								
Menempelkan sticker	Mengganggu visibilitas	Luka ringan	3	2	6	M	-	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Pengecatan	Gangguan pernapasan dan iritasi kulit	Luka berat	4	4	16	H	Menggunakan masker	1. Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP. Engineering control: menggunakan kacamata safety, safety gloves, masker.
Distribusi								
Mengangkat kaca untuk dinaikan ke bak mobil	1. Jari tersayat 2. Tertimpa kaca 3. Beban kaca berat	Luka berat	4	4	16	H	Menggunakan sarung tangan	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.
Mengikat kaca ke penyangga	Jari terjepit	Luka berat	3	3	9	M	Menggunakan tali	Administrative control: untuk memastikan bahwa pekerja mengikuti SOP.

Tahapan Pekerjaan	Identifikasi Risiko		Penilaian Risiko				Pengendalian Saat Ini	Rekomendasi Pengendalian
	Bahaya	Risiko	L	S	R	R		

Analisis risiko bahaya HIRARC dan analisis keselamatan kerja JSA adalah dua alat penting dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan industri. Keduanya saling terkait dalam memastikan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Dari hasil HIRA dan JSA, perusahaan dapat mengidentifikasi area-area yang paling rentan terhadap kecelakaan atau cedera, serta menentukan langkah-langkah pencegahan yang sesuai.

Secara keseluruhan, berdasarkan identifikasi, dan analisis yang dilakukan dengan HIRARC, dan JSA direkomendasikan solusi yang meliputi penerapan pengendalian risiko, pelatihan K3 berkelanjutan, dan edukasi budaya keselamatan kerja melalui banner serta pembuatan SOP pada proses kerja mulai dari gudang hingga finishing. Implementasi solusi ini diharapkan dapat meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keselamatan kerja di UMKM tersebut. Pelatihan K3 yang berkelanjutan dan edukasi budaya keselamatan kerja menjadi pilar penting untuk membangun kesadaran dan komitmen seluruh karyawan terhadap keselamatan kerja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Menurut studi yang sudah dilakukan dengan metode HIRARC dan JSA pada UMKM kaca di Surakarta, mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Ada 6 aktivitas produksi yang termasuk dalam kategori level ekstrim atau paling berbahaya pada proses produksi yaitu a) pemotongan kaca, pengeboran kaca, penempatan bahan baku yang tidak ada pembatasnya, pekerja tidak memakai AP, pengangkatan kaca ke bak mobil, perakitan pada ketinggian.
- 2 Hasil dari penelitian ini ditemukan bahwa 2 kegiatan masuk kategori low, 11 kegiatan masuk kategori moderate, 27 kegiatan masuk kategori high, dan 6 kegiatan masuk kategori extreme.
- 3 Perbaikan atau solusi yang dapat direkomendasikan adalah melalui penerapan pengendalian risiko, pelatihan K3 berkelanjutan, dan edukasi budaya keselamatan kerja melalui banner serta membuat *Standard Operating Procedure* (SOP) yang terinci untuk setiap tahapan proses, mengingat belum adanya SOP tertulis yang mencakup seluruh proses kerja dari awal hingga akhir. Pembuatan SOP memberikan panduan langkah demi langkah kepada pekerja tentang cara menjalankan tugas dengan aman dan efisien.

Adapun saran bagi perusahaan diharapkan untuk:

- 1 Menetapkan prosedur yang ketat dan pengawasan yang lebih intensif untuk memastikan bahwa penempatan bahan baku di gudang dilakukan dengan benar dan aman termasuk pemasangan pembatas yang sesuai untuk menghindari cedera akibat tersenggol dan meningkatkan kesadaran pekerja terhadap praktik keselamatan di area produksi.
- 2 Melakukan pelatihan keselamatan kerja secara rutin untuk semua karyawan, terutama yang terlibat dalam proses-produk dengan risiko tinggi. Pelatihan harus mencakup pemahaman terhadap SOP baru, identifikasi bahaya, penggunaan peralatan pelindung diri (APD), dan kesadaran akan potensi bahaya serta risiko di tempat kerja. Dengan meningkatkan kesadaran dan pemahaman karyawan, risiko cedera dapat diminimalkan secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Efvandi, D. A., Kurniawan, M. D., & Dhartikasari, E. (2022). Analisis Potensi Bahaya Di Bengkel Mobil Dwi Jaya Motor Menggunakan Pendekatan Metode Job Safety Analysis. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4), 3978–3983. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4896>
- Hamdani, M. I., & Andesta, D. (2024). Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode JSA dan HIRARC untuk Mengurangi Angka Kecelakaan Kerja pada Area Workshop Fabrikasi PT. ABC. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 887–895. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i2.4076>
- Hutapea, O., Rhomadhoni, M. N., Ayu, F., Sunaryo, M., Dwikoryanto, M., Thoba, M. N. D., & Sudarmawan, A. (2024). Penerapan Program Kenali Risiko Lingkungan Kerja (KELINGAN) sebagai Upaya Pencegahan Penyakit Akibat Kerja. *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.35914/tomaega.v7i1.2006>

- Muhammad Nur, Verly Valentino, Resy Kumala Sari, & Abdul Alimul Karim. (2023). Analisa Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja Terhadap Pekerja Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assesment And Risk Control (HIRARC) Pada Perusahaan Aspal Beton. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 2(3), 150–158. <https://doi.org/10.55826/tmit.v2i3.179>
- Muhammad Zulfi Ikhsan. (2022). Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja Dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(I), 42–52. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1ii.13>
- Palega, M. (2021). Application of the job safety analysis (jsa) method to assessment occupational risk at the workplace of the laser cutter operator. *Management and Production Engineering Review*, 12(3), 40–50. <https://doi.org/10.24425/mper.2021.138529>



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

Evaluasi Faktor Risiko Ergonomi Pada Pekerja Pemetik Biji Kopi di Bali

(Evaluation Of Ergonomic Risk Factors in Coffee Bean Harvesting Workers in Bali)

M. Yusuf¹, I Ketut Gede Juli Suarbwa²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali

E-mail: yusuf@pnb.ac.id

ABSTRAK

Terjadinya keluhan otot dan kelelahan pada petani pemetik biji kopi secara manual banyak disebabkan oleh postur kerja yang buruk, gerakan berulang, kontur tanah yang tidak rata, biji kopi di pohon yang sulit dijangkau, dan adanya beban berat pada tas atau keranjang wadah biji kopi. Postur kerja seperti ini memberikan faktor risiko yang tinggi bagi para pekerja. Untuk itu perlu dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengukur seberapa besar tingkat risiko ergonomi pada pemetik biji kopi di Bali yang masih dilakukan secara manual. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan cross-sectional. Sampel penelitian adalah pekerja pemetik kopi di Bali berjumlah 194 pekerja. Beban kerja berdasarkan denyut nadi diukur menggunakan pulse meter, kelelahan diukur menggunakan 30 item kuesioner kelelahan secara umum, keluhan otot skeletal diukur menggunakan Nordic Body Map, faktor risiko ergonomi dinilai menggunakan metode RULA dan SNI 9011. Data hasil skor RULA dan SNI 9011 dianalisis secara deskriptif, sedangkan data beban kerja, kelelahan maupun kekuatan otot skeletal dianalisis menggunakan uji-t pada nilai alpha 5%. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa: (a) beban kerja pemetik biji kopi di Bali termasuk dalam kategori beban kerja berat, (b) terdapat perbedaan yang signifikan pada skor keluhan otot skeletal dan kelelahan secara umum sebelum dan sesudah kerja, (c) skor hasil analisis RULA diperoleh nilai grand score 7, untuk itu direkomendasikan segera dilakukan perbaikan, (d) Pada penilaian faktor risiko ergonomi menggunakan SNI 9011 juga diperoleh skor lebih besar dari 7 yang menunjukkan kondisi bahaya dan perlu segera dilakukan intervensi ergonomi untuk menurunkan faktor risiko tersebut.

Kata kunci: faktor risiko ergonomi, pemetik biji kopi, RULA, SNI 9011

ABSTRACT

The occurrence of musculoskeletal disorders and fatigue in manual coffee bean harvesting workers is often caused by poor work posture, repetitive movements, uneven ground contours, coffee beans on trees that are difficult to reach, and heavy loads on bags or baskets containing coffee beans. This work posture provides a high risk factor. The aim of this research is to measure the level of ergonomic risk for coffee bean harvesting workers. This research was conducted using quantitative methods with a cross-sectional approach. The research sample consisted of 194 coffee harvesting workers in Bali. Workload based on pulse was measured using a pulse meter, fatigue was measured using a 30-item general fatigue questionnaire, skeletal muscle complaints were measured using the Nordic Body Map, and ergonomic risk factors were assessed using the RULA and SNI 9011 methods. Data from the RULA and SNI 9011 scores were analyzed descriptively, while data on workload, fatigue, and skeletal muscle strength were analyzed using the t-test at an alpha value of 5%. The results of the study concluded that: the workload of coffee bean harvesting workers in Bali is in the heavy workload category; there is a significant difference in scores for skeletal muscle complaints and general fatigue before and after work; scores from the RULA analysis A grand score of 7 was obtained, therefore, it is recommended that improvements be made immediately; Assessment of ergonomic risk factors using SNI 9011 also obtained a score greater than 7, which indicates a dangerous condition.

Keywords: Ergonomic risk factors, coffee bean harvesting workers, RULA, SNI 9011

PENDAHULUAN

Di antara tanaman perkebunan lainnya, kopi mempunyai nilai ekonomi yang relatif tinggi dan merupakan sumber devisa negara yang cukup besar. Bagi produsen kopi di Indonesia, komoditas tersebut juga menjadi sumber pendapatan. Berkat teknik pengolahan kopi pasca panen dan perhatian terhadap tanaman kopi, Indonesia menjadi negara penghasil kopi terbesar keempat di dunia (Tampubolon et al., 2023). Pemanenan merupakan salah satu penentu kualitas kopi (Koutouleas et al., 2024), pemetikan buah kopi adalah yang

berwarna merah saja. Petani dalam melakukan pemanenan harus selektif, yaitu petani melakukan pemilihan buah kopi merah yang dipanen, seharusnya buah kopi yang kekuningan atau masih warna hijau tidak dipanen.

Teknik panen buah kopi biasanya dilakukan secara manual dengan cara memetik buah yang telah masak atau berwarna merah penuh (Addisie & Tebarek, 2022; Furriel et al., 2022). Proses pemetikan kopi yang dilakukan oleh petani sampai saat ini masih banyak dijumpai cara yang sangat tradisional dan kurang ergonomis (Benos et al., 2020b; Fadri et al., 2020). Proses pemetikan kopi biasanya biji kopi dipetik manual dari pohon, hasil petikan diletakkan ke dalam tas atau keranjang sampai terisi penuh dalam waktu 30-60 menit dengan berat 6-10 kilogram. Biasanya, tas di letakkan di pinggang samping atau belakang tubuh yang diikat dengan tali. Proses pemetikan seperti ini menyebabkan postur kerja yang buruk bagi petani pemetik kopi. Banyak postur kerja canggung seperti berdiri dengan tangan terangkat, badan memutar ke kiri atau ke kanan, sedikit membungkuk, kepala terangkat, dan sebagainya. Postur tersebut menimbulkan risiko seperti timbulnya nyeri pada otot tangan, lengan, leher, bahu, dan betis. Nyeri pada otot semacam ini disebut musculoskeletal disorders (MSDs) (Barneo-alcántara et al., 2020; Ogedengbe et al., 2023; Osborne et al., 2012). Di samping itu, kontur tanah di kebun kopi pegunungan dan tidak rata, biji kopi pada pohon terkadang sulit di jangkau membuat postur kerja paksa atau tidak alamiah. Proses pemetikan dilakukan dari pagi sampai sore dengan istirahat disiang hari untuk makan. Beban berat ketika biji kopi penuh dalam tas membuat beban kerja pemetik kopi semakin tinggi.

Terjadinya MSDs pada petani pemetik biji kopi ini banyak disebabkan oleh postur kerja yang buruk, gerakan berulang, kontur tanah yang tidak rata, biji kopi di pohon yang sulit dijangkau, dan adanya beban berat pada tas atau keranjang wadah biji kopi. MSDs merupakan sakit akibat kerja yang terjadi pada sistem musculoskeletal seperti otot, tendos, ligamen, dan tulang (Hall & Edward, 2016; Shukunami et al., 2016; Taibi et al., 2021). MSDs bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti postur tubuh yang canggung, gerakan berulang, dan beban kerja berat (Benos et al., 2020a; Fraboni et al., 2024; Liu et al., 2022; Yusuf & Irwanti, 2021). MSDs juga menyebabkan kelelahan kerja dan dapat mempengaruhi produktivitas kerja (Das, 2021; Kisi & Kayastha, 2024; Zhao et al., 2022). Pengukuran tingkat risiko ergonomi bisa dilakukan dengan menggunakan Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA), Nordic Body Map Questionnaire (NBM), Ergonomic Risk Assessment (ERA), dan pada pemerintah Indonesia terdapat pengukuran Ergonomic Risk Factor Menggunakan SNI 9011 tahun 2021.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar tingkat risiko ergonomi pada pemetik biji kopi di Bali yang masih dilakukan secara manual. Masih sedikit penelitian tentang faktor risiko ergonomi pada proses pemetikan biji kopi secara manual ini. Hasil penelitian ini bisa dijadikan acuan untuk memberikan intervensi ergonomi pada pekerja pemetik biji kopi dan memberikan masukan bagi pemerintah setempat untuk memberikan edukasi pada pengelola pertanian agar memperbaiki postur kerja dan penggunaan teknologi tepat guna untuk membantu proses panen biji kopi. Hasil penelitian ini menjadi penting karena pekerjaan memetik biji kopi di Bali dan di Indonesia umumnya masih dilakukan secara manual. Pengukuran tingkat risiko ergonomi pada pemetik biji kopi dalam penelitian ini menggunakan kuesioner Nordic Body Map, RULA, dan SNI 9011 tahun 2021.

METODE

Metode penelitian cross-sectional dan pendekatan kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Sampel penelitian adalah para pemetik kopi di Kabupaten Buleleng Bali yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Pekerja pemetik kopi bekerja minimal enam jam sehari, berusia minimal delapan belas tahun, dan memiliki pengalaman kerja minimal satu tahun termasuk dalam kriteria inklusi. Sedangkan pekerja kopi yang sedang hamil atau menyusui, serta mereka yang memiliki kondisi kronis, tidak termasuk dalam kategori ini atau termasuk dalam kriteria eksklusi.

Sampel penelitian dihitung berdasarkan rumus Slovin (Tejada et al., 2012) diperoleh sampel (n) sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{1 + (Ne^2)} = \frac{376}{1 + (376 \times 0,05^2)} = 193,8 \approx 194 \quad (1)$$

Dimana:

n = jumlah sampel

N = Populasi pemetik biji kopi

e = tingkat eror

Jumlah Sampel dalam penelitian ini adalah 194 pemetik biji kopi.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (a) environment meter untuk mengukur kondisi lingkungan kerja (b) Pulse meter untuk mengukur denyut nadi kerja (c) 30 item kuesioner kelelahan secara umum untuk mengukur kelelahan sebelum dan sesudah kerja, (d) MSDs Questionnaire (MSQ) digunakan untuk mengukur keluhan otot skeletal sebelum dan sesudah kerja, (e) RULA digunakan untuk menilai tingkat risiko postur kerja, (f) Ergonomic Risk Factor (ERF) SNI 9011 tahun 2011 untuk mengukur tingkat risiko ergonomi.

Data yang diperoleh di analisis menggunakan statistik kuantitatif baik secara deskriptif maupun inferensial. Data hasil skor RULA dan SNI 9011 dianalisis secara deskriptif, sedangkan data kelelahan maupun keluhan otot skeletal sebelum dan setelah kerja dianalisis menggunakan uji-t pada nilai alpha = 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Subyek penelitian adalah pemetik biji kopi yang memenuhi kualifikasi sebagaimana pada Tabel 1. Usia petani berkisar antara 32 hingga 51 tahun. Dalam dunia kerja, kelompok usia ini dianggap produktif. Pada angka 22,71, indeks massa tubuh dianggap normal. Mengingat pemetik biji kopi mempunyai pengalaman kerja selama tiga sampai dua puluh satu tahun, maka dapat dikatakan bahwa petani tersebut mempunyai pengalaman memanen biji kopi.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian.

Variabel	Rerata	Simpang Baku	Rentangan
Umur (th)	39,17	4,16	32 – 51
Berat badan (kg)	61,22	4,21	58,31 – 64,82
Tinggi badan (cm)	163,52	3,32	157,5 – 170,5
Indeks Masa Tubuh	22,71	2,15	20,16 – 24,34
Pengalaman kerja (th)	6,31	3,26	3 – 21

Aktivitas kerja dipengaruhi oleh kualitas subjek ini. Baik pada pria maupun wanita, puncak kekuatan otot diperoleh pada usia 25 hingga 35 tahun, dan pada usia 40 tahun, performa dalam beraktivitas mencapai 96% (Kroemer & Grandjean, 2009). Seseorang dengan indeks massa tubuh abnormal dua kali lebih mungkin menderita gejala muskuloskeletal punggung bawah dibandingkan orang dengan indeks massa tubuh normal (Akbar et al., 2023; Heidarimoghadam et al., 2020). Oleh sebab itu karakteristik akan berpengaruh pada keluhan otot skeletal dan beban kerja para petani.

Hasil pengukuran mikroklimat di tempat kerja para pemetik biji kopi yang dilakukan mulai pagi sampai sore (08.00 s.d 16.00 Wita) adalah seperti Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kondisi lingkungan kerja.

No	Variabel	Rerata	Simpang Baku	Rentangan
1	Suhu basah (°C)	26,15	1,74	23,81 – 29,22
2	Suhu kering (°C)	30,56	2,22	27,11 – 33,92
3	Kelembaban relatif (%)	76,19	4,91	63,45 – 75,59
4	Suhu bola (°C)	25,12	2,62	22,54 – 25,04
5	WBGT (°C)	26,87	2,89	23,19 – 28,02

Seperti tergambar pada Tabel 2, kondisi kerja para pemetik biji kopi di Bali sebagian besar masih normal. Pertimbangan seperti suhu basah, suhu kering, kelembaban, suhu bola radiasi, dan WBGT dianggap sebagai nilai adaptasi standar bagi tubuh petani, meskipun tanaman kopi di pegunungan Bali terletak di tempat yang dingin. Selain itu, penduduk Bali yang sudah lama memetik biji kopi dan telah beradaptasi terhadap lingkungan dengan baik.

Suhu basah 26,15 °C, suhu kering 30,56 °C, dan kelembaban relatif 76,19% bila diukur kondisi lingkungan kerja. Para pemetik biji kopi dikatakan merasa nyaman dengan situasi ini saat bekerja. Batasan suhu lingkungan bagi pekerja adalah 33°C, sedangkan kisaran kelembaban relatif yang masih dianggap sesuai bagi pekerja Indonesia adalah 60% hingga 80% (Manuaba, 2005).

Hasil penghitungan denyut nadi kerja terhadap pemetik biji kopi di Kabupaten Buleleng sebelum dan sesudah bekerja disajikan sebagaimana pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil penghitungan denyut nadi pemetik biji kopi.

Variabel	Rerata (dpm)	SD	t	p
Denyut Nadi Istirahat	72,45	4,16	-32,041	0,000
Denyut Nadi Kerja	126,12	2,27		

Keterangan : dpm = denyut permenit

Beban kerja dari seorang pekerja dapat diukur berdasarkan denyut nadi kerjanya (Chen & Tserng, 2022; Kroemer & Grandjean, 2009; Zheng et al., 2023). Denyut nadi kerja diperoleh sebesar 126,12 denyut per menit, sedangkan denyut nadi istirahat adalah 72,45 denyut per menit, sesuai dengan hasil analisis denyut nadi kerja yang ditampilkan pada Tabel 3. Perbedaan antara denyut nadi kerja dan istirahat adalah signifikan ($p < 0,005$). Beban kerja ini dikategorikan sebagai beban kerja berat berdasarkan frekuensi denyut nadinya. (Kroemer & Grandjean, 2009).

Tabel 4 berikut menunjukkan hasil evaluasi kelelahan secara umum menggunakan kuesioner 30 item dan keluhan otot skeletal yang diukur menggunakan kuesioner Nordic Body Map.

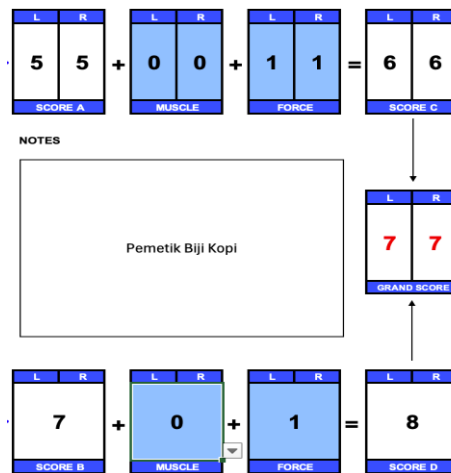
Tabel 4. Hasil Analisis Keluhan Otot Skeletal dan kelelahan secara umum.

		Rerata skor	SD	t	P
Keluhan Otot	Sebelum kerja	31,53	2,37	-19,214	0,000
	Setelah kerja	69,78	5,26		
Kelelahan Secara Umum	Sebelum kerja	35,12	2,54	-41,231	0,000
	Setelah kerja	78,26	4,15		

Tabel 4 menampilkan keluhan subjektif dari petani pemetik biji kopi, yang menunjukkan peningkatan yang signifikan ($p < 0,05$) pada kelelahan secara umum dan keluhan otot skeletal antara pengukuran yang dilakukan sebelum dan sesudah bekerja. Keluhan otot skeletal pemetik biji kopi setelah bekerja, diperoleh 100% pekerja merasa nyeri di bahu, leher, dan pinggang; 82,3% melaporkan ketidaknyamanan pada lengan kiri dan kanan; dan semua pekerja melaporkan nyeri di punggung. Sementara itu, 81,7% pekerja melaporkan mengalami kelelahan umum, yang meliputi rasa lelah di seluruh tubuh, nyeri punggung, dan rasa haus (dirasakan oleh 100% pekerja). Kepala terasa berat, kaki terasa berat, kaku atau canggung saat bergerak, dan badan gemetar merupakan gejala lainnya. Kesehatan para petani bisa terganggu jika masalah ini tidak segera diatasi dan para pemetik biji kopi akan terus mengeluh.

Postur kerja pemetik biji kopi menjadi salah satu sumber keluhan dan masalah, mereka bekerja sambil berdiri, membungkuk, berputar, dan posisi canggung lainnya. Sikap kerja yang tidak wajar dalam jangka waktu yang lama sama dengan sikap kerja yang tidak fisiologis. Tempat kerja, tuntutan tugas, peralatan, dan sikap kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan dan batasan pekerja, semuanya dapat berkontribusi terhadap sikap kerja yang tidak fisiologis. (Webster Kristen L.W. & Haut PhD, FACS, Elliott R., 2024). Jika postur kerja yang tidak fisiologis ini dilakukan dalam waktu yang lama maka akan dapat menyebabkan kelainan pada tulang pekerja (Olowogbon et al., 2021). Hal ini perlu dibenahi dan cara utama yang dilakukan adalah dengan memperbaiki sikap kerja melalui pengembangan alat bantu atau sistem kerja baru yang berpedoman pada prinsip ergonomis.

Dengan menggunakan analisis RULA (Rapid Upper Limb Assessment), diperoleh hasil skor sebagaimana tertera pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hasil Skor Analisis RULA.

Pada Gambar 1 diperoleh hasil perhitungan skor RULA pada grand score 7. Hasil ini cukup buruk dan rekomendasi aksi adalah segera dilakukan perbaikan. Berdasarkan hasil ini, para petani pemetik biji kopi ini perlu segera dilakukan perbaikan pada sistem kerjanya.

Analisis menggunakan Ergonomic Risk Factor SNI 9011 diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil pengukuran tingkat risiko ergonomi SNI 9011.

Jenis Pekerjaan	Hasil Penilaian Potensi Bahaya			Total Hasil Penilaian	Interpretasi Hasil
	Tubuh Bagian Atas	Tubuh bagian Punggung dan Bawah	Pengangkatan Beban Manual		
Pemetikan biji kopi di pohon	12	10	9	31	Bahaya
Angkat angkut biji kopi	10	8	11	29	Bahaya

Penilaian berdasarkan daftar periksa potensi bahaya ergonomi menurut SNI 9011 tahun 2021 adalah sebagai berikut:

- a. Nilai skor ≤ 2 : kondisi tempat kerja aman
- b. Nilai skor 3 – 6 : perlu penanganan lebih lanjut
- c. Nilai skor ≥ 7 : berbahaya

Berdasarkan daftar isian sebagaimana pada Tabel 5 diperoleh bahwa skor total hasil penilaian tingkat risiko ergonomi pada pekerja pemetik biji kopi diperoleh skor > 7 yang berarti bahwa tingkat risiko ergonomi adalah berbahaya dan perlu adanya intervensi segera untuk menurunkan faktor risiko tersebut.

Intervensi ergonomi mutlak diperlukan baik pada industri kecil maupun pertanian, karena masih banyak permasalahan ergonomi mulai dari postur kerja, bahaya lingkungan kerja, dan masalah produktivitas kerja. Permasalahan postur kerja dan sistem kerja akan efektif diselesaikan menggunakan metode pendekatan ergonomi (Kim, 2023; Suarbawa et al., 2024; Webster Kristen L.W. & Haut PhD, FACS, Elliott R., 2024). Pengukuran postur kerja menggunakan sistem pengukuran tertentu akan efektif memberikan solusi melalui intervensi ergonomi (Biradar et al., 2024; Kee, 2022; Susihono et al., 2020; Yusuf et al., 2022).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor risiko ergonomi pada pekerja pemetik biji kopi berada pada tingkat bahaya dengan beban kerja yang tinggi. Untuk itu sangat direkomendasikan untuk melakukan perbaikan pada postur kerja dan sistem kerja para pemetik biji kopi yang dilakukan secara manual. Berdasarkan hasil penelitian ini juga, direkomendasikan untuk dilakukan penelitian lanjutan yang berfokus pada intervensi sistem kerja dan postur kerja pada pemetik biji kopi agar beban kerja dan tingkat risiko bisa di tekan seminimal mungkin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian di atas, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

- a. Kategori beban kerja pada pemetik biji kopi di Bali termasuk beban kerja yang berat.

- b. Skor keluhan subjektif petani pemetik biji kopi (kelelahan secara umum dan keluhan otot skeletal) diperoleh perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah kerja, untuk itu perlu adanya intervensi untuk menurunkan skor ini.
- c. Hasil analisis RULA diperoleh nilai grand score 7, untuk itu direkomendasikan segera dilakukan perbaikan pada sistem kerja pemetik biji kopi.
- d. Pada penilaian faktor risiko ergonomi menggunakan SNI 9011 juga diperoleh skor lebih besar dari 7 yang menunjukkan kondisi bahaya dan perlu segera dilakukan intervensi ergonomi untuk menurunkan faktor risiko tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Addisie, G., & Tebarek, L. (2022). Upgrading Opportunities and Challenges for Small Coffee Producers in Sidama Region of Ethiopia. *International Journal of Rural Management*, 19(2), 234–252. <https://doi.org/10.1177/09730052221080884>
- Akbar, K. A., Try, P., Viwattanakulvanid, P., & Kallawicha, K. (2023). Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Farmers in the Southeast Asia Region: A Systematic Review. *Safety and Health at Work*, 14(3), 243–249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.05.001>
- Barneo-alcántara, M., Díaz-pérez, M., Gómez-galán, M., Pérez-alonso, J., & Callejón-ferre, Á. J. (2020). Musculoskeletal risks of farmers in the olive grove (Jaén-spain). *Agriculture (Switzerland)*, 10(11), 1–36. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110511>
- Benos, L., Tsaopoulos, D., & Bochtis, D. (2020a). A Review on Ergonomics in Agriculture. Part I: Manual Operations. In *Applied Sciences* (Vol. 10, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/app10061905>
- Benos, L., Tsaopoulos, D., & Bochtis, D. (2020b). A review on ergonomics in agriculture. part II: Mechanized operations. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/app10103484>
- Biradar, V. G., Hebbal, S. S., & Qutubuddin, S. M. (2024). Ergonomic Risk Identification and Postural Analysis in Electrical Transformers Manufacturing Company located in Southern India. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 14(2 SE-Short Communication), 144–151. <https://doi.org/10.3126/ijosh.v14i2.53692>
- Chen, W.-C., & Tserng, H. P. (2022). Real-time individual workload management at tunnel worksite using wearable heart rate measurement devices. *Automation in Construction*, 134, 104051. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104051>
- Das, B. (2021). Improved work organization to increase the productivity in manual brick manufacturing unit of West Bengal, India. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 81, 103040. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103040>
- Fadri, R., Sayuti, K., Nazir, N., & Suliansyah, I. (2020). Production Process and Quality Testing of Arabica Ground Coffee (Coffee arabica L) Solok Regency, West Sumatera. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 4(1 SE-Articles). <https://doi.org/https://doi.org/10.32530/jaast.v4i1.135>
- Fraboni, F., Morandini, S., Zappalà, S., Guglielmi, D., Mariani, M. G., De Angelis, M., & Pietrantoni, L. (2024). Occupational safety in homecare organizations: the design and implementation of a train-the-trainer program. *Home Health Care Services Quarterly*, 43(2), 87–113. <https://doi.org/10.1080/01621424.2023.2292193>
- Furriel, G. P., Furriel, B. C. R. S., Coimbra, A. P., & Calixto, W. P. (2022). Acoustics applied in the development of equipment for precision agriculture: Coffee handling and harvesting. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198, 106981. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106981>
- Hall, & Edward, J. (2016). *textbook of medical physiology* (13th ed.). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Heidarimoghadam, R., Mohammadfam, I., Babamiri, M., Soltanian, A. R., Khotanlou, H., & Sohrabi, M. S. (2020). Study protocol and baseline results for a quasi-randomized control trial: An investigation on the effects of ergonomic interventions on work-related musculoskeletal disorders, quality of work-life and productivity in knowledge-based companies. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 80, 103030. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103030>

- Kee, D. (2022). Participatory Ergonomic Interventions for Improving Agricultural Work Environment: A Case Study in a Farming Organization of Korea. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/app12042263>
- Kim, I.-J. (2023). An ergonomic focus evaluation of work-related musculoskeletal disorders amongst operators in the UAE network control centres. *Heliyon*, 9(10), e21140. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21140>
- Kisi, K. P., & Kayastha, R. (2024). Analysis of musculoskeletal pains and productivity impacts among hispanic construction workers. *Heliyon*, 10(1), e24023. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24023>
- Koutouleas, A., Arias, M., Barrera, J. F., Zewdie, B., Kagezi, G., Ssekiwoko, F., & Avelino, J. B. T.-A. in B. R. (2024). *Impacts of climate change on pests and diseases of coffee in East Africa and Mesoamerica*. Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.abr.2024.03.002>
- Kroemer, K. H. E., & Grandjean, E. (2009). *Fitting The Task To The Human, Fifth Editione A Textbook Of Occupational Ergonomics*. CRC Press.
- Liu, Y.-P., Chen, H.-C., Hong, W.-H., & Weng, W.-C. (2022). Effects of different tools and working height on physical workload in vertical cleaning tasks applying ambient control techniques. *Applied Ergonomics*, 104, 103818. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103818>
- Manuaba, A. (2005). Accelerating OHS-Ergonomics Program By Integrating 'Built-In' Within The Industry's Economic Development Scheme Is A Must-With Special Attention To Small And Medium Enterprises (SMEs). *Proceedings the 21st Annual Conference of The Asia Pasific Occupational Safety & Health Organization*.
- Ogedengbe, T. S., Abiola, O. A., Ikumapayi, O. M., Afolalu, S. A., Musa, A. I., Ajayeoba, A. O., & Adeyi, T. A. (2023). Ergonomics Postural Risk Assessment and Observational Techniques in the 21st Century. *Procedia Computer Science*, 217, 1335–1344. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.331>
- Olowogbon, T. S., Babatunde, R. O., Asiedu, E., & Yoder, A. M. (2021). Agrochemical Health Risks Exposure and Its Determinants: Empirical Evidence among Cassava Farmers in Nigeria. *Journal of Agromedicine*, 26(2), 199–210. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2020.1816239>
- Osborne, A., Blake, C., Fullen, B. M., Meredith, D., Phelan, J., McNamara, J., Cunningham, C., Aoife Osborne I Brona M Fullen, David Meredith, James Phelan, John McNamara, Caitriona Cunningham, C. B., Osborne, A., Blake, C., Fullen, B. M., Meredith, D., Phelan, J., McNamara, J., & Cunningham, C. (2012). Prevalence of musculoskeletal disorders among farmers: A systematic review. *American Journal of Industrial Medicine*, 55(2), 143–158. <https://doi.org/10.1002/ajim.21033>
- Shukunami, C., Yoshimoto, Y., Takimoto, A., Yamashita, H., & Hiraki, Y. (2016). Molecular characterization and function of tenomodulin, a marker of tendons and ligaments that integrate musculoskeletal components. *Japanese Dental Science Review*, 52(4), 84–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2016.04.003>
- Suarbawa, I. K. G. J., Yusuf, M., & Sudiajeng, L. (2024). Ergonomic Factors Which Affect the Work Productivity of Clove Flower Harvesters. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(2 SE-Articles), 675–682. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.2.19783>
- Susihono, W., Selviani, Y., Kade, I. A., Dewi, A., Luh, N., Liswahyuningsih, G., & PGRI Bali, I. (2020). *Musculoskeletal and Postural Stress Evaluation as a Basic for Ergonomic Work Attitudes on Welding Workers*.
- Taibi, Y., Metzler, Y. A., Bellingrath, S., & Müller, A. (2021). A systematic overview on the risk effects of psychosocial work characteristics on musculoskeletal disorders, absenteeism, and workplace accidents. *Applied Ergonomics*, 95, 103434. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103434>
- Tampubolon, J., Albina, G., Nainggolan, H. L., & Ritha, T. J. (2023). Indonesian Coffee Development Path: Production and International Trade. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 41(12), 316–328. <https://doi.org/10.9734/ajaees/2023/v41i122335>
- Tejada, J. J., Raymond, J., & Punzalan, B. (2012). On the Misuse of Slovin's Formula. *The Philippine Statistician*, 61(1), 129–136. https://www.psai.ph/docs/publications/tps/tps_2012_61_1_9.pdf

- Webster Kristen L.W., P., & Haut PhD, FACS, Elliott R., M. D. (2024). *Chapter 7 - Human factors and ergonomics in the operating room* (J. A. Sanchez, R. S. D. Higgins, & P. S. B. T.-H. of P. and P. P. S. Kent (eds.); pp. 75–86). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-66179-9.00011-7>
- Yusuf, M., & Irwanti, N. D. (2021). Application of Occupational Health and Safety (K3) in Agrotourism. *Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 3734–3741.
- Yusuf, M., Sudiajeng, L., Suryawan, K. A., & Sudana, I. M. (2022). Redesign of Ergonomic Worktables in Reinforced Concrete Sheet Works Reduce Ergonomic Risk Level. *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science ICAST-ES*, 370–374. <https://doi.org/10.5220/0011806000003575>
- Zhao, Y. S., Jaafar, M. H., Azlan Mohamed, A. S., Azraai, N. Z., & Amil, N. (2022). Ergonomics Risk Assessment for Manual Material Handling of Warehouse Activities Involving High Shelf and Low Shelf Binning Processes: Application of Marker-Based Motion Capture. *Sustainability (Switzerland)*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/su14105767>
- Zheng, Z., Yin, Z., Wang, Y., & Zhang, J. (2023). Inter-subject cognitive workload estimation based on a cascade ensemble of multilayer autoencoders. *Expert Systems with Applications*, 211, 118694. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118694>



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

HUBUNGAN TINGKAT PENGETAHUAN DAN SIKAP DENGAN TINDAKAN PEKERJA DALAM IMPLEMENTASI *JOB SAFETY ANALYSIS* PADA PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI DI PT. X DENPASAR

(*THE RELATIONSHIP BETWEEN KNOWLEDGE LEVELS AND
ATTITUDES WITH WORKER ACTIONS IN THE
IMPLEMENTATION OF JOB SAFETY ANALYSIS ON
DISTRIBUTION NETWORK MAINTENANCE AT PT. X DENPASAR*)

Agnes Ayu Biomi¹, I Gusti Agung Haryawan², Ni Wayan Setia Rahayu³

¹Program Studi K3, Universitas Bali Internasional Denpasar

²Program Studi K3, Universitas Bali Internasional Denpasar

³Program Studi K3, Universitas Bali Internasional Denpasar

Jl. Seroja Gang Jeruk No. 9A Denpasar Timur

E-mail: agnesayubiomi@iikmpbali.ac.id

ABSTRAK

Pemeliharaan Jaringan Distribusi merupakan pekerjaan yang memiliki tingkat risiko kecelakaan tinggi karena dikerjakan di ketinggian dan dalam keadaan bertegangan. Berdasarkan hasil sidak yang dilaksanakan oleh Pengawas K3L di PT.X Denpasar pada Oktober dan November 2023 terdapat 23% pelanggaran dalam penerapan SOP dan JSA, 85,7% pelanggaran JSA dan 24,3 % pelanggaran SOP. Hal ini mengindikasikan adanya risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat tindakan pekerja yang tidak sesuai dengan JSA. Kecelakaan kerja dapat dicegah dengan implementasi JSA yang baik, tingkat pengetahuan dan sikap yang dimiliki seseorang mempengaruhi perilakunya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat hubungan antara tingkat pengetahuan dan sikap dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA pada pemeliharaan Jaringan Distribusi. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode penelitian observasional analitik dengan rancangan cross sectional. Sebagian besar pekerja yang mempunyai pengetahuan yang baik, juga memiliki tindakan yang baik dalam implementasi JSA. Hasil uji chi square dengan level signifikan ($\alpha 0.05$) diperoleh hasil $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$), maka terdapat hubungan antar tingkat pengetahuan dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA. Sedangkan sebagian besar pekerja yang mempunyai sikap yang baik, juga memiliki tindakan yang baik dalam implementasi JSA. Hasil uji chi square dengan level signifikan ($\alpha 0.05$) diperoleh hasil $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$), maka terdapat hubungan antara sikap dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA. Penelitian ini memperlihatkan bahwa terdapat hubungan antar tingkat pengetahuan dan sikap dengan tindakan pekerja dalam Implementasi Job Safety Analysis pada pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT. X Denpasar.

Kata Kunci : Pengetahuan, Sikap, Tindakan, Job Safety Analysis

ABSTRACT

Distribution Network Maintenance is a job that has a high level of accident risk because it is carried out at heights and under voltage conditions. Based on the inspection results carried out by the K3L Supervisor at PT. X Denpasar in October and November 2023 there are still 23% of violations in the application of SOP and JSA, 85.7% of JSA violations and 24.3% of SOP violations. This indicates that there is a high risk of work accidents due to workers' actions that are not in accordance with the JSA. Work accidents can be prevented by implementing a good JSA, the level of knowledge and attitudes that a person has affects his behavior. This study aims to determine whether there is a relationship between the level of knowledge and attitudes with the actions of distribution network maintenance workers in the implementation of JSA. This research is a type of quantitative research using analytical observational research method with cross sectional method. Most of the workers who have good knowledge also have good actions in implementing JSA. The results of the chi

square test with a significant level ($\alpha 0.05$) obtained $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$), then there is a relationship between the level of knowledge and the actions of workers in the implementation of JSA. Meanwhile, most of the workers who have a good attitude also have good actions in implementing the JSA. The results of the chi square test with a significant level ($\alpha 0.05$) obtained the results of $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$), then there is a relationship between attitudes and actions of workers in the implementation of JSA. This study shows that there is a relationship between the level of knowledge and attitudes with the actions of workers in the Implementation of Job Safety Analysis on the maintenance of the Distribution Network at PT. X Denpasar.

Keywords : Knowledge, Attitude, Action, Job Safety Analysis

PENDAHULUAN

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan aspek penting yang harus ada dalam suatu perusahaan. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja bahwasetiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan dan meningkatkan produksi serta produktifitas nasional. Peraturan ini juga menyatakan bahwa segala sumber produksi harus dipakai dan dipergunakan secara aman dan efisien. Kecelakaan kerja dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi perusahaan. Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya berupa material namun juga menimbulkan korban jiwa yang tidak sedikit jumlahnya.

Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, pada tahun 2019 tercatat 114.235 kasus kecelakaan kerja. Sedangkan pada tahun 2020, periode Januari hingga Oktober, BPJS mencatat 177.161 kasus kecelakaan kerja, 53 kasus penyakit akibat kerja, dimana 11 diantaranya adalah kasus *Covid-19*. Angka itu dihimpun pihak BPJS Ketenagakerjaan berdasarkan klaim yang diajukan atas kecelakaan kerja yang dialami para pekerja. Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan (BPJSTK) merilis data kasus kecelakaan kerja yang terjadi di tahun 2018. Tercatat ada 120 kasus kecelakaan kerja terjadi di Bali, baik kecelakaan fatal atau pulih melalui perawatan. PT. X sebagai satu-satunya badan yang bertanggungjawab atas pelayanan listrik harus memenuhi kebutuhan masyarakat dengan menyediakan energi listrik yang handal bagi konsumennya seperti yang tercantum dalam UU No. 30 Tahun 2009 tentang ketenagalistrik. PT. X Denpasar dalam pemeliharaan distribusi jaringan listrik bekerjasama dengan 12 mitra kerja di tahun 2021. Pemeliharaan jaringan tegangan rendah dan jaringan tegangan menengah memiliki berbagai risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Pemeliharaan jaringan mulai dari rekonduktoring, pasang baru dan pemeliharaan gardu hingga pemeliharaan SUTR dan SUTM. Seluruh pekerjaan pada jaringan tegangan rendah dikerjakan pada ketinggian 0 sampai 9 meter dengan tegangan sebesar 380/220 Volt sedangkan pekerjaan pada jaringan tegangan menengah dikerjakan pada ketinggian 11 sampai 13 meter dengan tegangan 20 KV. Menurut Permenaker RI No.09 Tahun 2016 bekerja pada ketinggian adalah kegiatan atau aktifitas pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja pada tempat kerja di permukaan tanah atau perairan yang terdapat perbedaan ketinggian dan memiliki potensi jatuh yang menyebabkan tenaga kerja atau orang lain yang berada di tempat kerja cidera atau meninggal dunia atau menyebabkan kerusakan harta benda. Praktisi Kesehatan dan Keselamatan Kerja membatasi bekerja di atas ketinggian merupakan pekerjaan yang dilakukan pada ketinggian mulai dari 1.8 meter. Pekerjaan pemeliharaan jaringan tegangan rendah dan jaringan tegangan menengah di PT. X Denpasar tergolong dalam pekerjaan di ketinggian, sehingga perusahaan ini harus melaksanakan salah satu manajemen keselamatan kerja berdasarkan Permenaker No 09 tahun 2016 ini mewajibkan kepada pengusaha dan/atau pengurus untuk menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerjaan di atas ketinggian. Penerapan K3 dapat dilakukan dengan memastikan beberapa hal yaitu, perencanaan, prosedur kerja, cara / teknik bekerja yang aman, APD, perangkat pelindung jatuh dan angkut, tenaga kerja yang kompeten dan bagian K3. Namun masih banyak implementasi dari penanggulangan risiko tersebut masih belum diterapkan dengan baik.

Berdasarkan hasil sidak yang dilaksanakan oleh Pengawas Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) PT. X Denpasar, dari 17 kali sidak SWA (*Stop Work Authority*) ditemukan 3 pelanggaran dari penerapan SOP (*Standart Operational Prosedure*) dan JSA (*Job Safety Analisis*) pada Oktober 2023. Sedangkan pada bulan November 2023 dari 17 sidak SWA masih ditemukan 4 pelanggaran dan 1 pekerjaan yang di berhentikan lebih dari 1x24 jam. Berdasarkan data tersebut masih terdapat 23% pelanggaran dalam penerapan SOP dan JSA, 85,7% pelanggaran JSA dan 24,3 % pelanggaran SOP. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pengawas K3L di PT. X Denpasar bahwa masih banyak terdapat pelanggaran-pelanggaran mengenai SOP dan JSA yang tidak terdokumentasi dan tidak di laporkan, sehingga tidak sesuai dengan Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 Pasal 13 yang berbunyi barang siapa akan memasuki sesuatu tempat kerja,

wajib mentaati semua petunjuk keselamatan kerja dan memakai alat-alat pelindung diri yang diwajibkan.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode penelitian observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*. Observasional Analitik adalah survei atau penelitian yang menggali bagaimana dan mengapa fenomena ini terjadi. Kemudian melakukan analisis dinamika korelasi antara fenomena atau antara faktor risiko dengan faktor efek (Notoatmodjo, 2012), dengan pendekatan *cross sectional* yaitu penelitian yang bertujuan untuk menganalisis antara variable bebas dan terikat yang di observasi pada saat yang bersamaan serta melakukan observasi penerapan *job safety analysis* (JSA) melalui dokumen JSA. Penelitian ini dilakukan di PT. X Denpasar yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kelistrikan dimana pekerjaan yang di laksanakan merupakan pekerjaan dalam keadaan bertegangan dan bekerja pada ketinggian sehingga tergolong pekerjaan dengan risiko kecelakaan kerja tinggi. Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah 33 orang pekerja pada pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT.X Denpasar tahun 2023. Analisa JSA yang diamati adalah analisis bahaya pada suatu pekerjaan dimana JSA dapat mengidentifikasi bahaya pada tiap tugas pekerjaan yang dilakukan sebelum terjadi sebuah insiden atau kecelakaan kerja. Penelitian ini juga menggunakan kuesioner tingkat pengetahuan, sikap dan tindakan yang sudah valid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Responden dalam penelitian ini adalah pekerja pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT. X Denpasar dengan jumlah responden sebanyak 33 orang. Adapun distribusi data karakteristik responden sebagai berikut.

Tabel 1. Distribusi data karakteristik responden (n = 33).

Karakteristik	Kategori	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Usia (th)	<30	11	33,3
	30-39	19	57,6
	40-49	3	9,1
Masa Kerja (th)	<6	18	54,5
	6-10	6	27,3
	>10	9	18,2
Pendidikan Terakhir	SMA	33	100
Sumber Informasi	Pelatihan/ <i>Training</i>	33	100
	Sosialisasi Perusahaan	12	36,4
	Pengawas Lapangan	17	51,1

Berdasarkan penelitian pada tabel 1, diperoleh data distribusi responden menurut usia bahwa, sebanyak 11 orang atau 33,3% responden berusia <30 tahun, sebanyak 19 orang atau 57,6% responden berusia 30 -39 tahun serta sebanyak 3 orang atau 9,1% responden berusia 40-49 tahun. Hal ini berarti bahwa, sebagian besar pekerja pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT. X Denpasar berusia antara 30-39 tahun. Dilihat berdasarkan masa kerja, sebanyak 18 orang atau 54,5% memiliki masa kerja <6 tahun, sebanyak 6 orang atau 18,2% memiliki masa kerja 6-10 tahun, serta sebanyak 9 orang atau 27,3% memiliki masa kerja >10 tahun.

Selanjutnya, berdasarkan pendidikan terakhir, dapat dilihat bahwa seluruh pekerja pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT. X Denpasar memiliki pendidikan terakhir SMA yakni 33 orang dengan persentase 100%. Berdasarkan sumber informasi yang diperoleh dari pekerja, bahwa seluruh pekerja pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT.X Denpasar memperoleh informasi dari pelatihan/*training* yaitu sebanyak 33 orang dengan persentase 100%. Kemudian, sebanyak 12 orang atau 36,4% pekerja juga memperoleh informasi dari sosialisasi perusahaan dan 17 orang atau 51,5% juga memperoleh informasi dari pengawas lapangan.

Tabel 2. Hubungan tingkat pengetahuan dengan tindakan pekerja dalam implementasi *Job Safety Analysis* (JSA) (n=33).

Pengetahuan	Tindakan Pekerja			Total	Pearson Chi Square
	Baik	Cukup	Kurang		
Baik	31	0	0	31	0,000
Cukup	0	0	1	1	
Kurang	0	0	1	1	

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa sebagian besar pekerja yang mempunyai pengetahuan yang baik, juga memiliki tindakan yang baik dalam implementasi JSA. Hasil uji *chi square* menggunakan program SPSS *statistics 25.0 for windows* dengan level signifikan ($\alpha = 0.05$) diperoleh hasil $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$), maka terdapat hubungan antara tingkat pengetahuan dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA. Berdasarkan hasil uji *chi square*, diperoleh hasil $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$), maka terdapat hubungan antara sikap dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja yang mempunyai sikap yang baik, juga memiliki tindakan yang baik dalam implementasi JSA. Menurut Notoatmojo (2010) salah satu komponen dari sikap adalah kecenderungan dari bertindak dimana sikap merupakan komponen sebelum melakukan tindakan. Sikap merupakan acuan-ancuan untuk melakukan tindakan atau berperilaku terbuka (tindakan). Salah satu indikasi dari sikap adalah memberikan respon terhadap menyelesaikan dan mengerjakan tugas dengan baik. Seseorang yang memiliki sikap yang baik juga memiliki tanggung jawab yang baik dimana akan berani mengambil risiko dari tindakan yang mereka laksanakan. Mereka mengetahui baik buruknya atau benar salahnya dari tindakan yang mereka laksanakan.

Baiknya tingkat sikap pekerja tersebut disebabkan pekerja menilai pihak perusahaan telah berusaha memperhatikan masalah keselamatan dan kesehatan kerja pekerja. Program K3 telah dipersepsi secara positif dan dipandang efektif, aman dan sesuai dengan prosedur yang akan menimbulkan perasaan tenang, aman dan nyaman pada diri pekerja saat bekerja sehingga menimbulkan kepercayaan

Tabel 3. Hubungan sikap dengan tindakan pekerja dalam implementasi *Job Safety Analysis* (JSA) (n=33).

Sikap	Tindakan Pekerja			Total	Pearson Chi Square
	Baik	Cukup	Kurang		
Baik	29	0	0	29	0,000
Cukup	0	2	0	2	
Kurang	0	0	2	2	

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa sebagian besar pekerja yang mempunyai sikap yang baik sejumlah 29 orang, kategori cukup 2 orang dan kurang memiliki tindakan yang baik dalam implementasi JSA sebanyak 2 orang. Hasil uji *chi square* menggunakan program SPSS *statistics 25.0 for windows* dengan level signifikan ($\alpha = 0.05$) diperoleh hasil $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$), maka terdapat hubungan antara sikap dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA. ini menandakan bahwa seseorang yang memiliki sikap yang baik juga memiliki tanggung jawab yang baik dimana akan berani mengambil risiko dari tindakan yang mereka laksanakan. Mereka mengetahui baik buruknya atau benar salahnya dari tindakan yang mereka laksanakan. Pengetahuan merupakan faktor yang mendukung tindakan pekerja dalam implementasi *Job Safety Analysis* pada pekerjaan pemeliharaan jaringan distribusi. Namun, pada penelitian masih ditemukan 2 orang dengan tindakan yang kurang karena tingkat *awareness* yang kurang atau kelalaian. Pengetahuan pekerja tentang kesehatan dan keselamatan kerja merupakan hal penting dan menjadi faktor yang mengurangi kecelakaan kerja. Pekerja dengan pengetahuan K3 yang luas cenderung akan mengetahui resiko apa yang akan didapat apabila tidak memperhatikan K3. Seseorang yang bertindak didasari oleh pengetahuan akan lebih langgeng daripada tindakan yang tidak didasari oleh pengetahuan. Seluruh pekerja dilibatkan dalam penyusunan JSA, mulai dari pekerja hingga top manajemen yang dapat meningkatkan kesadaran dan kepedulian terhadap implementasi dari JSA dari semua pihak. Dengan keterlibatan ini, maka para pekerja mengetahui risiko yang akan terjadi di tempat kerja sehingga mengetahui bagaimana menyikapi hal tersebut. Pekerja juga mampu

melaksanakan tindakan yang sesuai dengan JSA yang mereka rancang sendiri. Menurut Hartoni, dan Riana (2015) semakin baik pandangan sikap pekerja terhadap implementasi JSA, maka pekerja akan semakin berniat untuk patuh dalam penggunaan APD. Jika pekerja merasakan penggunaan APD semakin nyaman, bermanfaat, dan sudah agak terbiasa tanpa keluhan, maka pekerja tersebut akan semakin berniat untuk mematuhi kebijakan K3 dari pihak manajemen berupa penggunaan APD.

KESIMPULAN

Sebagian besar pekerja pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT. X Denpasar memiliki tingkat pengetahuan, sikap dan tindakan yang baik dalam implementasi JSA pada pemeliharaan jaringan distribusi. Terdapat hubungan antara tingkat pengetahuan dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA pada pemeliharaan jaringan distribusi, yang dibuktikan dengan uji *chi square* diperoleh hasil $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$). Terdapat hubungan antara sikap dengan tindakan pekerja dalam implementasi JSA pada pemeliharaan jaringan distribusi, yang dibuktikan dengan hasil uji *chi square*, diperoleh hasil $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ($p\text{-value} < 0.05$). Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi kepada perusahaan agar melakukan peningkatan pengetahuan, sikap dan tindakan pekerja melalui pelatihan internal maupun eksternal dan penerapan JSA secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih penulis ucapkan kepada Pimpinan PT. X Denpasar yang telah memberikan kesempatan, waktu dan tempat untuk menjadi sumber data penelitian. Tidak lupa ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada para pekerja di PT. X yang bersedia diwawancarai dan menjadi sumber data penelitian. Tidak lupa kami ucapkan terimakasih juga kepada Rektor Universitas Bali Internasional, Dekan Fakultas Ilmu – ilmu Kesehatan dan Koordinator Program Studi K3 Universitas Bali Internasional yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan bagi penulis untuk melakukan kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, G & Nurkholis. 2017. Pengendalian Bahaya Kerja Dengan Metode Job Safety Analysis Pada Penerimaan Afval Lokal Bagian Warehouse di PT. ST. *Engineering and Sains Journal*. 1 (1), 11-16.
- Afifah, E. & Yustina, M. 2014. *Hubungan Tingkat Pengetahuan dengan Kepatuhan Menggunakan Alat Pelindung Diri pada Cleaning Service*. Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta
- Aini, V. N. 2017. *Implementasi Pendidikan Karakter Melalui Metode Pembiasaan Di Kelas 3 SD Negeri Blunyah*. Skripsi. UNY. Yogyakarta
- Anizar. 2012. *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ardana, I. N., & Umar, M. .2019.. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta:
- Artika, O., Girsang, R. M., & Tarigan, V. 2021. Analisis Perbedaan Kinerja Berdasarkan Aspek Gender Usia Dan Masa Kerja Pegawai Kantor Kementerian Agama Kota Pematangsiantar. *Manajemen: Jurnal Ekonomi*, 3(2), 98-110.
- Aulia, D. R. 2022. *Pengaruh Pengetahuan Terhadap Implementasi Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerja Bagian Spinning PT. Tyfountex Indonesia Sukoharjo*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Ayu, D. K., & Sinaulan, J. H. .2018. Pengaruh insentif dan disiplin kerja terhadap kinerja pekerja pada PT bintang satoe doea. *Jurnal Ekonomi*, 20(3), 373-382.
- Damayanti, N. L. P. T. D. 2021. *Analisis Risiko Kerja Dengan Metode Job Safety Analysis (Jsa) Pada Pekerjaan Pencetak Batako di UD. Guna Arta Kelurahan Tonja Denpasar*. Skripsi. FIIK Universitas Bali Internasional. Denpasar.
- Hafizah, H., & Putra, R. 2021. KUALITAS SDM, PENEMPATAN KERJA DAN PENGAWASAN KERJA SEBAGAI PEMBENTUK PRODUKTIVITAS KERJA PEKERJA PADA PT. PLN (PERSERO) UP 3 MEDAN. *JaManKu: Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 3(01), 1- 10.
- Handayani, D. A. 2019. Hubungan antara work engagement dengan organizational citizenship behavior pada pekerja kontrak. *Jurnal Psikologi*, 9(1).
- Hartoni, I. G. P. O., & Riana, I. G. 2020. Sikap, Norma Subjektif dan Kontrol Perilaku pada Implementasi

- Keselamatan Kerja: Dampaknya Terhadap Intention to Comply. *E-jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 4, 243-264.
- Ichsan, R. N., & Nasution, L. 2021. SOSIALISASI PELATIHAN UNTUK MENINGKATKAN PRESTASI KERJA PEKERJA DI PDAM TIRTANADI CABANG PADANG BULAN MEDAN. *AMALIAH: Kemnaker*. 2016. Permenaker No. 9 tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Pekerjaan pada Ketinggian
- Lisnahan, C., & Tamelan, P. G. 2022. PENGARUH PENGETAHUAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA TERHADAP KINERJA PEKERJA KONSTRUKSI PADA PT. USAHA KARYA BUANA KOTA KUPANG: EFFECT OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY KNOWLEDGE ON THE PERFORMANCE OF CONSTRUCTION EMPLOYEES AT PT. KUPANG CITY BUANA WORK BUSINESS. *BATAKARANG*, 3(1), 33-39.
- Manabung, A. R., Suoth, L. F., & Warouw, F. 2019. Hubungan Antara Masa Kerjadan Beban Kerja dengan Stres Kerja pada Tenaga Kerja di PT. PertaminaTBBM Bitung. *Jurnal KESMAS*, 7(5).
- Marfiana, P., Ritonga, H. K., & Salsabiela, M. 2019. Implementasi Job Safety Analysis (JSA) Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja. *Jurnal Migasian*, 3(2), 25-32.
- Mathis, R. L., & Jackson, J. 2021. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Salemba Empat
- Maulana. 2014. Penerapan Model pembelajaran Kooperatif Tipe Grup Investigation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Konstruksi dan Operasi Rem pada Siswa Kelas XI SMK TI Panca Budi Medan Tahun ajaran 2014/2015. *Skripsi*. FT Universitas Negeri Medan.
- Noor, Juliansyah. 2011. *Metodologi Penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi, Dan Karya Ilmiah*. Jakarta: Kencana.
- Notoatmodjo, S 2012. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Prihatiningsih, S. & Suwandi, T. 2014. Penerapan metode HIRADC sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja pada pekerja mesin rewinder. *The Indonesian Journal of occupational safety, healt and environment*. Vol 1, 73-84
- Rahmadhani, S. N. 2018. Evaluasi Efektivitas Pengendalian Internal Akuntansi Atas Jaringan Distribusi Listrik oleh PT PLN (Persero) : Studi Kasus Di Sumatera Utara. *Jurnal Akuntansi dan Bisnis*. 4(2), 24-30
- Ramli, S. 2020. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS18001*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Rejeki, Sri. 2019. *Modul Bahan Ajar Farmasi, : Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Pusdik SDM Kesehatan. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Tarwaka, 2010. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Surakarta: Harapan Press
- Trianto, W. M. 2020. Bekerja di Ketinggian pada Pekerjaan Konstruksi – Peraturan dan Tindakan Pencegahan. *Swara Patra*. 10(1), 39–50
- Wirawan, K. E., Bagia, I. W., & Susila, G. P. A. J. (2019). Pengaruh tingkat pendidikan dan pengalaman kerja terhadap kinerja pekerja. *Bisma: Jurnal Manajemen*, 5(1), 60-67.
- Yuli, S. B. 2011. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: UMM Press.
- Yuniarti, D., & Suprianto, E. 2019. Pengaruh gaya kepemimpinan dan tingkat Pendidikan terhadap kinerja pekerja pada direktorat operasi/produksi PT. X. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*

PELUANG PENINGKATAN KEMAMPUAN TEKNIK ANALISIS GERAK YANG HEMAT BIAYA DENGAN MEMANFAATKAN PEMBARUAN DALAM FITUR TEKNOLOGI KAMERA

(Opportunities in improving Capabilities of Cost-Effective Motion Analysis Techniques by Utilizing Updates in Camera Technology Features)

Ilham Priadythama¹, Lobes Herdiman¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia.

Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk, Gd.VI Lt. 1 Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Kentingan, Jebres, Surakarta 57126
priadythama@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Teknik analisis gerak memiliki peran penting dalam rekayasa sistem manusia. Analisis gerak dengan menggunakan 3D Motion Capture System dapat menyediakan data gerakan yang akurat dan komprehensif namun membutuhkan peralatan yang mahal dan setup eksperimen yang rumit. Situasi ini membuka peluang bagi teknik-teknik analisis gerak hemat biaya yang sayangnya, masih memiliki keterbatasan dalam fleksibilitas setup. Adanya pembaruan dalam teknologi kamera dipandang dapat mengurangi kelemahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menelusuri pembaruan-pembaruan dalam fitur teknologi kamera yang berpeluang dapat meningkatkan kemampuan pengambilan data gerakan pada teknik analisis gerak yang hemat biaya. Kami berfokus pada tiga fitur teknologi, yaitu *auto tracking*, *image stabilization*, dan *video stitching*. Analisis terhadap potensi dari ketiga fitur tersebut kami perkuat dengan beberapa referensi dari penelitian terdahulu. Hasil dari penelitian ini adalah berupa arahan teknis sekaligus tantangan terhadap pemanfaatan fitur teknologi kamera di masa depan. Di akhir artikel ini, kami menyimpulkan bahwa fitur *auto tracking* memiliki potensi untuk akuisisi data gerakan di lokasi dengan ruang yang terbatas. Sementara itu, *image stabilization* yang saat ini telah mencapai tingkat *horizon leveling*, merupakan kunci untuk pengambilan data gerakan dengan posisi kamera yang dinamis. Di sisi lain, kamera 360 yang dirancang secara khusus untuk pengaplikasian *video stitching* sangat sesuai untuk penangkapan gerakan dengan ruang gerak lebar atau bahkan mengitari kamera jika dikombinasikan dengan fitur *autozoom*.

Kata kunci: analisis gerak, autotracking, image stabilization, 360 camera, autozoom

ABSTRACT

Motion analysis techniques have an important role in human systems engineering. Motion analysis using the 3D Motion Capture System can produce accurate and comprehensive motion data but requires expensive equipment and a complicated experimental setup. This situation opens up opportunities for cost-effective motion analysis techniques that, unfortunately, still have limitations in poor settings. There are updates in camera technology that are seen to reduce these weaknesses. This research aims to explore updates in camera technology features that have the potential to improve the ability to capture movement data in cost-effective motion analysis techniques. We focus on three technology features, namely auto tracking, image stabilization, and video stitching. We strengthen our analysis of the potential of this third feature with several references from previous research. The results of this research are technical directions as well as challenges for the use of camera technology features in the future. At the end of this article, we conclude that the auto tracking feature has potential for motion data acquisition in locations with limited space. Meanwhile, image stabilization, which has now reached the level of horizon leveling, is the key to capturing movement data with dynamic camera positions. On the other hand, 360 cameras which are designed specifically for video stitching applications are very suitable for capturing movement with a wide range of motion or even circling the camera when combined with the autozoom feature.

Keywords: motion analysis, autotracking, image stabilization, 360 camera, autozoom

PENDAHULUAN

Perekaman terhadap gerakan manusia atau analisis gerak telah menjadi cara akuisisi data dalam riset-riset biomekanika eksperimental sejak lama. Teknik ini memiliki peran penting dalam rekayasa sistem manusia karena gerakan dari subyek yang diamati dapat menghasilkan banyak parameter penting yang menjadi dasar pertimbangan dalam aktivitas rekayasa tersebut (Rau et al., 2000). Tidak diperlukannya instrumen atau sensor gerak khusus untuk ditempel pada tubuh subyek memberikan keuntungan jika secara simultan diinginkan penangkapan data respon fisiologis ataupun fisik (Jang et al., 2018). Saat ini peralatan yang digunakan untuk analisis gerak telah mencapai kemampuan akurasi mikron pada gerakan tiga dimensi (3D). Kemampuan ini dapat menyediakan data gerakan yang komprehensif (Pfister et al. 2014). Bahkan, dengan penempatan marker yang terstruktur di semua bagian-bagian tubuh, model kerangka 3D dari subyek dapat digenerasi dan dapat digunakan sebagai referensi gerakan model tokoh animasi 3D yang sangat nyata (Tejera et al., 2013). Namun demikian, sistem penangkapan gerakan 3D atau 3D Motion Capture System merupakan sistem yang mahal karena terdiri dari sejumlah kamera NIR (Near Infra-Red) berkecepatan tinggi yang tersinkronisasi (Shimada et al. 2020). Selain itu, jumlah dan pengaturan kamera yang digunakan membuat setup untuk sebuah eksperimen menjadi kompleks. Penempatan kamera, arah pengambilan gambar, pengaturan lensa, dan penentuan tingkat pancaran cahaya Infra-Red yang kurang tepat dapat membuat kalibrasi menjadi sulit. Ditambah lagi, sistem ini peka terhadap pantulan dari obyek-obyek yang berkilau serta interferensi cahaya lampu. Adanya gangguan-gangguan tersebut dapat membuat pengolahan lanjutan (*post processing*) data gerakan dapat menjadi sangat memakan waktu (Jang et al. 2018). Dengan kata lain, sistem ini membutuhkan ruangan yang dikondisikan secara khusus untuk menjalankannya. Kompleksitas ini membuat 3D Motion Capture System bukan merupakan pilihan untuk perekaman gerakan di berbagai situasi dan kondisi.

Mahal dan kompleksnya perekaman gerak manusia menggunakan 3D Motion Capture System membuka peluang untuk digunakannya sistem yang lebih sederhana dan hemat biaya. Salah satu teknik yang paling sederhana adalah dengan merekam gerakan dengan kamera biasa dan mengolahnya dengan perangkat lunak atau aplikasi analisis gerak (Menychtas et al. 2023). Saat ini, berbagai aplikasi analisis gerak dapat digunakan baik untuk analisis gerakan 2D maupun 3D. Kinovea (<https://www.kinovea.org>) adalah salah satu contoh perangkat lunak analisis gerak yang sangat populer dalam kajian biomekanika eksperimental (Spanos et al. 2023). Aplikasi ini memang dikhususkan untuk menganalisis gerakan dalam 2D namun beberapa rekaman video 2D dapat dianalisis sekaligus sehingga estimasi gerakan 3D juga dapat dilakukan. Sebagai gambaran seberapa hemat teknik ini, di samping dapat menggunakan kamera jenis apapun (kamera DSLR hingga kamera telepon pintar), banyak dari aplikasi analisis gerak, termasuk Kinovea dapat diunduh secara gratis. Di samping itu, karena berbasis rekaman video biasa, teknik ini dapat diandalkan untuk penangkapan gerakan di berbagai situasi dan kondisi selama hasil rekaman jernih dan stabil. Gambar rekaman yang jernih dapat dengan mudah diperoleh dengan mengatur pencahayaan dan penggunaan kamera berkualitas. Di sisi lain, rekaman yang stabil memerlukan pemosisian kamera yang statis dengan sudut pengambilan gambar yang lebar sehingga gerakan dengan ruang gerak yang besar dapat secara keseluruhan tertangkap (Michelini et al., 2020). Hal ini akan menjadi kelemahan ketika ruang tempat perekaman tidak cukup luas sehingga kamera tidak bisa ditempatkan pada posisi yang cukup jauh. Pada dasarnya lensa *wide angle* dapat digunakan untuk memperlebar sudut pengambilan gambar namun semakin lebar spesifikasi lensa, semakin besar pula distorsinya, yang pada akhirnya akan berdampak pada akurasi data gerakan (Aritan 2010). Hal yang sama terjadi pada perekaman gerakan yang mengitari kamera. Kamera konvensional yang diposisikan secara statis tidak mungkin dapat menangkap gerakan obyek secara utuh dengan konsisten (Burden et al. 2010). Keterbatasan dalam fleksibilitas setup pada teknik yang hemat biaya ini masih menjadi tantangan yang belum terpecahkan hingga diperkenalkannya sejumlah pembaruan dalam fitur teknologi kamera. Selain saat ini kamera telah memiliki kecepatan dan kualitas sensor gambar yang lebih baik, penanaman algoritma-algoritma pengolahan citra (*image processing*) telah membawa kemampuan kamera masa kini ke tingkat yang lebih tinggi dalam fleksibilitas setup. Penelitian ini bertujuan untuk menelusuri pembaruan-pembaruan dalam fitur teknologi kamera yang berpeluang dapat meningkatkan kemampuan pengambilan data gerakan pada teknik analisis gerak yang hemat biaya. *Autotracking*, *image stabilization*, dan *video stitching* merupakan tiga fitur teknologi kamera masa kini yang menjadi fokus pada penelitian ini.

METODE

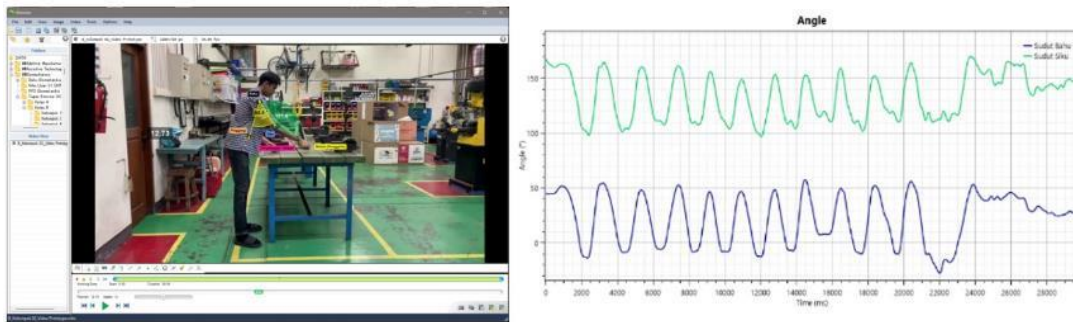
Penelitian ini pada dasarnya merupakan penelusuran pustaka berbasis Google Scholar yang disajikan dalam dua tahap. Tahap awal penelitian adalah menentukan kebutuhan-kebutuhan dari teknik analisis gerak yang hemat biaya dan berbasis aplikasi. Pada tahap ini, alur kerja pengolahan data video menggunakan Kinovea ditelusuri dan dikaji. Kinovea kami pilih karena merupakan *software opensource* yang dapat diunduh secara gratis dan populer digunakan dalam penelitian analisis gerak. Hal ini sejalan dengan *tagline* teknik analisis gerak yang hemat biaya. Selain itu, kami juga mempelajari keterbatasan-keterbatasan teknik analisis gerak ini. Berdasarkan penelusuran ini, kami dapat mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan mendasar teknik analisis gerak sekaligus membuka wacana terhadap peluang peningkatan kemampuannya, khususnya dalam hal pengambilan data video. Sementara itu, tahap kedua membahas mengenai fitur teknologi kamera dan peluang pemanfaatannya untuk meningkatkan kemampuan teknik analisis gerak. Pada tahap ini, terdapat dua jenis referensi yang kami telusuri: referensi yang berasal dari situs web resmi produsen kamera atau perangkat lunak pengolah *video* (pemilik teknologi) untuk mencari fitur-fitur potensial dari kamera dengan pemanfaatannya dalam teknik analisis gerak; dan referensi yang berasal dari artikel ilmiah atau buku sebagai sumber informasi teknik analisis gerak itu sendiri dan argumentasi yang mendukung sebuah fitur teknologi kamera potensial untuk dimanfaatkan. Referensi yang berasal dari artikel ilmiah maupun buku tidak perlu kami batasi tahun terbitnya karena topik penelusuran ini terkait dengan teknologi terkini yang secara otomatis akan mengarahkan pada artikel-artikel atau buku-buku yang baru. Hasil dan pembahasan dari kedua tahap tersebut disajikan dalam sistematika sederhana: Kebutuhan dari Aplikasi Analisis Gerak, Fitur I: Auto Tracking, Fitur II: Image Stabilization, dan Fitur III: Video Stitching.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan dari Aplikasi Analisis Gerak

Aplikasi analisis gerak sebagaimana Kinovea, membutuhkan input berupa *video*. *File video* dengan berbagai format dapat dianalisis. Setelah berhasil dibuka, *video* tersebut dipotong (*cropped*) khusus pada segmen yang merepresentasikan aktivitas atau gerakan yang akan dianalisis. Untuk mendapatkan *frame* awal dan akhir dari suatu aktivitas dengan akurat, *video* dengan jumlah *frame* per detik (*fps*) yang besar dapat memberikan keuntungan, khususnya untuk aktivitas dengan gerakan yang cepat (e.g. berlari, melompat).

Tahap berikutnya adalah menentukan referensi untuk kalibrasi. Referensi untuk kalibrasi ditentukan dengan membuat garis antara dua titik yang diketahui ukuran sebenarnya. Referensi terbaik adalah yang sebidang dan dekat dengan obyek yang dianalisis. Jika obyek bergerak pada lintasan atau ruang gerak yang luas, dibutuhkan pengambilan gambar dari jarak yang jauh yang mana ukuran obyek menjadi relatif konsisten. Fungsi kalibrasi pada Kinovea dapat diaktifkan dengan klik kanan *mouse* pada garis referensi yang telah dibuat, yang diikuti dengan munculnya jendela yang meminta diisi nilai panjang aktual serta satuannya. Dengan demikian, pada obyek seharusnya ditempelkan referensi fisik (*physical reference*), semisal mistar atau batang yang diketahui ukurannya. Setelah *video* terkalibrasi, pelacakan (*tracking*) terhadap posisi suatu titik atau sudut sendi bisa dilakukan. Biasanya marker fisik (*physical marker*) yang berwarna kontras dengan obyek dapat dipasang pada segmen tubuh yang akan dianalisis (Hellmers et al. 2017). Karena aplikasi analisis gerak mengidentifikasi suatu lokasi berdasarkan *pixel*, *video* yang tajam akan membuat *tracking* titik atau sudut akan menjadi mudah. Dengan kata lain, resolusi (ukuran *pixel*), ketajaman (kontras), kejernihan (bebas *noise*) dari *video* memberikan kontribusi yang besar agar *tracking* selalu berhasil dari *frame* ke *frame* (**Gambar 1**). Tahap yang terakhir adalah menentukan analisis (e.g. *linear kinematic*, *angular kinematic*). Dalam hal ini, akurasi dari data sangat krusial. Selain arah pengambilan gambar yang tegak lurus, *video* yang direkam menggunakan kamera dengan distorsi lensa yang rendah akan memberikan data yang lebih akurat. Semakin dekat kamera dengan ruang gerak obyek, kesalahan paralaks akan semakin tinggi namun pengambilan gambar yang semakin jauh akan memperkecil ukuran obyek yang pada akhirnya juga mempengaruhi akurasi.



Sumber: Dokumentasi Tugas Besar Mata Kuliah Biomekanika Kerja SI Teknik Industri UNS 2024

Gambar 1. Analisis gerak dari video resolusi High 1280x720 30 fps, diambil dengan sudut pandang orthogonal, gambar yang tajam, dan jernih. Kiri: Hasil tracking sudut di aplikasi Kinovea 0.9.5; Kanan: Hasil tracking sudut bahu dan siku yang telah diekspor ke Microsoft Excel.

Fitur I: Auto Tracking

Auto tracking telah menjadi pembahasan penelitian terdahulu sebagai suatu cara untuk menganalisis gerakan manusia agar memperoleh data yang akurat (Aggarwal & Cai, 1999). Namun demikian, teknologi auto tracking yang tersematkan dalam kamera atau perangkat pendukung kamera baru diperkenalkan sejak kamera keamanan dengan mekanisme *Pan-Tilt-Zoom* (PTZ) mulai marak digunakan di masa pandemi COVID 19 (Kang et al. 2003). Tidak lama setelah itu, fitur ini mulai diaplikasikan pada kamera web (e.g. Insta360 Link & Obsbot Tiny) dan gimbal, e.g. DJI Ronin-SC (DJI, Nanshan, Shenzhen, China) dengan fitur Active Track 3.0 (**Gambar 2**) yang akhirnya diikuti pabrikan kamera besar seperti Panasonic (Panasonic AW-UE150) Sony (Sony FR7) dan Canon (Canon CR-N700) yang mengaplikasikannya pada produk kamera PTZ professional mereka.



Sumber: https://www.dji.com/id/ronin-sc?site=brandsite&from=landing_page (diakses Juli 2024)

Gambar 2. Fitur Active Track 3.0, merupakan *auto tracking* yang telah dikembangkan oleh DJI dengan pengaturan *auto center* dan kecepatan obyek.

Beberapa kamera yang mengaktifkan fitur auto tracking dapat mempertahankan posisi obyek selalu ditengah namun beberapa yang lain tidak demikian. Jika melihat karakteristik dari aplikasi analisis gerak seperti Kinovea, fitur auto tracking yang dapat mempertahankan obyek selalu di tengah akan memberikan keuntungan yang mana risiko terlepasnya tracking terhadap *marker* menjadi lebih kecil (Littrell et al., 2018). Sebagaimana diketahui, terlepasnya tracking terhadap *marker* dapat disebabkan oleh rendahnya kualitas gambar video atau perpindahan pixel yang terlalu ekstrim (Littrell et al., 2018). Di sisi lain, video dengan auto tracking menyebabkan kaliberasi pada aplikasi analisis gerak menjadi lebih sulit karena latar yang ikut bergerak. Dalam hal ini, pengguna harus menetapkan referensi pada subyek yang sekiranya bisa mewakili keseluruhan *frame*.

Pada kasus analisis gait, subyek diinstruksikan berjalan dalam lintasan lurus dengan panjang lintasan tertentu dan setup kamera, termasuk jarak dan lensa yang tertentu pula (Kirtley, 2006). Sebagai ilustrasi, jarak 5 m diperlukan untuk penangkapan gerakan berjalan dengan lintasan sepanjang 5 m. Hal ini bertujuan agar keseluruhan ruang gerak dapat tertangkap (Kirtley, 2006). Jarak kamera dan obyek sejauh 5 m ini terkadang sulit dipenuhi karena keterbatasan ruang. Digunakannya fitur auto tracking tentunya akan memperluas tangkapan dengan risiko kesalahan paralaks yang juga lebih tinggi. Namun demikian, eksplorasi lebih lanjut diperlukan untuk menentukan apakah kesalahan paralaks ini dapat berkontribusi pada perbedaan hasil pengukuran yang signifikan.

Fitur II: Image Stabilization

Image stabilization adalah fitur yang sudah diperkenalkan cukup lama. Electronic Image Stabilization (EIS) telah dipatenkan di tahun 1984 sebagai sistem terintegrasi yang menangkap informasi guncangan dengan sensor untuk mengaktuatori gerakan sistem cermin dua sumbu yang mengkompensasi guncangan tersebut (patent: US4445140A). EIS telah diterapkan cukup luas pada berbagai tipe kamera termasuk kamera pada telepon pintar ataupun kamera aksi (*action camera*). Sementara itu, Optical Image Stabilization (OIS) baru dipatenkan di tahun 2017 yang prinsipnya lebih pada aktuasi lensa untuk mengkompensasi guncangan (patent: EP2783254B1). OIS biasanya diterapkan pada kamera dengan spesifikasi tinggi atau telfon pintar *flagship*. Perbedaan mendasar antara EIS dan OIS adalah adanya pengurangan gambar (*cropped image*) pada EIS sehingga resolusi atau ukuran gambar juga berkurang. Untungnya, kamera masa kini telah menggunakan sensor beresolusi tinggi sehingga kualitas *cropped image* masih tergolong tinggi. Pada perkembangannya teknologi Artificial Intelligence (AI) lebih banyak diterapkan pada EIS sehingga kinerja stabilisasi menjadi semakin tinggi (Jia et al. 2009).

Selain pada kamera, fungsi image stabilization juga dapat diperoleh dari gimbal. Dengan memanfaatkan sensor giroskop atau hasil pengolahan gambar dari kamera itu sendiri, motor listrik pada setiap sambungan lengan gimbal dapat diaktuatori. Karena samdungan lengan memiliki rentang gerak yang lebih besar dibandingkan dengan komponen internal kamera, kompensasi terhadap sudut pengambilan gambar dapat dilakukan dengan lebih baik dibandingkan dengan EIS maupun OIS. Namun demikian, karena inersia yang dihasilkan lebih besar, respon terhadap guncangan tidak akan bisa sebaik EIS atau OIS (Kwon et al., 2007).



Sumber: <https://gopro.com/en/us/shop/cameras/hero12-black-creator-edition/CHDFB-121-master.html> (diakses Juli 2024)

Gambar 3. Fitur HyperSmooth 6.0 dengan Horizon Lock, merupakan *image stabilization* yang telah dikembangkan oleh GoPro yang sangat stabil hingga seakan-akan latar tidak bergerak.

Pada umumnya, aplikasi analisis gerak digunakan pada sistem kamera yang statis. Namun demikian, pada beberapa kasus seperti aktivitas *downhill mountain biking*, posisi kamera yang dinamis diperlukan. Pada situasi seperti inilah *image stabilization* akan berperan. Lebih jauh lagi, untuk beberapa kasus dengan guncangan yang ekstrim, dibutuhkan kemampuan *image stabilization* yang lebih tinggi. Beberapa jenis *action camera* memiliki kemampuan stabilisasi dimana orientasi latar dapat dikunci yang disebut sebagai *horizon leveling* (Huang et al. 2022). Beberapa action camera seperti GoPro Hero 12 (GoPro Inc., San Mateo, California, United States) telah

memiliki fitur pengunci latar ini (**Gambar 3**). Hal ini akan sangat menguntungkan untuk pengolahan data pada aplikasi analisis gerak seperti Kinovea karena akan memberikan kestabilan gambar yang sangat baik. Kedepannya penerapan *image stabilization* untuk menganalisis aktivitas dengan ekstrim akan menjadi pembahasan yang sangat menarik.

Fitur III: Video Stitching

Video stitching pada dasarnya merupakan versi peningkatan dari *image stitching* dimana *frame* demi *frame* dari dua video berupa *image* yang diambil berdampingan dengan sedikit *overlap* disambung pada bagian *overlap*-nya (Wang & Yang, 2020). Penyambungan dibuat dengan melakukan penyetaraan geometri, kecerahan, dan warna dari kedua *image* pada bagian tersebut. Hal ini berimplikasi pada format video yang menjadi lebar, hampir duakali lipat dari format aslinya. Kualitas terbaik hasil *video stitching* dapat diwujudkan dengan sinkronisasi perekaman *video* dengan dua atau lebih kamera yang identik dalam hal spesifikasi maupun pengaturan gambarnya dan diposisikan secara statis. Ketika kamera-kamera tersebut dikonfigurasi melingkar, hasil *stitching* merupakan *video* 360° dimana seluruh sudut pandang sekeliling direkam secara utuh (Xu et al. 2020). Jika kamera-kamera ini berupa komponen yang digabung menjadi satu perangkat, didapatkanlah sebuah kamera 360. Kamera 360 pertama kali dikenalkan oleh Ricoh (Ricoth Theta) yang terdiri dari dua buah kamera bersudut lebar, lebih dari 180 derajat. Saat ini kamera 360 dengan jumlah komponen kamera lebih dari dua telah banyak beredar. Saat ini, action camera dengan konsep kamera 360 telah beredar luas dan menyediakan hasil *video stitching* yang sangat rapi hingga membentuk gambar seperti permukaan planet (**Gambar 4**).



Sumber:

https://store.insta360.com/product/x4?c=2994&from=pic_nav&gl=1*nlg9qc*_up*MQ..&gclid=CjwKCAjw7s20BhBFEiwABVIMrWK0vqp_TPd4E6tpQvCx7N3l6hP-xdMqcuXI2i2A3JlZZ74Ei3mjChoCxu8QAvD_BwE (diakses Juli 2024)

Gambar 4. Hasil video stitching dari Insta360 X4 (Insta360, Shenzhen, China) yang sangat rapi dan tidak terlihat sambungannya.

Gerak obyek secara teoritis dapat direkam dengan utuh menggunakan kamera 360 dimana kamera ditempatkan di tengah dan obyek yang direkam bergerak mengitari kamera. Dengan spesifikasi sudut lebar, aktivitas yang membutuhkan ruang gerak lebar dapat direkam secara utuh menggunakan kamera 360 dari jarak yang cukup dekat. Namun demikian, aplikasi analisis gerak membutuhkan referensi untuk kalibrasi yang konsisten yang mana konsistensi itu dapat diperoleh jika ukuran obyek relatif tetap dari *frame* ke *frame* (Puig-Diví et al., 2019). Secara praktis, hal ini dapat dicapai dengan mengatur jarak obyek dari kamera yang selalu sama atau dengan kata lain obyek berada di lintasan lengkung dan kamera berada di pusat lengkung. Jika referensi ini tidak konsisten, data jarak atau perpindahan juga menjadi tidak konsisten. Hal ini membuat setup kamera 360 tidak fleksibel untuk menangkap gerakan-gerakan pada aktivitas yang natural.

Ada cara lain untuk membuat ukuran obyek sama pada jarak yang berbeda dari kamera, yaitu dengan menggunakan perbesaran atau *zoom*. Namun demikian, ukuran yang selalu sama dari *frame* ke *frame* tidak dapat diwujudkan dengan pengaturan *zoom* secara manual. Pada tahun 1973, Canon merilis Canon Autozoom 1014,

sebuah camera *video* dengan fitur *autozoom* yang pertama di dunia. *Autozoom* memungkinkan penangkapan gambar yang selalu mempertahankan ukuran obyek pada saat obyek mendekat atau menjauh (Xian et al. 2024). Perpaduan antara kamera 360 dan fitur *autozoom* merupakan kombinasi ideal untuk analisis gerak yang praktis namun sampai pada saat artikel ini dibuat, belum tersedia perangkat kamera 360 yang mengusung fitur *autozoom*. Saat ini, solusi untuk mempertahankan ukuran obyek masih mengandalkan *video editing* (Su & Grauman 2017).

KESIMPULAN

Penelusuran terhadap kebutuhan-kebutuhan teknik analisis gerak yang hemat biaya beserta fitur-fitur teknologi kamera masa kini yang potensial untuk meningkatkan kemampuan teknik tersebut telah kami lakukan. Fitur auto tracking memiliki potensi untuk akuisisi data gerakan di lokasi dengan ruang yang terbatas. Sementara itu, image stabilization yang saat ini telah mencapai tingkat horizon leveling, merupakan kunci untuk pengambilan data gerakan dengan posisi kamera yang dinamis. Di sisi lain, kamera 360 yang dirancang secara khusus untuk pengaplikasian video stitching sangat sesuai untuk penangkapan gerakan dengan ruang gerak lebar atau bahkan mengitari kamera jika dikombinasikan dengan fitur autozoom. Implementasi fitur-fitur teknologi kamera tersebut dalam peningkatan fleksibilitas setup teknik analisis gerak yang hemat biaya dapat menjadi peluang penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, J. K. & Q. Cai (1999). "Human Motion Analysis: A Review." *Computer Vision and Image Understanding* 73(3):428–40. doi: 10.1006/cviu.1998.0744.
- Aritan, S. (2010). "Efficiency of Non-Linear Lens Distortion Models in Biomechanical Analysis of Human Movement." *Measurement* 43(6):739–46. doi: 10.1016/j.measurement.2010.01.018.
- Burden, J., Cleland, M., Conway, M., Falconer, M., Green, J. J. R., Chase, G., Hann, C., Jermy, M., & Palmer, C. (2010). "Tracking a Single Cyclist during a Team Changeover on a Velodrome Track with Python and OpenCV." *Procedia Engineering* 2(2):2931–35. doi: 10.1016/j.proeng.2010.04.090.
- Hellmers, S., Fudickar, S., Lange, E., Lins, C., & Hein, A. (2017). "Validation of a Motion Capture Suit for Clinical Gait Analysis." Pp. 120–26 in *Proceedings of the 11th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. Barcelona Spain: ACM.
- Kevin, H., Li, J., Sousa, M., & Grossman, T. (2022). "ImmersivePOV: Filming How-To Videos with a Head-Mounted 360° Action Camera." Pp. 1–13 in *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New Orleans LA USA: ACM.
- Seongho, J., Park, S., Moon, S., Kim, J.M., & Lee, S. (2018). "Comparison of Camera Based and Inertial Measurement Unit Based Motion Analysis." Pp. 161–67 in *Proceedings of the 7th International Conference on Sensor Networks*. Funchal, Madeira, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications.
- Jia, R., Zhang, H., Wang, L., & Li, J. (2009). "Digital Image Stabilization Based on Phase Correlation." Pp. 485–89 in *2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence*. Shanghai, China: IEEE.
- Kang, S., Paik, J., Koschan, A., Abidi, B.R., & Abidi, M.A. (2003). "Real-Time Video Tracking Using PTZ Cameras." P. 103 in, edited by K. W. Tobin, Jr. and F. Meriaudeau. Gatlinburg, United States.
- Kirtley, C. (2006). *Clinical Gait Analysis: Theory and Practice*. Edinburgh: Elsevier, Churchill Livingstone.
- Littrell, M.E., Chang, Y., & Selgrade, B.P. (2018). "Development and Assessment of a Low-Cost Clinical Gait Analysis System." *Journal of Applied Biomechanics* 34(6):503–8. doi: 10.1123/jab.2017-0370.

- Menychtas, D., Petrou, N., Kansizoglou, I., Giannakou, E., Grekidis, A., Gasteratos, A., Gourgoulis, V., Douda, E., Smilios, I., Michalopoulou, M., Sirakoulis, G.C., & Aggelousis, N. (2023). "Gait Analysis Comparison between Manual Marking, 2D Pose Estimation Algorithms, and 3D Marker-Based System." *Frontiers in Rehabilitation Sciences* 4:1238134. doi: 10.3389/fresc.2023.1238134.
- Michelini, A., Eshraghi, A., & Andrysek, J. (2020). "Two-Dimensional Video Gait Analysis: A Systematic Review of Reliability, Validity, and Best Practice Considerations." *Prosthetics & Orthotics International* 44(4):245–62. doi: 10.1177/0309364620921290.
- Pfister, A., West, A.M., Bronner, S., & Noah, J.A. (2014). "Comparative Abilities of Microsoft Kinect and Vicon 3D Motion Capture for Gait Analysis." *Journal of Medical Engineering & Technology* 38(5):274–80. doi: 10.3109/03091902.2014.909540.
- Puig-Diví, A., Escalona-Marfil, C., Padullés-Riu, J.M., Busquets, A., Padullés-Chando, X., & Marcos-Ruiz, D. (2019). "Validity and Reliability of the Kinovea Program in Obtaining Angles and Distances Using Coordinates in 4 Perspectives" edited by C. Balsalobre-Fernández. *PLOS ONE* 14(6):e0216448. doi: 10.1371/journal.pone.0216448.
- Rau, G., Disselhorst-Klug, C., & Schmidt, R. 2000. "Movement Biomechanics Goes Upwards: From the Leg to the Arm." *Journal of Biomechanics* 33(10):1207–16. doi: 10.1016/S0021-9290(00)00062-2.
- Shimada, S., Golyanik, V., Xu, W., & Theobalt, C. 2020. "PhysCap: Physically Plausible Monocular 3D Motion Capture in Real Time." *ACM Transactions on Graphics* 39(6):1–16. doi: 10.1145/3414685.3417877.
- Spanos, S., Kanellopoulos, A., Petropoulakos, K., Dimitriadis, Z., Siasios, I., & Poulis, I. 2023. "Reliability and Applicability of a Low-Cost, Camera-Based Gait Evaluation Method for Clinical Use." *Expert Review of Medical Devices* 20(1):63–70. doi: 10.1080/17434440.2023.2171289.
- Su, Y., & Grauman, K. 2017. "Making 360 Video Watchable in 2D: Learning Videography for Click Free Viewing."
- Tejera, M., Casas, D., & Hilton, A. 2013. "Animation Control of Surface Motion Capture." *IEEE Transactions on Cybernetics* 43(6):1532–45. doi: 10.1109/TCYB.2013.2260328.
- Wang, Z., & Yang, Z. 2020. "Review on Image-Stitching Techniques." *Multimedia Systems* 26(4):413–30. doi: 10.1007/s00530-020-00651-y.
- Xian, R., Vogel, B.I., De Melo, C.M., Harrison, A.V., & Manocha, D. 2024. "Real-Time Human Action Recognition from Aerial Videos Using Autozoom and Synthetic Data." P. 19 in *Synthetic Data for Artificial Intelligence and Machine Learning: Tools, Techniques, and Applications II*, edited by K. E. Manser, C. De Melo, R. M. Rao, and C. L. Howell. National Harbor, United States: SPIE.
- Xu, M., Li, C., Zhang, S., & Le Callet, P. 2020. "State-of-the-Art in 360° Video/Image Processing: Perception, Assessment and Compression." *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing* 14(1):5–26. doi: 10.1109/JSTSP.2020.2966864.
- Kwon, Y.S., Hwang, H.Y., & Choi, Y.S. 2007. "Stabilization Loop Design on Direct Drive Gimbaled Platform with Low Stiffness and Heavy Inertia." Pp. 320–25 in *2007 International Conference on Control, Automation and Systems*. Seoul, South Korea: IEEE.

MANUAL MATERIAL HANDLING PADA PROSES PENGANGKATAN PATUNG BATU DENGAN PENDEKATAN BIOMEKANIKA UNTUK MENGURANGI RISIKO MUSCULOSKELETAL DISORDER

(Manual Material Handling In The Process of Lifting Stone Statues Using Biomechanical Approach To Reduce The Risk of Musculoskeletal Disorders)

Hasti Hasanati Marfuah¹, Yaning Tri Hapsari², Trisnady Asriansyah Pos Pos³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta

E-mail: hasti@upy.ac.id

ABSTRAK

Proses pengangkatan patung batu dalam aktivitas *Manual Material Handling* (MMH) merupakan tugas yang berisiko tinggi terhadap gangguan *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbaikan postur kerja pada proses pengangkatan patung batu dengan pendekatan biomekanika guna mengurangi risiko MSDs. Metodologi yang digunakan yaitu pengamatan langsung, pengukuran postur kerja, dan analisis biomekanika menggunakan metode *Recommended Weight Limit* (RWL). Hasil penelitian diperoleh data sebelum dilakukan perbaikan nilai RWL postur mengangkat 5,457 dan RWL postur memindahkan sebesar 6,39, dan nilai *Lifting Index* (Li) postur mengangkat sebesar 1,82 dan Li postur memindahkan sebesar 1,80 (kategori sedang). Dari hasil pengolahan data kemudian dilakukan perbaikan postur kerja dan diperoleh nilai RWL postur mengangkat 14,83 dan RWL postur memindahkan sebesar 12,85. Dan telah diperoleh nilai Li postur mengangkat sebesar 0,77 dan Li postur memindahkan sebesar 0,89. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat risiko pekerjaan termasuk kategori rendah yang artinya tidak ada lagi masalah dengan pekerjaan tersebut. Kesimpulannya, pendekatan biomekanika dalam perbaikan postur kerja pada proses pengangkatan patung batu efektif dalam mengurangi risiko terjadinya MSDs.

Kata kunci: *Manual Material Handling, Musculoskeletal Disorder, Biomekanika, Recommended Weight Limit, Lifting Index*

ABSTRACT

The process of lifting stone statues in Manual Material Handling (MMH) activities is a task with a high risk of Musculoskeletal Disorder (MSDs). This study aims to analyze the improvement of working posture in the process of lifting stone statues with a biomechanical approach to reduce the risk of MSDs. The methodology used is direct observation, work posture measurement, and biomechanical analysis using the Recommended Weight Limit (RWL) method. The results of the study obtained data before the improvement of the RWL value of the lifting posture was 5.457 and the RWL of the moving posture was 6.39, and the Lifting Index (Li) value of the lifting posture was 1.82 and the Li of the moving posture was 1.80 (medium category). From the results of data processing, the work posture was improved and the RWL value of the lifting posture was 14.83 and the RWL of the moving posture was 12.85. And the Li value of lifting posture has been obtained of 0.77 and Li of moving posture of 0.89. From these results, it can be concluded that the level of occupational risk is in the low category, which means that there are no more problems with the job. In conclusion, the biomechanical approach in improving the working posture in the process of removing stone statues is effective in reducing the risk of MSDs.

Keywords: *Manual Material Handling, Musculoskeletal Disorder, Biomekanika, Recommended Weight Limit, Lifting Index*

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri di era modern ini, peran manusia sebagai sumber tenaga kerja masih mendominasi dalam menjalankan proses produksi khususnya tenaga kerja manual. Salah satu bentuk peran manusia adalah penanganan material secara manual atau lebih dikenal dengan *Manual Material Handling* (MMH). *Manual material handling* dapat didefinisikan sebagai aktivitas memindahkan atau menangani suatu barang, aliran material, produk jadi atau benda-benda yang menggunakan tenaga manusia (Hanifah dkk., 2019). Menurut *American Material Handling Society* bahwa MMH dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), dan pengawasan (*controlling*) dari material dengan segala bentuknya (Wignjosoebroto, 1991).

Alasan pemilihan tenaga kerja manusia tidak lain adalah karena fleksibilitas pergerakan dalam penanganan barang secara manual, sehingga memudahkan pergerakan barang di ruang terbatas dan pekerjaan tidak teratur. Postur tubuh manusia dalam pekerjaan menjadi salah satu faktor yang memengaruhi hal ini karena dalam kehidupan sehari-hari, manusia menghabiskan lebih banyak waktu untuk bekerja dengan lebih dari 1/3 bagian tubuh (Lukodono & Lin, 2023). Aktivitas MMH yang tidak dilakukan secara ergonomis dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan kerja seperti tingginya tingkat cedera atau kerusakan jaringan tubuh yang menyebabkan sakit atau keluhan dari pekerja. Salah satu akibat yang paling sering terjadi akibat aktivitas MMH yang tidak ergonomis adalah gangguan *Musculoskeletal Disorder*.

Musculoskeletal Disorders merupakan gangguan yang dirasakan pada bagian-bagian otot *skeletal* oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit yang terjadi akibat otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama sehingga muncul keluhan berupa kerusakan pada sendi, otot, saraf ligamen, dan tendon. MSDs ini sering melibatkan cedera pada otot, tendon, ligamen, persendian, struktur tulang, dan sistem syaraf (Sari & Lukodono, 2024). Awalnya, keluhan MSDs meliputi rasa sakit, nyeri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, tremor, insomnia, dan rasa terbakar. Hingga ketidakmampuan seseorang dalam melakukan gerakan dan koordinasi gerakan tubuh atau anggota tubuh, sehingga mengakibatkan penurunan produktivitas dan hilangnya waktu kerja (Margaretha, 2022).

Biomekanika adalah ilmu yang mempelajari interaksi fisik antara manusia, mesin, perkakas, dan material yang digunakan untuk mengurangi resiko terjadinya keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan performansi kerja (Karwowski & Marras, 2006). Biomekanika kerja adalah studi tentang interaksi fisik antara manusia, mesin, peralatan, dan bahan yang berguna untuk mengurangi risiko penyakit *musculoskeletal disorder* sehingga dapat meningkatkan kinerja dan kepuasan kerja (Chaffin dkk., 2006a). Dalam biomekanika kerja, tubuh manusia dianggap sebagai suatu sistem mekanis. Sistem ini terkait dengan sistem *musculoskeletal disorder* yang meliputi tulang, otot, ligamen, tendon, lapisan fascia, dan tulang rawan.

Pengangkatan patung batu merupakan aktivitas yang membutuhkan tenaga fisik yang besar dan sering kali dilakukan dalam posisi tubuh yang tidak ergonomis. Pekerja yang terlibat dalam aktivitas ini menghadapi risiko tinggi terkena gangguan *muskuloskeletal* akibat beban berat yang harus mereka angkat dan pindahkan. Gangguan *muskuloskeletal*, seperti nyeri punggung bawah, cedera bahu, dan masalah lutut, merupakan masalah kesehatan yang serius yang dapat berdampak jangka panjang pada pekerja. Cedera semacam ini tidak hanya berdampak negatif pada kesehatan pekerja tetapi juga menurunkan produktivitas kerja dan meningkatkan biaya kesehatan perusahaan. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang dapat mengurangi risiko tersebut, salah satunya dengan pendekatan biomekanika dalam analisis postur kerja. Biomekanika dibagi menjadi dua metode, yaitu metode *Maximum Permissible Limit* (MPL) dan *Recommended Weight Limit* (RWL). *Recommended Weight Limit* (RWL) adalah batas beban yang direkomendasikan yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang lama.

Penelitian yang dilakukan oleh Margaretha (2022) mengenai analisis kegiatan manual *material handling* terhadap gejala *musculoskeletal disorders* pada operator gudang. Penelitian tersebut dilakukan dengan penyebaran kuisioner kepada 7 orang pekerja yaitu banyaknya keluhan sakit pada beberapa bagian ditubuh pekerja. Adapun kegiatan yang dilakukan yaitu mulai dari awal mengangkat, pengangkatan dan meletakkannya. Kemudian hasil pada tingkat risiko *muskuloskeletal disorder* yaitu pada bagian leher sebesar 71%, bahu kanan sebesar 78%, punggung sebesar 54%, lengan sebesar 54%, dan bagian pergelangan tangan sebesar 58% (Margaretha, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Suhendar (2022) mengenai analisis risiko *musculoskeletal disorders* (MSDS) pada pekerjaan pengangkutan galon air mineral. Hasil dari penelitian tersebut adalah pengukuran tingkat risiko postur kerja menggunakan metode REBA dan RULA dengan bantuan *software Ergofellow*, dan menunjukkan perlubnya perubahan pada postur kerja skor RULA 7 (risiko tinggi) dan skor REBA 8 (risiko tinggi) (Suhendar dkk., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Lesmana (2022) mengenai beban kerja tubuh manusia menggunakan metode *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI). Dari penelitian tersebut didapat hasil perhitungan RWL, besar berat beban yang dianjurkan merupakan antara 11,06 kg serta 21,24 kg. Berat beban yang direkomendasikan untuk para pekerja pada pengangkatan bahan baku karet dan pengangkatan ke penimbangan bersumber pada perhitungan RWL maka tingkatan resiko berdasarkan ketentuan *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) sedangkan nilai Li pada pekerja melebihi dari 1 (satu) sehingga butuh perbaikan segera (Lesmana, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Adiyanto (2019) mengenai *Manual Material Handling* pada proses pengangkutan karung menggunakan pendekatan biomekanika dan fisiologi. Hasil dari analisis didapat nilai $FC=10.018,078$ N; $FC>MPL$. Artinya, posisi postur tubuh pekerja dalam level berbahaya. Usulan perbaikan dengan menggunakan alat bantu dan setelah dianalisis kembali maka akan menghasilkan perubahan nilai FC menjadi 3370,94; $FC<AL$ artinya posisi tubuh dalam keadaan aman (Adiyanto dkk., 2019).

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada pekerja didapatkan informasi bahwa para pekerja mengeluh sering mengalami cedera tulang belakang pada saat proses pengangkatan patung. Gaya tekan yang diakibatkan oleh pekerjaan ini berada *Lumbar 5 Sacrum 1* (L5/S1) yaitu tulang belakang. Aktivitas mengangkat beban yang dilakukan terus menerus dan dalam posisi membungkuk akibat beban melebihi kapasitas dapat mengakibatkan cedera tulang belakang (*muskuloskeletal disorders*) dan gangguan otot lainnya. *The National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) menetapkan batasan gaya angkat maksimum berdasarkan gaya tekan 6500N pada L5/S1. Besaran ini tergantung pada massa beban yang akan diangkat, jarak antara beban dengan benda, posisi benda, dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan untuk meminimumkan keluhan MSDs pada pekerja pengangkatan patung batu dengan merancang fasilitas dan memperbaiki teknik memindahkan barang yang sesuai dengan aspek ergonomis.

METODE

Penelitian ini dilakukan di salah satu UMKM pembuatan patung batu yang berada di wilayah Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan meminimumkan keluhan MSDs pada pekerja pengangkatan patung batu dengan merancang fasilitas dan memperbaiki teknik memindahkan barang yang sesuai dengan aspek ergonomis. Untuk mencapai tujuan ini, penentuan sampel dilakukan dengan pertimbangan yang cermat agar representatif terhadap populasi yang diteliti dan mampu memberikan data yang akurat serta relevan. Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja yang terlibat langsung dalam proses pengangkatan patung batu di UMKM. Karakteristik populasi meliputi usia, jenis kelamin, pengalaman kerja, dan frekuensi pengangkatan material berat.

Kriteria inklusi ditetapkan untuk memastikan bahwa sampel yang dipilih relevan dengan tujuan penelitian. Kriteria tersebut meliputi: pekerja yang secara rutin terlibat dalam proses pengangkatan patung batu, pekerja yang memiliki pengalaman kerja minimal satu tahun dan pekerja berusia antara 20-50 tahun. Sementara itu, kriteria eksklusi ditetapkan untuk mengeliminasi subjek yang tidak sesuai dengan fokus penelitian, seperti: pekerja dengan riwayat cedera serius pada sistem muskuloskeletal dalam lima tahun terakhir dan pekerja yang memiliki kondisi medis yang dapat mempengaruhi kemampuan mereka dalam melakukan pengangkatan manual.

Tahapan penelitian ini adalah :

1. Melakukan wawancara secara langsung mengenai keluhan berupa cedera pada bagian tubuh pekerja
2. Melakukan pengukuran sudut tubuh pekerja. Pengambilan gambar postur kerja dilakukan menggunakan kamera digital. Pengambilan data ini berupa sudut-sudut yang terbentuk oleh tubuh pekerja ketika bekerja.
3. Menghitung nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) untuk mengetahui batas pengangkatan beban yang dianjurkan, setelah hasil RWL diketahui selanjutnya menghitung nilai *Lifting index* (Li) untuk melihat apakah aktivitas tersebut beresiko menimbulkan cedera atau tidak.

4. Melakukan evaluasi terhadap postur tubuh pekerja ketika sedang melakukan aktivitas *manual material handling* apakah berisiko menimbulkan cedera atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menganalisis postur tubuh seorang pekerja pada proses kerja menggunakan metode RWL sehingga dapat diketahui nilai batas beban yang dapat diangkat oleh pekerja. Analisis menggunakan RWL ini bertujuan untuk mengurangi resiko cedera akibat kesalahan postur kerja. Sedangkan perbaikan fasilitas dan metode kerja akan sesuai dengan prinsip biomekanika demi keselamatan dan kesehatan pekerja tersebut. Pada aktifitas kerja pengangkatan patung batu sebelum dilakukan perbaikan didapat data yang ditunjukkan pada gambar 1.



Sumber: pribadi (2023)

Gambar 1. Kondisi pekerja saat mengangkat dan memindahkan barang.

Tabel 1. Data Sebelum Perbaikan.

	Hasil Mengangkat	Hasil Memindahkan
Berat Beban (L)	11,5 kg	11,5 kg
Jarak vertikal antara lantai dengan pegangan (V)	5 cm	50 cm
Jarak vertikal antara titik awal beban sebelum diangkat sampai beban diletakkan (D)	50 cm	50 cm
Sudut putar memindahkan beban (A)	0°	45°
LC	23 kg	23 kg
Jarak horizontal antara beban dengan pekerja (H)	37,5 cm	32,5 cm
Frekuensi dan durasi pengangkatan (F)	3 putaran/3 jam	3 putaran/3 jam
<i>Frequency Multiplier</i> (FM)	0,550	0,550
<i>Coupling Multiplier</i> (CM)	0,90	0,90

Setelah semua data sebelum perbaikan didapat, kemudian dilakukan perhitungan dan didapat hasil yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Sebelum Perbaikan Setelah Dilakukan Perhitungan.

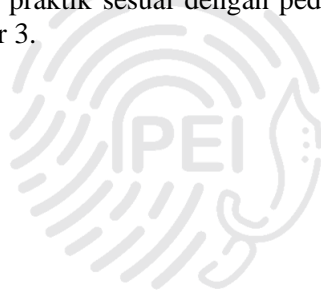
	Hasil Mengangkat	Hasil Memindahkan
HM	0,666	0,769
VM	0,791	0,938
DM	0,91	0,91
AM	1	0,856
RWL	5,457	6,39
Li	1,82	1,80

Dari hasil perhitungan tabel 2, diperoleh nilai RWL postur mengangkat 5,457 dan RWL postur memindahkan sebesar 6,39. Dan telah diperoleh nilai Li postur mengangkat sebesar 1,82 dan Li postur memindahkan sebesar 1,80. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat resiko aktivitas ini termasuk dalam kategori sedang. Terdapat beberapa parameter yang bermasalah sehingga perlu dilakukan pengecekan segera pada parameter yang menyebabkan tingginya nilai Li.

Pada analisis menggunakan metode RWL didapatkan hasil bahwa proses kerja pengangkatan patung batu secara manual tersebut menimbulkan resiko cedera *low-back pain*. Dari wawancara yang dilakukan kepada pekerja didapatkan beberapa keluhan yang dirasakan, diantaranya adalah:

1. Rasa sakit pada punggung. Hal ini dikarenakan dari postur kerja yang tidak nyaman dan tanpa menggunakan alat bantu sama sekali. Dengan posisi kerja yang tidak nyaman dan beban yang berat, aktivitas kerja tersebut jika dilakukan terus-menerus maka akan menyebabkan rasa nyeri pada punggung.
2. Rasa sakit pada pada kaki. Hal ini dikarenakan operator harus berjalan bolak-balik untuk mengambil dan mengangkat patung batu. Selain itu pekerja tidak ada yang memakai sepatu dalam bekerja. Hanya menggunakan sandal jepit biasa.
3. Rasa sakit pada pergelangan tangan. Hal ini dikarenakan pada proses pengangkatan hanya mengandalkan tenaga pekerja itu sendiri.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, salah satu solusi terbaik untuk mengatasi masalah dalam melakukan aktivitas pengangkatan yaitu melatih pekerja dengan melakukan sosialisasi dan pelatihan postur yang benar saat memindahkan dan mengangkat material. Hal ini dimaksudkan untuk memperbaiki postur tubuh saat pekerja melakukan posisi pengangkatan dan pemindahan material dalam agar aktivitas selanjutnya dapat dilakukan dengan baik dan benar. Langkah selanjutnya adalah menjelaskan pengangkatan yang benar dan posisi yang diperlukan di area pemuatan kepada pekerja dengan menggunakan poster infografis yang menjelaskan tentang postur pengangkatan yang baik dan benar. Dengan adanya poster infografis diharapkan pekerja mendapatkan contoh praktik sesuai dengan pedoman dan pekerja akan menerapkan praktik tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Sumber: pribadi (2023)

Gambar . Poster Infografis.

KESIMPULAN

Beban kerja yang direkomendasikan untuk pekerja adalah 5,457 kg untuk postur pengangkatan dan 6,39 kg untuk postur pemindahan. Adapun nilai Li yang diperoleh yaitu 2,10 untuk LI postur pengangkatan dan 1,80 untuk Li postur pemindahan. Berdasarkan nilai Li yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa tingkat resiko pengangkatan material termasuk ke dalam kategori sedang yang artinya terdapat masalah dalam kegiatan tersebut. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Li postur pengangkatan dan postur pemindahan yaitu $1 < 3$. Setelah dilakukan upaya perbaikan, tingkat resiko pekerjaan turun level dari sedang menjadi rendah. Usulan pemecahan masalah yaitu melatih pekerja dengan melakukan sosialisasi dan pelatihan postur yang benar saat memindahkan dan mengangkat material, dan memberikan poster infografis yang menjelaskan tentang postur yang baik dan benar di bagian pemuatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan untuk Rektor Universitas PGRI Yogyakarta, atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Dukungan dari civitas Universitas PGRI Yogyakarta khususnya Program Studi Teknik Industri sangat berharga dalam menyediakan sarana dan prasarana yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanto, O., Prasetyo, F. A., & Ramadhani, M. F. K. (2019). *Manual Material Handling in the 'Karung' Lifting Process Using Biomechanic and Physiologi Approach*. *Jurnal Penelitian Saintek*, 24(1), 32–38. <https://doi.org/10.21831/jps.v24i1.23611>
- Chaffin, D. B., Andersson, G. B. J., & Martin, B. J. (2006). *Occupational Biomechanics*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hanifah, S. D., Astuti, R. D., & Jauhari, W. A. (2019). *Perancangan Meja Kerja Produksi Tahu Berdasarkan Analisis NBM, QEC, dan RULA. (Studi Kasus: Industri Pengolahan Tahu Tradisional Kampung Krajan Surakarta)*. Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2019, 47–54.
- Karwowski, W., & Marras, W. S. (2006). *The Occupational Ergonomics Handbook*. London : CRC Press
- Lesmana, D. (2022). *Analisis Beban Kerja Menggunakan Metode Recommended Weight Limit dan Lifting Index*. *Jurnal Teknologi*, 21–26. <https://doi.org/10.35134/jitekin.v12i1.66>
- Lukodono, R. P., & Lin, C. J. (2023). *RULA-based Work Posture Evaluation for Indonesian Workers: A Comparison Between Office and Manufacturing*. <https://doi.org/10.1063/5.0119107>
- Margaretha, N. (2022). *Analisis Kegiatan Manual Material Handling Terhadap Gejala Musculoskeletal Disorder pada Operator Gudang*. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 3(2), 167–190. <https://doi.org/10.36418/jiss.v3i2.539>
- Sari, P. H., & Lukodono, R. P. (2024). *Studi Analisis Postur Kerja Terhadap Tegangan Otot dan Risiko Gangguan Muskuloskeletal (MSDs) dengan Pendekatan Muscular Activity Evaluation*. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Manajemen Industri Universitas Brawijaya*, 02(04), 439–455.
- Suhendar, A., Sinaga, A. B., Firmansyah, A., Supriyadi, S., & Kusmasari, W. (2023). *Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerjaan Pengangkutan Galon Air Mineral*. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 71–78. <https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5641>
- Wignjosobroto, S. (1991). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan* (ed. 3) Surabaya: Guna Widya.

PENGARUH *BODY COOLING* STRATEGIES TERHADAP PENURUNAN *HEAT STRAIN* KETIKA MELAKUKAN AKTIVITAS DI LINGKUNGAN PANAS

(*THE EFFECT OF BODY COOLING STRATEGIES ON HEAT STRAIN ALLEVIATION DURING PHYSICAL ACTIVITIES IN HOT ENVIRONMENTS*)

Risky Haryanto, Mukhammad Ayyub, Titis Wijayanto *

Departemen Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia
E-mail: riskyharyanto@mail.ugm.ac.id, mukhammadayyub@mail.ugm.ac.id, twijaya@ugm.ac.id

*Corresponding Author

ABSTRAK

Penggunaan body cooling menjadi alternatif yang efektif untuk menurunkan heat strain. Penelitian ini membahas pengaruh cold water consumption (CW) dan forearm immersion (FI) untuk mengurangi heat strain. Partisipan penelitian ini adalah 12 mahasiswa laki-laki ($25,17 \pm 2,15$ tahun) dan akan melakukan aktivitas di dalam ruang pengkondisian selama 30 menit. Kemudian diberikan pendinginan (CON, CW, dan FI) pada recovery 1. Lalu beraktivitas lagi selama 30 menit dan diakhiri dengan pendinginan yang sama selama 20 menit pada recovery 2. Parameter penelitian ini adalah perubahan suhu timpani, suhu permukaan kulit, denyut jantung, sweat losses, sensasi termal, dan kenyamanan termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan suhu permukaan kulit pada kondisi FI lebih rendah secara signifikan dibandingkan CON ($p < 0,001$), dan CW juga lebih rendah signifikan dibandingkan CON ($p < 0,014$). Pada recovery 2, perubahan suhu kulit pada FI lebih rendah signifikan dibandingkan CON dan CW ($p < 0,001$). FI memberikan sweat losses lebih rendah dibandingkan CON ($p < 0,031$). Tidak ada perbedaan signifikan pada perubahan suhu timpani di semua kondisi. Perubahan denyut jantung pada FI lebih rendah namun tidak signifikan. Sensasi termal lebih rendah pada FI dan lebih tinggi pada CON, sedangkan kenyamanan termal lebih rendah pada FI dan lebih tinggi pada CW saat recovery 2. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa forearm immersion dapat menjadi strategi body cooling yang efektif untuk mengurangi heat strain pada pekerja di lingkungan panas.

Kata kunci: Heat strain, Body cooling, Cold water consumption, Forearm immersion, Heat strain alleviation

ABSTRACT

The use of body cooling is an effective alternative to reduce heat strain. This study investigates the effects of coldwater consumption (CW) and forearm immersion (FI) on reducing heat strain. The participants were 12 male students (25.17 ± 2.15 years old) who performed activities in a conditioning room for 30 minutes. They were then given cooling interventions (CON, CW, and FI) during recovery 1, followed by another 30 minutes of activity, and the same cooling interventions for 20 minutes during recovery 2. The study parameters included changes in tympanic temperature, skin surface temperature, heart rate, sweat losses, thermal sensation, and thermal comfort. Results showed that changes in skin surface temperature were significantly lower in the FI condition compared to CON ($p < 0.001$), and CW was also significantly lower than CON ($p < 0.014$). During recovery 2, changes in skin temperature in FI were significantly lower than both CON and CW ($p < 0.001$). FI resulted in significantly lower sweat losses compared to CON ($p < 0.031$). There were no significant differences in tympanic temperature changes across all conditions. Changes in heart rate in the FI condition were lower but not significant. Thermal sensation was lower in FI and higher in CON, while thermal comfort was lower in FI and higher in CW during recovery 2. In conclusion, forearm immersion can be an effective body cooling strategy to reduce heat strain in workers in hot environments.

Keyword: Heat stress, Body cooling, Cold water consumption, Forearm immersion, Heat strain alleviation

1. PENDAHULUAN

Manusia memiliki mekanisme termoregulasi yang mengatur panas dalam tubuh secara otomatis untuk menjaga fungsi organ. Namun, tubuh hanya dapat menahan perubahan temperatur hingga batas tertentu, yaitu 41°C (Krishnan *et al.*, 2018). Menurut Sunaryo (2014), ketika mencapai batas ini, tubuh mengalami gangguan akibat panas seperti penurunan performa fisik dan kognitif, pusing, mual, muntah, dan jika tidak ditangani, bisa berujung pada kematian. Berdasarkan data dari *World Meteorology Organization* (WMO), terdapat 489.000 kematian akibat perubahan temperatur antara tahun 2000 hingga 2019, dengan 45% di Asia dan 36% di Eropa.

Banyaknya kasus kematian ini menjadi ancaman serius bagi pekerja di lingkungan panas. Menurut *Centers for Diseases Control and Prevention*, pekerja muda (18-34 tahun) dan pekerja tua (54 tahun ke atas) sangat rentan terhadap penurunan performa kognitif dan fisik akibat panas ekstrem. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa gejala gangguan panas sering terjadi, seperti pada pekerja proyek LRT di JABODETABEK (Hartanindya & Ramdhan, 2022) dan proyek pengembangan bandara di Semarang (Setyaningsih *et al.*, 2018). Fullagar *et al.* (2022) mengklasifikasikan pendinginan tubuh menjadi tiga: control (pemberian air minum temperatur lingkungan), basic (air minum dingin atau perendaman tubuh dalam air), dan advanced (metode canggih seperti *mist fan* atau *cooling vest*).

Metode pendinginan tubuh bertujuan mengurangi *heat strain* dan dibagi menjadi pendinginan eksternal pada permukaan kulit (Krishnan *et al.*, 2018; Schlicht *et al.*, 2018) salah satunya dengan penggunaan *cooling vest* (Anggraini *et al.*, 2022; Wijayanto *et al.*, 2018), dan pendinginan internal, melalui konsumsi cairan (Choo *et al.*, 2023; Tabuchi *et al.* (2021). Guo *et al.* (2019) menemukan bahwa *cooling vest* dengan dua kipas dan delapan gel pendingin dapat menurunkan temperatur inti tubuh. Dehghan & Mirzabe (2023) menemukan bahwa *cooling vest* evaporatif mampu mengurangi *Perceptual Strain Index* (PeSI) dan *Physiological Strain Index* (PSI). Ciuha *et al.* (2023) berpendapat bahwa *cooling vest* mempengaruhi respon termoregulasi dan kognitif, namun Yi *et al.* (2017) menemukan bahwa *cooling vest* hanya berdampak pada temperatur permukaan kulit. Selain itu, *cooling vest* menyebabkan ketidaknyamanan dan membutuhkan sumber daya besar. Metode pendinginan eksternal lain termasuk perendaman lengan (*forearm immersion*), pendinginan wajah, dan leher. Langan *et al.* (2023) menemukan bahwa *forearm immersion* lebih efektif dibanding kipas.

Pendinginan internal, seperti hidrasi, juga penting untuk mengurangi *heat strain*. Prayitno *et al.* (2020) menemukan bahwa hidrasi rendah meningkatkan risiko gangguan kesehatan. Tran *et al.* (2023) menunjukkan bahwa menjaga keseimbangan cairan tubuh penting untuk mencegah penyakit akibat panas. Hanya saja, penelitian yang dilakukan oleh Naito *et al.* (2022) dan Takada *et al.* (2022) menemukan bahwa minuman isotonik tidak signifikan mempengaruhi temperatur inti tubuh tetapi mencegah hipoglikemia. Hal ini bertolak belakang dengan penelitian yang dilakukan oleh Wijayanto *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa minuman dingin mampu menurunkan tingkat *heat strain* selama beraktivitas fisik di lingkungan panas.

Berdasarkan uraian tersebut, pekerja di lingkungan panas sangat rentan terhadap *heat-related illness*. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi strategi pendinginan yang efektif dan praktis. Penelitian ini bertujuan menginvestigasi pengaruh dari pemberian *cooling strategy* berupa konsumsi air dingin (*cold water consumption*) dan *forearm immersion* selama fase *recovery* terhadap penurunan *heat strain* bagi pekerja ketika melakukan aktivitas di lingkungan panas. Implikasi dari penelitian ini adalah memberikan wawasan dan rekomendasi praktis tentang strategi pendinginan yang efektif dan mudah diterapkan untuk melindungi kesehatan pekerja di lingkungan panas, serta mengurangi risiko penyakit akibat panas.

2. METODE

2.1 Partisipan





Partisipan penelitian ini adalah mahasiswa laki-laki yang berdomisili di Yogyakarta berjumlah 12 orang yang didapatkan berdasarkan *significant level* = 0.05, *statistical power* = 0.95 dengan usia $25,17 \pm 2,15$ tahun, tinggi badan $172,83 \pm 4,72$ cm, berat badan $72,88 \pm 8,65$ kg, BMI (*body mass index*) $24,39 \pm 2,63$ kg/m², dan BSA (*body surface area*) $1,86 \pm 0,11$ m².

2.2 Cooling Intervention

Partisipan diminta untuk mengikuti 3 kondisi berdasarkan jenis *cooling intervention*, yaitu partisipan mengonsumsi air sebanyak 7 g/kg berat badan dengan suhu normal (CON) (Racinais *et al.*, 2021), partisipan akan mengonsumsi air dingin dengan suhu ± 10 °C sebanyak 7 g/kg berat badan (CW) (Moss *et al.*, 2021), dan partisipan akan melakukan perendaman pada bagian pergelangan tangan selama 15 menit di dalam box dengan suhu ± 28 °C (FI) (Fullagar *et al.*, 2022). semua kondisi tersebut dilakukan pada fase *recovery 1* dan *recovery 2* selama 15 menit.

2.3 Alur Eksperimen

Pada tahap awal, partisipan akan duduk selama 10 menit dengan tujuan mengamati respon fisiologis tubuh ketika berada di lingkungan yang panas saat tidak melakukan aktivitas apapun selama 15 menit. Selanjutnya, partisipan akan melakukan aktivitas fisik (*activity 1 dan activity 2*) di ruangan pengkondisian yang telah di atur berdasarkan kondisi lingkungan pekerjaan konstruksi (Yi *et al.*, 2017) dengan pengaturan kondisi lingkungan WBGT = $30,03 \pm 0,38$ °C; Kelembaban Udara = $49,80 \pm 5,09$ %; Suhu Udara = $36,13 \pm 0,48$ °C; Radiasi Matahari = $624,48 \pm 13,84$ W/m². Saat melakukan aktivitas, partisipan akan berlari treadmill dengan kecepatan 4 km/jam selama 2 menit, beristirahat selama 30 detik, melanjutkan aktivitas berupa berjalan di treadmill dengan kecepatan 4 km/jam sambil mengangkat beban 10 kg selama 2 menit, Kembali beristirahat selama 30 detik, melanjutkan aktivitas naik turun tangga selama 2 menit, beristirahat lagi selama 30 detik, melakukan aktivitas terakhir berupa menggerakkan *battle rope* selama 2 menit dan di akhiri dengan *recovery* yang dibagi menjadi dua berdasarkan aktivitas yang dilakukan yaitu *recovery 1* dan *recovery 2* dengan durasi 15 menit.

Parameter Pengukuran	Tahap Pengujian																					
	Pre-testing	Baseline		Pre-cooling			Activity 1			Recovery 1			Activity 2			Recovery 2			Post-testing			
	2'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'	60'	65'	70'	75'	80'	85'	90'	95'	2'	
BB, HG																						
HR, Tty, Tsk																						
TS, TC, WS, TH, RPE																						
Aktivitas yang dilakukan pada Tahap Activity 1 dan Activity 2 :																						
	Istirahat			Istirahat				Istirahat				Pengukuran Perseptual										
	2 menit		30 detik		2 menit			30 detik			2 menit			30 detik								
	Jalan Cepat 4 km/jam				Jalan Cepat 4 km/jam Membawa Beban 10 kg						Naik Turun Tangga Tempo 80 bpm Membawa Beban 10 kg			Battle Rope								
<i>2x Repetition</i>																						

Gambar 2.1. Alur Eksperimen.

2.4 Analisis data

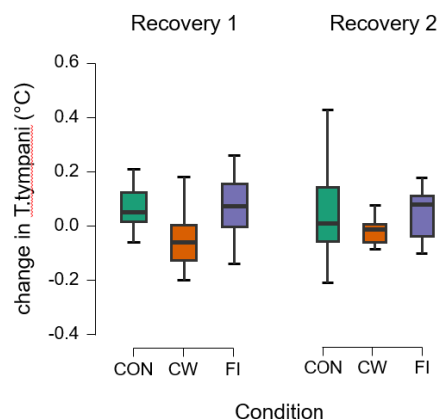
Sebelum dilakukan analisis data statistika, data diuji normalitasnya untuk mengetahui data memenuhi syarat untuk dilakukannya uji parametrik. Bila asumsi parametrik terpenuhi, maka akan dianalisis menggunakan *repeated measurement analysis of variance* (RM-ANOVA). Jika asumsi parametrik tidak terpenuhi, maka akan dianalisis dengan menggunakan uji *Friedman*. Hasil data disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi. Uji beda pasangan akan (*paired t-test* atau uji *Wilcoxon Signed Rank*) dengan Bonferroni *correction* antara CON dan COOLING (*forearm immersion* dan *cold water*) pada titik waktu yang sama untuk menentukan perbedaan signifikan antar kondisi. Perbedaan signifikan dirancang pada $p < 0.05$. analisis statistika dilakukan dengan menggunakan *JASP statistic software* (version 0.18.3.0).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

1. *Tympanic temperature*

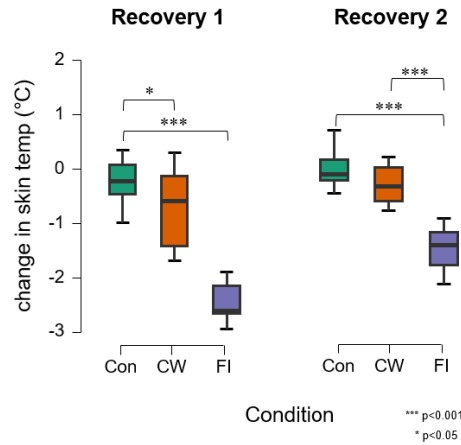
Perubahan suhu timpani (ΔT_{ty}) tiap tahap dapat dilihat pada gambar 3.1. Berdasarkan uji *post hoc*, tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan pada tiap kondisi. Meskipun tidak signifikan, nilai ΔT_{ty} pada kondisi CW lebih rendah bila dibandingkan dengan CON dan FI baik pada *recovery 1* maupun *recovery 2*.



Gambar 3.1. Perubahan temperatur timpani.

2. *Skin Temperature*

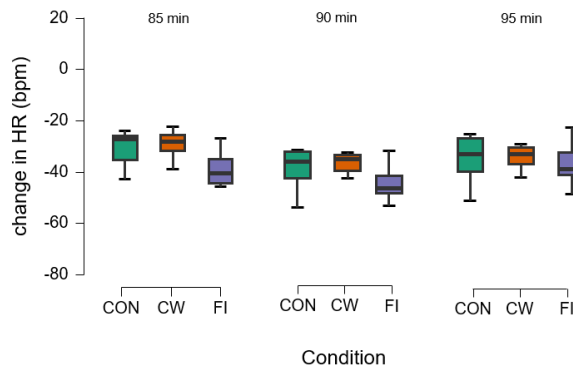
Pada analisis data pada skin temperature, didapatkan bahwa perubahan suhu permukaan kulit (ΔT_{sk}) dapat dilihat pada gambar 3.2. pada kondisi FI secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan CON ($p < 0,001$) dan CW lebih rendah secara signifikan bila digandingkan dengan CON ($p < 0,014$). Pada tahap Recovery 2, nilai ΔT_{sk} pada kondisi FI secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan CON dan CW ($p < 0,001$)



Gambar 3.2. Perubahan temperatur kulit.

3. *Heart rate*

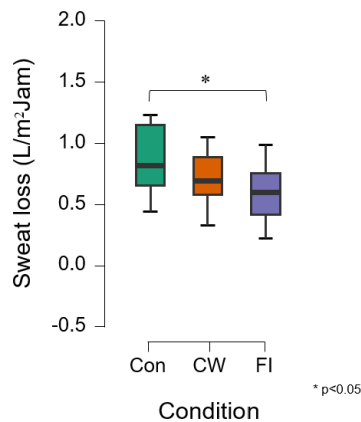
Detail perubahan denyut jantung (ΔHR) tiap tahap dapat dilihat pada Gambar 3.3. Berdasarkan uji post hoc, nilai ΔHR pada kondisi FI lebih rendah namun tidak signifikan, baik pada saat menit 85, 90, dan 95.



Gambar 3.3. nilai ΔHR .

4. *Sweat losses*

Berdasarkan analisis data *sweat losses* menggunakan RM-ANOVA, didapatkan bahwa FI lebih rendah secara signifikan bila dibandingkan dengan CON ($p < 0,031$). Akan tetapi tidak memiliki perbedaan signifikan terhadap CW ($p < 0,502$).



Gambar 3.4. Sweat losses.

5. Thermal sensation

Berdasarkan hasil analisis terhadap sensasi termal, didapatkan bahwa partisipan cenderung memiliki skor sensasi termal yang lebih rendah ketika berada pada fase FI dengan skor $0,92 \pm 1,41$ saat berada pada fase Recovery 1 dan cenderung memiliki sensasi termal yang tinggi saat berada pada fase CON dengan skor $2,75 \pm 1,011$.

Tabel 3.1. Thermal sensation.

Kondisi	Activity 1	Recovery 1	Activity 2	Recovery 2
CON	$2,75 \pm 1,01$	$0,75 \pm 0,81$	$3 \pm 0,82$	$1,29 \pm 1,17$
CW	$2,58 \pm 0,82$	$-0,46 \pm 1,21$	$3 \pm 0,70$	$-0,13 \pm 1,15$
FI	$2,42 \pm 0,99$	$-0,92 \pm 1,41$	$3 \pm 0,70$	$-0,67 \pm 1,61$

6. Thermal comfort

Berdasarkan hasil analisis terhadap kenyamanan termal, didapatkan bahwa partisipan cenderung memiliki kenyamanan termal yang lebih rendah yaitu dengan skor $-1,917 \pm 0,764$ saat kondisi FI dan memiliki kenyamanan termal yang lebih tinggi dengan skor $0,458 \pm 0,964$ fase CW ketika berada pada Recovery 2. Hal ini mengindikasikan bahwa partisipan cenderung lebih nyaman ketika berada pada kondisi FI.

Tabel 3.2. Thermal comfort.

Kondisi	Activity 1	Recovery 1	Activity 2	Recovery 2
CON	$-1,62 \pm 1,09$	$0,12 \pm 0,88$	$-0,191 \pm 0,87$	$-0,37 \pm 1,09$
CW	$-1,41 \pm 1,27$	$0,45 \pm 0,96$	$-1,66 \pm 1,33$	$0,37 \pm 0,95$
FI	$-1,20 \pm 1,01$	$1,04 \pm 0,58$	$-1,91 \pm 0,76$	$-0,58 \pm 1,04$

3.2 Pembahasan

Analisis yang dilakukan pada perbedaan suhu timpani menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan di semua kondisi ($p \text{ value} > 0,05$). Akan tetapi, pada kondisi CW cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan kondisi lainnya yang mengindikasikan, mengonsumsi air dingin berperan dalam menurunkan temperatur timpani meskipun tidak signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Chalmers *et al.* (2019) dan Fullagar *et al.* (2022) bahwa konsumsi air dingin dapat menurunkan suhu timpani

setelah melakukan aktivitas fisik yang berat. Pada pengukuran perubahan temperatur permukaan kulit, didapatkan bahwa pada kondisi *recovery 1* dan *recovery 2*, kondisi FI memiliki nilai lebih rendah secara signifikan bila dibandingkan dengan CON (p value > 0,001) akan tetapi tidak berbeda secara signifikan bila dibandingkan dengan CW (p value > 0,05). Selain itu, pada *recovery 2*, FI lebih rendah secara signifikan bila dibandingkan dengan CON dan CW (p value > 0,001). Hal ini disebabkan oleh *forearm immersion* yang merupakan jenis pendinginan pada bagian luar tubuh dan langsung berinteraksi dengan permukaan kulit terutama pada bagian lengan bawah (Moss *et al.*, 2021; Fullagar *et al.*, 2022). Hasil analisis pada perubahan HR menunjukkan bahwa tidak perbedaan yang signifikan di semua kondisi. Akan tetapi, kondisi FI cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan CON dan CW pada menit ke-85 dan 90 sedangkan pada menit ke-90 cenderung hampir sama di semua kondisi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nakamura *et al.* (2021) dan Fullagar *et al.* (2022) dimana HR akan mengalami penurunan akibat adanya pengecilan pembuluh darah (*vasoconstriction*) sebagai bagian dari respon balik *hypothalamus* ke permukaan kulit melalui *thermoreceptors*. Hasil analisis pada *sweet losses* menunjukkan bahwa kondisi FI secara signifikan lebih rendah bila dibandingkan dengan CON, akan tetapi tidak signifikan bila dibandingkan dengan CW. Hal ini menunjukkan bahwa FI memberikan dampak yang signifikan pada penurunan *sweet losses* (Ashtekar *et al.*, 2019), dimana penggunaan *forearm immersion* dapat memengaruhi pengurangan keringat yang keluar dari tubuh. Hasil analisis deskriptif yang dilakukan terhadap *thermal comfort* dan *thermal sensation* menunjukkan bahwa kondisi FI cenderung memiliki tingkat ketidaknyamanan yang paling rendah bila dibandingkan dengan kondisi yang lain. Meskipun demikian, pada akhir eksperimen partisipan secara keseluruhan mengatakan bahwa penggunaan *forearm immersion* cenderung lebih nyaman dan lebih sejuk bila dibandingkan dengan kondisi yang lain. Hal ini disebabkan oleh persepsi antar partisipan terhadap sensasi sejuk dan kenyamanan secara termal yang berbeda-beda sehingga menyebabkan adanya perbedaan hasil pengukuran. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Moss *et al.* (2022), bahwa *forearm immersion* cenderung lebih nyaman dan sejuk saat beraktivitas di lingkungan panas.

4. KESIMPULAN

Penggunaan *forearm immersion* dapat menjadi alternatif strategi *body cooling* terbaik untuk mengurangi tingkatan heat strain pada seseorang yang bekerja salah satunya adalah di lingkungan pekerja konstruksi. Hal ini terlihat bahwa *forearm immersion* dapat memberikan dampak yang signifikan pada temperatur permukaan kulit. Dikarenakan penelitian terkait *cooling intervention* masih sangat luas cakupannya maka, untuk penelitian kedepannya sangat disarankan untuk mengeksplor lebih jauh lagi dan pada penelitian selanjutnya mempertimbangkan untuk menerapkan *mixed strategy*, yaitu menerapkan *cooling intervention* secara kombinasi melalui konsumsi air dingin sebagai pendinginan tubuh secara internal dan pendinginan pada permukaan kulit sebagai pendinginan tubuh secara eksternal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh partisipan yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D. A., Wijayanto, T., Palguna, A., Trapsilawati, F., Wasityastuti, W., & Dianita, O. (2022). Pengaruh Penggunaan Cooling Vest pada Alat Pelindung Diri Tenaga Medis Terhadap Penurunan Heat Strain Selama Aktivitas Fisik. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE) Vol 5(2)*, 5(2). <https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1600>
- Ashtekar, S., Mishra, S. D., Kapadia, V., Nag, P., & Singh, G. (2019). Workplace Heat Exposure Management in Indian Construction Workers Using Cooling Garment. *Workplace Health and Safety*, 67(1), 18–26. <https://doi.org/10.1177/2165079918785388>
- Centers for Disease and Prevention (2021). Extreme heat and construction falls. Retrieved from https://stacks.cdc.gov/view/cdc/114640/cdc_114640_DS1.pdf [27 juni 2024]
- Chalmers, S., Siegler, J., Lovell, R., Lynch, G., Gregson, W., Marshall, P., & Jay, O. (2019). Brief in-play cooling breaks reduce thermal strain during football in hot conditions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 912–917. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.04.009>

- Choo, H. C., Choo, D. H. W., Tan, I., Chang, J., Chow, K. M., Lee, J. K. W., Burns, S. F., & Ihsan, M. (2023). Effect of ice slurry ingestion on thermoregulatory responses during fixed-intensity cycling in humid and dry heat. *European Journal of Applied Physiology*, 123(10), 2225–2237. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05235-y>
- Ciuhă, U., Valenčič, T., Ioannou, L. G., & Mekjavic, I. B. (2023). Efficacy of cooling vests based on different heat-extraction concepts: The HEAT-SHIELD project. *Journal of Thermal Biology*, 112(March 2022). <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103442>
- Dehghan, H., & Mirzabe, M. (2023). The effect of evaporative cooling vests on the physiological and perceptual strain indices of construction workers. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 12(1), 4. https://doi.org/10.4103/ijehe.ijehe_50_20
- Fullagar, H., Notley, S. R., Fransen, J., Richardson, A., Stadnyk, A., Lu, D., Brown, G., & Duffield, R. (2022). Cooling strategies for firefighters: Effects on physiological, physical, and visuo-motor outcomes following fire-fighting tasks in the heat. *Journal of Thermal Biology*, 106(March), 103236. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103236>
- Guo, Y., Chan, A. P. C., Wong, F. K. W., Li, Y., Sun, S., & Han, X. (2019). Developing a hybrid cooling vest for combating heat stress in the construction industry. *Textile Research Journal*, 89(3), 254–269. <https://doi.org/10.1177/0040517517743685>
- Hartanindya, R. L., & Ramdhan, D. H. (2022). Analisis Hubungan Indeks Tekanan Panas Dengan Tingkat Kelelahan Kerja Di Proyek Konstruksi Light Rail Transit (Lrt) Jabodebek Depo Jatimulya. *PREPOTIF : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1), 486–494. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v6i1.3629>
- Krishnan, A., Singh, K., Sharma, D., Upadhyay, V., & Singh, A. (2018). Effect of wrist cooling on aerobic and anaerobic performance in elite sportsmen. *Medical Journal Armed Forces India*, 74(1), 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2017.04.004>
- Langan, S. P., Manning, C. N., Morrissey, M. C., Gulati, T., Laxminarayan, S., Reifman, J., & Casa, D. J. (2023). Efficacy of two intermittent cooling strategies during prolonged work-rest intervals in the heat with personal protective gear compared with a control condition. *European Journal of Applied Physiology*, 123(5), 1125–1134. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05139-x>
- Moss, J. N., Trangmar, S. J., Mackenzie, R. W. A., & Tyler, C. J. (2021). Journal of Science and Medicine in Sport The effects of pre- and per-cooling interventions used in isolation and combination on subsequent 15-minute time-trial cycling performance in the heat. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(8), 800–805. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.04.006>
- Naito, T., Saito, T., Morito, A., Yamada, S., Shimomasuda, M., & Nakamura, M. (2022). Pre-cooling with ingesting a high-carbohydrate ice slurry on thermoregulatory responses and subcutaneous interstitial fluid glucose during heat exposure. *Journal of Physiological Anthropology*, 41(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40101-022-00309-w>
- Nakamura, M., Nakamura, D., Yasumatsu, M., & Takahashi, H. (2021). Effect of ice slurry ingestion on core temperature and blood pressure response after exercise in a hot environment. *Journal of Thermal Biology*, 98(March), 102922. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102922>
- Prayitno, D. A., Rachmawati, S., Widjanarti, M. P., Hawali, H., & Matin, A. (2020). *Correlation of Heat Stress to Hydration Status of Workers at Weaving Section of Textile Industries*. 8(April), 8–11.
- Racinais, S., Ihsan, M., Taylor, L., Cardinale, M., Adami, P. E., Alonso, J. M., Bouscaren, N., Buitrago, S., Esh, C. J., Gomez-Ezeiza, J., Garrandes, F., Havenith, G., Labidi, M., Lange, G., Lloyd, A., Moussay, S., Mtibaa, K., Townsend, N., Wilson, M. G., & Bermon, S. (2021). Hydration and cooling in elite athletes: Relationship with performance, body mass loss and body temperatures during the Doha 2019 IAAF World Athletics Championships. *British Journal of Sports Medicine*, 55(23), 1335–1341. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103613>

- Schlicht, E., Caruso, R., Denby, K., Matias, A., Dudar, M., & Ives, S. J. (2018). Effects of Wrist Cooling on Recovery From Exercise-Induced Heat Stress With Firefighting Personal Protective Equipment. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(11). https://journals.lww.com/joem/fulltext/2018/11000/effects_of_wrist_cooling_on_recovery_from.12.aspx
- Setyaningsih, Y., Imas, K., & Suroto. (2018). Working climate, physical workload and its relation to heat strain on construction workers at airport development project. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(9), 37–42.
- Sunaryo, W. (2014). *Ergonomi Dan K3 (Kesehatan Dan Keselamatan Kerja)*. PT Remaja Rosdakarya.
- Tabuchi, S., Horie, S., Kawanami, S., Inoue, D., Morizane, S., Inoue, J., Nagano, C., Sakurai, M., Serizawa, R., & Hamada, K. (2021). Efficacy of ice slurry and carbohydrate–electrolyte solutions for firefighters. *Journal of Occupational Health*, 63(1), 1–11. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12263>
- Takada, S., Otsuka, J., Okamoto, Y., Watanabe, D., Aoki, M., Fujii, N., Kenny, G. P., Enoki, Y., Maejima, D., & Amano, T. (2022). Effects of ingestion of isomaltulose beverage on plasma volume and thermoregulatory responses during exercise in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, 122(12), 2615–2626. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05044-9>
- Tran, N. Q. L., Nghiem, S., Chu, C., Luong, M. A., Ho, T. T., & Phung, D. (2023). The Prevalence of Heat-related Illnesses and Associated Factors among Rice Farmers in Vietnam. *Journal of Agromedicine*, 28(3), 486–496. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2022.2154086>
- Wijayanto, T., Afyudin, O. A., & Zain, A. R. K. (2018). Pengaruh penempatan PCM berbahan minyak sawit pada cooling vest terhadap penurunan heat strain ketika beraktifitas fisik di lingkungan panas. *Jurnal Ergonomi Dan K3*, 3(1), 5–10. <https://doi.org/10.5614/j.ergo.2018.3.1.2>
- Wijayanto, T., Bratadewi, V. K., Rahman, G. F. A., Sinawang, M., & Prakasa, H. S. (2019). Comparison of the effect of cold fluid and crushed ice ingestion on thermoregulatory responses during physical activity in a simulated hot-humid environment. *Industrial Engineering and Management Systems*, 18(4), 600–608. <https://doi.org/10.7232/iems.2019.18.4.600>
- World Meteorology Organization (2023). Climate change is bad for health but climate services save lives. Retrieved from <https://wmo.int/news/media-centre/climate-change-bad-health-climate-services-save-lives>. [29 Juni 2024]
- Yi, W., Zhao, Y., & Chan, A. P. C. (2017). Evaluating the effectiveness of cooling vest in a hot and humid environment. *Annals of Work Exposures and Health*, 61(4), 481–494. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx007>

ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PRODUKSI BATIK DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA)

(Studi Kasus di UMKM Batik Atiiqna Samarinda)

*(ANALYSIS OF OPERATIONAL RISK OF BATIK PRODUCTION USING THE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) AND FAULT TREE ANALYSIS (FTA) METHODS
(Case Study at UMKM Batik Atiiqna Samarinda)*

Jenny Noviani¹, La Ode Safar Tosungku², Theresia Amelia Pawitra³

¹⁾²⁾³ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Alamat: Jalan Sambaliung, Samarinda, Kalimantan Timur

E-mail: jynoviani@gmail.com

ABSTRAK

UMKM Batik Atiiqna merupakan salah satu UMKM Batik yang berada di Samarinda dan termasuk pencetus batik tulis pertama di Samarinda. UMKM Batik Atiiqna memiliki proses produksi dengan cara manual dan dilakukan pada rumah produksi atau home production. Perusahaan masih belum mengetahui bagaimana cara untuk melakukan identifikasi risiko dan manajemen risiko, sehingga dilakukan penelitian pengendalian risiko dengan mengantisipasi kegagalan dan membuat prosedur untuk mengurangi terjadinya kegagalan dengan menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan hasil pengolahan data mengenai perhitungan nilai prioritas risiko menggunakan metode FMEA didapatkan nilai RPN total untuk 28 risiko sebesar 1365. Dari 28 risiko tersebut, nilai RPN diolah kembali menggunakan diagram pareto dan ditemukan sebanyak 7 risiko prioritas tertinggi dengan indikator sebagai penghasil 80% dari total nilai RPN. Usulan perbaikan yang direkomendasikan menggunakan beberapa pendekatan ergonomi dan lingkungan yaitu membuat Industri Pengolahan Air Limbah (IPAL), melakukan perancangan ulang terkait jadwal kerja dan beban kerja yang sesuai, mendaftarkan motif yang telah ada sebagai hak cipta pelaku usaha, mencari supplier bahan baku yang dekat dengan rumah produksi, melakukan pembuatan website penjualan sebagai media pemasaran yang resmi, melakukan quality control pada tiap produk yang dihasilkan guna mempertahankan kualitas produk dan daya saing di pasaran, dan menghitung persediaan bahan baku tiap periode produksi.

Kata kunci: Batik, Risiko, Ergonomi, FMEA, FTA

ABSTRACT

UMKM Batik Atiiqna is one of the Batik Industry's in Samarinda and is one of the originators of the first written batik in Samarinda. UMKM Batik Atiiqna has a manual production process and is carried out in a production house or home production. Companies still don't know how to identify risks and manage risks, so risk control research is carried out by anticipating failures and creating procedures to reduce the occurrence of failures using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods. data regarding the calculation of risk priority values using the FMEA method showed that the total RPN value for 28 risks was 1365. From these 28 risks, the RPN values were reprocessed using the Pareto diagram and found as many as 7 highest priority risks with indicators producing 80% of the total RPN value. The recommended improvements that ergonomics and environmental approaches to create a Waste Water Treatment Industry (IPAL), redesign work schedules and appropriate workloads, register existing motifs as business owners' copyrights, look for raw material suppliers close to the production house, create a website. sales as an official marketing medium, carrying out quality control on each product produced to maintain product quality and competitiveness in the market, and calculating raw material inventory for each production period.

Keywords: Batik, risk, ergonomic, FMEA, FTA

PENDAHULUAN

UMKM Batik Atiiqna merupakan salah satu UMKM Batik tulis di Samarinda dan termasuk pencetus batik tulis pertama di Samarinda yang memiliki proses produksi dengan cara manual. UMKM Batik Atiiqna memiliki beberapa aktivitas utama yaitu pembelian bahan baku, proses produksi, proses distribusi, hingga proses penjualan. Proses yang dilalui oleh UMKM Batik Atiiqna tersebut memiliki tingkatan yang rendah dalam menghadapi risiko-risiko yang mungkin terjadi dan apabila ditemukan risiko tersebut pada aktivitas operasional dapat berpengaruh negatif terhadap proses bisnis. UMKM Batik Atiiqna memiliki beberapa potensi risiko dalam proses

operasionalnya. Risiko kesalahan dalam proses pembuatan batik tulis akan mengakibatkan produk menjadi cacat atau rusak sedemikian rupa sehingga tidak dapat dijual. Pengendalian risiko dengan mengantisipasi kegagalan dan membuat prosedur untuk mengurangi terjadinya kegagalan dengan biaya adalah definisi dari manajemen risiko. Metode *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko yang ada dalam penelitian ini. FMEA digunakan untuk menentukan tingkat keparahan, kejadian dan deteksi dan dikalikan untuk memberikan *Risk Priority Number (RPN)* yang dapat menentukan prioritas kegagalan yang harus diprioritaskan untuk diperbaiki. RPN tertinggi merupakan prioritas tindakan korektif segera. FTA berfungsi untuk mengetahui penyebab dari risiko yang timbul. Usaha ini memiliki beberapa potensi risiko dalam proses operasionalnya. Adapun proses operasional yang dilakukan dimulai dari penentuan bahan baku, proses pemesanan konsumen, dan proses produksi yang terdiri dari pemotongan kain, proses canting, pewarnaan batik, pencelupan, penjemuran, dan hasil produk akhir. Salah satu risiko yang terjadi ketika proses produksi yaitu pada saat proses membatik menggunakan canting tangan pekerja pembatik yang terkena oleh cairan lilin yang panas, dan pekerja melakukan pekerjaan tersebut selama rata-rata 6 jam dengan posisi statis dalam waktu yang lama. Hal ini tentu akan menimbulkan risiko yang tidak hanya berdampak pada produktivitas usaha ini melainkan Kesehatan dan keselamatan kerja para pekerja pengrajin batik. Apabila tidak dilakukan analisis risiko, maka UMKM Batik Atiqna akan memiliki beberapa kerugian yang mengganggu jalannya proses operasional perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini memilih prioritas risiko yang paling prioritas dengan menggunakan beberapa pendekatan ergonomi dan lingkungan yang diharapkan dengan melakukannya dengan benar akan meningkatkan produktivitas, Kesehatan keselamatan pekerja dan kualitas produk di UMKM Batik Atiqna dan meningkatkan kesadaran manajemen risiko pada perusahaan. Pendekatan yang akan dilakukan untuk melakukan usulan tindakan perbaikan yaitu menggunakan pendekatan ergonomi dan lingkungan.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan September 2023 sampai dengan Desember 2023. Adapun tempat pelaksanaannya adalah di UMKM Batik Atiqna yang beralamat di Jln. Pramuka No. 12 Kelurahan Gunung Kelua, Kota Samarinda.

Teknik Analisis Data

Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah analisis Mode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* (Dahlan et al., 2021). Kegagalan proses harus dicegah dengan menerapkan prosedur teknik yang telah terbukti untuk meningkatkan kinerja proses termasuk semua komponennya seperti manusia, teknologi, mesin dan sebagainya. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan analisis risiko dengan metode FMEA menurut pendapat Stamatis, 2019 yaitu sebagai berikut:

1. Pelaksanaan tinjauan terhadap teknik/prosedur yang akan dilakukan,
2. Pemahaman mengenai potensial *failure mode* dari teknik yang ditinjau,
3. Pembuatan tinjauan efek yang muncul akibat kemungkinan *failure mode*,
4. Penentuan nilai *severity (S)* merupakan estimasi seberapa parah akibat *failure mode*,
5. Pembuatan kemungkinan pemicu risiko (*Potensial Risk Cause*) dari *failure mode* pada teknik yang terjadi,
6. Penentuan nilai *occurance (O)* yang memperlihatkan nilai kekerapan kejadian akibat *potensial cause*,
7. Penentuan nilai *detection (D)*, deskripsi kemampuan proses kontrol untuk mengetahui atau menghindari terjadinya *failure mode*,
8. Perhitungan nilai Risk Priority Number (RPN) dengan cara mengalikan nilai *severity, occurance, detection* ($RPN=S*O*D$). nilai ini menggambarkan keparahan dari kemungkinan kegagalan, dan
9. Menyertakan ajuan perbaikan (*recommended action*) atas mode kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi.

Teknik FTA menurut pendapat Kurniawan et al. (2022) yang digunakan dalam penerapannya secara kualitatif memiliki 2 (dua) tipe notasi dasar: peristiwa (*events*) dan gerbang logika (*logic gates*). Notasi peristiwa terdiri dari 4 simbol, antara lain:

1. Lingkaran (*basic event*), simbol yang menunjukkan penyebab risiko ataupun bahaya. Dengan kata lain, ikon lingkaran merepresentasikan akar penyebab peristiwa risiko tidak memerlukan analisis lebih lanjut.
2. Persegi (*intermediate event*), simbol untuk suatu peristiwa yang masih perlu dianalisis lebih lanjut, biasanya simbol ini diikuti oleh *logic gates* untuk menggambarkan kejadian yang akan terjadi selanjutnya.

3. Segi 4 Wajik (*undeveloped event*), simbol yang menunjukkan bahwa kejadian yang ada tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena kurangnya data atau informasi.
4. Segitiga (*transfer symbol*), simbol yang merujuk untuk peristiwa yang masih memerlukan analisis lebih lanjut, tetapi diluar daripada peristiwa risiko yang paling penting untuk dilakukan analisis.

Gerbang logika (*logic gates*) menurut pendapat Kurniawan et al. (2022) terdiri dari 2 simbol, antara lain:

1. *And Gate*, simbol untuk peristiwa risiko yang mungkin terjadi jika semua kejadian *input* di bawahnya terjadi.
2. *OR Gate*, simbol untuk peristiwa risiko dapat terjadi apabila salah satu atau lebih dari input peristiwa di bawahnya terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

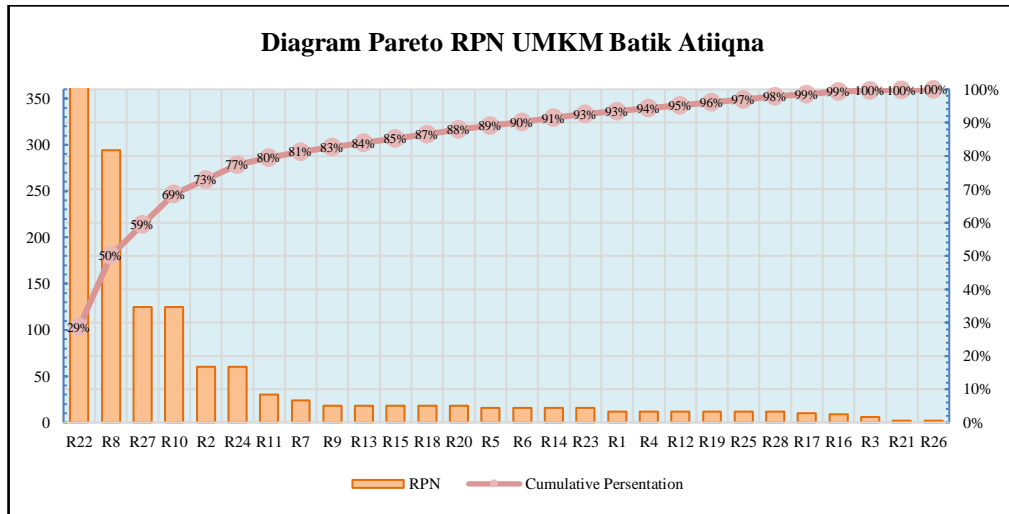
Permasalahan risiko operasional tersebut untuk permasalahan ini adalah melakukan pengolahan data mengenai data risiko operasional yang terjadi pada Perusahaan. Analisis risiko pada proses bisnis menggunakan metode FMEA dengan memberikan penilaian berdasarkan *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada tiap risiko untuk menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN). Berdasarkan diskusi dengan pemilik, diketahui terdapat 28 risiko yang terjadi dan mempengaruhi operasional perusahaan. Kemudian risiko yang telah divalidasi akan dinilai untuk *severity*, *occurrence*, *detection*. Penilaian terhadap RPN dilakukan dengan cara mewawancarai tiga orang *expert* yang terdiri dari 1 orang pemilik usaha, 1 orang admin operasional, dan 1 orang pengrajin batik. Hasil akhir dari pemberian rating dari masing-masing risiko yang dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Penentuan nilai *risk priority number* (RPN)

Jenis Risiko Operasional	Kode	Moda kegagalan potensial (<i>Failure Mode</i>)	S	O	D	RPN
Risiko teknologi	R1	Motif batik tidak rapi	3	2	2	12
	R2	Kesulitan dalam mempromosikan produk	3	4	5	60
	R3	Cairan canting yang melebar	3	2	1	6
Risiko sumber daya manusia	R4	Kesalahan pekerja pencatatan pemesanan	3	4	1	12
	R5	Pengrajin terkena cairan canting	2	2	4	16
Risiko proses	R6	Pengrajin memiliki keluhan kelelahan	4	2	2	16
	R7	Hasil batik tidak sesuai dengan ciri khas pelaku usaha	3	3	2	18
	R8	Gangguan otot rangka pengrajin batik	7	7	6	294
	R9	Kurangnya <i>supplier</i> pemasok bahan baku	3	2	3	18
	R10	Kelangkaan bahan baku	5	5	5	125
	R11	Harga bahan baku yang fluktuatif	5	2	3	30
	R12	Pengiriman bahan baku terlambat	3	2	2	12
	R13	Kecacatan bahan baku	3	2	3	18
	R14	Bahan baku yang berbeda	4	2	2	16
	R15	Bahan baku rusak	3	3	2	18
	R16	Pemotongan kain salah ukuran	3	3	1	9
	R17	Pola yang digambar salah	5	1	2	10
	R18	Pewarnaan tidak merata	3	2	3	18
	R19	Bahan lilin yang digunakan berbeda	2	3	2	12
	R20	Warna membaur satu dengan yang lainnya	3	3	2	18
	R21	Lilin malam sulit terlepas	1	1	2	2
R22	Limbah produksi mengalami penumpukan	8	7	7	392	
R23	Pengeringan produk tidak sesuai waktu dikarenakan perubahan cuaca	2	2	4	16	
R24	Hasil produksi mengalami kerusakan	3	4	5	60	
R25	Warna yang memudar ketika disimpan di gudang	2	3	2	12	
R26	Penurunan penjualan	1	1	2	2	
R27	Plagiasi motif batik	5	6	5	150	
Risiko eksternal	R28	Persaingan harga produk batik dengan pengusaha batik lainnya	4	3	1	12

Sumber: pengolahan data primer

Hasil penilaian *risk priority number* (RPN) terdapat 28 risiko yang kemudian akan dilakukan perbaikan berdasarkan prinsip pareto, 80% dari keseluruhan nilai RPN total dihasilkan dari risiko-risiko yang memiliki pengaruh signifikan dalam proses produksi batik pada UMKM Batik Atiiqna dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.

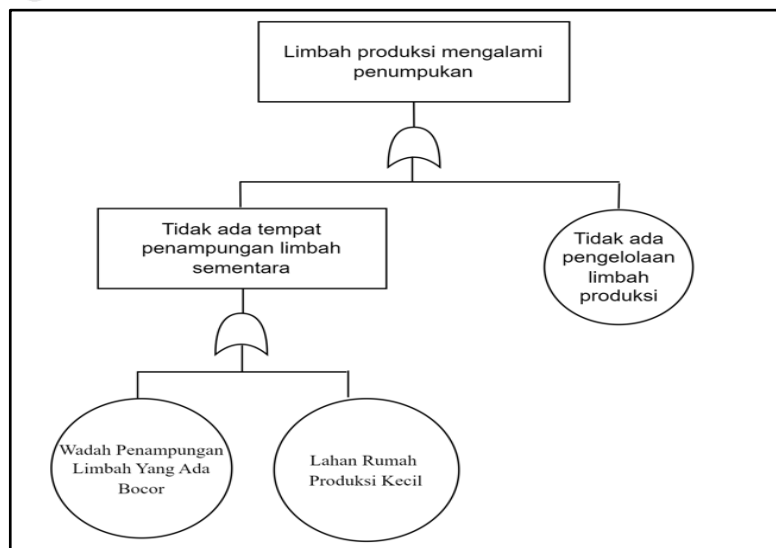


Sumber: pengolahan data primer

Gambar 1. Diagram pareto RPN penilaian FMEA

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan diagram pareto, didapatkan 7 butir risiko yang termasuk ke dalam 80% penghasil nilai RPN. Pada pareto tersebut yang termasuk kedalam 20% penyebab masalah vital dimuat pada data kedelapan risiko tersebut secara urut sesuai besar nilai RPN adalah pembuangan sisa limbah yang belum dilakukan dengan baik, gangguan otot rangka pengrajin batik, plagiasi motif batik, kelangkaan bahan baku, tidak ada media pemasaran, hasil produksi mengalami kerusakan, dan harga bahan baku yang fluktuatif. Analisis sebab dan akibat pada penelitian ini hanya diterapkan pada risiko yang menjadi penyebab dari 80% total nilai RPN yang didapatkan dari hasil pembuatan diagram pareto. Hal ini dikarenakan risiko tersebut dinilai dapat memberikan hasil yang signifikan jika diperbaiki. Berikut adalah pohon kesalahan dari risiko produksi batik.

1. Limbah produksi mengalami penumpukan



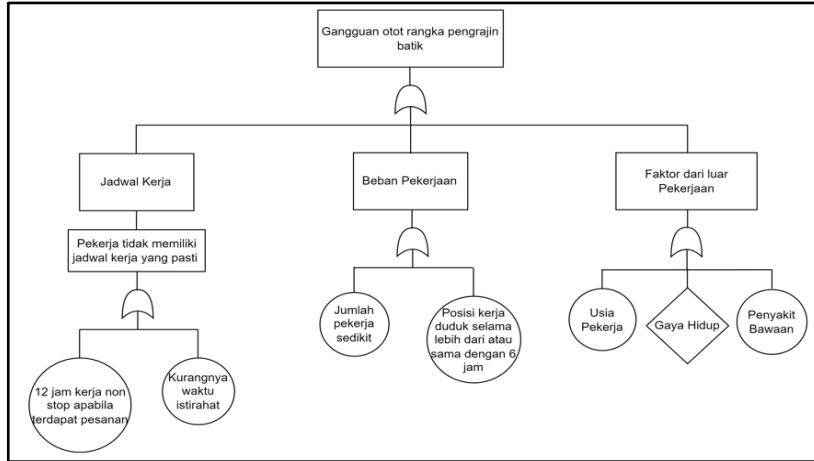
Sumber: pengolahan data primer

Gambar 2. FTA risiko limbah produksi mengalami penumpukan

Risiko limbah produksi mengalami penumpukan terdapat 4 *basic event*. Peristiwa tersebut yaitu lahan rumah produksi yang kecil sehingga pemilik usaha tidak dapat melakukan pengelolaan limbah yang ada sebelum selanjutnya dilakukan pembuangan. Selain itu, wadah penampungan sementara bocor dikarenakan pada saat

observasi wadah penampungan tersebut jumlahnya sangat sedikit dan sudah digunakan dalam waktu yang lama sehingga wadah tersebut sudah bocor dan ada yang tidak dapat digunakan dengan maksimal. Kemudian tidak adanya pengelolaan produksi limbah dikarenakan belum adanya pembelajaran lebih lanjut kepada pekerja tentang bagaimana pengelolaan hasil limbah batik tersebut. dan penyebab yang juga terlihat sepele namun berdampak ketika tidak ada jadwal pengecekan terhadap wadah penampungan sisa limbah sehingga limbah yang ada langsung dibuang pada saluran pembuangan yang berada di rumah produksi.

2. Gangguan otot rangka pengrajin batik

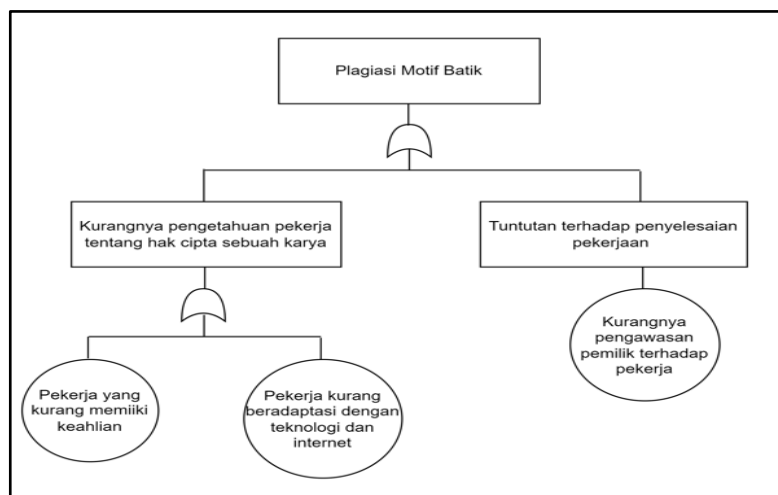


Sumber: pengolahan data primer

Gambar 3. FTA risiko gangguan otot rangka pengrajin batik

Gangguan otot rangka pengrajin batik terdapat 6 basic event dan 1 undeveloped event. Peristiwa tersebut yaitu pekerja yang tidak memiliki jam kerja tidak pasti dikarenakan dalam membuat batik pekerjaan tidak dapat diperhitungkan memerlukan waktu berapa lama. Selanjutnya dikarenakan pekerjaan yang banyak maka kurangnya waktu istirahat menyebabkan Sebagian pekerja merasakan kelelahan dalam pekerja. Selanjutnya jumlah pekerja yang sedikit dikarenakan pada saat observasi didapatkan bahwa jumlah pekerja tetap hanya 5 orang. Selanjutnya posisi kerja yang statis dalam waktu yang lama menyebabkan keluhan yang berada dalam beberapa titik tubuh pekerja. Selanjutnya usia pekerja yang juga menyebabkan beberapa gangguan otot rangka dapat terjadi dan penyakit bawaan pekerja serta gaya hidup pekerja.

3. Plagiasi Motif Batik



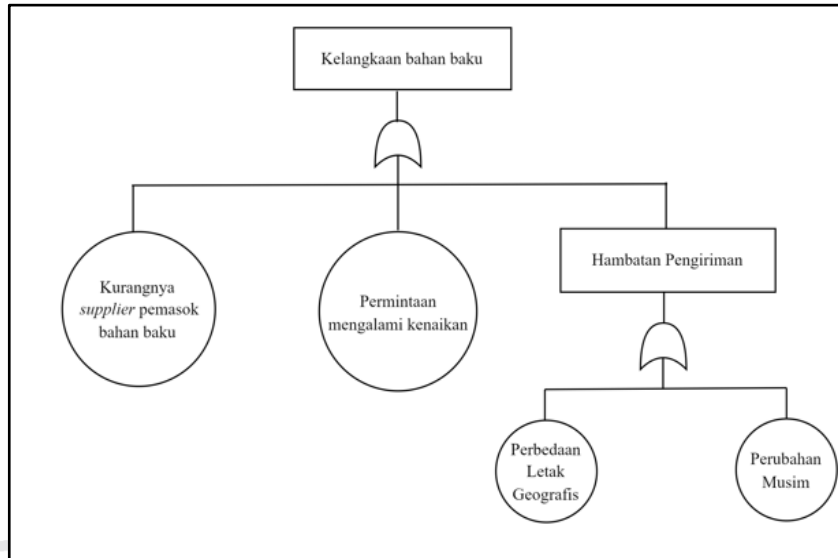
Sumber: pengolahan data primer

Gambar 4. FTA risiko plagiasi motif batik

Plagiasi motif batik menunjukkan bahwa terdapat 3 basic event. Peristiwa tersebut yaitu pekerja yang kurang memiliki keahlian sehingga dalam proses membuat batik akan terjadi pekerja yang meniru bahkan melakukan jiplakan

terhadap motif yang dibuat. Selanjutnya pekerja yang kurang beradaptasi dengan teknologi dan internet dikarenakan pekerja yang bekerja sebagai pengrajin batik adalah dewasa yang sudah sangat sulit untuk dilakukan pembelajaran mengenai pengenalan motif yang tidak langsung meniru apa yang ada di internet. Dan peristiwa lainnya yang menjadi penyebab plagiasi motif batik yaitu kurangnya pengawasan pemilik terhadap kinerja pekerja yang membuat pekerja menganggap ringan hal seperti melakukan plagiasi motif.

4. Kelangkaan Bahan Baku

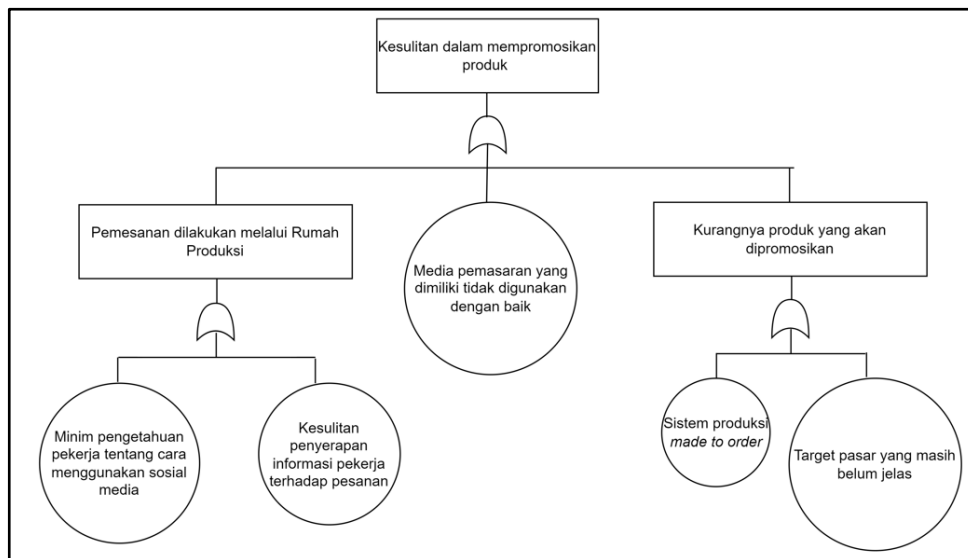


Sumber: pengolahan data primer

Gambar 5. FTA risiko kelangkaan bahan baku

Kelangkaan bahan baku terdapat 4 *basic event*. Peristiwa tersebut yaitu kurangnya *supplier* pemasok bahan baku karna dalam hasil obseervasi *supplier* utama yang digunakan oleh pemilik usaha yaitu berasal dari Pulau Jawa yang memiliki perbedaan mulai dari harga, kualitas, hingga jumlah yang disediakan. Selanjutnya ketika permintaan mengalami kenaikan membuat persediaan bahan baku cepat habis dan bahan baku menjadi langka. Dan peristiwa lain yaitu terjadinya hambatan pengiriman berupa perubahan cuaca yang tidak dapat diprediksi.

5. Kesulitan dalam mempromosikan produk

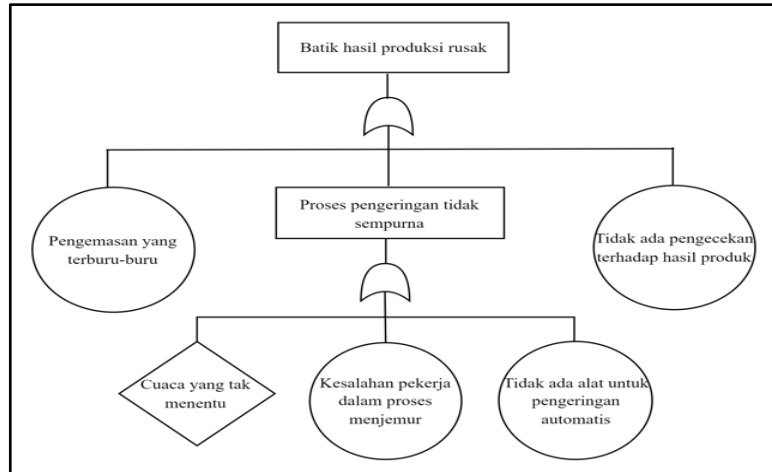


Sumber: pengolahan data primer

Gambar 6. FTA risiko kesulitan dalam mempromosikan produk

Risiko kesulitan dalam mempromosikan produk terdapat bahwa terdapat 4 *basic event*. Peristiwa tersebut yaitu minimnya pengetahuan pekerja tentang menggunakan sosial media, kesulitan penyerapan informasi oleh pekerja, sistem produksi yang *made to order*, dan target pasar yang masih belum jelas. Pada saat ini UMKM Batik Atiiqna telah memiliki beberapa media pemasaran, seperti media sosial dalam bentuk *facebook*, *Instagram*, maupun *website*. Dalam penggunaannya tidak optimal, dikarenakan keterbatasan pengetahuan mengenai teknologi.

6. Hasil produksi mengalami kerusakan

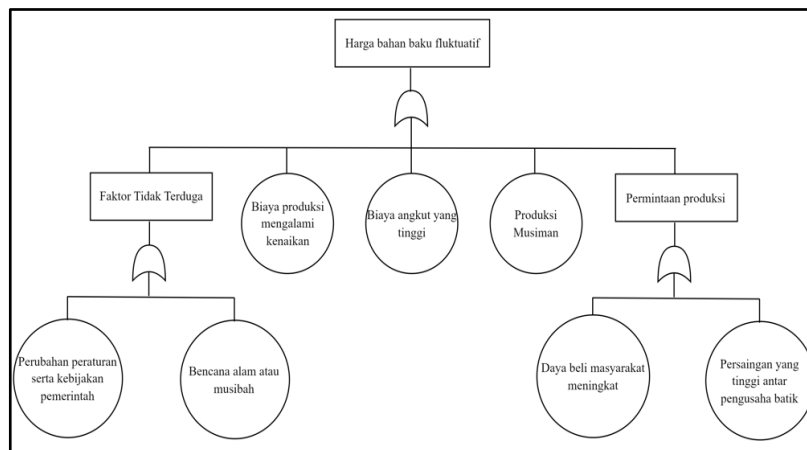


Sumber: pengolahan data primer

Gambar 7. FTA risiko hasil produksi mengalami kerusakan

Hasil produksi mengalami menunjukkan bahwa terdapat 4 *basic event* dan 1 *undeveloped event*. Peristiwa tersebut yaitu pengemasan yang terburu-buru, kesalahan pekerja dalam proses menjemur, tidak alat otomatis untuk pengeringan produk, tidak ada pengecekan terhadap hasil produk, dan cuaca yang tak menentu. Dalam hal ini risiko yang kerap terjadi saat produk mengalami kerusakan yaitu saat melewati beberapa proses tidak ada pengecekan kembali yang dilakukan pada tiap produk dan pemilik baru menyadari pada saat pesanan akan dilakukan pengemasan untuk dikirim.

7. Harga bahan baku yang fluktuatif



Sumber: pengolahan data primer

Gambar 8. FTA risiko harga bahan baku fluktuatif

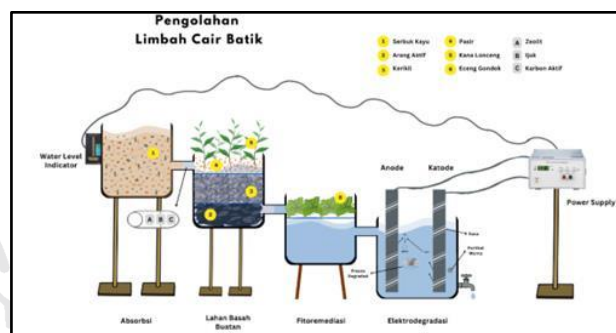
Harga bahan baku fluktuatif menunjukkan bahwa terdapat 7 *basic event*. Peristiwa tersebut yaitu biaya produksi mengalami kenaikan, biaya angkut tinggi, produksi musiman, daya beli masyarakat meningkat, persaingan tinggi antar pengusaha batik, perubahan peraturan kebijakan pemerintah, dan bencana alam atau musibah. Berdasarkan hasil observasi kenaikan dan penurunan harga terjadi pada bahan yang bersifat musiman yang memiliki persediaan

melimpah pada bulan tertentu lalu menjadi langka pada bulan lainnya. Hal ini terjadi pada bahan-bahan yang digunakan dalam produksi batik, seperti kain. Fluktuasi yang cenderung terjadi pada produksi batik yaitu ketika hari-hari besar seperti hari keagamaan, perayaan kemerdekaan, pengadaan awal tahun dari masing-masing instansi yang membuat permintaan terhadap kain itu melonjak sehingga terjadinya kenaikan harga bahan baku.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *failure mode effect analysis* dan metode *fault tree analysis* yang penulis lakukan dengan mengikut sertakan perwakilan dari pihak terkait untuk mengatasi risiko kegagalan yang ada pada produk batik dengan tidak ada tempat pembuangan sisa limbah, gangguan otot rangka pengrajin batik, plagiasi motif batik, kelangkaan bahan baku, tidak ada media pemasaran, hasil produksi mengalami kerusakan, dan harga bahan baku yang fluktuatif didapatkan usulan perbaikan utama sebagai berikut.

Membuat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), proses produksi batik menghasilkan limbah berwujud gas dan cairan. Limbah cair dihasilkan saat mengolah kain, pewarnaan, pelepasan lilin, pencucian, perendaman, maupun pembilasan. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan limbah batik melalui sistem IPAL adalah dengan memisahkan limbah cair proses pewarnaan dengan limbah cair dari pelepasan malam (pelorodan) (Yuliana, 2021).



Sumber: Prihatiningsih, et al., (2024)

Gambar 9. Skema alat instalasi pengolahan air limbah

Berikut ini adalah penjelasan dari cara kerja alat pengolahan limbah cair batik ini menurut Prihatiningsih, et al., (2024) pertama yaitu dengan metode absorpsi yaitu penyerapan limbah cair yang mana dijelaskan limbah ini akan direndam menggunakan serbuk kayu kemudian dilakukan penyaringan menggunakan zeolite, ijuk dan karbon selanjutnya dialirkan pada bak penampungan yang kedua. Selanjutnya menggunakan lahan basah buatan dengan perbandingan 1:1 yang berisi arang, kerikil dan pasir. Selanjutnya dilakukan fitoremediasi yaitu limbah akan ditampung disini dimana di atasnya telah ditanami tanaman eceng gondok. Selanjutnya proses elektrodegradasi dengan degradasi kontinyu dengan arus listrik searah melalui peristiwa elektrolisis, untuk menurunkan konsentrasi warna.

Melakukan pembuatan kursi pekerja batik, Pekerjaan pada bidang industri garmen khususnya bagian penjahitan (*sewing*) menurut Ajhara et al., (2022) merupakan salah satu pekerjaan yang membutuhkan konsentrasi serta ketelitian yang cukup tinggi dan biasanya dilakukan oleh individu maupun pekerja industri, yang mana pekerjaan tersebut cenderung mempunyai kondisi kerja yang kurang baik. Hal ini dikarenakan, adanya tuntutan kerja yang tinggi menyebabkan proses kerja penjahitan dilakukan secara repetitif dan statis. Apabila kondisi tersebut sering terjadi dalam waktu yang lama, postur tubuh pekerja pun akan janggal dan mengalami keluhan sakit otot yang menimbulkan tegangnya pada tubuh bagian otot, tulang, dan sendi (Hendro et al., 2016). Kondisi tersebut termasuk kedalam penyakit akibat kerja atau gangguan pada otot dan rangka. Contoh yang dilakukan pada saat proses melakukan cantik pada kain, hal tersebut dilakukan dengan duduk di lantai dan leher yang mengarah ke bawah dengan durasi yang lama.

Kebutuhan standar kursi pembatikan menurut Mandegani dan Setiawan (2019), memang tidak segenting standar yang berkaitan dengan keamanan, keselamatan, kenyamanan seperti SNI wajib, namun perlu diperhatikan untuk kebutuhan perajin batik yang saat ini perlu regenerasi. Dengan adanya standar kursi batik ataupun standar fasilitas pembatikan, maka keluhan yang dirasakan perajin akan dapat diminimalisir sehingga generasi penerus

perajin batik dapat lebih menikmati proses membatik. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ada rekomendasi untuk usulan penyusunan rancangan SNI Kursi Pematikan. Rekomendasi tersebut adalah pembuatan kriteria pada ukuran kursi pematikan dengan memperhatikan ukuran postur tubuh.



Sumber: Mandegani dan Setiawan (2019)

Gambar 9. Rancangan kursi pekerja pengrajin batik

Rancangan kursi pematikan telah dilakukan oleh beberapa peneliti maupun akademisi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti dan akademisi, menunjukkan perhitungan dari masing masing penelitian dengan sedikit perbedaan dalam hasil ukuran kursi pematikan. Sebagian hasil menunjukkan ukuran kebutuhan tinggi mencapai 28,39 s/d 50 cm, kemudian panjang 39,74 s/d 48,5 cm dan lebar 38,73 s/d 53 cm. Penelitian dilakukan dengan mencakup tidak hanya kursi pematikan, namun juga hal-hal yang berkaitan dengan proses pematikan. Oleh karena itu, perhitungan secara menyeluruh perlu dilakukan lebih lanjut untuk menentukan kondisi ideal bagi pematik (Mandegani dan Setiawan, 2019). Hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti yaitu dari pekerja yang berada pada UMKM Batik Atiqna sudah terbiasa dan nyaman dengan proses membatik yang dilakukan secara langsung di lantai dengan beralaskan karpet. Sehingga, kursi yang nantinya akan diciptakan dalam penelitian ini harapannya tidak memiliki jarak ketinggian dari lantai ke posisi tempat duduk. Perbaikan perancangan kursi pekerja pengrajin batik akan dilakukan ketika rekomendasi usulan perbaikan ini diberikan.

Mendaftarkan hak cipta motif usaha, perlindungan hukum yang dijelaskan menurut Munaiseche et al. (2023), terhadap pemegang hak cipta karya seni batik tulis, yang lebih dikenal juga dengan karya batik tradisional ini, dilindungi oleh Undang Undang Hak Cipta Indonesia, yaitu UndangUndang No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta khususnya melalui Pasal 40 tentang Ciptaan yang Dilindungi dan Pasal 58 Pelindungan Hak Cipta atas Ciptaan yang berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, dengan demikian perlindungan terhadap Batik tersebut, memiliki jangka waktu perlindungan hak cipta atas karya seni batik kontemporer yang berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia. Pihak pemilik usaha dalam hal ini sudah melakukan Langkah awal yang baik demi keberlangsungan usahanya yaitu dengan mendaftarkan batik tulis dengan motif khas Kalimantan Timur pada umumnya dan Samarinda pada khususnya sebagai HaKI atau Hak atas Kekayaan Intelektual yang juga dikenal dengan jenis kekayaan yang memuat kreasi tak mewujud dari intelektualitas.

Mencari supplier bahan baku yang berada di Samarinda, lokasi menurut Kotler dan Amstrong 2005 dalam Puspitaningrum dan Damanuri 2021, yaitu berbagai kegiatan perusahaan untuk membuat produk yang dihasilkan atau dijual terjangkau dan tersedia bagi pasar sasaran. Lokasi itu sendiri merupakan perencanaan dan pelaksanaan program penyaluran produk atau jasa melalui tempat atau lokasi yang tepat. Menurut Moissevea (2009) dalam Cita dan Karmini (2019), adalah dari banyaknya *output* yang dihasilkan dari kegiatan produksi. Produksi merupakan proses dalam mengolah, menghasilkan, menciptakan nilai tambah/nilai guna suatu barang atau jasa yang dihasilkan. Sebagai upaya dalam mendukung produksi yang maksimal diperlukannya alokasi penggunaan *input* produksi seperti bahan baku yang berkualitas dan dapat dipergunakan secara efektif dan efisien dalam menghasilkan *output* yang optimal.

Melakukan pembuatan *website* penjualan sebagai media pemasaran yang resmi, *website* dapat digunakan sebagai media pemasaran produk UMKM yang efektif dan efisien karena dapat menjangkau konsumen dari berbagai daerah dan waktu yang lebih fleksibel. Namun, masih banyak UMKM yang belum

memanfaatkan website sebagai media pemasaran produk mereka karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan dalam membuat website (Fadillah dan Fajarita, 2020). Dalam prosesnya, nantinya peneliti akan memberikan pemahaman tentang pentingnya website sebagai media pemasaran produk UMKM serta langkah-langkah dalam membuat website yang sederhana namun efektif sehingga dapat meningkatkan penjualan dan memperluas pasar secara online. Selain itu, pelatihan ini juga diharapkan dapat menjadi contoh bagi UMKM di daerah lain untuk memanfaatkan teknologi dalam meningkatkan bisnis mereka.

Melakukan *quality control* pada tiap hasil produk, proses yang dilakukan guna menjaga kualitas harus melakukan pengendalian kualitas produk dan mencari penyebab terjadinya kerusakan hasil produksi, dengan adanya pengendalian kualitas bisa menghasilkan kualitas produk sesuai standar yang sudah ditetapkan oleh pemilik usaha, sehingga dapat memenuhi keinginan dan tuntutan konsumen akan produk yang berkualitas dan diharapkan dapat memiliki daya saing di pasaran. Pada proses produksinya kurang memperhatikan pewarnaan seperti kualitas bahan baku dan canting yang digunakan pada pewarnaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perusahaan hanya melakukan pengerjaan ulang terhadap kain batik agar pewarnaan lebih jelas.

Menghitung persediaan bahan baku tiap periode produksi, pengendalian persediaan bahan baku bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku saat proses produksi pada waktu yang akan datang. Kebutuhan bahan baku diperhitungkan atas dasar perkiraan yang mempengaruhi pola pembelian bahan baku serta besarnya persediaan pengaman. Pengendalian persediaan bahan baku sangat penting dalam sebuah perusahaan untuk mengembangkan usahanya karena akan berpengaruh pada efisiensi biaya, kelancaran produksi dan keuntungan usaha itu sendiri. Persediaan bahan baku diharapkan dapat memperlancar jalannya proses produksi pada suatu Perusahaan Wijayanti dan Sunrowiyati (2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang merupakan rangkaian penelitian yang telah dilakukan terhadap analisis risiko produksi batik pada UMKM Batik Atiiqna dapat ditarik kesimpulan proses identifikasi untuk menemukan risiko dan potensi risiko pada proses produksi batik pada UMKM Batik Atiiqna menggunakan metode FMEA didapatkan sebanyak 28 butir risiko. Hasil pengolahan data mengenai perhitungan nilai prioritas risiko menggunakan metode FMEA didapatkan nilai RPN total untuk 28 risiko sebesar 1365. nilai RPN diolah kembali menggunakan diagram pareto dan ditemukan sebanyak 7 risiko prioritas tertinggi dengan indikator sebagai penghasil 80% dari total nilai RPN. Berdasarkan hasil penemuan risiko dan prioritasnya, dapat dibentuk suatu usulan perbaikan sebagai saran tindakan apabila risiko sewaktu-waktu terjadi. Usulan perbaikan yang direkomendasikan adalah membuat Industri Pengolahan Air Limbah (IPAL), melakukan pembuatan kursi untuk membuat, mendaftarkan motif yang telah ada sebagai hak cipta pelaku usaha, mencari supplier bahan baku yang dekat dengan rumah produksi, melakukan pembuatan website penjualan sebagai media pemasaran yang resmi, melakukan *quality control* pada tiap produk yang dihasilkan guna mempertahankan kualitas produk dan daya saing di pasaran, dan menghitung persediaan bahan baku tiap periode produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan pada pihak UMKM Batik Atiiqna Samarinda yang telah memberikan izin untuk penulis melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajhara, Safira., Novianus, Cornelis., Muzakir, Haris., (2022). Faktor –Faktor Yang Berhubungan Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDS) Pada Pekerja Bagian Sewing Di PT. X Pada Tahun 2022. Jurnal Fisioterapi dan Kesehatan Indonesia Vol 2, No 2, Oktober 2022. ISSN: 2807-8020 (Online).
- Cita, I Made Andre Prana., Karmini, Ni Luh., (2019). Pengaruh Bahan Baku, Kewirausahaan Dan Pengalaman Kerja Terhadap Produksi Dan Pendapatan Industri Kuliner Rumah Makan. Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Universitas Udayana 8.7 (2019):741-771. ISSN : 2337-306.
- Dahlan, A., Leksono, E. B., & Fathoni, M. Z. (2021). Identifikasi Dan Analisis Risiko Operasional Pada Divisi Produksi Perusahaan Vulkanisir Ban Menggunakan Metode Risk Management Dengan Pendekatan FMEA Dan FTA. JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri), 2(1), 44. <https://doi.org/10.30587/justicb.v2i1.3183>.

- Fadillah, A. R., & Fajarita, L. (2020). Perancangan Dan Pembangunan Aplikasi E-Commerce Berbasis Web Untuk Meningkatkan Penjualan Pada Toko Jaket Kulit Naufal. *IDEALIS : InDonEsiA Journal Information System*, 3(1), 85–91. <https://doi.org/10.36080/idealisis.v3i1.1568>
- Kurniawan, R. A., Rizqi, A. W., & Hidayat. (2022). Analisis Manajemen Resiko dengan Metode Fault Three Analysis (FTA) System Compressor Air Minum dalam Kemasan PT. Swabina Gatra. *Jurnal Teknovasi*, 09(01), 1–9.
- Mandegani, Guring Briegel., Setiawan, Joni., (2019). Review : Standardisasi Kursi Pembatikan. *Prosiding Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*, hal 157-166. ISSN: 0853-9677.
- Munaiseche, R. F., Kalalo, M. E., & Korah, R. S. M. (2023). Perlindungan Hukum Terhadap Pemegang Hak Cipta Keaslian Karya Seni Batik Tulis Yang Digandakan Secara Printing Di Indonesia. *Lex Administratum*, 12(1), 1–12. <https://ekonomi.bisnis.com/>. [15 Mei 2024]
- Prihatiningsih, Bekti., Indana, Luthfi., Fitri, Ayu Chandra Kartika. (2024). Pendampingan Pengolahan Limbah Cair Batik di UMKM Omah Batik Sukun, Kota Malang. *Darmabakti : Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat* 05-01 (2024) 053–058. <https://doi.org/10.31102/darmabakti.2024.5.1.053-058>.
- Puspitaningrum, Y., & Aji Damanuri. (2022). Analisis Lokasi Usaha Dalam Meningkatkan Keberhasilan Bisnis Pada Grosir Berkah Doho Dolopo Madiun. *Niqosiya: Journal of Economics and Business Research*, 2(2), 289–304. <https://doi.org/10.21154/niqosiya.v2i2.977>.
- Wijayanti, Putri., Sunrowiyati, Siti., (2019). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku guna Memperlancar Proses Produksi dalam Memenuhi Permintaan Konsumen pada UD Aura Kompos. *Jurnal Penelitian Manajemen Terapan*, Vol. 4 No. 2, hal 179-190.
- Yuliana. (2021). Strategi Pengolahan Limbah Batik : Studi Pustaka. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik Membangun Industri Kerajinan dan Batik yang Tangguh di Masa Pandemi Yogyakarta*, 6-7. ISSN: 2715-7814.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

ANALISIS AKTIVITAS PEKERJA FASILITAS COAL HANDLING DENGAN MENGGUNAKAN GANG PROCESS CHART PADA MAJOR OVERHAUL UNIT PEMBANGKIT ANALYSIS OF COAL HANDLING FACILITY WORKER ACTIVITIES USING GANG PROCESS CHART DURING MAJOR OVERHAUL OF POWER GENERATION UNIT

Rio Prasetyo Lukodono^{1,3}, Qomariyatus Sholihah^{1,3}, Yusfan Adeputra Yusran^{2,3}, Sugiono¹, Aqmal Farisza¹, Kevin Aditya Prathama¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

³Departemen Keprofesian Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono 167 Malang, 65145

E-mail: rio_pl@ub.ac.id

ABSTRAK

Overhaul di Fasilitas Coal handling memainkan peran penting dalam operasi unit pembangkit listrik karena bertanggung jawab atas persiapan dan pengiriman batubara sebagai bahan bakar utama unit pembangkit. Fasilitas ini biasanya terletak di luar ruangan dan terpapar langsung pada batubara, mulai dari tahap pemindahan hingga penyimpanan di coal bunker. Lingkungan kerja di fasilitas ini seringkali ekstrem dengan kehadiran debu batubara, suhu tinggi, dan tingkat kebisingan mencapai 89 dB. Selain itu pekerja juga diberikan deadline penyelesaian pekerjaan yang lebih cepat dari pada periode sebelumnya. Hal ini berakibat pada persepsi pekerja terhadap adanya beban kerja berlebih karena ada pengurangan waktu pada pekerjaan di area kerja ekstrim. Analisis ini dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas yang dilakukan oleh pekerja saat melakukan overhaul pada kegiatan penyelesaian proyek. Evaluasi ketercapaian perencanaan waktu proyek yang dihubungkan dengan Gang Process Chart (GPC) digunakan untuk mengetahui bagaimana interaksi antar pekerja dan fasilitas coal handling terjadi. Hasilnya menunjukkan bahwa proyek overhaul fasilitas Coal handling selesai tepat waktu, walaupun mengalami keterlambatan pada beberapa periode awal. Berdasarkan analisis GPC, aktivitas produktif rata-rata selama periode pengamatan menunjukkan bahwa fitter memiliki nilai 56,04%, helper 44,72%, dan PIC 44,72%. Meskipun dari evaluasi aktivitas produktif memiliki nilai antara 44 – 56% yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan tidak berlebihan, tetapi persepsi pekerja terhadap beban kerja memiliki nilai yang sangat tinggi. Berdasarkan evaluasi tersebut maka diperlukan perbaikan jadwal overhaul dengan memperhitungkan faktor sumber daya manusia. Jadwal overhaul yang disarankan akan mempertimbangkan jumlah dan keahlian masing-masing pekerja secara lebih baik. Dengan penyempurnaan jadwal overhaul ini, pekerjaan dapat terorganisir dengan lebih baik dan proyek dapat diselesaikan dengan lebih efisien.

Kata kunci: gang process chart, proyek, unit pembangkit, coal handling, efisiensi

ABSTRACT

The overhaul of the Coal Handling Facility plays a crucial role in the operation of the power plant unit as it is responsible for the preparation and delivery of coal, the main fuel for the power generation unit. This facility is typically located outdoors and is directly exposed to coal throughout the entire process, from handling to storage in the coal bunker. The working environment at this facility is often extreme due to the presence of coal dust, high temperatures, and noise levels reaching up to 89 dB. Additionally, workers face tighter deadlines for completing tasks compared to previous periods. This results in workers perceiving an excessive workload due to the reduction in time allocated for work in these extreme conditions. This analysis aims to evaluate the activities performed by workers during the overhaul for project completion. An evaluation of project planning time achievement, using the Gang Process Chart (GPC), is employed to understand how interactions between workers and the coal handling facility occur. The results indicate that the overhaul project for the coal handling facility was completed on time, despite experiencing delays during some initial periods. Based on the GPC analysis, the average productivity during the observation period showed that fitters had a productivity rate of 56.04%, helpers 44.72%, and the PIC (Person In Charge) 44.72%. Although the evaluation of productive activity shows a range of 44% to 56%, indicating that the workload was not excessive overall, workers' perceptions of their workload were still very high. Based on this evaluation, there is a need to improve the overhaul schedule by considering human resource factors. The suggested overhaul schedule will better account for the

number and expertise of each worker. With the refinement of the overhaul schedule, work can be more effectively organized, and the project can be completed more efficiently.

Keywords: *gang process chart, project, upower plant, coal handling, efficiency*

PENDAHULUAN

Overhaul pada fasilitas *Coal handling* merupakan salah satu aspek penting dari unit pembangkit. Hal ini dikarenakan bahwa Fasilitas *Coal handling* berfungsi untuk menyiapkan dan mengirimkan batubara yang digunakan sebagai bahan bakar utama dalam pembangkit listrik. Fasilitas *Coal handling* ini jika dilihat dari fungsinya dapat dikategorikan sebagai unit yang bersifat kritis dalam sistem pembangkit listrik. Hal ini karena ketika terjadi permasalahan atau kerusakan pada area ini, dapat menyebabkan gangguan dalam proses pembakaran di *furnace boiler* yang akhirnya memengaruhi produksi listrik (Ibrahiem, 2020). Fasilitas ini umumnya berada di luar ruangan dan berhubungan langsung dengan batubara, mulai dari tahap unloading hingga penyimpanan di coal bunker. Lingkungan kerja di fasilitas ini cenderung ekstrem dengan banyaknya debu batubara, suhu tinggi, dan kebisingan saat *conveyor* beroperasi. Data menunjukkan suhu di area tersebut bisa mencapai 37°C, dan tingkat kebisingan mencapai 89 dB. Pekerja di sini juga terpapar langsung pada batubara dan debu batubara yang tersebar, yang berpotensi mempengaruhi konsentrasi bekerja dan kesehatan pekerja. Terdapat beberapa bagian penting dalam Fasilitas *Coal handling* yang menjadi bagian major overhaul yang terdiri dari *Ship unloader, Reclaim hopper, Conveyor, Transfer house, dan Mobile tripper*. Proses *overhaul* untuk fasilitas *Coal handling* baru dipertimbangkan masuk ke kategori *major overhaul* pada 2 periode terakhir ini karena sebelumnya, pemeliharaan dan perbaikan Fasilitas *Coal handling* dilakukan di luar jadwal *overhaul* seluruh unit. *Overhaul* unit ini selama 2 periode baru bergabung bersama Fasilitas pembangkit listrik inti lainnya seperti turbin, generator, dan boiler. Hasilnya berdasarkan data historis mengalami ketidaksesuaian penyelesaian dengan yang direncanakan pada jadwal.

Karena kegiatan *overhaul* pada Fasilitas *Coal Handling* adalah suatu hal baru dan belum pernah dilakukan evaluasi terkait efektivitas dari pekerjaan yang dilakukan pekerja. Pengukuran efektivitas ini penting dilakukan untuk mengetahui seberapa baik pemenuhan waktu kerja yang diberikan dengan kegiatan yang sifatnya produktif. Analisis ini penting dilakukan karena berdampak pada kebijakan perusahaan kedepannya dalam mengalokasikan jumlah pekerja di dalam kondisi waktu *overhaul* yang terbatas. Hal ini ada kaitannya dengan kesesuaian beban kerja yang diatur oleh perusahaan untuk melakukan *overhaul* pada Fasilitas *Coal Handling*. Pembebanan kerja yang berlebihan untuk suatu aktivitas kerja dapat menimbulkan suasana kerja yang kurang nyaman sehingga dapat memicu timbulnya stres kerja yang lebih cepat dan kerugian bagi perusahaan (Rizaini, 2008). Pembebanan yang berlebihan ini akan berdampak pada produktivitas kerja pada karyawan (Sari, 2019). Kelebihan beban kerja pekerja dapat mengakibatkan penurunan kinerja dalam menjalankan tugas dan memperpanjang waktu yang diperlukan untuk melakukan *overhaul*. Tuntutan pekerjaan yang berlebihan seperti ini berpotensi menimbulkan kelelahan baik secara fisik maupun mental (Lukodono & Lin, 2023). Setelah tingkat beban kerja pekerja selama *overhaul* di Fasilitas *Coal handling* diketahui, hasil tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan selanjutnya, seperti menambah jumlah pekerja, mengubah strategi pelaksanaan pekerjaan, atau mengusulkan perbaikan lain yang dapat mengurangi beban kerja pekerja.

Studi kerja merupakan pendekatan yang efektif dalam menganalisis pekerjaan melalui minimasi aktivitas yang berupa pemborosan sehingga dapat meningkatkan aliran proses dalam aktivitas produksi (Buranasing & Choomlucksana, 2018; Dewanti, 2020). GPC merupakan sebuah modifikasi dari peta manusia mesin yang membantu untuk mengidentifikasi waktu produktif dan idle sehingga dapat membantu dalam memperbaiki produktivitas kerja (Bagri & Raushan, 2014; Kitaw, 2007) dan competitiveness level (Cardoso & Dias, 2020). Salah satu pendekatan dalam method study adalah pengukuran utilitas pekerja menggunakan GPC. Dengan menggunakan GPC ini secara terpadu digunakan dalam pengelompokan operasi berdasarkan urutan dan jumlah tenaga kerja yang melakukan aktivitas didalam sebuah fasilitas produksi (Rahman, 2015). Melalui analisis peta kerja ini pekerjaan yang pelaksanaannya dilakukan oleh sebuah tim juga dapat diefisienkan melalui pembobotan yang merata sesuai dengan kapasitas anggota tim (Dalisay et al., 2022b). Proses efisiensi tersebut dilakukan dengan pembobotan pada pekerja yang memiliki waktu idle yang tinggi sehingga dapat meningkatkan produktivitas pada aktivitas keseluruhan (Dalisay et al., 2022a; Lukodono & Ulfa, 2017; Pydimarry & Rao, 2023). Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut belum secara spesifik yang mengindikasikan penggunaan GPC pada aktivitas maintenance atau *overhaul*. Berdasarkan karakteristik pekerjaan *overhaul* Fasilitas *Coal handling* ini yang dikerjakan secara berkelompok, maka hal ini mengindikasikan bahwa GPC adalah pendekatan yang sesuai

untuk mengidentifikasi aktivitas produktif dan non produktif. Aktivitas tersebut akan diketahui berdasarkan pemilahan terhadap aktivitas yang merupakan bagian dalam *overhaul* dan *idle*. Makalah ini bertujuan untuk melakukan analisis utilitas pekerja pada kegiatan major *overhaul* di Fasilitas *Coal handling* menggunakan pendekatan GPC.

METODE

Populasi penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Pembangkit Listrik bagian *Fasilitas Coal handling*. Fasilitas *Coal handling* adalah area fasilitas unit pembangkit yang bertanggung jawab atas penanganan batu bara, bahan bakar yang digunakan dalam sistem pembangkitan listrik. Sistem ini mengelola perjalanan batu bara mulai dari kapal tongkang hingga penyimpanan di dalam coal bunker sebelum dibakar dalam boiler untuk menghasilkan uap yang akan menggerakkan turbin. Berbagai komponen pada Fasilitas *Coal handling* memerlukan perawatan dan pemeliharaan berkala, termasuk pada Ship unloader, Reclaim hopper, Conveyor, Transfer house, Mobile tripper, dan bagian-bagian lainnya. Sebagaimana halnya dengan komponen-komponen lain dalam unit, bagian Fasilitas *Coal handling* juga menjalani kegiatan *Overhaul* secara berkala untuk memastikan kinerjanya tetap handal. Pelaksanaan penelitian dimulai dari Agustus 2023 hingga Januari 2024. Analisis profil pekerja sebagai populasi responden pada penelitian ini adalah 22 orang yang terbagi menjadi 4 peran utama: PIC Mekanik, Fitter, Welder, dan Helper. Usia pekerja berkisar antara 19 hingga 46 tahun dengan rata-rata usia 28,55 tahun dan standar deviasi 7.17, dan seluruhnya berjenis kelamin laki-laki.

GPC

Secara keseluruhan, GPC tidak hanya berperan dalam analisis operasional dan perbaikan proses, tetapi juga menjadi landasan bagi praktik-praktik manufaktur lean yang menekankan eliminasi pemborosan dan peningkatan nilai tambah. Dengan pendekatan yang terstruktur dan aplikasi yang luas, GPC terbukti menjadi alat yang sangat berharga dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam berbagai konteks industri. GPC adalah metode yang efektif untuk memahami alur. GPC ini adalah adaptasi dari Peta Pekerja dan Mesin. Peta Pekerja dan Mesin awalnya digunakan untuk menentukan jumlah mesin yang dapat dioperasikan oleh satu operator secara ekonomis. Namun, ketika proses atau fasilitas memiliki skala besar, satu mesin dapat dioperasikan oleh beberapa operator. Peta Regu Kerja menunjukkan hubungan antara waktu kerja dan waktu menganggur mesin serta waktu kerja dan waktu menganggur operator dalam satu siklus. Peta ini berguna untuk mengidentifikasi peluang peningkatan atau perbaikan dengan mengurangi waktu menganggur operator dan mesin (Niebel, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan *overhaul* di Fasilitas *Coal handling* direncanakan akan dilakukan selama 42 hari. Pekerjaan ini dilakukan dengan jam kerja mulai pukul 08.00-11.30 dan 13.00-16.30 serta dilakukan secara terus menerus selama tujuh hari dalam satu minggu. Tabel 1 merupakan rekapitulasi pencapaian terhadap rencana pekerjaan *overhaul* di Fasilitas *Coal handling* unit pembangkit.

Tabel 1 Evaluasi Capaian Pekerjaan *Overhaul* pada Fasilitas *Coal handling*

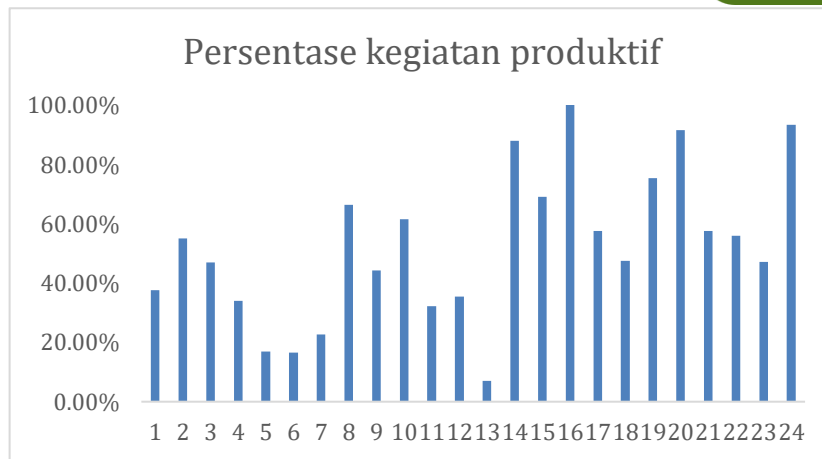
No	Nama Pekerjaan	Rencana			Aktual		
		Durasi	Mulai	Selesai	Durasi	Mulai	Selesai
1	<i>Fasilitas Coal handling</i>	42 hari	25/09/2023	05/11/2023	42 hari	25/09/2023	05/11/2023
2	Perbaikan Gantry SU#1 (no. 5 & 6)	4 hari	25/09/2023	28/09/2023	4 hari	25/09/2023	28/09/2023
3	Inspeksi Conveyor C2	6 hari	08/10/2023	13/10/2023	10 hari	10/10/2023	19/10/2023
4	Inspeksi Conveyor D2	7 hari	15/10/2023	21/10/2023	10 hari	10/10/2023	19/10/2023
5	Inspeksi Conveyor F1 / (direct loading)	9 hari	29/09/2023	07/10/2023	25 hari	27/09/2023	21/10/2023
6	Inspeksi Conveyor J1	9 hari	29/09/2023	07/10/2023	10 hari	29/09/2023	08/10/2023

No	Nama Pekerjaan	Rencana			Aktual		
		Durasi	Mulai	Selesai	Durasi	Mulai	Selesai
7	Inspeksi Conveyor K1	7 hari	18/10/2023	24/10/2023	11 hari	29/09/2023	09/10/2023
8	Inspeksi Conveyor L1	7 hari	25/09/2023	01/10/2023	13 hari	10/10/2023	22/10/2023
9	Inspeksi Mobile Tripper L1	15 hari	21/10/2023	04/11/2023	19 hari	03/10/2023	21/10/2023
10	Inspeksi /Repair Chute TH 3 / Jalur (C1-E2)	9 hari	08/10/2023	16/10/2023	5 hari	19/10/2023	23/10/2023
11	Inspeksi /Repair Chute TH 4 / Jalur (F1-J1)	15 hari	27/09/2023	11/10/2023	13 hari	24/10/2023	05/11/2023
12	Inspeksi /Repair Chute TH 5/Jalur (J1 /J2-K1/K2)	25 hari	27/09/2023	21/10/2023	14 hari	02/10/2023	15/10/2023
13	Inspeksi / Repair Transfer Tower /TT	5 hari	26/09/2023	30/09/2023	7 hari	27/09/2023	03/10/2023
14	Inspeksi Reclaim Hopper RH2	3 hari	20/10/2023	22/10/2023	8 hari	25/10/2023	01/11/2023
15	Inspeksi Magnetic Separator MS F1	3 hari	28/10/2023	30/10/2023	4 hari	27/10/2023	30/10/2023
16	Inspeksi Reclaim Hopper RH1	6 hari	31/10/2023	05/11/2023	10 hari	09/10/2023	18/10/2023
17	Penggantian Segment Chute DG4 TH3/ F1 (direct)	11 hari	04/10/2023	14/10/2023	5 hari	17/10/2023	21/10/2023
18	Apron Seal F2 Sisi Utara sobek	3 hari	14/10/2023	16/10/2023	3 hari	19/10/2023	21/10/2023
19	Conveyor K1 Vibrasi	7 hari	20/10/2023	26/10/2023	15 hari	04/10/2023	18/10/2023

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1. terlihat bahwa secara keseluruhan, proyek overhaul bagian Fasilitas *Coal handling* tidak mengalami penundaan. Namun, pada hari pertama hingga hari keempat belas, garis merah berada di atas garis biru, menandakan adanya keterlambatan. Deviasi dalam pencapaian proyek overhaul pada Fasilitas *Coal handling* mengalami variasi setiap harinya. Terdapat deviasi positif dan negatif yang terjadi. Deviasi positif mengindikasikan kinerja yang baik dalam suatu pekerjaan, sementara deviasi negatif menunjukkan kinerja yang kurang baik terhadap target yang ada (Aman & Siregar, 2023).

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa meskipun secara keseluruhan kegiatan overhaul pada Fasilitas *Coal handling* dapat mencapai target. Namun, jika dilihat dari grafik kemajuan pencapaian proyek, terdapat keterlambatan pencapaian pada tahap awal overhaul. Keterlambatan ini pada tahap awal overhaul ini diakibatkan oleh tingginya tingkat beban kerja yang dihadapi oleh staf overhaul di Fasilitas *Coal Handling* sehingga perlu diteliti lebih lanjut. Salah satu faktor yang terkait dengan keterlambatan proyek di Fasilitas *Coal handling* adalah produktivitas. Terdapat hubungan antara produktivitas dan keterlambatan proyek, di mana semakin tinggi produktivitas, semakin kecil keterlambatan tersebut (Harris et al., 2017). Produktivitas tenaga kerja memiliki dampak yang signifikan pada kinerja waktu proyek terdapat korelasi antara produktivitas kerja dengan keterlambatan sebuah proyek, dimana semakin tinggi produktivitas maka akan semakin kecil keterlambatan. Produktivitas tenaga kerja memiliki dampak yang signifikan pada kinerja waktu proyek (Rini, 2017). Produktivitas yang rendah ini menjadi salah satu penyebab keterlambatan proyek yang terjadi pada proyek overhaul Fasilitas *Coal handling*.

Produktivitas mengacu pada keterkaitan antara input dan output yang menghasilkan nilai. Dalam menjalankan tugasnya, tenaga kerja terlibat dalam dua jenis kegiatan yang terdiri dari kegiatan yang memberikan nilai tambah bagi perusahaan (produktif) dan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (non-produktif). Identifikasi produktivitas dapat dilakukan melalui pengamatan aktivitas yang dilakukan oleh pekerja. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *work sampling*, yang melibatkan pengamatan langsung terhadap aktivitas pekerja di tempat kerja. Proses pelaksanaan *work sampling* hanya mengidentifikasi jenis aktivitas yang dilakukan oleh pekerja (baik produktif maupun non-produktif) pada waktu-waktu tertentu yang dipilih secara acak (Wignjosoebroto, 2006). Dalam pengamatan ini, penentuan sampel pada *work sampling* menggunakan metode purposive sampling selama 24 hari kerja. Identifikasi dilakukan pada kegiatan produktif sebagai kegiatan yang sesuai dengan deskripsi pekerjaan yang telah ditetapkan oleh perusahaan, sementara kegiatan non-produktif mencakup kegiatan yang dilakukan oleh pekerja di luar deskripsi pekerjaan yang ditetapkan oleh perusahaan, yang dapat mengurangi efisiensi dalam pelaksanaan tugas Pekerja. Gambar 1. merupakan rekapitulasi persentase kegiatan produktif yang dilakukan oleh pekerja overhaul di Fasilitas *Coal handling*.



Gambar 1 Persentase Kegiatan Produktif

Selanjutnya berdasarkan analisis GPC pada 24 hari tersebut dapat diketahui untuk utilitas dari masing-masing jenis tanggung jawab yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Utilitas pekerja berdasarkan tanggung jawab pada *Overhaul* Fasilitas *Coal Handling*

No	PIC	Helper	Fitter
1	37,65%	37,65%	37,65%
2	0,00%	61,05%	65,69%
3	38,82%	44,97%	52,35%
4	36,08%	37,78%	28,43%
5	7,06%	21,70%	13,92%
6	0,00%	19,35%	18,43%
7	0,00%	25,88%	25,88%
8	61,57%	62,61%	73,14%
9	37,65%	43,40%	47,84%
10	69,41%	60,39%	60,39%
11	32,16%	32,16%	32,16%
12	30,59%	34,90%	37,84%
13	0,00%	6,54%	9,80%
14	46,27%	66,80%	130,20%
15	75,29%	62,22%	76,27%
16	108,24%	108,24%	108,24%
17	57,65%	57,65%	57,65%
18	47,45%	47,45%	47,45%
19	76,08%	76,60%	73,53%
20	90,98%	91,63%	91,96%
21	63,14%	51,50%	63,92%
22	56,86%	56,08%	55,69%
23	49,41%	44,97%	49,41%
24	95,69%	93,59%	92,55%

Pada Fasilitas *Coal handling* berdasarkan rata-rata diketahui utilitas dari masing-masing peran. Diketahui bahwa utilitas mengalami fluktuatif dari hari 1 hingga ke 24 pengamatan. Selanjutnya jika dilanjutkan analisis dengan perbandingan 3 area yaitu area fatigue, kapasitas, dan *laid back zone*, hasilnya dapat diketahui pada Gambar 2.



Gambar 2 Evaluasi utilitas pekerja Fasilitas Coal Handling

Dari gambar 2, dapat dilihat bahwa aktivitas produktif pekerja pada bagian Fasilitas Coal handling mengalami fluktuasi. Pada hari ke 1 hingga hari ke 5 pekerjaan baik fitter maupun helper mengalami penurunan aktivitas produktif dan aktivitas produktif yang dilakukan oleh fitter di bawah helper. Kemungkinan hal ini karena belum diketahuinya peran masing-masing orang dalam tim sehingga masih dalam proses penyesuaian. Baik fitter maupun helper masih bergantung satu sama lain tanpa mengetahui perannya dalam tim. Belum diketahui secara jelas peran dari fitter dan helper dalam tim. Selain itu masih terdapat penyesuaian pada area coal handling yang banyak paparan debu batu bara dan temperature di luar ruangan yang panas. Faktor SDM helper juga menjadi faktor, dimana beberapa orang helper adalah rekrutan baru yang bekerja secara temporary jika diperlukan sehingga ritme kerja tidak sama seperti pekerja umumnya. Selain itu lokasi bekerja dari coal handling yang terletak di area outdoor dan jaraknya juga berpengaruh terhadap produktivitas para pekerja. Hal ini mengakibatkan pekerja idle ketika menunggu mengambil alat dan banyaknya waktu yang digunakan ketika berpindah dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Belum tersedianya Instruksi Kerja ataupun SOP ketika bekerja juga dapat menjadi faktor sehingga pekerjaan kebanyakan dilakukan secara kondisional. Pada hari ke 6 hingga hari ke 22 terjadi peningkatan produktivitas baik pada helper maupun fitter dan produktivitas fitter di atas dari produktivitas helper. Hal ini bisa terjadi karena telah terjadi penyesuaian terhadap lingkungan kerja dan penyesuaian peran dari masing-masing tim. Dari hari ke 6 hingga hari ke 22 dapat dilihat trend meningkat yang kemungkinan disebabkan karena mulai terjadi penyesuaian akan peran masing-masing orang dan penyesuaian pekerjaan yang dilakukan agar lebih efektif. Mulai hari ke 19 hingga hari terakhir terjadi penurunan produktivitas dari helper dan juga fitter, kemungkinan disebabkan oleh faktor kejenuhan bekerja. Dalam memberikan pembebanan pekerjaan kepada operator, perusahaan harus memperhitungkan adanya waktu allowance untuk setiap pekerja berdasarkan jenis aktivitas yang dilakukan. Hal ini penting karena pekerja tidak dapat bekerja tanpa henti sepanjang hari. Besarnya periode kelonggaran akan ditetapkan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kebutuhan pribadi, tingkat energi pekerja, sikap kerja, gerakan fisik, kelelahan mata, suhu, kondisi atmosfer, dan lingkungan kerja. (Sutalaksana et al., 2006). Tabel 3 merupakan data allowance yang ditentukan dari pekerjaan overhaul Fasilitas Coal handling.

Tabel 3 Perhitungan Allowance Pekerja Fasilitas Coal handling

Faktor	Keterangan	Nilai
Tenaga yang dikeluarkan	Sedang	15%
Sikap kerja	Berdiri di atas dua kaki	1%

Gerakan kerja	Normal	0%
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	0%
Keadaan temperatur	Tinggi	5%
Keadaan atmosfer	Kurang baik	5%
Keadaan lingkungan	Bising	4%
Kebutuhan pribadi	Pria	2,5%
Total		32,5%

Dari tabel 3, terlihat bahwa total allowance bagi pekerja di Fasilitas *Coal handling* adalah sebesar 32,5%. Dengan demikian, persentase minimum produktif yang diharapkan dapat dihitung sebagai $100\% - 32,5\% = 67,5\%$. Saat ini, persentase produktif yang tercatat adalah sebesar 37,31%, yang masih berada di bawah persentase minimum yang diinginkan sebesar 67,5%, dengan selisih sebesar 30,19%. Dengan demikian, data tersebut menunjukkan bahwa persentase kegiatan produktif para pekerja di Fasilitas *Coal handling* masih rendah karena berada di bawah persentase minimum yang diharapkan.

DISKUSI

Kurangnya aktivitas produktif yang disebabkan oleh faktor manusia juga terjadi karena pekerja tidak melakukan tugas sesuai dengan instruksi kerja secara optimal. Pekerja di bagian Fasilitas *Coal handling* terbagi menjadi empat peran, yaitu PIC mekanik, fitter, dan helper. PIC mekanik, yang terdiri dari dua orang, bertanggung jawab atas semua pekerjaan mekanik di Fasilitas *Coal handling*. Selain melaksanakan tugas, seharusnya PIC mekanik juga melakukan pengawasan terhadap pekerjaan yang tidak dilakukan secara langsung. Namun, dari hasil pengamatan, peran PIC mekanik dalam pengawasan masih kurang karena hanya terbatas pada satu tim saja yang diawasi oleh masing-masing PIC mekanik. Pekerjaan yang tidak diawasi oleh PIC mekanik berpotensi tidak selesai sesuai dengan target, yang dapat mempengaruhi kinerja *fitter*, dan *helper*. Selain itu, peran *fitter* juga dinilai tidak menjalankan *job description* dengan baik. *Fitter*, yang seharusnya menjadi teknisi senior dengan keahlian dan pengalaman dalam overhaul di Fasilitas *Coal handling*, terlihat masih pasif dalam pekerjaannya menurut pengamatan dan wawancara dengan PIC mekanik. PIC mekanik berpendapat bahwa peran *fitter* seharusnya dapat dioptimalkan dalam tim karena memiliki keahlian dan pengalaman yang relevan. Namun, saat ini, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara *fitter* dan *helper*, bahkan PIC mekanik tidak mengetahui siapa yang berperan sebagai *fitter* dan siapa yang berperan sebagai *helper* di Fasilitas *Coal handling*.

Sebelum jadwal overhaul dibuat, penting untuk mengoptimalkan peran dan pembagian tugas bagi PIC mekanik, *fitter*, welder, dan *helper*. Hal ini diperlukan karena masalah kurangnya pengawasan dari PIC mekanik dan kurangnya keterlibatan optimal *fitter* dalam tim. PIC mekanik seharusnya dapat memantau tim yang tidak selalu bekerja bersamanya dengan lebih baik. Pengawasan bisa dilakukan dengan cara terlibat dalam tim tersebut secara berkala dan memantau kemajuan serta hambatan dalam pekerjaan yang dilakukan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk memastikan bahwa pekerja bekerja dengan baik dan untuk memantau kemajuan serta hambatan yang mungkin terjadi pada setiap tugas. Pengawasan berpengaruh signifikan terhadap kinerja pekerja. Pengawasan harus dilakukan secara cermat agar pekerja tidak melanggar standar pekerjaan dan dapat mencapai hasil kerja yang optimal (Syamsudin, 2020). Selain meningkatkan kinerja pengawasan oleh PIC mekanik, penting juga untuk mengoptimalkan peran *fitter* dalam tim. Setelah berdiskusi dengan PIC mekanik, diharapkan *fitter* dapat menjadi penggerak dalam tim berdasarkan keahlian dan pengalaman khusus yang dimilikinya. Dengan keahlian dan pengalaman tersebut, *fitter* diharapkan dapat menyelesaikan tugas dengan keahlian khusus, sementara *helper* membantu dalam proses tersebut. Selain itu, setelah perincian *job description* disusun oleh perusahaan, perlu juga untuk menjelaskan *job description* tersebut kepada para pekerja. Penjelasan ini sebaiknya diberikan sebelum memulai periode overhaul agar para pekerja memahami peran masing-masing dengan jelas. *Job description* berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pekerja (Putra & Setiawan, 2024; Syelviani, 2017; Yana Diana, 2020). Berdasarkan hal tersebut maka rekomendasi *job description* dari PIC mekanik, *fitter*, welder, dan *helper* pada Fasilitas *Coal handling*.

Berdasarkan evaluasi utilitas di GPC, disarankan untuk membentuk empat tim. Keputusan ini mempertimbangkan jumlah pekerja yang ada saat ini, yakni 22 orang. Dengan pembagian tersebut, setiap tim akan terdiri dari 5-6 orang. Jumlah anggota tim ini dianggap efektif berdasarkan pengamatan peneliti serta diskusi dengan PIC mekanik. Pada rekomendasi disarankan untuk membagi 4 tim pada pelaksanaan overhaul yang terdiri dari Tim A, B, C, dan D. Tim A dan Tim B akan fokus pada pekerjaan yang memerlukan keahlian mekanik khusus, sehingga membutuhkan kehadiran PIC mekanik dan *fitter* dalam tim tersebut. Di

sisi lain, Tim C dan Tim D akan difokuskan pada pekerjaan pengelasan yang umumnya ditemui di chute transfer house. Berdasarkan temuan dari penelitian, teridentifikasi adanya keterlambatan proyek dari hari pertama hingga hari ke empat belas. Melalui pengamatan, terlihat bahwa terdapat banyak kegiatan non-produktif yang dilakukan oleh pekerja. Selama bekerja, pekerja seringkali menunda pekerjaan karena mendapat informasi bahwa conveyor di sekitar area kerja akan beroperasi. Selain itu, pekerja juga seringkali kembali ke tool keeper untuk mengambil peralatan, meskipun pekerja sudah berada di lokasi pekerjaan. Mengingat jarak yang cukup jauh antara Fasilitas *Coal handling* dengan *tool keeper*, hal ini dapat memengaruhi beban kerja fisik dan membatasi waktu yang tersedia. Melihat beberapa masalah yang ada, diperlukan pengembangan metode kerja yang efisien sebagai panduan bagi pekerja overhaul di Fasilitas *Coal handling*. Pedoman kerja perlu disusun yang bersifat umum dan berlaku untuk semua pekerjaan di Fasilitas *Coal handling*, mengingat kompleksitas dan variasi spesifikasi pekerjaan yang ada. Perusahaan juga harus memastikan ketersediaan alat khusus untuk Fasilitas *Coal handling* selama proses overhaul. Untuk menghindari kesalahan dalam membawa alat atau bahan habis pakai, pekerja dapat merujuk pada instruksi kerja yang dimiliki oleh unit pembangkit atau bertanya kepada pekerja di unit tersebut.

KESIMPULAN

Overhaul Fasilitas *Coal handling* berdasarkan analisis pencapaian proyek berhasil diselesaikan sesuai jadwal tanpa mengalami penundaan secara keseluruhan. Namun, analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa dari hari pertama hingga hari keempat belas, terdapat deviasi negatif yang menandakan adanya keterlambatan antara rencana dan pelaksanaan. Pada awal proyek, deviasi mencapai -0,78%, mencapai puncaknya pada hari ketujuh dengan deviasi -9,11%, dan kemudian berakhir pada 0,14% pada hari keempat belas. Beberapa faktor yang memengaruhi penyelesaian proyek meliputi banyaknya kegiatan non-produktif, operasional conveyor yang tumpang tindih dengan pekerjaan, kondisi lingkungan yang ekstrem, risiko kebakaran pada saat pengelasan berlangsung selama operasi, ketersediaan peralatan, dan penemuan atau kejadian khusus selama pelaksanaan proyek. Produktivitas rata-rata selama periode pengamatan diketahui bahwa untuk fitter memiliki utilitas 56,04% dan helper 44,72%. Sedangkan PIC yang dalam hal ini adalah bagian mekanik memiliki utilitas 44,72%. Jadi ketika kita interpretasi pada hasil perhitungan tersebut dapat dikategorikan bahwa beban kerja tidak berlebih. Hal ini adalah wajar karena sesuai gambar 2, yang menunjukkan pola kurva berada dalam area capacity zone. Setelah mengevaluasi pencapaian jadwal proyek dan menganalisis aktivitas para pekerja yang melakukan overhaul pada bagian Fasilitas *Coal handling*, diperlukan perbaikan jadwal overhaul dengan memperhitungkan faktor sumber daya manusia. Jadwal overhaul yang disarankan akan mempertimbangkan jumlah dan keahlian masing-masing pekerja secara lebih baik. Dengan penyempurnaan jadwal overhaul ini, pekerjaan dapat terorganisir dengan lebih baik dan proyek dapat diselesaikan lebih cepat dan memberikan informasi kepada perusahaan terkait utilitas pekerja overhaul dan rekomendasi untuk jumlah pekerja yang dibutuhkan. Selain itu juga perlu dibuatkan pedoman tata cara, dengan fokus utama pada penunjukkan seorang koordinator mekanik yang akan berkomunikasi dengan Coal Handling Control Building (CHCB) untuk mengetahui bagian mana yang sedang beroperasi. Tujuannya adalah agar koordinator mekanik dapat mengatur jadwal pekerjaan dan memberikan alternatif jika ada bagian yang sedang beroperasi. Selain itu, disarankan agar persiapan alat dan perlengkapan dilakukan setelah pertemuan persiapan. Saran ketiga adalah penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti earplug, masker, dan kacamata keselamatan, serta penggunaan portable blower fan untuk mengurangi suhu panas di area kerja. Langkah ini diambil untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi beban kerja akibat kondisi lingkungan yang ekstrem.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagri, G. P., & Raushan, P. (2014). PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF FORGING SECTION USING WORK STUDY AND AUTOMATION IN EXISTING AXLE MANUFACTURING PLANT. *International Journal of Mechanical And Production Engineering*, 2(6), 2320–2092.
- Buranasing, Y., & Choomlucksana, J. (2018). Lean Manufacturing and Work Study: Analysis and Integration in an Outbound Logistics Case Study. *Journal of Engineering and Science Research*, 3(2), 17–25. <https://doi.org/10.26666/rmp.jesr.2018.2.3>

- Cardoso, G. O., & Dias, I. C. P. (2020). MAPPING PROCESS IMPROVEMENT AND SEQUENCING ANALYSIS FOR PRODUCTIVE DEFINITIONS: A CASE STUDY IN A METALLURGICAL INDUSTRY. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 6(21), 66–71. <https://doi.org/10.5935/2447-0228.20200009>
- Dalisay, S. M. R., Alagos, A. L. D., Saflor, C. S. R., Marinas, K. A. A., & Jou, Y.-T. (2022a). Job allocation and idle time reduction using a worker-machine relationship-based strategy for sustainable management in a machine shop. *Inclusive Society and Sustainability Studies*, 2(1), 13–26. <https://doi.org/10.31098/issues.v2i1.951>
- Dalisay, S. M. R., Alagos, L. A. D., Saflor, C. S. R., Marinas, K. A. A., & Jou, Y.-T. (2022b). Worker-Machine Relationship Based Strategy for Sustainable Management in A Machine Shop. *RSF Conference Series: Business, Management, and Social Sciences*, 2(1), 166–175. <https://doi.org/10.31098/bmss.v2i1.529>
- Dewanti, G. K. (2020). ANALISIS METODE KERJA PERAKITAN KIPAS ANGIN PADA PROSES SERVIS KIPAS ANGIN MENGGUNAKAN PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 5(1), 11–19.
- Harris, S., Alam, B. P., & Wibowo, A. N. (2017). Pengaruh Produktivitas Kerja terhadap Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Bangunan. C043–C052. <https://doi.org/10.32315/ti.6.c043>
- Ibrahiem, W. (2020). Optimasi Pemilihan Jalur Conveyor Pada Coal Handling System Dan Jadwal Perawatan Dengan Simulasi Sistem Terintegrasi Di PLTU Paiton.
- Kitaw, D. (2007). WORK SIMPLIFICATION FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT A case study: Kaliti Metal Products Factory. *EEA*, 24.
- Lukodono, R. P., & Lin, C. J. (2023). RULA-based work posture evaluation for Indonesian workers: A comparison between office and manufacturing. *AIP Conference Proceedings*, 2693(1), 030027. <https://doi.org/10.1063/5.0119107>
- Lukodono, R. P., & Ulfa, S. K. (2017). DETERMINATION OF STANDARD TIME IN PACKAGING PROCESSING USING STOPWATCH TIME STUDY TO FIND OUTPUT STANDARD. *JOURNAL OF ENGINEERING AND MANAGEMENT INDUSTRIAL SYSTEM*, 5(2). <https://doi.org/10.21776>
- Niebel, B. W. (1999). *Methods, standards, and work design*. Irwin Professional Publishing.
- Putra, A. S. P., & Setiawan, W. (2024). Pengaruh Job Description Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Kasus PT. Srikandi Diamond Motors Cianjur). *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v8i1.3237>
- Pydimarry, S. S., & Rao, B. V. S. (2023). Enhancing Productivity Using Flow Process Charts and Value Stream Mapping. *Proceedings of the Second International Conference on Emerging Trends in Engineering (ICETE 2023)*, 1138–1149. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-252-1_114
- Rahman, A. (2015). Penerapan Shojinka pada Perencanaan Tenaga Kerja dalam kerja Berkelompok. *Seminar Nasional Terpadu Keilmuan Teknik Industri (SATELIT)*, C141–C148. <https://www.researchgate.net/publication/305302293>

- Rini, I. P. (2017). Pengaruh Produktifitas Tenaga Kerja Terhadap Kinerja Waktu Proyek Pada Bangunan Bertingkat. *J.Infras*, 3(2), 127–135.
- Rizaini, L. (2008). *Analisis Beban Kerja Dan Kinerja Karyawan (Studi Kasus Pada Head Office) PT Lerindro Internasional Jakarta*. Institut Pertanian Bogor.
- Sari, S. (2019). Analisis Beban Kerja Menggunakan Metode Nasa-Task Load Index Pada Karyawan Telkom Applied Science School Bandung. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 5(2).
- Sutalaksana, I. Z., Aggawisastra, R., & H.Tjakraatmadja, J. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja* (1st ed.). Institut Teknologi Bandung.
- Syamsudin. (2020). Pengaruh Pengawasan Terhadap Kinerja Pekerja Proyek Pembangunan Gorong-Gorong di Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Administrasi Dan Kebijakan*, 1, 189–195.
- Syelviani, M. (2017). Pengaruh Deskripsi Pekerjaan Terhadap Kinerja Pegawai Negeri Sipil pada Kantor Camat Tembilahan. *Journal of Economy, Business and Accounting (COSTING)*, 43–55.
- Wignjosoebroto, S. (2006). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu - Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Prima Printing.
- Yana Diana. (2020). Pengaruh Job Description Terhadap Kinerja Karyawan Di Departemen Tata Hidangan Pada Hotel Grand Ion Delemen Malaysia. *Jurnal Manajemen Tools*, 12(2), 123–139.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

ANALISIS FAKTOR RISIKO PADA PEKERJA PEMBUAT PIRANTI UPAKARA DI DESA PELIATAN UBUD

(ANALYSIS RISK FACTORS OF CEREMONIAL OFFERINGS WORKERS IN PELIATAN-UBUD)

Ni Putu Sri Arnita¹, Ni Luh Putu Mia Lestari Devi², I Made Sutajaya³,
Ida Ayu Karina Adityanti Manuaba⁴

^{1,2}Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Teknologi dan Ilmu Kesehatan Universitas Bali Dwipa

³Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha

⁴Program Studi Psikologi, Fakultas Humaniora dan Ilmu Sosial, Universitas Bali Dwipa

Jl. Raya Puputan No. 108, Panjer, Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali 80234
sriarnita0803@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui analisis faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud; (2) mengetahui dan mengimplementasikan alternatif solusi yang ditawarkan terhadap faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud; (3) mengetahui gambaran IPTEKS sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengatasi faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa deskriptif eksploratif dengan metode observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data yang diperoleh dinarasikan secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) permasalahan prioritas pada pekerja pembuat piranti upakara adalah permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan, permasalahan pada aspek manajemen, dan permasalahan pada aspek produksi; (2) alternatif solusi yang ditawarkan terhadap faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara yaitu berupa pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* melalui pendekatan partisipatori yang berorientasi pada Teknologi Tepat Guna diharapkan dapat menjadi solusi untuk memecahkan permasalahan prioritas pada aspek sosial kemasyarakatan, aspek manajemen, dan aspek produksi secara komprehensif, bermakna, tuntas, dan berkelanjutan; (3) gambaran IPTEKS sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengatasi faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara yaitu: (a) mengacu pada 6 (enam) kajian TTG; (b) mengacu pada perbaikan mekanisme, stasiun, dan peralatan kerja; (c) mengacu perbaikan manajemen kerja.

Kata kunci: *socio-culture-ergonomic*, *TTG*, *kesehatan*, *manajemen*, *kewirausahaan*

ABSTRACT

This study aims to: (1) identify the risk factor of ceremonial offerings workers in Peliatan Ubud; (2) identify and implement alternative solutions for the risk factors of ceremonial offerings workers in Peliatan Ubud; (3) determine the application of science and technology (IPTEKS) as a solution for the risk factors of ceremonial offerings workers in Peliatan Ubud. This research used descriptive explorative study with observation, interviews, and documentation methods. The data obtained is narrated descriptively. The results show that: (1) the priority issues of ceremonial offerings workers are: problems in the social community aspect, management aspect, and production aspect; (2) the alternative solutions for the risk factors of ceremonial offerings workers include community empowerment through training and mentoring on socio-culture ergonomics using a participatory approach oriented Appropriate Technology, which is expected to comprehensively, meaningfully, completely, and sustainably solve the priority issues in the social community aspect, management aspect, and production aspect; (3) the application of science and technology (IPTEKS) as a solution for the risk factors of ceremonial offerings workers includes: (a) refers to six (6) studies of Appropriate Technology; (b) refers to improvements in mechanisms, workstations, and work equipment; (c) refers to improvements in work management.

Keywords: *socio-culture-ergonomic*, *Appropriate Technology*, *health*, *management*, *entrepreneurship*

PENDAHULUAN

Desa Peliatan berada dalam transisi jaman ke arah serba *modern* dan pengaruh budaya luar yang semakin kuat. Namun adat istiadat masih sangat kental dan tata cara kehidupan serta budaya tradisional masih mendominasi. Adat istiadat adalah aktivitas, kepercayaan, atau upacara yang dilakukan secara turun temurun. Keseharian masyarakat dan setiap upacara adat atau agama di Desa Peliatan tentunya selalu dilengkapi dengan upakara berupa sesajen atau banten. Membeli piranti upakara merupakan salah satu solusi bagi perempuan Bali yang lebih banyak menghabiskan waktu untuk bekerja tetapi masih tetap menjalankan kewajibannya untuk melestarikan adat istiadat. Maka dari itu, industri rumah tangga pembuat piranti upakara merupakan salah satu usaha yang mulai diminati dan berkembang pesat di Desa Peliatan Ubud. Kelompok serati banten Griya Belong, Desa Peliatan, Kecamatan Ubud merupakan salah satu kelompok masyarakat produktif secara ekonomi yang berkecimpung di bidang pembuatan piranti upakara. Kelompok industri ini memiliki pekerja pembuat piranti upakara sejumlah 22 orang yang berasal dari masyarakat setempat.

Proses pembuat piranti upakara terdiri atas 3 bagian yaitu: (a) proses membuat *jaja* upakara; (b) proses membuat *jejahitan*; dan (c) proses *metanding* piranti upakara. Pembuatan *jaja* upakara terdiri atas penggilingan tepung, pembentukan *jaja*, dan menggoreng *jaja*, yang selanjutnya siap disusun saat proses *metanding*. Proses membuat *jejahitan* terdiri atas memotong (*nuas*) janur hingga merangkai *jejahitan* yang siap disusun pada saat proses *metanding*. Proses *metanding* merupakan penggabungan dari beberapa bahan (*bunga*, *jejahitan*, dan *jaja*) hingga menjadi piranti upakara (*banten*) yang siap dipasarkan. Proses kerja tersebut dilakukan secara berurutan hingga menghasilkan piranti upakara (N.P.S Arnita et al., 2020)(Ni Putu Sri Arnita et al., 2023). Pesanan piranti upakara sempat mengalami penurunan selama pandemi covid-19. Hal ini disebabkan karena adanya pembatasan upacara adat dan agama. Pesanan mulai normal kembali hingga membludak pada pasca covid-19. Pekerja pembuat piranti upakara mulai kewalahan menerima pesanan dari para keluarga ataupun *pura* (tempat ibadah) setempat yang akan melaksanakan upacara adat atau keagamaan.

Pekerja pembuat piranti upakara ternyata banyak melibatkan aktivitas fisik yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Hasil penelitian sebelumnya yaitu: (a) terjadi peningkatan keluhan muskuloskeletal sebesar 39,72% pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan (N.P.S Arnita et al., 2020) dan (b) terjadi peningkatan stres akibat kerja sebesar 47,05% pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan (Ni Putu Sri Arnita et al., 2023). Permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan (kualitas kesehatan dilihat dari keluhan muskuloskeletal dan stres akibat kerja) juga berdampak pada aspek manajemen (sikap kewirausahaan guna meningkatkan kemampuan manajemen), dan aspek produksi (pendapatan). (Sutajaya et al., 2022)(Sutajaya, 2018). Adapun beberapa permasalahan ergonomi pada kelompok pekerja pembuat piranti upakara yaitu: (a) mekanisme kerja pembuat piranti upakara dilakukan setiap hari dalam keadaan monoton yang disertai dengan tuntutan beban kerja yang kompleks akibat pesanan piranti upakara yang banyak; (b) stasiun kerja yang tidak sesuai dengan antropometri mengakibatkan posisi dan sikap kerja yang tidak fisiologis; (c) pemanfaatan otot berlebih akibat posisi dan sikap kerja yang tidak fisiologis; dan (d) pekerjaan didominasi oleh gerakan statis. Beberapa kondisi pekerja pembuat piranti upakara yang bekerja tidak sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



Gambar 01. Aktivitas Membuat *Jejahitan* oleh Pekerja Pembuat Piranti UpakaraGambar 02. Aktivitas *Metanding* oleh Pekerja Pembuat Piranti UpakaraGambar 03. Aktivitas Membuat *Jaja Upakara* oleh Pekerja Pembuat Piranti Upakara

Untuk memecahkan permasalahan pada ketiga aspek yang terdiri dari aspek sosial kemasyarakatan (kualitas kesehatan), aspek manajemen (sikap kewirausahaan guna meningkatkan kemampuan manajemen), dan aspek produksi (pendapatan) maka perlu dilakukan pelatihan dan pendampingan yang mengacu pada prinsip-prinsip ergonomi (Sutajaya et al., 2022)(Arifianto et al., 2018)(Suarsa & Sutajaya, 2015). Ergonomi berupaya menciptakan kondisi kerja yang sehat, aman, nyaman, efektif, dan efisien atau serasi dengan pekerja untuk meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan pekerja (Sutajaya, 2019). Dalam hal ini diupayakan adanya keserasian antara *task*, organisasi, dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan, dan batasan manusia sehingga seseorang mampu bekerja maksimal dengan risiko yang minimal (Sutajaya et al., 2022)(Sutjana, 2015)(Manuaba, 2003). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kondisi kerja pekerja pembuat piranti upakara yaitu melalui pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* melalui pendekatan partisipatori yang berorientasi pada Teknologi Tepat Guna.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah: (1) bagaimanakah analisis faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud?; (2) apakah alternatif solusi yang ditawarkan terhadap faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud?; (3) bagaimanakah gambaran IPTEKS

sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengatasi faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud?

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah: (1) mengetahui analisis faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud; (2) mengetahui dan mengimplementasikan alternatif solusi yang ditawarkan terhadap faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud; (3) mengetahui gambaran IPTEKS sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengatasi faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa deskriptif eksploratif dengan metode observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penelitian deskriptif eksploratif adalah penelitian dengan metode untuk menggambarkan suatu hasil penelitian, namun hasil gambaran tersebut tidak digunakan untuk membuat simpulan yang lebih umum. Responden penelitian terdiri atas 22 orang pekerja pembuat piranti upakara di Desa Peliatan Ubud. Lokasi penelitian yaitu Desa Peliatan, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar, Provinsi Bali. Data yang diperoleh dinarasikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Faktor Risiko pada Pekerja Pembuat Piranti Upakara

Analisis faktor risiko digunakan untuk menentukan permasalahan prioritas pada pekerja pembuat piranti upakara. Adapun permasalahan prioritas pada pekerja pembuat piranti upakara adalah sebagai berikut.

a. **Permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan** yaitu belum optimalnya upaya peningkatan kualitas kesehatan dilihat dari penurunan keluhan muskuloskeletal dan stres akibat kerja pada pekerja pembuat piranti upakara. Adapun sub permasalahannya adalah sebagai berikut.

1. Pekerja pembuat piranti upakara dominan beraktivitas dalam keadaan monoton

Pekerja umumnya hanya melakukan satu pekerjaan saja sehingga keadaan menjadi monoton. Proses pembuatan *jaja* upakara dan *jejahitan* dilakukan secara monoton pada posisi duduk dengan durasi waktu lebih dari dua jam. Sedangkan proses *metanding* dilakukan secara monoton pada posisi berdiri dengan durasi waktu lebih dari tiga jam. Jika dibiarkan begitu saja, maka akan muncul berbagai macam keluhan seperti keluhan muskuloskeletal (keluhan otot) dan stres akibat kerja monoton. Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa terjadi peningkatan beban kerja sebesar 16,09% pada pekerja yang membuat *jaja* upakara; 15,94% pada pekerja yang membuat *jejahitan*; dan 17,41% pada pekerja yang bertugas *metanding* piranti upakara (N.P.S Arnita et al., 2020).

2. Stasiun dan peralatan kerja pekerja pembuat piranti upakara tidak sesuai dengan antropometri

Stasiun kerja yang tidak sesuai dengan antropometri mengakibatkan posisi dan sikap kerja yang tidak fisiologis. Pekerja duduk dengan posisi pinggang terpilin dan kaki menggantung selama lebih dari dua jam di pinggiran lantai rumah. Metode kerja inilah yang menimbulkan sikap tidak fisiologis seperti: (1) otot yang bekerja secara statis sangat banyak akibat sikap kerja yang cenderung tidak berubah (statis) selama lebih dari dua jam; (2) inklinasi ke depan pada leher dan kepala akibat medan *display* terlalu rendah karena tidak menggunakan meja kerja; (3) sikap kerja membungkuk akibat medan kerja terlalu rendah karena tidak menggunakan meja kerja; (4) kaki menggantung akibat tempat duduk terlalu tinggi (48,00 cm), sehingga tidak sesuai dengan antropometri tinggi *popliteal* pekerja pada persentil 5 yaitu 43,00 cm; (5) sikap asimetris (terpilin) yang mengakibatkan terjadinya perbedaan beban pada kedua sisi tulang belakang (Ni Putu Sri Arnita et al., 2023)(Luh Putu Mia Lestari Devi et al., 2023). Metode kerja yang mengakibatkan sikap kerja yang tidak alamiah (sikap statis dalam waktu lama, gerakan memutar dan menunduk yang berulang) dapat mengakibatkan gangguan pada sistem otot rangka (keluhan muskuloskeletal) (Sutajaya, 2018)(Grandjean, 2007)(Marfuah, 2018).

3. **Pekerjaan monoton disertai dengan tuntutan beban kerja yang kompleks dan rumit** dapat memicu timbulnya stres kerja pada pekerja.

b. **Permasalahan pada aspek manajemen** yaitu belum optimalnya pemahaman tentang sikap kewirausahaan guna meningkatkan kemampuan manajemen pekerja pembuat piranti upakara. Pekerja pembuat piranti upakara belum memahami secara optimal tentang sikap kewirausahaan untuk menyadari pentingnya: (a) **kemampuan manajemen waktu** agar tidak kewalahan dalam menentukan prioritas pesanan piranti upakara yang membludak akibat upacara adat atau keagamaan yang menumpuk; (b) **kemampuan manajemen persediaan**

bahan baku agar pembuatan upakara tidak terhambat terutama saat pesanan membludak; (c) **kemampuan manajemen penataan bahan baku** yang baik agar memudahkan proses pencarian dan pengambilan piranti upakara saat diperlukan.

- c. **Permasalahan pada aspek produksi** yaitu belum optimalnya upaya peningkatan kualitas kesehatan dan sikap kewirausahaan guna meningkatkan kemampuan manajemen sehingga berpengaruh terhadap pendapatan pekerja.

2. Alternatif Solusi yang Ditawarkan

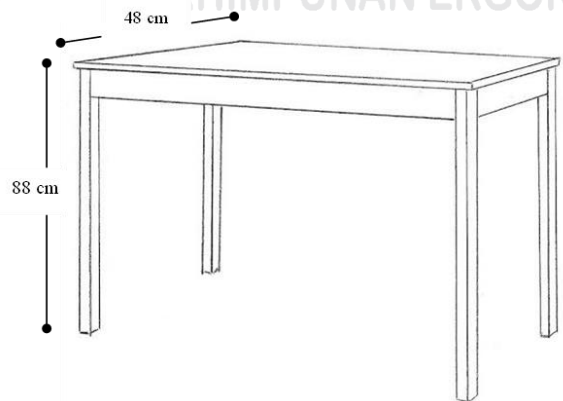
Pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* melalui pendekatan partisipatori yang berorientasi pada Teknologi Tepat Guna diharapkan dapat menjadi solusi untuk memecahkan permasalahan prioritas pada aspek sosial kemasyarakatan, aspek manajemen, dan aspek produksi secara komprehensif, bermakna, tuntas, dan berkelanjutan. Pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture* yang dimaksud adalah pelatihan dan pendampingan yang berorientasi pada kearifan lokal/budaya setempat disertai dengan perbaikan mekanisme kerja, stasiun kerja, peralatan kerja, manajemen kerja, dan pengendalian bahaya dan risiko K3. Pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture* melalui pendekatan partisipatori artinya semua orang yang terlibat dalam pemecahan masalah harus dilibatkan sejak awal secara maksimal agar dapat diwujudkan mekanisme kerja yang kondusif dan diperoleh produk yang berkualitas sesuai dengan tuntutan jaman. Penerapan Teknologi Tepat Guna program pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* yaitu: (a) secara ekonomi biaya yang dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang tersedia; (b) secara teknis dapat dikerjakan atau dioperasikan oleh pekerja; (c) secara kesehatan dapat dipertanggungjawabkan; (d) secara sosial-budaya dapat diterima bersama-sama oleh pekerja; pengusaha dan masyarakat pengguna; (e) ditinjau dari penggunaan energi dapat dikurangi; (f) teknologi tersebut tidak akan merusak lingkungan (Marfuah, 2018). Solusi yang ditawarkan untuk memecahkan tiga aspek masalah dapat dilakukan melalui rekayasa teknik dan rekayasa manajemen. Solusi-solusi tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut.

- a) Pemberian pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* disertai dengan pemberian istirahat aktif diantara waktu kerja dan waktu istirahat yaitu dengan meletakkan beberapa piranti habis pakai (habis dikerjakan selama 2 jam) sejauh 3 meter dari posisi pekerja merupakan pemberian istirahat aktif tanpa disadari oleh pekerja (Luh Putu Mia Lestari Devi et al., 2023)(Nooryana et al., 2020)(Devi et al., 2020). Solusi ini memecahkan masalah bagi pekerja agar tidak beraktivitas dalam keadaan monoton pada posisi duduk atau berdiri dengan durasi waktu lebih dari dua jam sehingga dapat terhindar dari keluhan muskuloskeletal serta stres akibat kerja.
- b) Pemberian pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* disertai dengan penyesuaian stasiun dan peralatan kerja dengan prinsip-prinsip ergonomi serta pemberian tempat duduk bagi pekerja dengan aktivitas *majejahitan* dan *membuat jaja* upakara (Maurits & Bungakaraeng, 2018). Solusi ini memecahkan masalah bagi pekerja agar posisi dan sikap kerjanya lebih sesuai dengan fungsi tubuh sehingga dapat terhindar dari gangguan pada sistem otot rangka (keluhan muskuloskeletal).
- c) Pemberian pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* disertai dengan penyesuaian sistem kerja statis menjadi dinamis dengan cara melakukan rotasi kerja pada pekerja pembuat piranti upakara. Rotasi kerja disesuaikan dengan keahlian pekerja karena proses pembuatan piranti upakara memiliki kerumitan yang berbeda-beda (Darmayasa et al., 2020). Solusi lainnya yaitu mengelompokkan pekerja dengan yang satu frekuensi sehingga harapannya bisa saling berbagi cerita dan pengalaman. Solusi ini memecahkan masalah bagi pekerja agar terhindar dari kebosanan yang berpotensi pada stres akibat kerja.
- d) Pemberian pelatihan dan pendampingan oleh tenaga ahli tentang *socio-culture ergonomic* disertai dengan pemberian *display* dan rak penyimpanan bahan baku yang ergonomis guna meningkatkan sikap kewirausahaan khususnya terkait cara meningkatkan kemampuan manajemen waktu (*time management skill*), manajemen persediaan bahan baku, dan manajemen penataan bahan baku. Solusi ini memecahkan masalah bagi pekerja agar dapat meningkatkan pemahaman tentang sikap kewirausahaan guna meningkatkan kemampuan manajerial.
- e) Pemberian pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* diharapkan dapat meningkatkan sikap kewirausahaan guna meningkatkan kemampuan manajerial pekerja (Rinamurti & Setiawan, 2021)(Sulistiyanto et al., 2021). Solusi ini diharapkan dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja sehingga berpotensi meningkatkan jam kerja dan berpeluang ke peningkatan pendapatan pekerja. Solusi lain yang dapat ditawarkan adalah meminta ke pengelola industri agar membeli bahan baku lokal dengan tujuan mendapatkan harga yang lebih murah dan juga membantu peningkatan perekonomian masyarakat lokal.

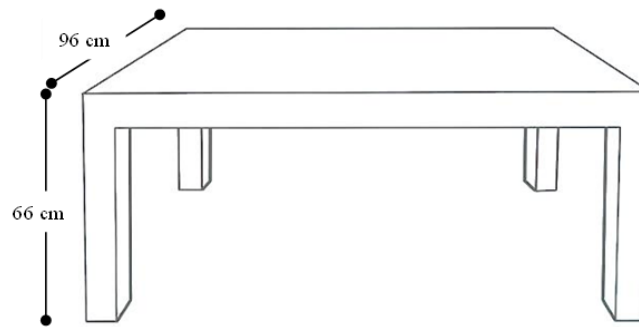
3. Gambaran IPTEKS

Gambaran IPTEKS dalam pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* melalui pendekatan partisipatori sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengatasi faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara adalah sebagai berikut.

1. Gambaran IPTEKS mengacu kepada 6 (enam) kajian TTG adalah sebagai berikut.
 - a. Secara teknis dapat dikerjakan, karena semua kegiatan dimulai dengan kesepakatan dengan pihak pengguna.
 - b. Secara ekonomis dapat dijangkau, karena semua kegiatan telah didukung sepenuhnya oleh masyarakat termasuk penyediaan dana.
 - c. Secara kesehatan dapat dipertanggungjawabkan, karena semua kegiatan selalu menggunakan prinsip ergonomi.
 - d. Secara sosial budaya tidak bertentangan, karena sudah ada kajian yang holistik terkait dengan penataan yang akan dilakukan dan sudah disosialisasikan.
 - e. Hemat energi dijadikan parameter dalam mengevaluasi kegiatan tersebut dengan harapan agar penerapan teknologi bisa berkelanjutan.
 - f. Ramah lingkungan menjadi suatu keharusan dalam pelaksanaan kegiatan dengan harapan agar lingkungan tetap lestari.
2. Gambaran IPTEKS pada perbaikan mekanisme, stasiun, dan peralatan kerja untuk meningkatkan kualitas kesehatan, sikap kewirausahaan, dan pendapatan adalah: (a) perbaikan stasiun kerja berupa menambah ukuran tinggi meja guna memperbaiki posisi dan sikap kerja yang tidak fisiologis (desain meja yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 04 dan Gambar 05); (b) pemberian tempat duduk bagi pekerja yang melakukan aktivitas *majehitan* dan membuat *jaja* upakara (desain tempat duduk yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 06); (c) perubahan sistem kerja statis menjadi dinamis merupakan pergantian kerja atau rotasi kerja tiap 1 jam 20 menit; (d) perbaikan peralatan kerja berupa pisau *metuasan* dengan ukuran diameter gengaman pisau kurang lebih 3,00 cm dan panjang menyesuaikan dengan penggunaan (desain yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 07).



Gambar 04. Desain Meja Tempat *Metanding* (Posisi Berdiri)



Gambar 05. Desain Meja Tempat Pembuatan *Jejahitan* dan *Jaja* Upakara (Posisi Duduk)

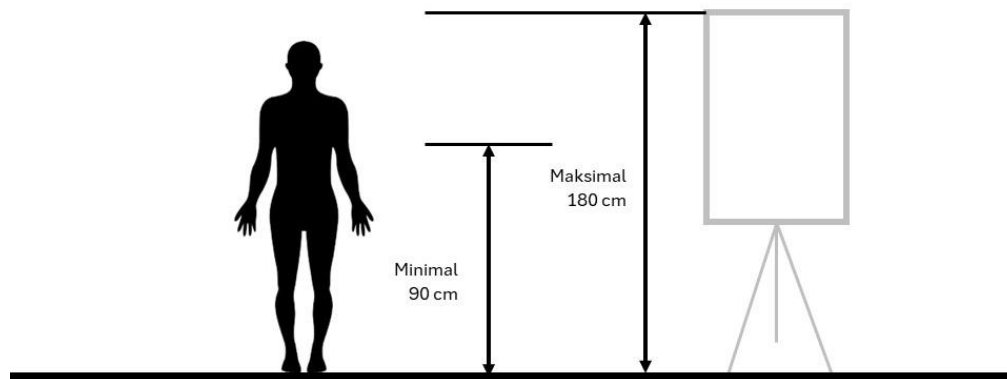


Gambar 06. Desain Tempat Duduk untuk Pekerja Pembuat *Jejahitan* dan *Jaja* Upakara



Gambar 07. Pisau *Metuasan*

3. Gambaran IPTEKS pada perbaikan manajemen kerja untuk meningkatkan kualitas kesehatan, sikap kewirausahaan, dan pendapatan yaitu dengan memberikan *display* berupa pemberian papan informasi (desain yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 08) serta rak penyimpanan bahan baku yang ergonomis (desain yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 09).



Gambar 08. Desain Papan Informasi



Gambar 09. Desain Rak Penyimpanan Bahan Baku

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikaji melalui penelitian yang relevan, dapat disimpulkan bahwa: (a) adapun permasalahan prioritas pada pekerja pembuat piranti upakara adalah permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan, permasalahan pada aspek manajemen, dan permasalahan pada aspek produksi; (2) alternatif solusi yang ditawarkan terhadap faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara yaitu berupa pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* melalui pendekatan partisipatori yang berorientasi pada Teknologi Tepat Guna diharapkan dapat menjadi solusi untuk memecahkan permasalahan prioritas pada aspek sosial kemasyarakatan, aspek manajemen, dan aspek produksi secara komprehensif, bermakna, tuntas, dan berkelanjutan; (3) gambaran IPTEKS sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengatasi faktor risiko pada pekerja pembuat piranti upakara yaitu: (a) mengacu pada 6 (enam) kajian TTG; (b) mengacu pada perbaikan mekanisme, stasiun, dan peralatan kerja; (c) mengacu pada perbaikan manajemen kerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada: (1) DRTPM - Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia sebagai pemberi dana hibah Program Kemitraan Masyarakat

(PKM); (2) para narasumber atas kesediaannya dalam proses wawancara; dan (3) anggota peneliti karena telah membantu dalam proses pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, E. ., Dwi, H. ., & Choiri, M. (2018). Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia Dengan Kompetensi dan Potensi Kewirausahaan. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri*.
- Arnita, N.P.S, Adiputra, N., Purnawati, S., Sucipta, I. ., Sutajaya, I. ., & Sundari, L. P. . (2020). Improvement Mechanism of Work Oriented by Ergonomic Increase Health Quality and Productivity. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 06(02).
- Arnita, Ni Putu Sri, Devi, N. L. P. M. L., & Sutajaya, I. M. (2023). Implementasi Ergo-Entrepreneurship Secara Partisipatori Mengurangi Kebosanan dan Stres Kerja serta Meningkatkan Sikap Kewirausahaan Pekerja. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 9(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/JEI.2023.v09.i01.p06>
- Darmayasa, J. B., Wahyudin, W., & Mulyana, T. (2020). Application of The Reflection Concept in Majejahan Activity. *Ethnomathematics Journal*, 1(1), 13–20. <http://journal.uny.ac.id/index.php/ethno>
- Devi, N. L. P. M. ., Adiputra, L. M. I. S. ., & Sutajaya, I. . (2020). Giving Active Breaks and Snack Reduced Fatigue and Improved Motivation of Work and Productivity of Jaja Gipang Employee. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 06(02).
- Grandjean, E. (2007). *Fitting the task to the Man. A Textbook of Occupational Ergonomis. 4th Edition*. Taylor & Francis.
- Luh Putu Mia Lestari Devi, N., Putu Sri Arnita, N., Made Sutajaya, I., Made Indah Sri Handari Adiputra, L., Studi Teknik Biomedis, P., Teknologi dan Ilmu Kesehatan Universitas Bali Dwipa, F., Studi Pendidikan Biologi, P., Biologi dan Perikanan Kelautan, J., Mipa, F., Pendidikan Ganesha, U., Fisiologi, B., & Kedokteran, F. (2023). Pemberdayaan Masyarakat melalui Ergo-entrepreneurship untuk Mengurangi Kelelahan serta Meningkatkan Motivasi Kerja dan Produktivitas Pekerja. *The Indonesian Journal of Ergonomic* 1), 9(1), 30–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/JEI.2023.v09.i01.p07>
- Manuaba, A. (2003). *Penerapan Ergonomi Meningkatkan Produktivitas*.
- Marfuah, H. H. (2018). Perbaikan Sistem Kerja yang Ergonomis untuk Mengurangi Kelelahan dan Keluhan Muskuloskeletal dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori. *Dinamika Teknik Industri*, 11(1), 1–8.
- Maurits, L. ., & Bungakaraeng, B. (2018). Pengaruh Penggunaan Kursi Kerja Ergonomis Terhadap Penurunan Keluhan Nyeri dan Stress Kerja pada Pekerja Perusahaan Lampu X di Yogyakarta. *Jurnal Ergonomi Dan K3*, 3(1), 1–4.
- Nooryana, S., Adiatmika, I. P. G., & Purnawati, S. (2020). Latihan Peregangan Dinamis Dan Istirahat Aktif Menurunkan Keluhan Muskuloskeletal Pada Pekerja Di Industri Garmen. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 06(01). <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/JEI.2020.v06.i01.p08>
- Rinamurti, & Setiawan, H. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Ergo-Entrepreneurship Untuk Meningkatkan Kualitas Hidup dan Sikap Kewirausahaan Karyawan Pembuat Pempek PT Cita Rasa Palembang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Bina Darma*, 1(1), 1–12.
- Suarsa, P. ., & Sutajaya, I. . (2015). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Ergo-Entrepreneurship Untuk Mengembangkan Pengetahuan dan Sikap Kewirausahaan Serta Meningkatkan Pendapatan Pedagang Kuliner Lokal di Desa Peliatan, Ubud, Gianyar. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 4(2).
- Sulistyanto, A., Dwinarko, D., Syafrizal, T., & Mujab, S. (2021). Pelatihan Kewirausahaan dan Manajemen Komunikasi Pemasaran bagi Pelaku UMKM pada Masyarakat di Kelurahan Ponggang, Kec. Serangpanjang, Kabupaten Subang. *Jurnal Abdidas*, 2(1), 34–40. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v2i1.199>
- Sutajaya, I. . (2018). *Ergonomi* (1st ed.). Rajawali Pers.
- Sutajaya, I. . (2019). *Ergonomi Pendidikan* (1st ed.). Media Akademi.
- Sutajaya, I. ., Arnita, N. P. ., & Devi, N. L. P. M. . (2022). *Ergonomi Sosial Budaya* (1st ed.). Suluh Media.
- Sutjana, I. D. P. (2015). Aspek Ergonomi dari Risiko Psikososial di Tempat Kerja. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*.

INVESTIGASI FAKTOR TEKNOLOGI, OPERASIONAL, DAN LINGKUNGAN YANG MEMPENGARUHI RISIKO KEBAKARAN KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA

Investigating the Technological, Operational, and Environmental Factors Influencing Electric Vehicle Fire Risks in Indonesia

Dewi Hardiningtyas^{1,*}, Ishardita Pambudi Tama¹, Oyong Novareza¹, Qomariyatus Sholihah¹, Shobri Arnanta¹, Dhia Naqqiya Salsabila¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

*E-mail: dewi.tyas@ub.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi faktor-faktor teknologi, operasional, dan lingkungan yang mempengaruhi risiko kebakaran terkait kendaraan listrik (EV) di Indonesia. Dengan meningkatnya adopsi EV sebagai solusi transportasi berkelanjutan, pemahaman dan mitigasi risiko kebakaran terkait sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kepercayaan publik. Studi ini menggunakan pendekatan metode campuran, menggabungkan tinjauan literatur, studi kasus, dan survei di antara pengguna EV di Indonesia. Temuan menunjukkan bahwa faktor teknologi seperti cacat desain baterai, *thermal runaway*, dan cacat manufaktur secara signifikan berkontribusi terhadap risiko kebakaran. Faktor operasional, termasuk praktik pengisian daya yang tidak benar dan pemeliharaan yang tidak memadai, memperburuk risiko ini. Kondisi lingkungan, terutama iklim tropis Indonesia dengan suhu tinggi dan kelembaban, lebih meningkatkan kemungkinan baterai mengalami *overheating* dan potensi kebakaran. Penelitian ini menyoroti kebutuhan akan Sistem Manajemen Baterai (BMS) yang canggih, kontrol kualitas yang ketat dalam manufaktur, dan edukasi publik tentang praktik pengisian daya dan pemeliharaan yang aman. Selain itu, studi ini merekomendasikan pengembangan infrastruktur pengisian daya yang kuat dan penerapan standar keselamatan untuk mengurangi risiko ini. Dengan menangani faktor-faktor ini secara komprehensif, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan keberlanjutan adopsi EV di Indonesia. Studi lanjutan harus fokus pada kemajuan teknologi dan kerangka regulasi untuk mendukung integrasi EV yang aman ke dalam sistem transportasi Indonesia.

Kata kunci: kendaraan listrik, kebakaran, faktor teknologi, faktor operasional, faktor lingkungan

ABSTRACT

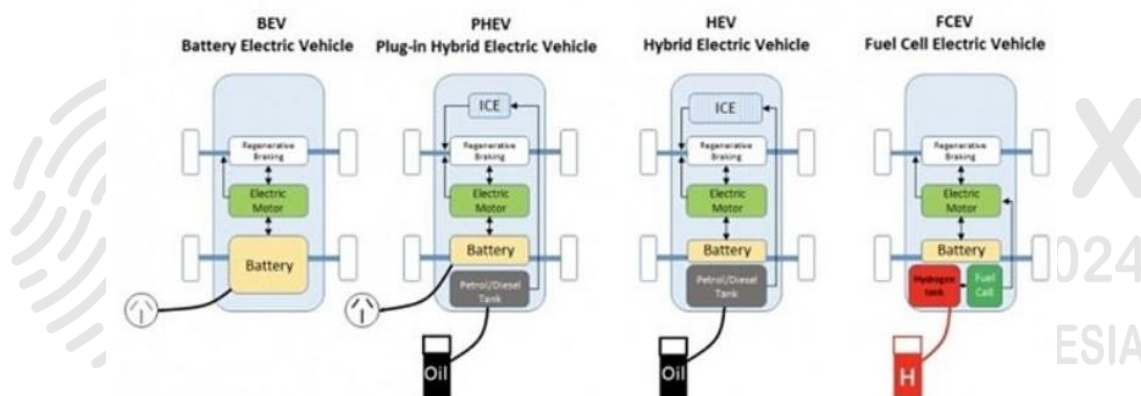
This research aims to investigate the technological, operational, and environmental factors that influence the fire risks associated with electric vehicles (EVs) in Indonesia. With the growing adoption of EVs as a sustainable transportation solution, understanding and mitigating the associated fire risks is crucial for ensuring safety and public confidence. The study utilizes a mixed-method approach, combining literature review, case studies, and surveys among EV users in Indonesia. The findings reveal that technological factors such as battery design flaws, thermal runaway, and manufacturing defects significantly contribute to fire risks. Operational factors, including improper charging practices and inadequate maintenance, exacerbate these risks. Environmental conditions, particularly Indonesia's tropical climate with high temperatures and humidity, further increase the likelihood of battery overheating and potential fires. The research highlights the need for advanced Battery Management Systems (BMS), stringent quality control in manufacturing, and public education on safe charging and maintenance practices. Additionally, the study recommends the development of robust charging infrastructure and the implementation of safety standards to mitigate these risks. By addressing these factors comprehensively, the research aims to enhance the safety and sustainability of EV adoption in Indonesia. Future studies should focus on technological advancements and regulatory frameworks to support the safe integration of EVs into the Indonesian transportation system.

Keywords: electric vehicle, fire, technological factors, operational factors, environmental factors

PENDAHULUAN

Upaya untuk mengurangi emisi karbon dari kendaraan bermotor menjadi salah satu pilar untuk menjaga kelestarian lingkungan, yang menjadi tantangan masyarakat global. Perkembangan teknologi elektrifikasi kendaraan otomotif menjadi salah satu upaya untuk menjaga lingkungan dan tren revolusi industri otomotif global. Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Pengembangan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan menjadi momentum komitmen pemerintah dalam pengembangan kendaraan bermotor listrik di Indonesia. Adapun elektrifikasi kendaraan bermotor memiliki potensi yang besar dalam mengubah potret ekosistem industri otomotif di Indonesia. Dalam mewujudkan pengembangan kendaraan listrik, Kementerian Energi dan Sumber Daya (ESDM) juga telah mendukung dengan peta jalan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) yang diproyeksikan dapat menghemat konsumsi bahan bakar dari 0,44 juta kilo liter (KL) pada 2021 menjadi menghemat 6,03 juta KL pada 2030.

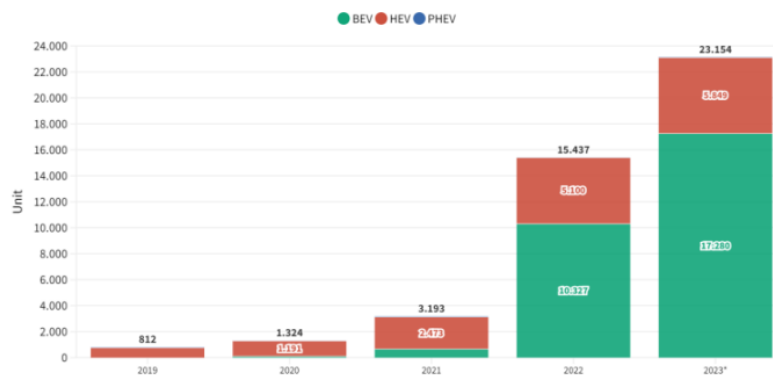
Kendaraan listrik dikembangkan pertama kali pada tahun 1900-an, seiring dengan dikembangkannya teknologi motor listrik (*Department of Energy*, 2014). Namun, dengan masih terbatasnya jarak jangkauan serta mahalnya teknologi yang diperlukan sehingga saat itu kendaraan listrik tidak bisa berkembang dengan baik. Baru kemudian di awal abad ke-21, dimana terdapat keprihatinan akan turunnya kualitas udara akibat polusi gas buang kendaraan, menyebabkan pengembangan teknologi kendaraan listrik mulai meningkat kembali. Saat ini, secara teoretis dan teknologi (Omazaki, 2023), kendaraan bermotor listrik secara umum dapat terbagi menjadi empat yaitu: *Hybrid Electric Vehicle* (HEV), *Battery Electric Vehicle* (BEV), *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV), dan *Fuel Cell Electric Vehicle* (FCEV).



Sumber: Omazaki, 2023

Gambar 1. Cara Kerja Kendaraan Bermotor Listrik

Penelitian ini berfokus pada BEV atau Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai atau KBLBB. KBLBB merupakan kendaraan dengan motor listrik sebagai satu-satunya penggerak. Baterai digunakan untuk menyimpan tenaga listrik yang akan menggerakkan motor listrik sehingga harus diisi ulang. Di Indonesia, penggunaan BEV sendiri semakin meningkat pesat tiap tahunnya. Hal ini juga didorong dengan implementasi kebijakan tentang kendaraan listrik yaitu adanya penurunan tingkat kualitas udara di perkotaan yang makin memprihatinkan, dimana penyumbang terbesar dari penurunan tersebut adalah akibat adanya polusi yang disebabkan oleh asap kendaraan bermotor (Veza dkk., 2022). Kendaraan listrik yang tidak menghasilkan asap tentu menjadi alternatif yang lebih baik bagi kualitas udara perkotaan.



Sumber: Mustajab (2023)

Gambar 2. Data Penjualan KBLBB Indonesia Tahun 2019—Mid-2023

Keandalan kendaraan listrik merupakan salah satu faktor penting yang sangat diperhatikan oleh masyarakat saat memutuskan untuk menggunakan kendaraan ini. Hal ini menjadi perhatian utama karena kendaraan listrik memiliki sistem yang lebih sederhana dibandingkan dengan kendaraan konvensional yang berbahan bakar fosil. Namun, kesederhanaan sistem ini tidak menjamin bahwa kendaraan listrik bebas dari masalah. Keandalan kendaraan listrik mencakup berbagai aspek, mulai dari performa kendaraan sehari-hari hingga ketersediaan suku cadang yang dibutuhkan untuk perawatan dan perbaikan. Selain itu, sistem pengisian baterai yang efisien dan jaringan infrastruktur yang memadai untuk mendukung penggunaan kendaraan listrik juga merupakan bagian dari keandalan yang harus diperhatikan. Ketersediaan suku cadang yang mudah diakses dan sistem pengisian baterai yang andal sangat penting untuk memastikan kendaraan listrik tetap berfungsi dengan baik. Jika salah satu komponen mengalami kerusakan, ketersediaan suku cadang yang cepat dan tepat waktu akan sangat menentukan berapa lama kendaraan tersebut dapat kembali beroperasi. Selain itu, sistem pengisian baterai yang efisien dan cepat akan meningkatkan kenyamanan pengguna, mengurangi waktu tunggu saat mengisi daya, dan memastikan bahwa kendaraan siap digunakan kapan saja. Kurangnya keandalan dalam salah satu aspek tersebut dapat membawa berbagai konsekuensi negatif. Misalnya, risiko kecelakaan dapat meningkat jika kendaraan listrik mengalami kegagalan sistem saat digunakan. Biaya perawatan yang tinggi juga dapat menjadi beban bagi pengguna, terutama jika suku cadang sulit ditemukan atau mahal. Selain itu, keandalan yang rendah dapat mengurangi kenyamanan dan kepercayaan masyarakat terhadap kendaraan listrik, sehingga menghambat adopsi luas teknologi ini. Oleh karena itu, menjaga dan meningkatkan keandalan kendaraan listrik adalah kunci untuk memastikan pengalaman pengguna yang positif dan mendukung transisi menuju transportasi yang lebih berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi faktor-faktor teknologi, operasional, dan lingkungan yang mempengaruhi risiko kebakaran terkait kendaraan listrik (KBLBB) di Indonesia. Dengan meningkatnya adopsi EV sebagai solusi transportasi berkelanjutan, pemahaman dan mitigasi risiko kebakaran terkait sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kepercayaan publik.

METODE

Studi ini menggunakan pendekatan metode campuran, yang menggabungkan tinjauan literatur, studi kasus, dan survei di antara pengguna kendaraan listrik (EV) di Indonesia. Tinjauan literatur memberikan dasar teoretis yang kuat dan wawasan dari penelitian sebelumnya yang relevan, membantu dalam mengidentifikasi tren dan tantangan utama dalam adopsi kendaraan listrik. Studi kasus memberikan gambaran mendalam tentang implementasi EV di berbagai wilayah di Indonesia, termasuk analisis kebijakan, infrastruktur, dan respon masyarakat setempat. Survei di antara pengguna EV bertujuan untuk mengumpulkan data empiris tentang pengalaman, persepsi, dan preferensi pengguna, yang penting untuk memahami faktor-faktor pendorong dan penghambat adopsi EV. Kombinasi ketiga metode ini memungkinkan penelitian untuk menghasilkan temuan yang komprehensif dan mendalam, serta rekomendasi yang berbasis data untuk mendukung pengembangan lebih lanjut dari ekosistem kendaraan listrik di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Penyebab Kebakaran

Temuan menunjukkan bahwa faktor teknologi seperti cacat desain baterai, thermal runaway, dan cacat manufaktur secara signifikan berkontribusi terhadap risiko kebakaran. Desain baterai yang cacat dapat menciptakan kelemahan struktural yang membuat baterai rentan terhadap kerusakan atau malfungsi saat digunakan. Thermal runaway, sebuah kondisi di mana peningkatan suhu memicu reaksi kimia yang menghasilkan lebih banyak panas, dapat dengan cepat menyebabkan suhu baterai naik di luar kendali dan akhirnya memicu kebakaran. Cacat manufaktur, seperti kesalahan dalam proses perakitan atau penggunaan bahan berkualitas rendah, juga dapat menyebabkan ketidakstabilan baterai yang berpotensi mengarah pada kebakaran.

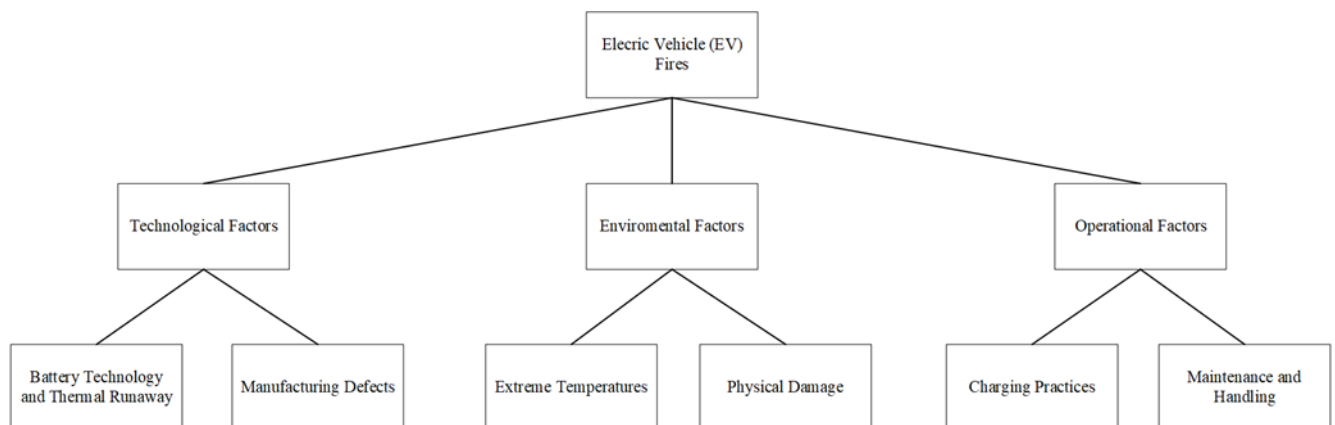
Selain itu, faktor operasional memainkan peran penting dalam memperburuk risiko kebakaran baterai. Praktik pengisian daya yang tidak benar, seperti overcharging atau menggunakan charger yang tidak sesuai, dapat menyebabkan tekanan berlebihan pada baterai, meningkatkan risiko thermal runaway. Pemeliharaan yang tidak memadai, termasuk kurangnya inspeksi rutin dan perawatan preventif, dapat menyebabkan akumulasi kerusakan atau degradasi komponen baterai yang tidak terdeteksi, yang pada akhirnya meningkatkan risiko kebakaran.

Kondisi lingkungan juga memiliki dampak yang signifikan terhadap stabilitas baterai. Iklim tropis Indonesia, dengan suhu tinggi dan kelembaban yang tinggi, menciptakan lingkungan yang kondusif untuk overheating. Suhu tinggi dapat mempercepat degradasi material baterai, sementara kelembaban dapat menyebabkan korosi internal yang memperburuk kerusakan. Kombinasi dari cacat teknologi, kesalahan operasional, dan tantangan lingkungan menciptakan situasi yang sangat rentan terhadap insiden kebakaran. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap setiap faktor penyebab ini dan mengembangkan strategi mitigasi yang komprehensif. Langkah-langkah preventif seperti desain baterai yang lebih aman, standar pengisian daya yang ketat, dan program pemeliharaan yang proaktif harus diimplementasikan untuk mengurangi risiko kebakaran dalam konteks lokal yang spesifik.

Analisis Tingkat Penyebab Kebakaran

Pada penelitian ini, analisis tingkat penyebab kebakaran dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. *Analytical Hierarchy Process* adalah sebuah metode untuk mendukung pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Metode ini membantu dalam menyelesaikan masalah yang melibatkan berbagai faktor atau kriteria yang kompleks dengan cara menguraikannya menjadi sebuah hierarki. Menurut Saaty (1993), hierarki adalah representasi dari suatu masalah kompleks dalam bentuk struktur multilevel. Struktur ini dimulai dari tingkat pertama yaitu tujuan, kemudian diikuti oleh tingkat faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya hingga tingkat terakhir yang berisi alternatif.

Pendekatan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* diawali dengan mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan. Pada penelitian ini, ditemukan masalah yaitu berupa faktor-faktor penyebab kebakaran pada kendaraan listrik (EV). Dari masalah tersebut akan ditemukan solusi berupa pemeringkatan pada risiko yang memiliki tingkatan paling tinggi dalam penyebab kebakaran kendaraan listrik. Selanjutnya dilanjutkan dengan pembuatan struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama. Struktur hierarki divisualisasikan pada Gambar 3.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 3. Struktur Hierarki Kebakaran Kendaraan Listrik

Dilakukan penilaian pada masing-masing kriteria dengan *expert judgement* untuk menentukan tingkat penyebab pada terjadinya kebakaran kendaraan elektrik (EV). Penilaian dilakukan dengan pengisian kuesioner yang membandingkan antar kriteria dengan penilaian skala satu sampai sembilan di tiap kriteri. Sebagai contoh, penilaian pertama dilakukan pada perbandingan antara *Battery Technology and Thermal Runaway* dan *Manufacturing Defects* pada Tabel 1. Setelah itu, dilakukan perbandingan dengan kriteria penyebab selanjutnya, yaitu *extreme temperatures*, kemudian dilanjutkan dengan perbandingan dengan kriteria penyebab *physical damage*. Begitupun seterusnya hingga seluruh kriteria dibandingkan satu sama lain.

Tabel 1. Kuesioner Penilaian

Penyebab	Skor Penilaian																Penyebab	
<i>Battery Technology and Thermal Runaway</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Manufacturing Defects</i>

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel di atas berarti tingkat kriteria *Battery Technology and Thermal Runaway* lebih tinggi daripada kriteria *Manufacturing Defects* terhadap terjadinya kebakaran pada kendaraan listrik (EV). Pemberian nilai skala tidak memiliki jawaban benar atau salah, tetapi mencerminkan kesesuaian penilaian terhadap pernyataan yang diberikan. Berikut merupakan skala perbandingan penilaian tiap kriteria.

Tabel 2. Definisi Skala Perbandingan

Skala	Definisi
1	Kedua elemen memiliki tingkat dampak yang sama
3	Salah satu elemen memiliki tingkat dampak sedikit lebih tinggi daripada elemen yang lain
5	Salah satu elemen memiliki tingkat dampak lebih tinggi daripada elemen yang lain
7	Salah satu elemen memiliki tingkat dampak lebih tinggi mutlak daripada elemen yang lain
9	Salah satu elemen mutlak memiliki tingkat dampak lebih tinggi daripada elemen yang lain
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua pertimbangan yang berdekatan

Sumber: Munthafa dan Mubarak, 2017

Setelah mengetahui nilai perbandingan antar kriteria dengan *expert judgement*, dilakukan pembuatan matriks perbandingan berpasangan yang melibatkan antar kriteria penyebab kebakaran. Tabel 2 menyajikan perbandingan antar kriteria penyebab dengan skor penilaian tingkat kepentingan masing-masing kriteria. Dalam matriks ini, perhitungan dilakukan antara kriteria penyebab pada baris dan kolom, kemudian masing-masing nilai kriteria penyebab dijumlahkan untuk normalisasi.

Tabel 3. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Penyebab

	A	B	C	D	E	F
A	1	5	7	7	6	8
B	1/5	1	3	5	4	5
C	1/7	1/3	1	4	3	4
D	1/7	1/5	1/4	1	2	3
E	1/6	1/4	1/3	1/2	1	2
F	1/8	1/5	1/4	1/3	1/2	1

Sumber: Dokumen Pribadi

Keterangan:

- A : *Battery Technology and Thermal Runaway*
- B : *Manufacturing Defects*
- C : *Extreme Temperatures*
- D : *Physical Damage*
- E : *Charging Practices*
- F : *Maintenance and Handling*

Agar perhitungan menjadi lebih mudah, nilai pecahan pada Tabel 3 diubah ke dalam bentuk desimal sehingga normalisasi dapat dilakukan untuk setiap kriteria penyebab yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Penyebab

	A	B	C	D	E	F
A	1	5	7	7	6	8
B	0,20	1	3	5	4	5
C	0,143	0,33	1	4	3	4
D	0,143	0,20	0,25	1	2	3
E	0,167	0,25	0,33	0,5	1	2
F	0,125	0,20	0,25	0,33	0,5	1
TOTAL	1,777	6,983	11,833	17,833	16,500	23,000

Sumber: Dokumen Pribadi

Setelah diubah ke dalam bentuk desimal, langkah selanjutnya adalah membuat normalisasi kriteria. Matriks ini diperoleh dengan menggunakan rumus: Nilai baris kolom baru = nilai baris-kolom lama / jumlah masing-masing kolom lama. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5. Sebagai contoh, nilai - pada baris kriteria A kolom kriteria A di Tabel 5 diperoleh dari membagi nilai pada baris kriteria A kolom kriteria A di Tabel 4 dengan nilai total pada Tabel 4. Nilai kolom jumlah dalam Tabel 5 didapatkan dari penjumlahan pada setiap barisnya. Untuk nilai pada kolom prioritas diperoleh dari nilai pada kolom jumlah dibagi dengan jumlah kriteria, dalam hal ini jumlah kriteria adalah 6.

Tabel 5. Matriks Normalisasi

	A	B	C	D	E	F	Jumlah	Prioritas
A	0,563	0,716	0,592	0,393	0,364	0,348	2,974	0,495692
B	0,113	0,143	0,254	0,280	0,242	0,217	1,249	0,208239
C	0,080	0,048	0,085	0,224	0,182	0,174	0,793	0,132108
D	0,080	0,029	0,021	0,056	0,121	0,130	0,438	0,072977
E	0,094	0,036	0,028	0,028	0,061	0,087	0,333	0,055557
F	0,070	0,029	0,021	0,019	0,030	0,043	0,213	0,035428

Sumber: Dokumen Pribadi

Selanjutnya disusun matriks penjumlahan setiap baris. Matriks ini dibuat dengan mengalikan nilai prioritas pada Tabel 5 dengan matriks berpasangan pada Tabel 4. Untuk hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Penjumlahan Setiap Baris

	A	B	C	D	E	F	Jumlah	Prioritas	λ
	0,495692	0,208239	0,132108	0,072977	0,055557	0,035428			
A	0,496	1,041	0,925	0,511	0,333	0,283	3,589	0,496	7,241
B	0,099	0,208	0,396	0,365	0,222	0,177	1,468	0,208	7,049
C	0,071	0,069	0,132	0,292	0,167	0,142	0,873	0,132	6,605
D	0,071	0,042	0,033	0,073	0,111	0,106	0,436	0,073	5,973
E	0,083	0,052	0,044	0,036	0,056	0,071	0,342	0,056	6,149
F	0,062	0,042	0,033	0,024	0,028	0,035	0,224	0,035	6,327

Sumber: Dokumen Pribadi

Pada Tabel 6, nilai 0,0496 pada baris kriteria A kolom kriteria A diperoleh dari nilai baris kriteria A kolom kriteria A pada Tabel 3 dikalikan dengan nilai prioritas pada Tabel 4. Untuk kolom jumlah pada Tabel 6 diperoleh dengan menjumlahkan nilai pada masing-masing baris pada tabel tersebut. Lalu nilai λ diperoleh dari nilai jumlah dibagi dengan nilai prioritas. Kemudian dilakukan perhitungan rasio konsistensi untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) adalah $\leq 0,1$. Rekapitulasi bobot prioritas dan λ_{maks} dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Rasio Konsistensi

Risk Event	Jumlah	Prioritas	λ
A	3,589	0,496	7,241
B	1,468	0,208	7,049

Risk Event	Jumlah	Prioritas	λ
C	0,873	0,132	6,605
D	0,436	0,073	5,973
E	0,342	0,056	6,149
F	0,224	0,035	6,327
Total λ			39,345
λ maksimum			6,5574

Sumber: Dokumen Pribadi

Dari tabel 4.13 tersebut didapatkan nilai-nilai sebagai berikut.

$$\text{Total } \lambda = 39,345$$

$$N \text{ (jumlah kriteria)} = 6$$

$$\lambda_{max} = \frac{\text{Total } \lambda}{n} = \frac{39,345}{6} = 6,5574$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{6,5574 - 6}{5} = 0,111$$

Nilai RI untuk tabel ukuran matriks 6 adalah 1,24

$$CR = \frac{0,111}{1,24} = 0,097 = 8,99\%$$

Dengan nilai $CR \leq 10\%$, matriks perbandingan berpasangan untuk kriteria penyebab dianggap konsisten. Hasil skor bobot ini dapat digunakan untuk menentukan tingkat penyebab kebakaran kendaraan listrik (EV).

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Penilaian Bobot

Risk Event	Kode	Bobot
Battery Technology and Thermal Runaway	A	7,241
Manufacturing Defects	B	7,049
Extreme Temperatures	C	6,605
Maintenance and Handling	F	6,327
Charging Practices	E	6,149
Physical Damage	D	5,973

Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan perhitungan pada metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), faktor risiko kebakaran pada kendaraan listrik diurutkan sebagai berikut: teknologi baterai dan thermal runaway menjadi penyebab utama dengan bobot 7.241, diikuti oleh cacat manufaktur dengan bobot 7.049, suhu ekstrem dengan bobot 6.605, pemeliharaan dan penanganan yang tidak memadai dengan bobot 6.327, praktik pengisian daya yang tidak benar dengan bobot 6.149, serta kerusakan fisik pada baterai dengan bobot 5.973. Teknologi baterai dan thermal runaway merupakan faktor dominan karena potensi mereka memicu reaksi berantai yang mengarah pada kebakaran, sementara cacat manufaktur dan kondisi lingkungan ekstrem juga memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan risiko kebakaran. Pemeliharaan yang tidak memadai, praktik pengisian daya yang salah, dan kerusakan fisik lebih lanjut memperburuk situasi ini, menekankan pentingnya perhatian menyeluruh terhadap desain, produksi, dan pemeliharaan baterai kendaraan listrik.

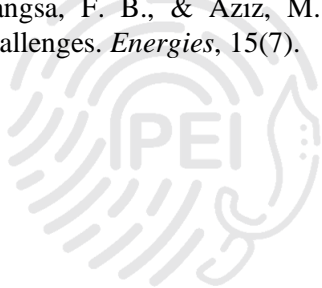
KESIMPULAN

Penelitian ini menyelidiki faktor-faktor teknologi, operasional, dan lingkungan yang mempengaruhi risiko kebakaran pada kendaraan listrik di Indonesia. Melalui pendekatan metode campuran, penelitian ini menggabungkan tinjauan literatur, studi kasus, dan survei di antara pengguna kendaraan listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cacat desain baterai, thermal runaway, dan cacat manufaktur merupakan faktor teknologi utama yang meningkatkan risiko kebakaran. Selain itu, praktik pengisian daya yang tidak tepat dan pemeliharaan yang buruk sebagai faktor operasional memperburuk risiko ini. Kondisi lingkungan, terutama iklim tropis Indonesia yang panas dan lembab, juga berkontribusi pada peningkatan risiko overheating dan kebakaran baterai. Penelitian ini merekomendasikan penerapan Sistem Manajemen Baterai (BMS) yang lebih canggih, kontrol kualitas yang ketat dalam proses manufaktur, serta edukasi publik mengenai praktik pengisian daya dan pemeliharaan yang aman. Pembangunan infrastruktur pengisian daya yang memadai dan penerapan standar

keselamatan juga disarankan untuk mengurangi risiko kebakaran pada kendaraan listrik. Dengan menangani faktor-faktor ini secara komprehensif, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan keberlanjutan adopsi kendaraan listrik di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Department of Energy. (2014), September 15. The History of the Electric Car. *Energy.Gov*. Diakses 20 Juli 2024 dari <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>
- Munthafa, A. E., & Mubarak, H. (2017). PENERAPAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN MAHASISWA BERPRESTASI. *Jurnal Siliwangi Seri Sains Dan Teknologi*, 3(2).
- Mustajab, R. (2023). Penjualan Mobil Listrik Indonesia Melonjak pada Semester I/2023. *Data Indonesia*, 21 Juli. Diakses 20 Juli 2024 dari <https://dataindonesia.id/sektorriil/detail/penjualan-mobil-listrik-indonesia-melonjakpada-semester-i2023>
- Omazaki. (2023). Jenis Mobil Listrik dan Prinsip Kerjanya. *Omazaki Group*. Diakses 20 Juli 2024 dari <https://www.omazaki.co.id/jenis-mobil-listrik-dan-prinsipkerjanya/>
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences*, 83-98.
- Tama, I. P., Novareza, O., Hardiningtyas, D., Yuniarti, R., & Nuzula, N. F. (2023). *POTENSI MASA DEPAN ELEKTRIFIKASI KENDARAAN BERMOTOR DI INDONESIA*.
- Veza, I., Abas, M. A., Djamari, D. W., Tamaldin, N., Endrasari, F., Budiman, B. A., Idris, M., Opia, A. C., Juangsa, F. B., & Aziz, M. (2022). Electric Vehicles in Malaysia and Indonesia: Opportunities and Challenges. *Energies*, 15(7).



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

EVALUASI PENGGUNAAN SMARTWATCH UNTUK MENINGKATKAN WELL-BEING PENGGUNA: SEBUAH TINJAUAN PUSTAKA

(*Evaluation of Smartwatch Use for Improving Users' Well-being: A Literature review*)

Syafa Thania Prawibowo, Fitri Trapsilawati, Ardiyanto Ardiyanto*

Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*) corresponding e-mail: ardiyanto@mail.ugm.ac.id

ABSTRAK

Dalam era teknologi yang berkembang pesat, perangkat pintar semakin menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mencari literatur terkait bagaimana penggunaan *smartwatch* berkaitan dengan aspek-aspek *well-being* seperti kesehatan fisik, kebugaran, *well-being* mental, dan pola tidur. Untuk mencapai tujuan ini, kami melakukan tinjauan sistematis dengan metode PRISMA terhadap studi-studi *smartwatch* yang telah ditinjau oleh rekan sejawat yang terkait dengan penggunaan *smartwatch*, peningkatan *human well-being* apa yang terjadi, dengan mencari artikel-artikel antara tahun 2011-2024 di database PubMed, dan Scopus. Kriteria inklusi adalah studi menggunakan *smartwatch*, studi terkait aplikasi *smartwatch* dalam kehidupan sehari-hari, studi berupa uji coba terkontrol secara acak atau studi pilot, terbit dalam bahasa Inggris, dan melibatkan partisipan manusia. Setiap artikel dievaluasi dalam hal aplikasinya, tipe populasi, pengaturan, ukuran studi, tipe studi, dan fitur yang relevan dengan teknologi *smartwatch*. Setelah menyaring dan menguji kelayakan 486 artikel, 19 artikel dipilih yang secara langsung terkait dengan penggunaan *smartwatch* dalam kehidupan sehari-hari. Dalam penelitian ini, *well-being* mengacu pada kondisi kesehatan fisik dan mental yang lebih baik yang dihasilkan dari penggunaan *smartwatch* untuk berbagai aktivitas seperti pemantauan kesehatan, aktivitas fisik, dan manajemen stres. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *smartwatch* dapat secara signifikan meningkatkan *well-being* dibidang kesehatan (pendeteksi jatuh, *remote health monitoring system*, pengingat minum obat, dan pemantauan kesehatan untuk populasi khusus). Selain itu juga, dapat meningkatkan *human well-being* dalam penggunaan sehari-hari seperti pemantauan aktivitas fisik (latihan beban, berjalan dan aktivitas fisik lainnya), memantau aktivitas tidur dan kesehatan mental.

Kata kunci: penggunaan *smartwatch*, *human well-being*, pengguna *smartwatch*, metode PRISMA.

ABSTRACT

Smart devices are increasingly becoming essential to everyday life. The main focus of this research is to search for literature on how smartwatch use relates to aspects of well-being such as physical health, fitness, mental well-being, and sleep patterns. To achieve this goal, we conducted systematic observations using the PRISMA method of peer-reviewed smartwatch studies related to smartwatch use improvements in human well-being by searching for articles between 2011-2024 in PubMed and Scopus. Inclusion criteria were studies using smartwatches, studies related to smartwatch applications in everyday life, randomized controlled trials or pilot studies published in English, and those involving human participants. Each article was evaluated in terms of its application, population type, setting, study size, and features relevant to smartwatch technology. After screening and testing the suitability of 486 articles, 19 articles were selected that were directly related to the use of smartwatches in everyday life. In this research, well-being refers to better physical and mental health conditions resulting from using a smartwatch for various activities such as health monitoring, physical activity, and stress management. The research results show that smartwatch applications can significantly improve well-being in the health sector (fall detection, remote health monitoring systems, medication reminders, and health monitoring for special populations). It can also enhance human well-being by monitoring physical activity (weight training, walking, and other physical activities), sleep activity, and mental health.

Keywords: smartwatch applications, human well-being, smartwatch users, PRISMA method.

PENDAHULUAN

Dalam era teknologi yang semakin maju, perangkat pintar seperti *smartwatch* telah menjadi semakin umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Di era modern, gaya hidup yang serba cepat dan penuh tekanan telah menjadi bagian tak terpisahkan dari masyarakat. Hal ini dapat berdampak negatif pada kesehatan dan *well-being* individu, yang ditandai dengan meningkatnya tingkat stres, kecemasan, depresi, dan masalah kesehatan kronis lainnya. *Smartwatch*, sebagai perangkat *wearables* yang terhubung dengan berbagai fitur teknologi

canggih, tidak hanya berfungsi sebagai alat pelacak aktivitas fisik, tetapi juga memiliki potensi untuk meningkatkan *well-being* pengguna secara menyeluruh. Peningkatan pembelian *smartwatch* terjadi secara signifikan, sebagaimana yang tercermin dari pertumbuhan pasar global sebesar 24 persen pada kuartal IV-2021, menurut laporan terbaru dari *Counterpoint Research* (Lely & Reska, 2022).

Menurut *World Health Organization* (WHO), *non communicable disease* (NCD) seperti penyakit jantung, stroke, diabetes, dan kanker merupakan penyebab utama kematian global. Faktor risiko utama NCD termasuk kurangnya aktivitas fisik, pola makan yang tidak sehat, konsumsi tembakau, dan penggunaan alkohol berlebihan. Data statistik menunjukkan bahwa tingkat aktivitas fisik global rendah, dengan hanya 13,5% orang dewasa yang memenuhi rekomendasi WHO untuk aktivitas fisik minimal per minggu. Kualitas tidur juga menjadi perhatian, dengan sepertiga orang dewasa di seluruh dunia mengalami insomnia yang dapat berdampak negatif pada kesehatan fisik dan mental. Stres juga menjadi faktor penting yang memengaruhi *well-being*, dengan stres kronis meningkatkan risiko NCD, depresi, dan kecemasan. Dalam konteks ini, *smartwatch* berpotensi menjadi solusi yang semakin populer dengan fitur-fitur seperti pelacakan aktivitas fisik, pemantauan kualitas tidur, dan program manajemen stres yang dapat membantu meningkatkan *well-being* pengguna (Robbins *et al.*, 2019)

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa *smartwatch* dapat efektif dalam meningkatkan aktivitas fisik pengguna. Sebuah studi yang dilakukan oleh Reeder & David (2016) menemukan bahwa pengguna *smartwatch* yang melacak langkah pengguna setiap hari lebih cenderung mencapai tujuan aktivitas fisik pengguna daripada pengguna yang tidak. Penelitian lain yang dilakukan oleh Brickwood *et al.* (2019) menemukan bahwa *smartwatch* dapat membantu pengguna meningkatkan intensitas latihan pengguna. Teknologi *smartwatch* telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, menawarkan berbagai fitur yang dapat membantu meningkatkan kesehatan dan *well-being* pengguna. *Smartwatch* memungkinkan pengguna untuk memantau aktivitas fisik, pola tidur, detak jantung, dan metrik kesehatan lainnya. *Human well-being* dapat diartikan sebagai keadaan baik dalam kehidupan; kondisi bahagia, sehat ataupun Sejahtera (McMahon *et al.*, 2010). *Human well-being* tercermin dalam kualitas hidup seseorang, termasuk hubungan yang memuaskan, emosi positif, ketangguhan, kepuasan hidup, rasa tujuan, dan kemampuan untuk mengelola stres. *Human well-being* dengan menggunakan *smartwatch* dapat dicapai melalui pemantauan terus-menerus dan pengumpulan data berbagai metrik terkait kesehatan. *Smartwatch* yang dilengkapi dengan sensor dan aplikasi dapat melacak aktivitas fisik, pola tidur, detak jantung, dan variabilitas detak jantung. Data ini dapat digunakan untuk menilai tingkat stres dan kesehatan secara keseluruhan, memberikan wawasan yang dapat mengarah pada intervensi yang bertujuan untuk meningkatkan *human well-being*.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *literature review* terkait dengan penggunaan *smartwatch* untuk meningkatkan *well-being* pengguna. Penelitian ini penting untuk memberikan bukti empiris tentang efektivitas *smartwatch* dalam meningkatkan *well-being* pengguna. Hasil penelitian ini dapat membantu individu, profesional kesehatan, dan pembuat kebijakan dalam membuat keputusan yang tepat tentang penggunaan *smartwatch* untuk meningkatkan kesehatan dan *well-being* masyarakat.

METODE

2.1. Strategi pencarian, kriteria Inklusi, dan kelayakan

Tinjauan pustaka sistematis ini dilakukan dengan mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* atau PRISMA (Moher *et al.*, 2010). Artikel yang dikaji diperoleh melalui penelusuran di dua *database*: Scopus dan PubMed. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: *smartwatch*, *well-being*, *health physical*, dan *mental*. Kriteria inklusi untuk artikel yang dipilih adalah artikel yang diterbitkan antara Januari 2010 hingga April 2024, terbit dalam bahasa Inggris, serta bukan berupa laporan atau artikel surat kabar. Agar memenuhi syarat untuk di-*review*, penelitian harus melibatkan partisipan manusia sebagai subjek penelitian serta mengevaluasi penggunaan *smartwatch* dari perspektif *well-being*.

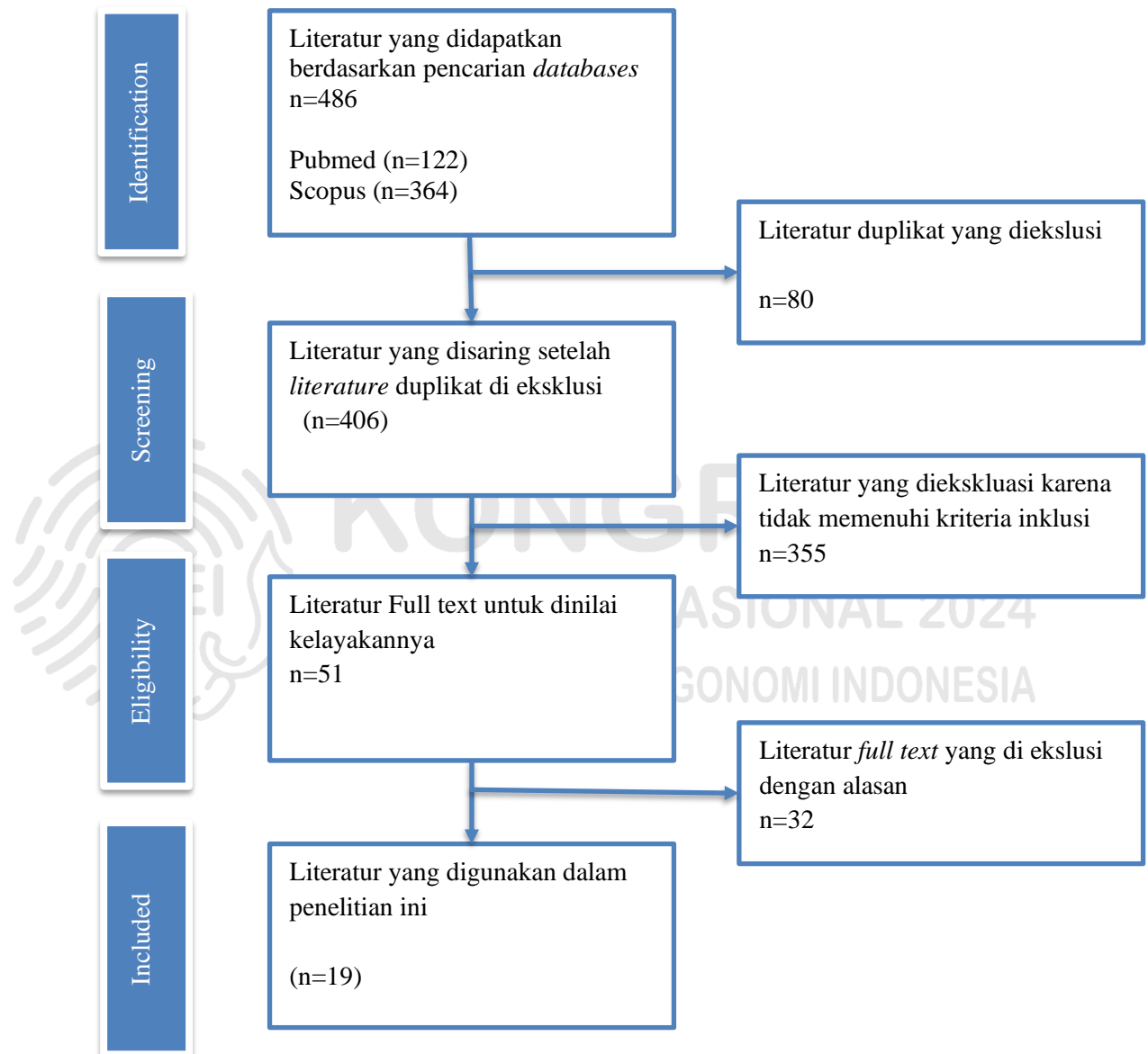
2.2. Analisis literatur

Artikel yang telah melewati tahapan penyaringan berdasarkan kriteria inklusi serta uji kelayakan akan dianalisis lebih lanjut. Analisis ini akan mencakup tiga aspek utama: 1) jenis *smartwatch* yang digunakan, 2) penggunaan *smartwatch* untuk meningkatkan *well-being* penggunanya, serta 3) dampak empiris penggunaan *smartwatch* tersebut terhadap *well-being* dari pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil tinjauan pustaka

Hasil pencarian menemukan 486 artikel, di mana 364 artikel ditemukan di Scopus dan sisanya di PubMed. Selanjutnya, terdapat 80 artikel duplikat. Setelah mengeluarkan artikel duplikat, dilakukan penyaringan (*screening*) terhadap 406 literatur. Dari hasil penyaringan, 355 artikel tidak memenuhi kriteria inklusi karena jangka waktu penerbitan tidak berada antara Januari 2010 hingga April 2024, bahasa yang digunakan bukan bahasa Inggris, subjek penelitian bukan manusia dan bukan merupakan *literature review*. Evaluasi kelayakan menghasilkan 51 artikel, di mana 32 artikel tidak memenuhi kriteria kelayakan karena *full text* yang tersedia seperti metodologi penelitian yang lemah, hasil penelitian yang tidak konsisten, dan hasil penelitian tidak mempengaruhi *wellbeing* dari pengguna *smartwatch*. Oleh karena itu, artikel final yang akan dianalisis berjumlah 19. Diagram alir PRISMA dari tinjauan pustaka yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir PRISMA dari tinjauan pustaka ini

Seluruh artikel yang dianalisis mencakup berbagai studi terkait kegunaan dan efektivitas perangkat *smartwatch* dalam meningkatkan kesejahteraan penggunanya. Topik dari artikel tersebut meliputi pemantauan data kesehatan, deteksi tingkat stres, penilaian gejala penyakit, prediksi tingkat nyeri, serta pelacakan mobilitas dan ketaatan minum obat pada pasien. Studi-studi tersebut menekankan pentingnya pengumpulan data yang akurat, kegunaan, dan potensi untuk pemantauan berkelanjutan serta deteksi dini kondisi kesehatan menggunakan teknologi *smartwatch*. Beberapa jenis *smartwatch* digunakan untuk mengetahui *well-being* dari pengguna diantaranya adalah menggunakan *samsung galaxy gear*, *apple watch*, *moto 360 smartwatch*, *Polar m600 smartwatch*, *an android-based wear os watch*, *Garmin vivosmart4 smartwatch*, *Ticwatch pro by mobvoi*, *Wrist-worn ppg device*

known as *amiigo*, now referred to as *wavelet health.*, *Sony smartwatch*. Penggunaan *smartwatch* yang diteliti juga beragam, diantaranya yaitu *human daily activity*, *Stress detection in daily live*, dan *Remote health monitoring*. Aspek *well-being* yang diteliti diantaranya yaitu deteksi jatuh, pelacakan kebugaran, pemantauan perilaku sedentari, rehabilitasi pasien, kenyamanan dan kesehatan pengguna, deteksi stres otomatis dalam kehidupan sehari-hari, pemantauan aktivitas secara objektif yang melampaui observasi di lingkungan klinis, meningkatkan kesejahteraan mental dan fisik pengguna, dapat memantau kualitas tidur, dan gejala spesifik *rheumatoid arthritis* (RA) seperti kekakuan pagi dan gelisah di malam hari. Penjelasan lebih detail terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar artikel final yang dianalisis

No	Penulis	Jenis <i>smartwatch</i>	Application	Aspek <i>Well-being</i>
1.	Rashid <i>et al.</i> (2023)	<i>Samsung galaxy gear smartwatch</i>	<i>Human daily activity</i>	Pada penelitian ini aspek <i>well-being</i> yang diteliti adalah deteksi jatuh, pelacakan kebugaran, pemantauan perilaku sedentari, dan rehabilitasi pasien. Selain itu, <i>smartwatch</i> juga dapat digunakan untuk mengumpulkan data aktivitas harian yang membantu dalam memantau dan meningkatkan gaya hidup sehat.
2.	Lee and Lee (2021)	<i>Apple watch series 3</i>	<i>Human daily activity</i>	Pada penelitian ini aspek <i>well-being</i> yang diteliti adalah kenyamanan dan kesehatan pengguna. <i>Smartwatch</i> modern tidak hanya berfungsi sebagai aksesoris tambahan tetapi juga dapat melakukan panggilan telepon tanpa memerlukan <i>smartphone</i> yang terhubung, serta menyediakan layanan pembayaran dan kesehatan yang praktis dan populer.
3.	Can <i>et al.</i> (2020)	<i>Moto360 smartwatch</i>	<i>Stress detection in daily live</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa deteksi stres otomatis dalam kehidupan sehari-hari menggunakan perangkat <i>wearable</i> yang tidak mengganggu, seperti <i>smartwatch</i> , dapat meningkatkan <i>human well-being</i> dengan mengurangi stres kronis yang berdampak buruk pada kualitas hidup dan kesehatan.
4.	Mortazavi <i>et al.</i> (2015)	<i>Samsung galaxy gear smartwatch</i>	<i>Remote health monitoring</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan <i>smartwatch</i> dapat meningkatkan pemantauan kesehatan jarak jauh, khususnya dalam mendeteksi postur dan transisi antar postur dengan akurat.
5.	Akbari <i>et al.</i> (2020)	<i>Polar m600 smartwatch, an android-based wear os watch</i>	<i>Human daily activity</i>	Pada penelitian ini, penggunaan <i>smartwatch</i> dalam eksperimen bertujuan untuk meningkatkan pemantauan kesehatan pribadi dan manajemen nutrisi.
6.	Saliba <i>et al.</i> (2023)	<i>Garmin vivosmart4 smartwatch</i>	<i>Human daily activity</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan <i>smartwatch</i> dalam konteks anak-anak dengan masalah perilaku emosional. <i>Smartwatch</i> memungkinkan pemantauan aktivitas secara objektif yang melampaui observasi di lingkungan klinis, seperti pemantauan

No	Penulis	Jenis smartwatch	Application	Aspek Well-being
7.	Woelfle et al. (2023)	N/a—not mentioned	Human daily activity	tidur, detak jantung, dan intensitas aktivitas. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan smartwatch dapat melakukan pengukuran aktivitas, tidur dan detak jantung yang dihasilkan dari smartwatch memberikan informasi klinis yang bermakna tentang tingkat keparahan MS, yang dapat digunakan untuk pemantauan pasif kontinu dalam uji klinis dan perawatan klinis
8.	Debelle et al. (2023)	Ticwatch pro by mobvoi	Remote health monitoring	Pada penelitian ini, penggunaan smartwatch dilaporkan meningkatkan beberapa aspek human well-being. Beberapa peserta menyukai fitur "pengingat untuk minum obat" dan merasa bahwa notifikasi membantu mereka menyadari bahwa obat mereka "habis lebih cepat"
9.	Sarhaddi et al. (2021)	Samsung gear sport smartwatch	Remote health monitoring	Penelitian ini menunjukkan bahwa layanan pemantauan disajikan efektif dalam meningkatkan kesejahteraan wanita hamil, smartwatch ini memungkinkan pemantauan kesehatan yang berkelanjutan dan non-invasif, yang membuat merasa lebih nyaman dan termotivasi untuk melanjutkan pemantauan.
10.	Galarnyk et al. (2019)	Wrist-worn ppg device known as amiigo, now referred to as wavelet health.	Remote health monitoring	Smartwatch memungkinkan pengumpulan data yang lebih akurat dan kontinu, yang dapat digunakan untuk memantau kondisi kesehatan dan mendeteksi masalah kesehatan lebih awal
11.	Patterson et al. (2023)	Apple® watch (series 3)	Remote health monitoring	Penelitian ini menunjukkan bahwa terapi stimulasi tulang belakang yang dipantau menggunakan smartwatch meningkatkan beberapa aspek human well-being, termasuk pengurangan rasa sakit, peningkatan fungsi fisik, dan kualitas hidup secara keseluruhan
12.	Bell et al. (2022)	Sony smartwatch	Human daily activity	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan smartwatch dapat meningkatkan pemantauan perilaku makan keluarga di rumah secara real-time, yang pada gilirannya dapat membantu dalam intervensi dan pencegahan transmisi antar generasi obesitas dan penyakit kronis lainnya.
13.	Creagh et al. (2024)	Apple watch	Remote health monitoring	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan smartwatch dapat meningkatkan pemantauan berbagai aspek human well-being, termasuk aktivitas fisik, kualitas tidur, dan gejala spesifik rheumatoid arthritis (RA) seperti kekakuan pagi dan gelisah di malam hari.

No	Penulis	Jenis <i>smartwatch</i>	Application	Aspek <i>Well-being</i>
14.	Nadal <i>et al.</i> (2021)	<i>Apple watch se.</i>	<i>Remote health monitoring</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan <i>smartwatch</i> dapat meningkatkan beberapa aspek <i>human well-being</i> , termasuk suasana hati, tidur, dan aktivitas fisik. Penggunaan <i>smartwatch</i> memungkinkan pemantauan otomatis dan pelaporan diri yang lebih akurat dan mudah, yang dapat membantu mengurangi beban pelaporan manual dan stigma yang sering dikaitkan dengan pengobatan masalah kesehatan mental
15.	Niela-Vilen <i>et al.</i> (2021)	<i>Samsung gear sport smartwatch</i>	<i>Human daily activity</i>	Pada penelitian ini peningkatan kesejahteraan meliputi stres, aktivitas fisik, dan tidur. Data yang dikumpulkan termasuk variabilitas detak jantung sebagai penilaian objektif stres, jumlah langkah sebagai indikator aktivitas fisik, dan durasi tidur
16.	Shojaedini and Beirami (2020)	<i>N/a—not mentioned</i>	<i>Human daily activity</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa pengenalan aktivitas manusia berbasis sensor <i>mobile</i> , seperti yang dilakukan dengan menggunakan <i>smartwatch</i> , dapat meningkatkan pemantauan kesehatan secara berkelanjutan, terutama bagi orang tua.
17.	Temple <i>et al.</i> (2023)	<i>N/a—not mentioned</i>	<i>Remote health monitoring</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan <i>smartwatch</i> dapat meningkatkan pemantauan kesehatan manusia dengan mendeteksi infeksi seperti COVID-19 sebelum gejala muncul. Hal ini memungkinkan intervensi lebih awal dan pengelolaan penyakit yang lebih baik, yang pada akhirnya meningkatkan <i>human well-being</i> secara keseluruhan.
18.	Mammen <i>et al.</i> (2023)	<i>N/a—not mentioned</i>	<i>Remote health monitoring</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan <i>smartwatch</i> dan aplikasi <i>smartphone</i> dalam eksperimen dapat membantu mengidentifikasi gejala dan dampak yang paling mengganggu dan penting bagi individu dengan <i>Parkinson's Disease</i> (PD) awal. Gejala yang paling mengganggu dan penting yang diidentifikasi adalah tremor, kesulitan motorik halus, dan gerakan lambat. Gejala-gejala ini memiliki dampak terbesar pada tidur, fungsi pekerjaan, olahraga, komunikasi, hubungan, dan konsep diri, yang sering kali diekspresikan sebagai perasaan terbatas oleh PD.
19.	Salim and Kim (2023)	<i>N/a—not mentioned</i>	<i>Human daily activity</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan fitur-fitur <i>smartwatch</i> dapat meningkatkan kesejahteraan mental dan fisik pengguna. Fitur-fitur seperti pemantauan kesehatan tubuh, pelacakan

No	Penulis	Jenis <i>smartwatch</i>	Application	Aspek <i>Well-being</i>
				aktivitas fisik, dan pengingat kontekstual membantu meningkatkan kesadaran diri dan produktivitas pengguna, serta mengurangi stres dan meningkatkan kualitas tidur.

3.2. Pembahasan

Penggunaan *smartwatch* dalam konteks ini memberikan kontribusi signifikan terhadap *human well-being* dengan memberikan akses mudah dan kontinu terhadap informasi kesehatan pengguna. Dengan fitur-fitur seperti pemantauan detak jantung, pengukuran tingkat stres, dan pelacakan aktivitas fisik, *smartwatch* dapat membantu individu untuk lebih sadar akan kondisi kesehatan pengguna dan mengambil tindakan yang sesuai secara proaktif. Selain itu, kemampuan untuk mendeteksi gejala awal penyakit seperti *Parkinson* atau memprediksi tingkat nyeri dapat memungkinkan intervensi medis lebih cepat dan lebih efektif, meningkatkan kualitas hidup dan *well-being* secara keseluruhan.

Aplikasi yang secara luas digunakan pada *smartwatch* untuk meningkatkan *human well-being* dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis diantaranya yaitu:

1. Pendeteksi Jatuh

Smartwatch kini tak hanya penunjuk waktu dan pelacak aktivitas, tapi juga pendeteksi jatuh yang bermanfaat bagi penderita penyakit tertentu seperti lansia, Parkinson, stroke, dan epilepsi. Saat terdeteksi jatuh, *smartwatch* akan mengeluarkan alarm dan mengirimkan notifikasi ke kontak darurat. Manfaatnya, mempercepat pertolongan dan meningkatkan rasa aman bagi penderita. (Rashid et al., 2023)

2. Pemantauan Kesehatan untuk Populasi Khusus

Aplikasi yang ditujukan untuk kelompok-kelompok tertentu, seperti pasien demensia atau lanjut usia, menawarkan fungsionalitas seperti pelacakan dan algoritma berjalan untuk memantau pasien yang berisiko jatuh dan berkeliaran, deteksi jatuh, dan pemantauan aktivitas umum. Populasi khusus diantaranya adalah penderita parkinson deases (Mammen et al., 2023), wanita hamil (Niela-Vilen et al., 2021).

3. Intervensi Kesehatan Mental

Smartwatch digunakan untuk memberikan intervensi kesehatan mental, termasuk pelaporan otomatis tentang suasana hati dan tidur. Dengan memungkinkan umpan balik secara *real-time* dan menggabungkan elemen-elemen mirip permainan, aplikasi-aplikasi ini mendukung perubahan perilaku positif pada pasien. Pendekatan ini dapat mengurangi stigma yang terkait dengan pengobatan kesehatan mental dan meningkatkan keterlibatan pasien dalam proses perawatan pengguna (Nadal et al., 2021). perangkat *wearable* yang tidak mengganggu, seperti *smartwatch*, dapat meningkatkan *human well-being* dengan mengurangi stres kronis yang berdampak buruk pada kualitas hidup dan kesehatan (Can et al., 2020).

4. Digital Self-Monitoring

Melalui penilaian momen ekologis dan pengambilan data otomatis, *smartwatch* meningkatkan *Digital Self-Monitoring* terkait perilaku kesehatan seperti tidur dan aktivitas fisik. Interaksi langsung dan kemampuan pengumpulan data ini dapat berkontribusi pada kesadaran diri yang lebih baik dan pengelolaan kesehatan seseorang (Nadal et al., 2021; Niela-Vilen et al., 2021; Patterson et al., 2023; Salim & Kim, 2023).

5. Remote Health Monitoring Systems/RHMS

Smartwatch dapat berfungsi sebagai *platform* dasar untuk RHMS, memungkinkan pencatatan data pasien secara kontinu dan identifikasi status pasien tanpa perlu menggunakan *smartphone*. *Smartwatch* dapat melakukan pengukuran aktivitas, tidur dan detak jantung yang dihasilkan dari *smartwatch* memberikan informasi klinis yang bermakna tentang tingkat keparahan, yang dapat digunakan untuk pemantauan pasif kontinu dalam uji klinis dan perawatan klinis (Woelfle et al., 2023). Selain itu, *smartwatch* juga dapat menjadi wadah layanan pemantauan disajikan efektif dalam meningkatkan kesejahteraan wanita hamil. (Niela-Vilen et al., 2021)

6. Stress and Sleep Tracking

Smartwatch dapat mengingatkan pengguna untuk meregangkan tubuh atau beristirahat setelah periode tidak aktif yang lama, melacak tingkat stres dan tidur, serta memberikan pembaruan cuaca. Dengan mempromosikan kesadaran diri dan mendorong gerakan, fitur-fitur ini membantu mengelola stres dan meningkatkan kualitas tidur, sehingga meningkatkan *well-being* secara keseluruhan (Creagh et al., 2024; Masoumian Hosseini et al., 2023; Nadal et al., 2021; Saliba et al., 2023; Woelfle et al., 2023)

7. Reminder/Pengingat.

Smartwatch saat ini juga berfungsi sebagai pengingat. Fitur pengingat yang telah dilakukan penelitiannya yaitu adalah sebagai pengingat untuk meminum obat. Melewatkan dosis obat dapat membahayakan kesehatan, seperti efektivitas obat berkurang, resistensi obat, dan efek samping. *Smartwatch* menawarkan notifikasi mudah diakses, penjadwalan fleksibel, fitur pelacakan, dan informasi ketersediaan obat. (Debelle et al., 2023)

Smartwatch dapat meningkatkan *well-being* pengguna melalui berbagai mekanisme, sebagaimana dibuktikan oleh temuan penelitian di berbagai penelitian. Pertama, hal ini memungkinkan pemantauan dan pengumpulan data secara terus menerus, yang penting untuk memahami dan meningkatkan hasil yang berhubungan dengan kesehatan. Misalnya, *smartwatch* telah digunakan untuk memantau variabilitas detak jantung sebagai penilaian objektif terhadap stres pada wanita hamil, sehingga dapat membantu mengelola tingkat stres dengan lebih efektif (Niela-Vilen et al., 2021). Kemampuan untuk memantau tidur dan aktivitas fisik secara pasif melalui *smartwatch* juga membantu meningkatkan *well-being* secara keseluruhan dengan mendorong pilihan gaya hidup yang lebih sehat (Nadal et al., 2021; Niela-Vilen et al., 2021).

Selain itu, *smartwatch* menawarkan potensi umpan balik dan intervensi secara *real-time*, yang dapat mendukung perubahan perilaku positif. Hal ini sangat berguna dalam intervensi kesehatan mental, dimana umpan balik langsung dapat membantu mengurangi stigma yang dirasakan terkait dengan perawatan kesehatan mental dan mendorong keterlibatan dalam aktivitas terapeutik (Nadal et al., 2021). Dimasukkannya elemen-elemen seperti permainan dan dorongan semangat dalam aplikasi *smartwatch* semakin meningkatkan keterlibatan pengguna dengan memberikan penguatan positif dan informasi pendidikan tentang perilaku kesehatan yang penting, seperti kebersihan tidur dan pemantauan suasana hati (Nadal et al., 2021).

Selain itu, *smartwatch* memfasilitasi pemantauan dan intervensi kesehatan yang dipersonalisasi dengan memungkinkan penyesuaian peringatan dan fitur berdasarkan kebutuhan dan preferensi spesifik pengguna. Pendekatan yang dipersonalisasi ini dapat meningkatkan kesadaran diri dan pengelolaan kesehatan diri, sehingga berkontribusi pada *well-being* emosional dan produktivitas yang lebih baik (Salim & Kim, 2023).

Terakhir, integrasi *smartwatch* ke dalam penelitian dan intervensi kesehatan memungkinkan pengembangan model prediktif untuk pemantauan kesehatan, mengurangi beban entri data manual, dan meningkatkan kelayakan pelacakan kesehatan jangka panjang (Patterson et al., 2023). Hal ini dapat menghasilkan intervensi yang lebih akurat dan tepat waktu, yang pada akhirnya meningkatkan hasil kesehatan. Singkatnya, *smartwatch* berkontribusi terhadap *well-being* pengguna dengan memungkinkan pemantauan kesehatan berkelanjutan, memberikan umpan balik secara *real-time* dan intervensi yang dipersonalisasi, meningkatkan keterlibatan pengguna melalui fitur interaktif, dan mendukung pengembangan model kesehatan prediktif.

Penelitian lanjutan mengenai evaluasi penggunaan *smartwatch* untuk meningkatkan *well-being* pengguna sebaiknya difokuskan pada analisis empiris melalui studi longitudinal yang mampu mengukur dampak jangka panjang dari penggunaan *smartwatch*. Selain itu, perlu dilakukan penelitian yang mencakup berbagai kelompok demografis untuk memahami efek yang berbeda-beda. Pendekatan multidisipliner yang melibatkan bidang psikologi, kesehatan, dan teknologi juga perlu diterapkan untuk mendapatkan wawasan yang komprehensif. Studi lebih lanjut juga harus meneliti efektivitas fitur-fitur personalisasi dan intervensi yang ditawarkan oleh *smartwatch* dalam meningkatkan kesehatan mental dan fisik.

KESIMPULAN

Penggunaan *smartwatch* dalam meningkatkan *well-being* pengguna telah terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap *human well-being* melalui berbagai aplikasi yang dapat dikategorikan ke dalam beberapa jenis. Beberapa jenis *smartwatch* digunakan untuk mengetahui *well-being* dari pengguna diantaranya adalah menggunakan *samsung galaxy gear*, *apple watch*, *moto 360 smartwatch*, *Polar m600 smartwatch*, *an android-based wear os watch*, *Garmin vivosmart4 smartwatch*, *Ticwatch pro by mobvoi*, *Wrist-worn ppg device known as amiigo*, *now referred to as wavelet health.*, *Sony smartwatch*. Aplikasi-aplikasi ini meliputi pemantauan aktivitas, pemantauan kesehatan untuk populasi khusus, intervensi kesehatan mental, monitoring diri digital, sistem pemantauan kesehatan jarak jauh (*Remote Health Monitoring Systems/RHMS*), dan pelacakan stres dan tidur. . Meskipun penelitian awal menunjukkan potensi positif *smartwatch*, penting untuk dicatat bahwa penelitian jangka panjang masih diperlukan. Efek jangka panjang dari penggunaan *smartwatch* pada kesejahteraan pengguna belum sepenuhnya dipahami. Oleh karena itu, penelitian lanjutan harus mengadopsi pendekatan multidisipliner, melibatkan studi longitudinal, dan meneliti secara cermat efektivitas fitur-fitur personalisasi serta intervensi yang ditawarkan oleh *smartwatch*. Dengan penelitian yang lebih komprehensif dan mendalam, hal ini dapat memastikan bahwa *smartwatch* benar-benar memberikan manfaat bagi *well-being* pengguna dalam jangka panjang dan tidak menimbulkan efek samping yang tidak diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, A., Solis Castilla, R., Jafari, R., & Mortazavi, B. J. (2020). Using Intelligent Personal Annotations to Improve Human Activity Recognition for Movements in Natural Environments. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 24(9), 2639–2650. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2020.2966151>
- Bell, B. M., Alam, R., Mondol, A. S., Ma, M., Emi, I. A., Preum, S. M., de la Haye, K., Stankovic, J. A., Lach, J., & Spruijt-Metz, D. (2022). Validity and Feasibility of the Monitoring and Modeling Family Eating Dynamics System to Automatically Detect In-field Family Eating Behavior: Observational Study. *JMIR MHealth and UHealth*, 10(2). <https://doi.org/10.2196/30211>
- Brickwood, K. J., Watson, G., O'Brien, J., & Williams, A. D. (2019). Consumer-based wearable activity trackers increase physical activity participation: Systematic review and meta-analysis. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(4). <https://doi.org/10.2196/11819>
- Can, Y. S., Gokay, D., Kılıç, D. R., Ekiz, D., Chalabianloo, N., & Ersoy, C. (2020). How laboratory experiments can be exploited for monitoring stress in the wild: A bridge between laboratory and daily life. *Sensors (Switzerland)*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/s20030838>
- Creagh, A. P., Hamy, V., Yuan, H., Mertes, G., Tomlinson, R., Chen, W. H., Williams, R., Llop, C., Yee, C., Duh, M. S., Doherty, A., Garcia-Gancedo, L., & Clifton, D. A. (2024). Digital health technologies and machine learning augment patient reported outcomes to remotely characterise rheumatoid arthritis. *Npj Digital Medicine*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01013-y>
- Debelle, H., Packer, E., Beales, E., Bailey, H. G. B., Mc Ardle, R., Brown, P., Hunter, H., Ciravegna, F., Ireson, N., Evers, J., Niessen, M., Shi, J. Q., Yarnall, A. J., Rochester, L., Alcock, L., & Del Din, S. (2023). Feasibility and usability of a digital health technology system to monitor mobility and assess medication adherence in mild-to-moderate Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1111260>
- Galarnyk, M., Quer, G., McLaughlin, K., Ariniello, L., & Steinhubl, S. R. (2019). Usability of a Wrist-Worn Smartwatch in a Direct-to-Participant Randomized Pragmatic Clinical Trial. *Digital Biomarkers*, 3(3), 176–184. <https://doi.org/10.1159/000504838>
- Lee, S., & Lee, D. H. (2021). Usable User Authentication on a Smartwatch using Vibration. 304–319. <https://doi.org/10.1145/3460120.3484553>
- Lely, M., & Reska, N. (2022). Pasar Smartwatch Tumbuh 24 Persen, Ini 9 Merek Terlaris 2021. *Kompas.Com*. <https://tekno.kompas.com/read/2022/03/18/07020067/pasar-smartwatch-tumbuh-24-persen-ini-9-merek-terlaris-2021>
- Mammen, J. R., Speck, R. M., Stebbins, G. T., Müller, M. L. T. M., Yang, P. T., Campbell, M., Cosman, J., Crawford, J. E., Dam, T., Hellsten, J., Jensen-Roberts, S., Kostrzebski, M., Simuni, T., Barowicz, K. W., Cedarbaum, J. M., Dorsey, E. R., Stephenson, D., & Adams, J. L. (2023). Relative Meaningfulness and Impacts of Symptoms in People with Early-Stage Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, 13(4), 619–632. <https://doi.org/10.3233/JPD-225068>
- Masoumian Hosseini, M., Masoumian Hosseini, S. T., Qayumi, K., Hosseinzadeh, S., & Sajadi Tabar, S. S. (2023). Smartwatches in healthcare medicine: assistance and monitoring; a scoping review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02350-w>
- McMahon, A. T., Williams, P., & Tapsell, L. (2010). Reviewing the meanings of wellness and well-being and their implications for food choice. *Perspectives in Public Health*, 130(6), 282–286. <https://doi.org/10.1177/1757913910384046>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341.
- Mortazavi, B., Nemati, E., Wall, K. Vander, Flores-Rodriguez, H. G., Cai, J. Y. J., Lucier, J., Naeim, A., & Sarrafzadeh, M. (2015). Can smartwatches replace smartphones for posture tracking? *Sensors (Switzerland)*, 15(10), 26783–26800. <https://doi.org/10.3390/s151026783>
- Nadal, C., Earley, C., Enrique, A., Vigano, N., Sas, C., Richards, D., & Doherty, G. (2021). Integration of a smartwatch within an internet-delivered intervention for depression: Protocol for a feasibility randomized

- controlled trial on acceptance. *Contemporary Clinical Trials*, 103(February), 106323. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2021.106323>
- Niela-Vilen, H., Auxier, J., Ekholm, E., Sarhaddi, F., Mehrabadi, M. A., Mahmoudzadeh, A., Azimi, I., Liljeberg, P., Rahmani, A. M., & Axelin, A. (2021). Pregnant women's daily patterns of *well-being* before and during the COVID-19 pandemic in Finland: Longitudinal monitoring through *smartwatch* technology. *PLoS ONE*, 16(2 February), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246494>
- Patterson, D. G., Wilson, D., Fishman, M. A., Moore, G., Skaribas, I., Heros, R., Dehghan, S., Ross, E., & Kyani, A. (2023). Objective wearable measures correlate with self-reported chronic pain levels in people with spinal cord stimulation systems. *Npj Digital Medicine*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00892-x>
- Rashid, N., Nemati, E., Ahmed, M. Y., Kuang, J., & Gao, J. A. (2023). MM-HAR: Multi-Modal Human Activity Recognition Using Consumer *Smartwatch* and Earbuds. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/EMBC40787.2023.10340984>
- Reeder, B., & David, A. (2016). Health at hand: A systematic review of smart watch uses for health and wellness. *Journal of Biomedical Informatics*, 63, 269–276. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.09.001>
- Robbins, R., Seixas, A., Walton Masters, L., Chanko, N., Diaby, F., Vieira, D., & Jean-Louis, G. (2019). Sleep Tracking: a Systematic Review of the Research Using Commercially Available Technology. *Current Sleep Medicine Reports*, 5(3), 156–163. <https://doi.org/10.1007/s40675-019-00150-1>
- Saliba, M., Drapeau, N., Skime, M., Hu, X., Accardi, C. J., Athreya, A. P., Kolacz, J., Shekunov, J., Jones, D. P., Croarkin, P. E., & Romanowicz, M. (2023). PISTACHIo (PreemptIon of diSrupTive behAavior in CHILdren): real-time monitoring of sleep and behavior of children 3–7 years old receiving parent–child interaction therapy augment with artificial intelligence — the study protocol, pilot study. *Pilot and Feasibility Studies*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40814-023-01254-w>
- Salim, F., & Kim, S. (2023). “i Can Feel What i Used”: A Diary Study of *Smartwatch* Features and Emotional Experiences. *Proceedings of the 25th International Conference on Mobile Human-Computer Interaction, MobileHCI 2023 Companion, October*. <https://doi.org/10.1145/3565066.3608689>
- Sarhaddi, F., Azimi, I., Labbaf, S., Niela-Vilén, H., Dutt, N., Axelin, A., Liljeberg, P., & Rahmani, A. M. (2021). Long-term iot-based maternal monitoring: System design and evaluation. *Sensors*, 21(7), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s21072281>
- Shojaedini, S. V., & Beirami, M. J. (2020). Mobile sensor based human activity recognition: distinguishing of challenging activities by applying long short-term memory deep learning modified by residual network concept. *Biomedical Engineering Letters*, 10(3), 419–430. <https://doi.org/10.1007/s13534-020-00160-x>
- Temple, D. S., Hegarty-Craver, M., Furberg, R. D., Preble, E. A., Bergstrom, E., Gardener, Z., Dayananda, P., Taylor, L., Lemm, N. M., Papargyris, L., McClain, M. T., Nicholson, B. P., Bowie, A., Miggs, M., Petzold, E., Woods, C. W., Chiu, C., & Gilchrist, K. H. (2023). Wearable Sensor-Based Detection of Influenza in Presymptomatic and Asymptomatic Individuals. *Journal of Infectious Diseases*, 227(7), 864–872. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiac262>
- Woelfle, T., Pless, S., Reyes, Ó., Wiencierz, A., Kappos, L., Granziera, C., & Lorscheider, J. (2023). *Smartwatch*-derived sleep and heart rate measures complement step counts in explaining established metrics of MS severity. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 80(October), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2023.105104>

IMPLEMENTASI APLIKASI MODRESCRIPT BERBASIS ERGONOMI TOTAL DALAM MENURUNKAN KELELAHAN MATA PADA PENULISAN AKSARA MODRE

(IMPLEMENTATION OF MODRESCRIPT APPLICATION BASED ON TOTAL ERGONOMICS IN REDUCING EYE FATIGUE IN MODRE SCRIPT WRITING)

I Wayan Santiyasa¹, IPG. Adiatmika², IB. Alit Swamardika³

¹Program Studi Informatika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana

²Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Alamat Korespondensi : Program Studi Informatika FMIPA Universitas Udayana

E-mail : santiyasa@unud.ac.id

ABSTRAK

Aksara *modre* dipergunakan untuk menulis aksara suci seperti dalam pembuatan *ulap-ulap*. Berdasarkan karakteristik penulisannya *aksara modre*, tidak hanya berbaris tetapi ada yang dituliskan menyudut (45^0 , 135^0 , 225^0 dan 315^0), ada yang dituliskan horizontal (90^0 dan 270^0), bahkan ada yang dituliskan terbalik (180^0) sehingga harus ditulis menggunakan aplikasi khusus yang didisain berbasis pendekatan ergonomi total. Pendekatan ergonomi total, menekankan pada intervensi yang mampu menciptakan lingkungan kerja yang enak, nyaman, aman dan efisien (ENASE) sehingga mampu menurunkan beban kerja baik mental maupun fisik serta tidak menimbulkan permasalahan baru bagi pekerja. Penurunan beban kerja pada akhirnya mampu meningkatkan kualitas kesehatan bagi pekerja dalam menulis *aksara modre*. Hal ini selaras dengan tujuan ergonomi yaitu membangun sistem kerja yang tidak menimbulkan permasalahan pada pekerja dan pada akhirnya mampu meningkatkan produktivitas guna meningkatkan perekonomian pekerja itu sendiri. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental sungguhan dengan *randomized pre and posttest kontrol group design*. Sampel penelitian diambil secara random sebanyak 15 objek sebagai Kelompok Kontrol dan 15 objek sebagai Kelompok Perlakuan. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap parameter kelelahan mata untuk mengetahui tingkat kesehatan dalam penulisan *aksara modre*. Dalam penelitian ini diketahui bahwa implementasi aplikasi *ModreScript* secara signifikan menurunkan kelelahan mata sebesar 21,32% dibandingkan dengan menggunakan aplikasi *SmoothDraw* berbasis HCI, sehingga dapat dikatakan kalau aplikasi *ModreScript* berbasis pendekatan ergonomi total dapat meningkatkan kualitas kesehatan dalam menulis *aksara modre*.

Kata kunci : Pendekatan ergonomi total, HCI, beban kerja, kualitas kesehatan, produktivitas

ABSTRACT

Modre script is used to write sacred script as in making ulap-ulap. Based on the characteristics of writing modre script, not only lined up but some are written angled (45^0 , 135^0 , 225^0 and 315^0), and some are written horizontally (90^0 and 270^0). Some are even written upside down (180^0) so they must be written using a special application designed based on a total ergonomics approach. The total ergonomics approach, emphasizes interventions that can create a comfortable, comfortable, safe and efficient work environment (ENASE) to reduce the workload both mentally and physically and not cause new problems for workers. The decrease in workload is ultimately able to improve the quality of health for workers in writing modre scripts. This is in line with the purpose of ergonomics, which is to build a working system that does not cause problems for workers and ultimately can increase productivity to improve the economy of the workers themselves. This study used a real experimental design with a randomized pre and post-test control group design. The study sample was randomly taken as many as 15 objects from the Control Group and 15 objects as the Treatment Group. Then measurements were made on the parameters of eye fatigue to determine the level of health in writing modre script. In this study, it was found that the implementation of the ModreScript application significantly reduced eye fatigue by 21.32% compared to using the HCI-based SmoothDraw application, so it can be said that the ModreScript application based on a total ergonomics approach can improve the quality of health in writing modre script.

Keywords: Total ergonomic approach, HCI, workload, health quality, productivity

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan kepercayaan masyarakat Bali, *ulap-ulap* ditulis menggunakan *aksara suci* dari para dewa yang dituliskan dengan *aksara modre* yang merupakan bagian dari *aksara bali*. *Aksara modre* mempunyai pola penulisan yang berbeda dengan *aksara bali* lainnya, dimana aksara Bali pada umumnya mempunyai pola penulisan dalam format berbaris dan setiap *aksara* dituliskan tegak, sedangkan penulisan *aksara modre* tidak

hanya berbaris, tetapi juga ada yang ditulis dalam posisi horizontal, terbalik dan menyudut (Suweta, 2019). Sehingga penulisan *aksara modre* tidak dimungkinkan diketikkan lewat *keyboard* dan harus ditulis langsung dengan goresan tangan melalui bantuan *software* atau aplikasi khusus.

Dengan perkembangan teknologi dibidang komputer, baik itu perkembangan perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) belakangan ini mampu menyatukan antara komponen *input* dan *output* dalam satu layar seperti pada *tablet* dengan teknologi *touchscreen* menjadi jalan keluar dalam komputerisasi *aksara modre*. Teknologi *touchscreen* memungkinkan untuk menginput data yang berbentuk goresan diatas monitor *tablet* untuk diproses, sehingga dimungkinkan untuk membuat tulisan tangan seperti penulisan *aksara modre* (Santiyasa, et al., 2021)

Software khusus yang selama ini dipergunakan dalam penulisan *aksara modre* dengan aplikasi *SmoothDraw* yang dikembangkan oleh *Microsoft*. Seperti aplikasi pada umumnya, aplikasi *SmoothDraw* dilengkapi dengan beberapa perintah yang bersifat berlapis yang diletakkan dalam menu dan sub-menu sehingga membutuhkan adaptasi bagi pengguna dalam menghafalkan menu dan sub-menu saat menuliskan *aksara modre*. Sedangkan secara kognitif manusia mempunyai keterbatasan dalam menghafalkan perintah yang bersifat berlapis, sehingga kondisi ini menimbulkan beban kognitif terutama beban kognitif *extraneous*, yang berujung pada kelelahan fisik dan mental serta akan berpengaruh pada kondisi waktu kerja dalam menyelesaikan pekerjaan yang ditugaskan (Puspa, et al., 2020 ; Krisnaningsih et al, 2023 ; Paas, et al, 2020). Selain beban menghafalkan perintah yang bersifat berlapis, dalam aplikasi *SmoothDraw* untuk menuliskan *aksara modre* yang menyudut 45° dan 315° dibutuhkan 3 kali melakukan ketukan, aksara menyudut 135° dan 225° dibutuhkan 7 kali melakukan ketukan, aksara *horizontal* dibutuhkan 5 kali melakukan ketukan dan aksara *nyungsang* 9 kali melakukan ketukan. Banyaknya jumlah gerakan tangan dalam melakukan ketukan yang dibutuhkan akan berpengaruh pada tekanan otot tangan dalam melakukan ketukan pada monitor *tablet* dan waktu kerja. Walaupun gerakan melakukan ketukan pada monitor merupakan pekerjaan ringan, tapi karena merupakan gerakan berulang akan memberikan tekanan pada bagian tendon tangan, pembuluh darah dan saraf yang melewati *tunnel karpal*. Tekanan pada tendon, pembuluh darah dan saraf menyebabkan peradangan jaringan-jaringan di dalam *tunnel* sehingga dapat menyebabkan pembengkakan dan menimbulkan rasa sakit yang disebut sebagai *carpal tunnel syndrome* terutama pada otot jari dan pergelangan tangan (Puspa, et al., 2020 ; Krisnaningsih et al, 2023). Selain itu, gerakan yang dilakukan dalam menulis *aksara modre* pada *tablet* , akan memberikan beban fisik karena tekanan yang diberikan pada otot tangan saat membuat goresan dan melakukan ketukan perintah dalam waktu lama akan menimbulkan ketegangan pada otot tangan sehingga terjadi kelelahan otot tangan terutama pada otot gerak dalam menulis seperti otot jari dan pergelangan tangan yang akan menurunkan kinerja dan akan berpengaruh pada produktivitas (Sulistiarini&Ruwana, 2020).

Perintah berlapis dalam bentuk menu dan sub menu dan pantulan cahaya lampu ruang kerja pada monitor *tablet* yang memberikan efek silau pada penglihatan akan menyulitkan dalam pencarian setiap perintah sehingga dibutuhkan pandangan yang lebih fokus terhadap setiap bagian sub menu yang tersedia akan menimbulkan kelelahan pada mata akibat *stress intensif* pada fungsi-fungsi mata terutama otot-otot akomodasi pada retina. Kualitas iluminasi dan distribusi cahaya pada otot iris mata akan mengatur pupil sesuai dengan intensitas pencahayaan. Beban otot iris mata mengatur pupil dalam menyesuaikan dengan intensitas pencahayaan akan menimbulkan gangguan pada mata seperti penglihatan terasa buram, kabur, ganda, kemampuan melihat warna menurun, mata merah, perih, gatal, tegang, mengantuk, berkurangnya kemampuan akomodasi serta disertai dengan gejala sakit kepala (Ciputra&Dwipayani, 2022 ; Ariyanto, et al. 2023). Beban kerja yang terjadi dalam penggunaan aplikasi *SmoothDraw* seperti beban kognitif, keluhan otot tangan serta kelelahan mata yang diakibatkan *user interface* dari aplikasi *SmoothDraw* dalam menuliskan *aksara modre* pada pembuatan *ulap-ulap* harus diselaraskan dengan kemampuan pekerja dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya beban kerja yang bersifat kompleks baik faktor internal maupun eksternal guna menghasilkan sistem kerja dalam penulisan *aksara modre* yang aman, nyaman, produktif dan sejahtera dengan mengupayakan adanya keserasian antara *task*, *tools*, organisasi dan lingkungan kerja terhadap kemampuan pekerja guna menurunkan frekuensi kesalahan dan meningkatkan produktivitas kerja (Manuaba, 2005 ; Puspawati, et al., 2022).

Permasalahan penggunaan aplikasi *SmoothDraw* dalam menuliskan *aksara modre* seperti beban kognitif, keluhan otot tangan dan kelelahan mata dalam penelitian ini akan intervensi melalui pendekatan ergonomi total dengan pendekatan secara sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori (*SHIP Approach*). Dalam pekerjaan menulis *aksara modre* menggunakan aplikasi *SmoothDraw* dilihat dari aspek interaksi manusia mesin, perintah berlapis pada aplikasi *SmoothDraw* menjadi beban bagi pekerja untuk mengingat perintah yang dibutuhkan dalam proses menulis. Perintah berlapis juga menyulitkan pekerja dalam mendapatkan perintah yang dipergunakan dalam menuliskan *aksara* yang menyudut, horizontal dan terbalik sehingga menjadi permasalahan ergonomi dari segi kondisi informasi. Permasalahan kondisi informasi yang terjadi akan berpengaruh pada lama waktu kerja karena banyak waktu dihabiskan untuk menemukan perintah yang digunakan dan berpengaruh

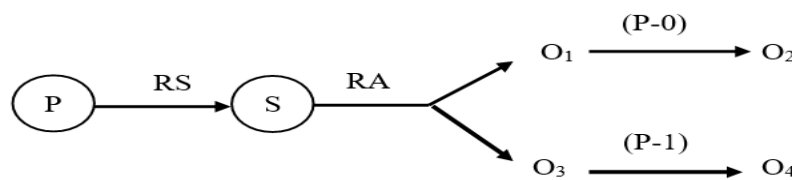
penggunaan otot tangan untuk melakukan ketukan pada menu dan sub menu yang dibutuhkan. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi komputer, dimungkinkan untuk dilakukan desain aplikasi penulisan *aksara modre* yang sebelumnya menggunakan aplikasi *SmoothDraw* direesain menjadi aplikasi yang lebih ergonomis dimana dalam penelitian ini dinamakan aplikasi *ModreScript* yang didesain dengan pendekatan ergonomi total sehingga menghasilkan intervensi terbaik dengan dampak seminimal mungkin dan mampu menurunkan beban kerja dalam menulis *aksara modre* seperti kelelahan mata sehingga meningkatkan produktivitas hasil kerja.

Pendekatan ergonomi total dalam menurunkan beban kerja menulis *aksara modre* dilakukan melalui beberapa perbaikan dari kondisi kerja menulis *aksara modre* seperti perbaikan *interface* aplikasi *ModreScript* yang didesain dengan tampilan lebih sederhana sehingga lebih mudah dan nyaman digunakan dalam menulis *aksara modre* dengan merubah perintah yang bersifat berlapis menjadi menjadi *toolbar* yang menampilkan *icon* dari perintah yang dibutuhkan sehingga mudah dioperasikan karena aplikasi yang dibangun memberikan kemudahan pengguna berdialog dengan aplikasi serta tidak perlu mengingat atau menghafalkan perintah lagi guna meningkatkan hasil belajar (Nooryana, *et al.*, 2022 ; Lawi, *et al.*, 2023). Selain itu *interface* aplikasi *ModreScript* dilengkapi dengan fasilitas *icon* rotasi layar untuk sudut 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° dan 315° untuk menuliskan aksara menyudut, horizontal dan terbalik/*nyungsang* guna mengurangi jumlah langkah yang dibutuhkan dalam melakukan rotasi guna menghasilkan aplikasi sebagai intervensi yang bisa memberikan solusi permasalahan dalam pembelajaran menulis *aksara modre* (Manuaba, 2005 ; Damayanti *et al.*, 2020).

2. METODE

2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan *randomized pre and posttest control group design* dengan dua lengan yaitu intervensi dan kontrol seperti digambarkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Keterangan:

P	:	Populasi Penelitian.	Q1, Q3	:	Pre-Test
RS	:	Random Sederhana.	Q2, Q4	:	Post-Test
S	:	Sampel.	P-O	:	Kontrol
RA	:	Random Alokasi	P-i	:	Perlakuan

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

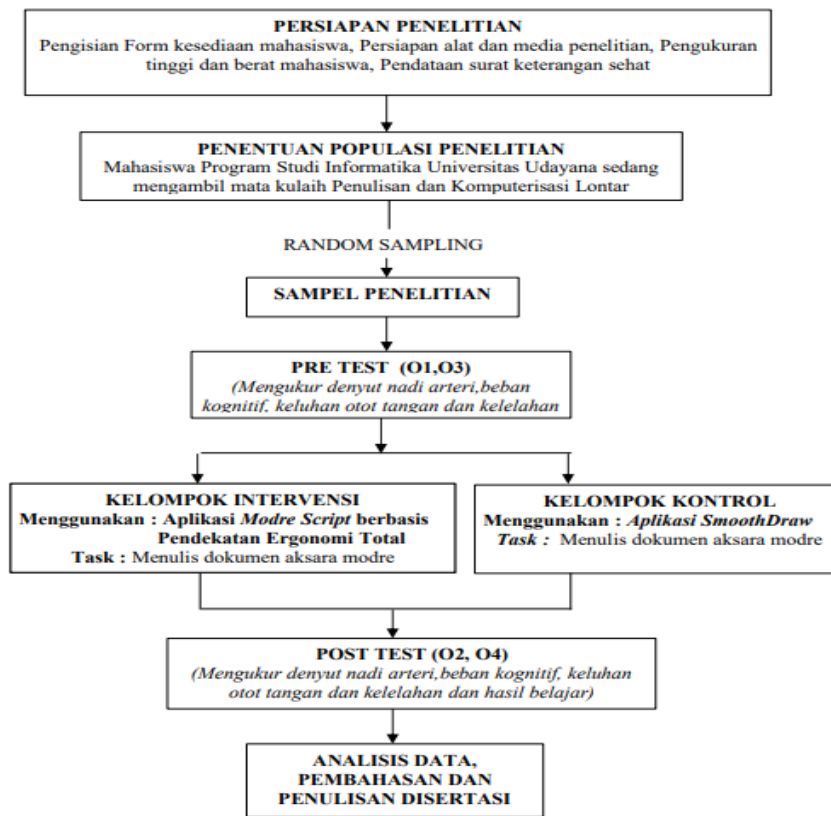
Penelitian dilakukan di Program Studi Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Selama rentang waktu tersebut dilakukan adaptasi pengoperasian aplikasi, penelitian pendahuluan, pengumpulan data sebelum perlakuan, pemberian perlakuan dan pengambilan data setelah perlakuan.

2.3. Teknik Pengambilan Sampel.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik sampling acak sederhana (*simple random sampling*). Untuk mendapatkan jumlah sampel dari populasi terjangkau yang memenuhi kriteria inklusi dilakukan dengan menggunakan kertas yang diundi. Dari populasi terjangkau sebanyak 63 orang yang memenuhi kriteria inklusi akan dipilih secara acak sederhana menggunakan undian kertas yang di dalamnya berisi nama-nama ke-63 orang mahasiswa, kemudian diambil satu per satu sampai terpenuhi jumlah sampel sebanyak 15 orang untuk setiap kelompok.

2.4. Alur Penelitian

Untuk mendukung penelitian ini, maka dibuatkan alur penelitian yang dapat menggambarkan langkah-langkah penelitian seperti Gambar 2:



Gambar 2. Alur Pelaksanaan Penelitian

2.5. Analisis Data

Data yang dihasilkan untuk Kelompok Kontrol (P-0) yang menulis dokumen aksara modre menggunakan drawing tablet dengan aplikasi *SmoothDraw*, Kelompok Perlakuan (P-1) dengan menulis dokumen aksara modre dengan *drawing tablet* dengan aplikasi *ModreScript* berbasis pendekatan ergonomi total dianalisis dengan *Independen Sample t-test* apabila data beban kognitif, keluhan otot tangan, kelelahan mata dan hasil belajar baik pada kontrol maupun intervensi berdistribusi normal dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Antropometri Subjek Penelitian

Pengukuran antropometri subjek penelitian dilakukan untuk mengetahui karakteristik subjek penelitian pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Antropometri Subjek Penelitian pada KK dan KP (n=15) per kelompok.

Karakteristik	Rerata±Simpangan Baku		p
	Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan	
Berat badan (kg)	64,25±9,81	65,15±8,90	0,820
Tinggi badan (cm)	161,60±8,61	161,85±7,32	0,553
Tinggi dalam posisi duduk (cm)	88,27±2,88	87,73±3,05	0,625
Tinggi siku dalam posisi duduk	47,73±0,91	47,67±0,96	0,852
Tinggi mata dalam posisi duduk	73,53±2,48	73,20±2,57	0,720
Panjang rentang tangan ke depan	74,80±2,46	74,93±2,66	0,888
Genggam tangan ke depan (cm)	68,47±2,17	68,27±2,38	0,807

Tabel 1 menunjukkan bahwa karakteristik antropometri subjek yang diukur baik pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan mempunyai karakteristik yang tidak berbeda signifikan dengan $p \geq 0,05$ sehingga karakteristik antropometri subjek yang meliputi tinggi badan, berat badan, tinggi dalam posisi duduk, tinggi siku dalam posisi duduk, panjang rentang tangan kedepan, genggam tangan kedepan dan tinggi mata dalam posisi duduk baik pada Kelompok Kontrol maupun Kelompok Perlakuan tidak berbeda berbakna.

Pengukuran dimensi tinggi mata dalam posisi duduk dipergunakan untuk mengetahui tingkat kenyamanan aplikasi dalam memberikan kenyamanan fokus pengelihatian subjek pada monitor drawing tablet yang digunakan. Tinggi mata dalam posisi duduk subjek penelitian pada Kelompok Kontrol berada pada rentang minimum 71,05 cm dan maksimum 76,01 cm dengan rerata $73,53 \pm 2,48$ cm, sedangkan pada Kelompok Perlakuan berada pada rentang minimum 70,63 cm dan maksimum 75,77 cm dengan rerata $73,20 \pm 2,57$ cm. Dimana tidak ada perbedaan yang signifikan antara tinggi mata dalam posisi duduk subjek antara Kelompok Kontrol dengan Kelompok Perlakuan dengan $p = 0,720$ ($p > 0,05$). Rentang ketinggian mata pada posisi duduk dari subjek 70,63-76,01 cm berpengaruh pada ketinggian dari posisi penempatan drawing tablet yang digunakan dalam penelitian menurut American Optometric Association (AOA) bahwa posisi layar drawing tablet sebaiknya berada di posisi 15 hingga 20 derajat dibawah ketinggian mata atau sejauh 50 - 72 cm yang diukur dari tengah layar. Selain ditentukan oleh jarak dan sudut mata ke titik tengah monitor, posisi drawing tablet juga dipengaruhi oleh Panjang rentang tangan kedepan subjek. Panjang rentang tangan ke depan subjek penelitian pada Kelompok Kontrol berada pada rentang minimum 72,34 cm dan maksimum 77,26 cm dengan rerata $74,80 \pm 2,46$ cm, sedangkan pada Kelompok Perlakuan berada pada rentang minimum 72,27 cm dan maksimum 77,59 cm dengan rerata $74,93 \pm 2,66$ cm. Dimana tidak ada perbedaan yang signifikan antara panjang rentang tangan ke depan subjek penelitian dalam posisi duduk antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan dengan $p = 0,888$ ($p > 0,05$). Panjang rentang tangan ke depan subjek penelitian menurut American Optometric Association (AOA) sudah mempunyai kemampuan jangkauan yang baik untuk menulis diatas drawing tablet yaitu 50 - 72 cm.

3.2. Kelelahan Mata

Subjek dalam penelitian terdiri dari 25 orang mahasiswa berjenis kelamin laki-laki dan 5 orang mahasiswa berjenis kelamin perempuan. Dari 30 orang responden terdapat 8 orang subjek penelitian yang menggunakan kacamata dalam belajar. Untuk mengetahui pengaruh jenis kelamin dan menggunakan kacamata pada subjek penelitian terhadap risiko kelelahan mata yang diukur dengan kuesioner kelelahan mata untuk 25 orang subjek berjenis kelamin laki-laki dan 5 orang subjek berjenis kelamin perempuan. Begitu juga untuk mengetahui pengaruh menggunakan kacamata diukur dengan kuesioner kelelahan mata untuk 22 orang subjek yang tidak menggunakan kaca mata dan 8 orang subjek yang menggunakan kaca mata. Berdasarkan hasil uji normalitas data pada Tabel 5.4 bahwa kelelahan mata subjek sebelum dan setelah belajar berdistribusi normal dan tidak berbeda signifikan dimana uji pengaruh jenis kelamin dan penggunaan kacamata pada kelelahan mata subjek dilakukan dengan *Independent Sample t-Test*. Hasil pengujian terhadap pengaruh jenis kelamin dan menggunakan kacamata terhadap kelelahan mata subjek diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kelelahan Mata Berdasarkan Jenis Kelamin dan Penggunaan Kacamata

Kelelahan Mata	Rerata±Simpangan Baku	Beda	<i>p</i>
Jenis Kelamin			
Laki-laki	2,897±0,102	0,224	0,361
Perempuan	2,673±0,113		
Kacamata			
Menggunakan	2,936±0,093	0,174	0,205
Tidak	2,762±0,117		

Tabel 2 menunjukkan bahwa kelelahan mata berdasarkan jenis kelamin tidak berbeda signifikan dengan $p=0,361$ ($p > 0,05$). Untuk subjek yang menggunakan kacamata dan yang tidak menggunakan kacamata juga tidak berbeda signifikan pada keluhan kelelahan mata dengan $p=0,205$ ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan kalau pengujian keluhan kelelahan mata yang dirasakan oleh subjek penelitian tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin dan penggunaan kacamata dan murni dipengaruhi oleh aplikasi yang digunakan dalam menulis *aksara modre* pada pembuatan *ulap-ulap* yaitu aplikasi *SmoothDraw* untuk Kelompok Kontrol dan aplikasi *ModreScript* untuk Kelompok Perlakuan.

Berdasarkan hasil pengujian dengan *Independent Sample t-Test*. Data kelelahan mata pada subjek untuk Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan, secara lengkap diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kelelahan Mata Sebelum dan Setelah Bekerja pada KK dan KP

Kelelahan Mata	Rerata±Simpangan Baku	Beda	<i>p</i>
Sebelum Belajar (Pre)			

Kelompok Kontrol	1,402±0,132	0,005	0,781
Kelompok Perlakuan	1,397±0,103		
Setelah Belajar (Post)			
Kelompok Kontrol	2,247±0,073	00,479	0,015
Kelompok Perlakuan	1,769±0,182		

Tabel 3 menunjukkan bahwa kelelahan mata pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan sebelum bekerja tidak berbeda signifikan dengan $p=0,781$ ($>0,05$). Sedangkan kelelahan mata yang dialami oleh subjek setelah bekerja menulis *aksara modre* pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan beda sebesar 0,479 dengan $p=0,015$ ($<0,05$). Dengan nilai $t=9,463$ dan $p=0,015$ ($p<0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang artinya bahwa terjadi penurunan tingkat kelelahan mata yang signifikan dirasakan oleh subjek pada Kelompok Perlakuan yang menggunakan aplikasi *ModreScript* sebesar 0,478 dibandingkan Kelompok Kontrol yang menggunakan aplikasi *SmoothDraw*.

Dalam penelitian penulisan aksara modre baik menggunakan aplikasi *SmoothDraw* untuk Kelompok Kontrol maupun aplikasi *ModreScript* untuk Kelompok Perlakuan dengan durasi 150 menit bekerja, dari hasil penelitian dengan menggunakan 15 orang subjek pada Kelompok Kontrol dan 15 orang subjek pada Kelompok Perlakuan dimana untuk Kelompok Kontrol menuliskan aksara modre dengan menggunakan aplikasi *SmoothDraw* dan Kelompok Perlakuan menuliskan aksara modre menggunakan aplikasi *ModreScript* yang pendekatan ergonomi total diperoleh hasil bahwa setelah subjek diberikan tugas untuk menuliskan aksara modre selama 150 menit baik pada Kelompok Kontrol maupun Kelompok Perlakuan mengalami peningkatan tingkat kelelahan mata dan secara signifikan berbeda dengan $p=0,000$ ($<0,005$) antar Kelompok Kontrol dengan Kelompok Perlakuan dengan rerata tingkat kelelahan 2,247±0,073 untuk Kelompok Kontrol dan 1,769±0,182 pada Kelompok Perlakuan dengan beda sebesar 0,479 atau 43,43%. Ini menunjukkan bahwa intervensi dengan pendekatan ergonomi total yang dilakukan dalam disain user interface dari aplikasi *ModreScript* memberikan dampak kelelahan mata pada user secara signifikan lebih rendah.

4. KESIMPULAN

Dengan karakteristik antropometri subjek penelitian yang tidak signifikan berbeda, terutama pada ketinggian posisi mata terhadap media kerja, dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa implementasi aplikasi *ModreScript* berbasis pendekatan ergonomi total mampu menurunkan tingkat kelelahan mata pekerja dalam menulis aksara modre sebesar 43,43% dibanding menggunakan aplikasi *SmoothDraw* berbasis HCI.

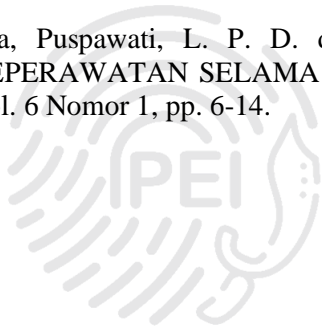
5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar besarnya disampaikan kepada Program Studi Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga penelitian dapat diselesaikan sesuai dengan rencana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mahasiswa yang sudah membantu dalam penelitian sehingga seluruh data penelitian dapat diperoleh secara baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, A. I., Koesyanto, H. dan Rani, D. M. 2023. Keluhan Computer Vision Syndrome pada Operator Komputer Subbagian Administrasi Umum di Instansi X. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* Vol. 1 No. 3 Januari 2023
- Ciputra, F. dan Dwipayani, N. M. 2022. Computer Vision Syndrome: SABUAH TINJAUAN PUSTAKA. *Al-Iqra Medical Journal: Jurnal Berkala Ilmiah Kedokteran*. Vol.5, No.1, Pebruari 2022.
- Sulistiari, E. B. dan Ruwana, I. 2020. *Kognitif Ergonomi dan Beban Kerja*. STRADA PRESS. Kediri
- Nooryana, S., Adiatmika, I. P. G. dan Purnawati, S. 2020. Latihan Peregangan Dinamis Dan Istirahat Aktif Menurunkan Keluhan Muskuloskeletal Pada Pekerja Di Industri Garmen. *Jurnal Ergonomi Indonesia* Vol.6 No.1 pp. 61-67.
- Manuaba, A. (2005). *Ergonomi dalam Industri*. Universitas Udayana.

- Pass, F., & Merriënboer, J. G. 2020. *Cognitive-Load Theory: Methods to Manage Working Memory Load in the Learning of Complex Tasks*. SAGE Journals Vol. 29 No. 4 pp.394-398.
- Krisnaningsih, E., Dwiyanto, S., Arlani, T., Jubaedi, A. B. dan Cahyadi, D. 2023. Beban Kerja Psikologis dan Fisik dengan NASA-TLX dan Cardiovascular Load (CVL). *Jurnal InTen* Vol. 6 No.1 pp.1-13.
- Santiyasa I W., Adiatmika IPG., Adiputra I N. dan Swamardika I B. Alit. 2021. Formulation of Mathematical Model to Determine The Risk of Computer Vision Syndrome (VCS) in The Use of An Ergonomic Drawing Tablet Application in Writing Modre Characters. *The 8 th Annual Conference on Industrial and System Engineering (ACISE) and 1 st International Conference on Ergonomics, Safety, and Health (ICESH) 2021*.
- Damayanti, A., Wijoyo, S. H. dan Rusydi, A.N. 2020. Evaluasi Usability dan Perbaikan Desain Antarmuka Pengguna Aplikasi Mobile Library Perpustakaan Kota Malang menggunakan Metode Usability Testing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* Vol. 4 No. 9 pp. 3185-3192.
- Lawi, A., Bora, M. A., Arifin, R. dan Dewadi, F. 2023. *Ergonomi Industri*, PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI, Padang 2023
- Suweta, I Made. 2019. Bahasa dan Kesusastraan Sebagai Bentuk Karakter. *Widyacarya* Vol. 3 Nomor. 2 Pebruari 2019.
- Puspa, R. D., As'ari, A. R. dan Sukoriyanto. 2020. Beban Kognitif Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Berorientasi Pada Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Jurnal Pendidikan Teori Penelitian dan Pengembangan* Volume: 5 Nomor: 12.
- Yuliana, Puspawati, L. P. D. dan Muliawati, K. 2022. KELELAHAN MATA PADA MAHASISWA KEPERAWATAN SELAMA PEMBELAJARAN DARING DI MASA PANDEMI COVID-19. *CARING*, Vol. 6 Nomor 1, pp. 6-14.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

IDENTIFIKASI DAN MANAJEMEN RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE HAZOP MELALUI PENDEKATAN RCA PADA UNIT HE (HEAT EXCHANGER)

(IDENTIFICATION AND MANAGEMENT OF OCCUPATIONAL ACCIDENT RISKS USING THE HAZOP METHOD THROUGH THE RCA APPROACH IN THE HE (HEAT EXCHANGER) UNIT)

Studi Kasus : PPSDM Migas Cepu

Muchlison Anis¹, Muhammad Saad², Raden Danang Aryo Putro Satriyono³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102

Email: ma228@ums.ac.id, d600200128@student.ums.ac.id, rda715@ums.ac.id

ABSTRAK

Mesin HE (*Heat Exchanger*) merupakan salah satu mesin di kilang PPSDM Migas Cepu yang memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Oleh sebab itu peran K3 sangat penting didalam kilang PPSDM Migas Cepu terutama pada mesin HE. Pada tahun 2020 bulan Juni terjadi sebuah insiden yang mengakibatkan kebocoran yang disebabkan oleh *over pressure* yang ada pada mesin HE. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis kecelakaan kerja dan akar dari permasalahan yang berkemungkinan terjadi pada proses unit HE. Dimana nantinya metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah metode HAZOP dengan pendekatan RCA. Dan dari penelitian ini didapati hasil menggunakan metode HAZOP berupa beberapa level risk matrix, diantaranya ditemukan 2 risiko bahaya dengan tingkat level risiko rendah, 8 risiko bahaya dengan tingkat level sedang, 10 risiko bahaya dengan tingkat level tinggi, dan 2 risiko bahaya dengan tingkat level ekstrim. Serta didapati akar permasalahan yang ada yakni terbagi menjadi 4 faktor utama yakni faktor Mesin, Manusia, Metode, dan Material. Sehingga dibuatlah usulan perbaikan berupa penambahan PSV, pelatihan K3, peningkatan QC, memaksimalkan perbaikan serta perawatan mesin atau maintenance, serta penambahan APAR.

Kata kunci: K3, *Heat Exchanger*, HAZOP, RCA

ABSTRACT

The HE (*Heat Exchanger*) machine is one of the machines in the PPSDM Migas Cepu refinery which has a high level of risk of work accidents, therefore the role of K3 is very important in the PPSDM Migas Cepu refinery, especially in the HE machine. In June 2020 there was an incident that resulted in a leak caused by over pressure in the HE engine, this research has the aim of identifying the types of work accidents and the root of the problems that are likely to occur in the HE unit process, where later the method used to conduct this research is the HAZOP method with the RCA approach. And from this research, the results using the HAZOP method are obtained in the form of several levels of risk matrix, including 2 hazard risks with low risk level, 8 hazard risks with medium level, 10 hazard risks with high level, and 2 hazard risks with extreme level. And the root causes of the existing problems are divided into 4 main factors, namely the Machine, Human, Method, and Material factors. So that improvement proposals are made in the form of adding PSV, K3 training, increasing QC, maximizing repair and maintenance of machines or maintenance, and adding APAR.

Keywords: K3, *Heat Exchanger*, HAZOP, RCA

PENDAHULUAN

PPSD Migas Cepu sendiri merupakan salah satu perusahaan yang bertanggung jawab terhadap pemenuhan kebutuhan minyak bumi melalui pengolahan dari PT. Pertamina EP Asset 4 Field Cepu dengan kapasitas sebesar 3800 barrel/hari. *Crude oil* diproses dengan unit Distilasi Atmosferik atau CDU (*Crude Distillation Unit*) dengan hasil akhir atau produk berupa pertasol CB, pertasol CA, pertasol CC, solar, serta residu (Shahab & Anggi Wahyuningsih, 2023). Dalam proses pembuatan produk-produk tersebut pastinya terdapat banyak risiko kecelakaan kerja maupun proses pada saat pembuatannya. Salah satu unit yang memiliki peran penting dan juga riskan akan terjadinya kecelakaan proses atau kecelakaan kerja adalah pada unit HE. PPSDM Migas Cepu mempunyai 5 HE dengan detail 3 unit yang dipasang secara horizontal (HE-03, HE-04, dan HE-05), dan unit yang dipasang secara vertikal (HE-01 dan HE-02). Dari kelima hal tersebut keseluruhannya memiliki jenis *shell and tube* dengan fungsi yang serupa yakni sebagai *preheater* dengan mengandalkan manfaat dari panas unit destilasi sebelum minyak mentah atau *crude oil* masuk ke dalam *furnice*, unit tersebut memiliki kegunaan pada saat proses distilasi sebagai sebuah unit yang bertugas mentransfer panas antar fluida yang mengalami kontak dengan media-media padat. (Shahab & Anggi Wahyuningsih, 2023).

HE merupakan sebuah stasiun kerja yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini, dimana HE sendiri adalah sebuah alat yang digunakan sebagai alat penukar panas yang digunakan untuk memanaskan *crude oil* dari suhu tertentu agar pada saat proses selanjutnya dapat meningkatkan efisiensi pemanasan (Shahab and Anggi Wahyuningsih 2023). Penghematan energi ini sangat penting dalam merancang sebuah proses yang efisien dan juga bisa mengurangi biaya operasi, terutama untuk industri yang intensif energinya tinggi seperti pada kilang sebuah minyak, seperti pada proses penyulingan minyak gas dan fasilitas lain pada petrokimia (Alhajri et al. 2021).

Dan mesin HE di PPSDM Migas Cepu adalah mesin yang memiliki peranan penting dalam proses produksi, karena fungsinya sebagai pemanas pertama dalam proses produksi guna meningkatkan efisiensi serta penghematan penggunaan bahan bakar sebelum lanjut pada tahapan produksi berikutnya, akan tetapi disamping itu mesin HE ini adalah mesin yang memiliki potensi bahaya yang cukup tinggi, dan penerapan K3 atau peran K3 dalam proses yang ada pada mesin HE ini merupakan suatu hal yang tidak boleh diabaikan. K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) adalah sebuah sarana pencegahan kecelakaan, cacat, dan juga kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja (Rahmanto and Hamdy 2022). Dikatakan juga oleh (Fathimahhayati, Wardana, and Gumilar 2019) bahwa Keselamatan Kerja (*safety*) adalah sebuah keadaan dimana para pekerja terjamin akan keselamatan bekerja pada saat mengoperasikan mesin, alat kerja, proses pengolahan juga tempat kerja beserta lingkungannya yang terjamin. Pada umumnya, kecelakaan kerja disebabkan oleh dua factor yaitu manusia dan lingkungan (Busyairi, 2014).

Dan pada tahun 2020 bulan Juni terjadi sebuah insiden yang mengakibatkan kebocoran yang disebabkan oleh *over pressure* yang ada pada mesin HE 5, dimana penyebab utamanya diketahui karena kandungan air yang ada pada mesin HE 5 ini cukup tinggi yang mengakibatkan terjadinya *over temperatur* dan pecahnya *tube* dan pipa saluran fluida panas dan fluida dingin, walaupun tidak ada korban jiwa dalam insiden tersebut tapi kerugian yang dialami perusahaan cukup besar karena mesin HE 5 terpaksa *dinon-aktifkan* dan tidak lagi beroperasi. Banyak juga potensi-potensi kecelakaan kerja lainnya seperti terpeleset, tersengat panas mesin HE, terkena cipratan minyak, kebocoran minyak, dan lain-lain.

Dari permasalahan diatas penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis kecelakaan kerja yang berkemungkinan terjadi pada bagian proses unit HE di PPSDM Migas Cepu guna meminimalisir terjadinya kecelakaan serupa baik yang disebabkan oleh kecelakaan proses maupun kecelakaan kerja, dimana nantinya metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah metode HAZOP dengan pendekatan RCA, penggunaan metode ini dikarenakan HAZOP sendiri secara sistematis akan mengidentifikasi setiap kemungkinan dari penyimpangan (*deviation*) yang disebabkan oleh kondisi operasi yang sudah diterapkan dari suatu rencana/*plan*, juga menemukan berbagai faktor-faktor penyebab (*cause*) yang berkemungkinan menimbulkan keadaan yang abnormal (Rahmanto & Hamdy, 2022). HAZOP juga dapat memberikan rekomendasi atau tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak risiko yang diidentifikasi (Restuputri, 2015. Djunaidi, 2017). Sedangkan metode RCA sendiri merupakan sebuah metode yang berguna untuk mengatasi sebuah masalah atau sebuah ketidak sesuaian dalam rangka mendapatkan akar dari sebuah permasalahan (Kuswardana et al., 2018). Dengan penggabungan kedua metode tersebut diharapkan nantinya penelitian ini

mendapatkan sebuah kesimpulan yang lebih baik dan kongkrit. Dan nantinya setelah mendapatkan hasil identifikasi menggunakan metode HAZOP dan RCA kemudian dibuatlah usulan-usulan perbaikan yang dirasa perlu dilakukan untuk mengurangi potensi-potensi bahaya yang berkemungkinan terjadi pada unit HE di PPSDM Migas Cepu. Penelitian ini juga diharapkan mampu menemukan akar dari permasalahan-permasalahan yang ada pada mesin HE dimana nantinya juga akan bermanfaat sebagai sarana pencegahan dini terhadap seluruh potensi-potensi bahaya yang ada pada unit HE di PPSDM Migas Cepu.

METODE

Dalam penelitian ini nantinya akan dilakukan penilaian dan juga pengendalian dari risiko-risiko yang ada didalam mesin HE menggunakan metode HAZOP terlebih dahulu kemudian dilanjutkan mencari akar penyebab dari permasalahan yang ada menggunakan metode RCA. Dimana nantinya akan didapati sebuah kesimpulan dari metode HAZOP berupa tingkatan atau level dari tiap-tiap risiko bahaya yang ada pada mesin HE atau berupa tingkat keparahan dari suatu risiko yang terjadi dan akan dibagi menjadi 4 kategori yakni Risiko Ekstrem, Risiko Tinggi, Risiko Rendah, dan Risiko Sedang. Selanjutnya adalah penggunaan metode RCA dalam mengidentifikasi akar dari permasalahan-permasalahan yang ada pada mesin HE, dimana nantinya akan dicari tau faktor-faktor mana saja yang bisa memicu kecelakaan kerja atau proses yang ada pada mesin HE. Dan nantinya ketika sudah mendapatkan kesimpulan dari kedua metode HAZOP dan RCA akan dibuatlah sebuah usulan atau rencana perbaikan dari tiap-tiap permasalahan yang dinilai perlu untuk dilakukan agar dapat mencegah risiko-risiko kecelakaan kerja maupun proses yang ada pada mesin HE.

Dan penjelasan terkait metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni Metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) dan *Root Cause Analysis* (RCA) sebagai berikut:

1. *Hazard and Operability Study* (HAZOP)

Hazard And Operability Study (HAZOP) merupakan sebuah metode yang fungsi utamanya adalah untuk mengidentifikasi sebuah bahaya-bahaya secara sistematis dan terstruktur terkait permasalahan-permasalahan yang bisa mengganggu jalannya suatu proses produksi dan berupa resiko yang terdapat pada suatu alat dan berkemungkinan menimbulkan resiko bagi fasilitas system atau operator (Hakim and Adhika 2022).

Dan dalam penelitian ini peneliti ingin meneliti potensi-potensi bahaya yang ada pada mesin HE, *Heat Exchanger* ini merupakan sebuah alat yang digunakan untuk pertukaran kalor yang berguna untuk mengubah temperatur dari jenis suatu fluida (Dardiri, Hatining, and Sudarni 2023). Dan berikut merupakan langkah-langkah untuk mengidentifikasi bahaya K3 pada mesin HE menggunakan metode HAZOP adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui alur kerja pengoprasian mesin HE
2. Melakukan identifikasi potensi-potensi bahaya pada proses pengoprasian HE
3. Mencari dan melengkapi elemen-elemen yang ada pada HAZOP *Worksheet* antara lain:
 - a. Pengelompokan potensi-potensi bahaya yang sudah ditemukan
 - b. Menjelaskan penyebab terjadinya suatu penyimpangan pada mesin
 - c. Menjelaskan akibat dari penyimpangan pada mesin
 - d. Menjelaskan tindakan untuk menangani penyimpangan yang terjadi
 - e. Menilai risiko dengan kriteria *Likelihood* dan *Consequences*
 - f. Memberi usulan atau solusi terkait permasalahan yang ada.

2. *Root Cause Analysis* (RCA)

Root Cause Analysis merupakan sebuah metode pendekatan secara sistematis guna mendapatkan akar dari sebuah permasalahan sesungguhnya dari sebuah permasalahan (Kuswardana et al. 2018). Dimana pada metode ini nantinya dilakukan wawancara dan pengisian kuesioner terbuka kepada 3 pekerja yang ada di utilitas, Dimana para pekerja yang diwawancarai antara lain Bapak Moch. Rochim sebagai Ketua Regu, dan anggotanya Bapak Bagus Suryahadi, Bapak Rendi Oktaviansyah.

a. 5 Why Analysis Method

Metode 5 Why Analysis merupakan sebuah pendekatan secara terstruktur dimana nantinya akan mengajukan sebuah pertanyaan-pertanyaan yang ditanyakan berulang kali untuk memahami penyebab masalah yang diteliti bisa terjadi (Kuswardana et al. 2018)

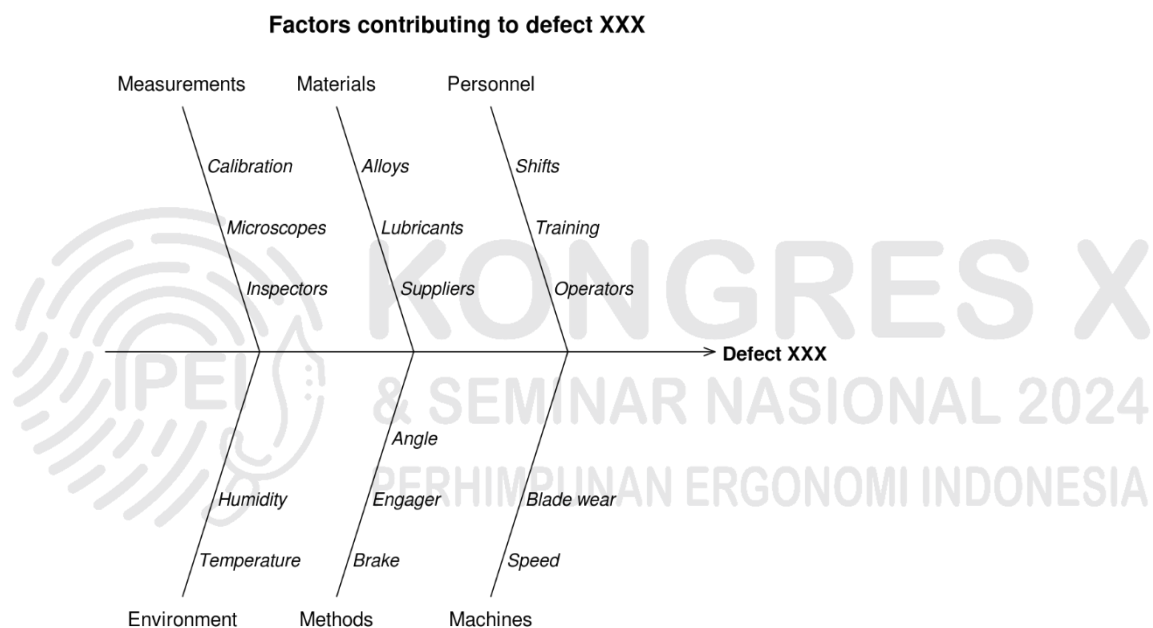
Tabel 1. Faktor Penyebab Proses Kritis

Faktor	Nama Faktor
A	x
B	x
C	x
D	x

Tabel 2. 5 Why Analysis Method

Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Root Cause
x	x	x	x	x	x	x

a. Fishbone Diagram Method



Gambar 1. Fishbone Diagram

Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan fishbone diagram untuk mengetahui akar dari permasalahan-permasalahan yang terjadi pada mesin HE, dimana nantinya kesimpulan yang dihasilkan diharapkan bisa melengkapi kesimpulan dari metode sebelumnya yakni HAZOP. Diagram tulang ikan adalah diagram yang menyerupai bentuk kerangka tulang ikan di mana ada tulisan yang dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi pada suatu permasalahan yang ada (Batu, Charlina, Faizah 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil observasi dan wawancara yang sudah dilakukan mengenai potensi-potensi bahaya yang dapat ditimbulkan dari proses yang ada pada mesin HE. Maka untuk mendapatkan sebuah kesimpulan berupa identifikasi bahaya secara sistematis dan terstruktur dapat didapatkan menggunakan metode HAZOP (Ningrum, 2020). Dan didapatkan hasil berupa identifikasi bahaya (*Hazard and Risk*), kriteria *likelihood*, kriteria *consequences*, dan penempatan *risk matrix* menggunakan metode HAZOP dibawah ini. Identifikasi risiko bahaya yang ada pada kilang PPSDM Migas Cepu khususnya yang terdapat pada mesin HE yang merupakan risiko-risiko yang ditimbulkan dari proses pengoprasian mesin HE sendiri adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Identifikasi Risiko Bahaya (*Hazard and Risk*)

No	Proses	Uraian Hazard	Risiko	L	C	S	Risk Level
1	Pemeriksaan kelengkapan mesin HE	Suhu kilang panas	Pingsan atau dehidrasi ringan	1	2	2	Rendah
		Banyak cipratan minyak di sekitar	Tergelincir dan jatuh	5	2	1	Tinggi
		Tidak lengkapnya APD operator	Mata terkena cipratan minyak	2	2	4	Sedang
		Tempat pemeriksaan tinggi	Jatuh dari ketinggian	2	3	6	Sedang
		Tangga untuk naik ke atas licin	Tergelincir dan jatuh	4	3	1	Tinggi
2	Menutup valve saluran drain dan venting	Tuas berat ketika diputar	Terkilir dan gagal menutup	3	2	6	Sedang
		Valve yang sudah berkarat	Korosi pada valve	2	4	8	Tinggi
		Tepat pembuangan drain dan venting yang kotor dan terbuka	Sulit untuk diolah kembali	3	3	9	Tinggi
		Tempat valve yang tinggi	Tergelincir dan jatuh	2	2	4	Rendah
		Tidak ada PSV (Pressure Safety Valve)	Overpressure dan meledak	1	5	5	Tinggi
3	Menutup valve by pass	Tuas berat ketika diputar	Terkilir dan gagal menutup	3	2	6	Sedang
		Tempat valve yang tinggi	Tergelincir dan jatuh	3	2	6	Sedang
		Tidak ada PSV (Pressure Safety Valve)	Overpressure dan meledak	1	5	5	Tinggi
		Tuas berat ketika diputar	Terkilir dan gagal membuka	3	2	6	Sedang
4	Membuka valve saluran fluida panas dan crude oil	Isolator pipa yang sudah usang	Panas akan merusak pipa dan bocor	2	4	8	Tinggi
		Tube yang sudah usang	Kebocoran dan produk terkontaminasi	3	3	9	Tinggi
		Suhu Shell HE yang panas	Tersengat panas dari mesin HE	3	2	6	Sedang

No	Proses	Uraian Hazard	Risiko	L	C	S	Risk Level
5	Melakukan drain air dan venting secara berkala	Tidak ada PSV (Pressure Safety Valve)	Overpressure dan meledak	3	5	1	Ekstrem
		Operator yang tidak rutin melakukan drain	Terdapat banyak endapan air pada HE dan berpotensi over temperature lalu overpressure dan meledak	5	3	1	Ekstrem
		Tempat pembuangan drain dan venting yang kotor dan terbuka	Terkena percikan air yang bercampur minyak ke mata	2	3	6	Sedang
		Tidak ada PSV (Pressure Safety Valve)	Overpressure dan meledak	2	5	0	Tinggi
		Pipa-pipa yang sudah berkarat	Korosi dan pecah	2	4	8	Tinggi

Proses pada HE pada PPSDM Migas Cepu terdiri dari beberapa proses yakni dimulai dari pemeriksaan kelengkapan HE, menutup valve saluran drain dan venting, menutup valve saluran bypass, membuka valve saluran fluida panas dan crude oil, kemudian yang terakhir adalah melakukan drain air dan venting secara berkala. Dari proses-proses yang terjadi pada mesin HE ini setelah diamati didapati 22 risiko bahaya pada keseluruhan proses yang ada pada mesin HE.

Setelah diketahui seluruh bahaya pada tiap-tiap proses pada mesin HE sendiri data yang sudah didapatkan diolah dan dilanjutkan dengan menggunakan metode Hazop and Operability Study (HAZOP), dari pengolahan data yang sudah dilakukan menggunakan metode HAZOP didapati beberapa level risk matrix, diantaranya ditemukan 2 risiko bahaya dengan tingkat level risiko rendah, 8 risiko bahaya dengan tingkat level sedang, 10 risiko bahaya dengan tingkat level tinggi, dan 2 risiko bahaya dengan tingkat level ekstrim.

Dari penelitian yang sudah dilakukan menggunakan metode HAZOP selanjutnya dilanjutkan menggunakan metode RCA, dan pada metode HAZOP sendiri didapati 2 risiko kecelakaan kerja yang beresiko *Extreme*, dimana risiko kecelakaan kerja didapati pada proses Membuka valve saluran fluida panas dan crude oil yakni dengan Hazard Tidak adanya PSV (*Pressure Savety Valve*), Operator tidak melakukan drain secara rutin. Dimana dalam Hazard tersebut didapati risiko berupa banyaknya endapan air dan akan mempengaruhi proses selanjutnya serta terjadinya *overpressure* dan meledak.

a. 5 Why Analysis Method

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan, didapati 4 faktor utama penyebab terjadinya potensi kecelakaan kerja yang ada pada mesin HE sehingga berpotensi terjadi *over pressure* dan meledak, yakni terdapat pada Tabel Faktor-faktor Penyebab.

Tabel 4. Faktor-faktor Penyebab

Faktor	Nama Faktor
A	Manusia
B	Mesin
C	Metode
D	Material

Tabel 5. RCA 5 Why Method faktor Manusia

Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Root Cause
Over Pressure	Kurang fokus	Tidak menaati	Tidak mengenakan	Menyepelkan hal-hal kecil	Kurang teliti	Kurang fokus dan kurang

dan pada saat SOP APD yang seperti drain dalam teliti, serta Meledak proses produksi yang ada SOP yang ada APD yang lengkap air dan venting proses produksi tidak menaati SOP yang ada

Dari analisis Tabel *RCA 5 Why Method* (Manusia) diatas didapatkan hasil untuk faktor yang menyebabkan terjadinya *overpreasure* dan meledak adalah faktor dari manusia, dimana hal ini dapat disebabkan karena kurang fokus pada saat proses produksi, para pekerja tidak menaati SOP yang ada, para pekerja yang tidak mengenakan APD dengan lengkap, para pekerja yang menyepelekan hal-hal kecil seperti drain air dan venting, dan kurangnya ketelitian dalam proses produksi. Dimana hal-hal tersebut berakar masalah karena kurangnya fokus dan ketelitian dari para pekerja di kilang.

Tabel 6. *RCA 5 Why Method* faktor Mesin

<i>Defect</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>	<i>Root Cause</i>
Over Preasure dan Meledak	Umur kilang yang hampir 1,5 abad	Tidak adanya PSV pada tiap valve	Mesin stabilizer hanya berfungsi jika terjadi overprasure diberat tertentu.	Banyaknya komponen yang sudah usang	Kualitas mesin yang tidak terlalu baik/ model lama	Umur mesin dan komponen yang kurang memadai pada mesin HE

Dari analisis Tabel *RCA 5 Why Method* (Mesin) diatas didapatkan hasil untuk faktor yang menyebabkan terjadinya *overpreasure* dan meledak salah satunya adalah faktor dari Mesin, dimana mesin HE di PPSDM Migas Cepu ini berumur 150 tahun lebih, tidak adanya PSV (*Preasure Safety Valve*) pada tiap-tiap valve di mesin HE, dan mesin stabilizer yang terhubung di mesin HE hanya bekerja ketika terjadi *overpreasure* diatas 5 kg, banyaknya komponen yang sudah pusing dan kualitas mesin yang tidak terlalu baik karena mesin HE di PPSDM Migas Cepu merupakan mesin model lama. Dimana hal-hal tersebut berakar masalah karena umur mesin dan komponen yang kurang memadai pada mesin HE.

Tabel 7. *RCA 5 Why Method* faktor Metode

<i>Defect</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>	<i>Root Cause</i>
Over Preasure dan Meledak	Mesin stabilizer yang terhubung pada mesin HE yang hanya bisa bekerja pada tekanan tertentu	<i>Emergency Stop/ Shutdown</i> yang tidak bisa sembarangan dilakukan, karena berdampak pada banyak mesin	Kesalahan teknis dalam melakukan proses di mesin HE.	Kurangnya sosialisasi Team HSE di Kilang	Penerapan regulasi atau kebijakan jika ada komponen rusak yang kurang baik	Tidak bisa sembarangan men- <i>shutdown</i> mesin serta penerapan regulasi yang kurang baik

Dari analisis Tabel *RCA 5 Why Method* (Metode) diatas didapatkan hasil untuk fator yang menyebabkan terjadinya *overpreasure* dan meledak salah satunya adalah faktor dari Metode, dimana dari metode yang diterapkan di PPSDM Migas Cepu yakni mesin stabilizer yang terhubung pada mesin HE yang hanya bisa bekerja pada tekanan tertentu, *Emergency Stop/ Shutdown* yang tidak bisa sembarangan dilakukan, karena berdampak pada banyak mesin, kesalahan teknis dalam melakukan proses di mesin HE seperti tidak melakukan drain air dan venting serta salah setting pada mesin Stabilizer yang terhubung pada mesin HE, kurangnya sosialisasi Team HSE di Kilang terkait bahaya-bahaya mesin di PPSDM Migas Cepu, penerapan regulasi atau kebijakan jika ada komponen rusak yang kurang baik dimana ketika terjadi kerusakan pada mesin hanya ada 2 pilihan yakni mencari suku cadang pengganti pada mesin lain

atau mesin dinonaktifkan. Dan dari faktor *method* yang ada, akar dari permasalahannya terletak pada Tidak bisa sembarangan men-*shutdown* mesin serta penerapan regulasi yang kurang baik.

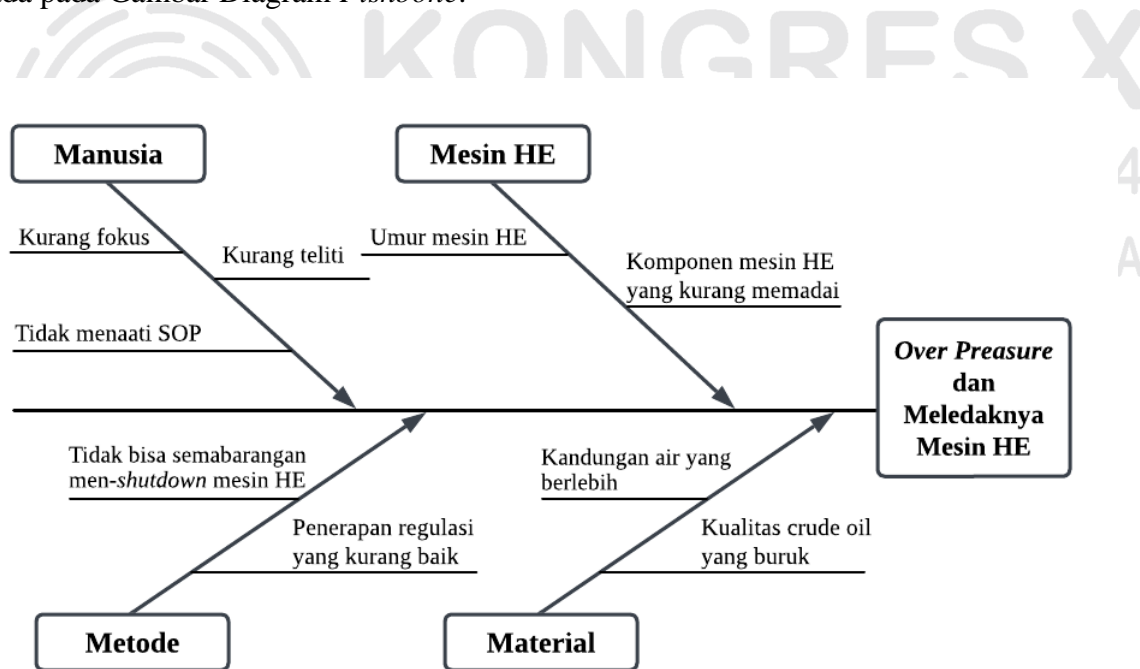
Tabel 8. RCA 5 Why Method faktor Material

Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Root Cause
Over Pressure dan Meledak	Kandungan Air yang banyak pada <i>crude oil</i>	Kualitas <i>crude oil</i> yang buruk	Bertemunya fluida panas dan fluida dingin	Kandungan udara yang berlebihan	<i>Crude oil</i> yang tercampur kotoran	Kandungan Air yang berlebih dan kualitas <i>crude oil</i> yang buruk

Dari analisis Tabel RCA 5 Why Method (Material) diatas didapatkan hasil untuk faktor yang menyebabkan terjadinya *overpressure* dan meledak salah satunya adalah faktor dari Material, yakni kandungan air yang terlalu banyak pada *crude oil*, kualitas *crude oil* yang buruk, bertemunya fluida panas dan fluida dingin pada mesin HE, kandungan udara yang berlebihan karena fluida panas bertemu fluida dingin, *crude oil* yang tercampur kotoran. Dan dari faktor material diatas didapati kesimpulan berupa akar permasalahan pada faktor ini adalah Kandungan Air yang berlebih dan kualitas *crude oil* yang buruk.

b. Diagram *Fishbone*

Dan dari 5 Why Analysis Method yang sudah dilakukan diatas, dilanjutkan dengan membuat diagram *fishbone* yang bertujuan agar akar dari permasalahan yang ada pada mesin HE bisa digambarkan dengan lebih efektif dan mudah dipahami, dan berikut ini merupakan gambar dari diagram *fishbone* yang ada pada Gambar Diagram *Fishbone*.



Gambar 2. Diagram *Fishbone*

Dari diagram *fishbone* yang sudah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat 4 faktor utama yang berpotensi menyebabkan sebuah kecelakaan kerja dan proses terjadi, yakni Manusia, Mesin, Metode, Material. Dan dari faktor manusia sendiri didapati akar penyebabnya adalah karena para pekerjanya yang kurang fokus dan teliti dalam mengoperasikan mesin HE serta ada sebagian pekerja yang kurang menaati SOP yang berlaku, dari faktor mesin sendiri didapati akar penyebab dari permasalahan yang ada adalah dari umur mesin yang ada di PPSDM Migas Cepu yang sudah tua dan komponen dari mesin HE yang kurang memadai, dari faktor metode sendiri didapati akar penyebab dari kecelakaan kerja yang berkemungkinan terjadi adalah karena ketika terjadi sebuah *over pressure* tidak bisa langsung

mematikan seluruh mesin karena nantinya akan berdampak kepada mesin-mesin lainnya, dan yang terakhir adalah faktor material dimana pada faktor ini sepenuhnya disebabkan oleh faktor kandungan air didalam crude oil yang berlebihan dan juga kualitas crude oil yang tidak bagus.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dan dari penelitian yang sudah dilakukan menggunakan metode HAZOP dan RCA untuk mengetahui risiko-risiko dan akar permasalahan pada mesin HE, didapati kesimpulan-kesimpulan antara lain dari pengolahan data yang sudah dilakukan menggunakan metode HAZOP didapati beberapa *level risk matrix*, diantaranya ditemukan 2 risiko bahaya dengan tingkat *level* risiko rendah, 8 risiko bahaya dengan tingkat *level* sedang, 10 risiko bahaya dengan tingkat *level* tinggi, dan 2 risiko bahaya dengan tingkat *level* ekstrim. Didapati 2 risiko kecelakaan kerja yang beresiko *Extreme* dan menjadi fokus utama dalam usulan perbaikan nantinya, dimana risiko kecelakaan kerja didapati pada proses Membuka valve saluran fluida panas dan crude oil yakni dengan Hazard Tidak adanya PSV (*Pressure Safety Valve*), serta Operator tidak melakukan drain secara rutin. Dimana dalam Hazard tersebut didapati risiko berupa banyaknya endapan air dan akan mempengaruhi proses selanjutnya serta terjadinya *over temperature - over pressure* dan meledak. Terdapat 4 faktor utama atau akar permasalahan utama yang ada pada mesin HE, yakni Mesin, Manusia, Metode, dan Material. Untuk faktor Manusia meliputi kurang fokus, kurang teliti, dan tidak menaati SOP. Untuk faktor Mesin meliputi *life time* atau umur mesin, dan komponen yang kurang memadai, Untuk faktor Metode meliputi penerapan regulasi yang kurang baik, serta ketika terjadi sebuah masalah tidak diperbolehkan men-*shutdown* mesin sembarangan. Untuk faktor Material meliputi kandungan air yang berlebih, dan kualitas crude oil yang buruk.

Dari kesimpulan yang sudah didapat, maka dibuatlah saran-saran atau usulan perbaikan yang dirasa perlu dilakukan untuk meminimalisir terjadinya risiko *extreme* terjadi, dan dibawah ini merupakan saran serta usulan perbaikan terkait permasalahan-permasalahan yang ada pada mesin HE di PPSDM Migas Cepu:

1. Pihak HSE/K3 memberikan pelatihan serta pemahaman kepada pekerja di kilang dan utilitas terkait pentingnya ketelitian, fokus, serta menaati SOP yang ada.
2. Memberikan PSV (*Pressure Safety Valve*) pada valve yang memiliki potensi risiko bahaya paling tinggi yakni pada valve saluran fluida panas dan fluida dingin.
3. Melakukan maintenance atau pengecekan secara berkala pada seluruh jaringan-jaringan yang ada pada mesin HE, dan tidak harus menunggu maintenance tahunan.
4. Pada tahapan *Quality Control* saat *crude oil* akan diolah agar diperketat, sehingga kandungan air yang lebih dari 5% tidak dapat lolos dan mempengaruhi proses-proses yang ada pada proses produksi.
5. Dikarenakan umur kilang yang sudah tua dan tidak memungkinkan untuk mengganti mesin yang ada, maka dari itu maintenance yang dilakukan harus lebih ditingkatkan terkait perawatan komponen-komponen yang ada didalam mesin HE.
6. Menambahkan APAR di setiap lokasi yang berpotensi terjadi kecelakaan kerja atau proses, serta menambahkan saluran atau jaringan *hydrant* untuk mengantisipasi terjadinya kebakaran atau ledakan-ledakan yang ditimbulkan oleh mesin HE

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang terlibat, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT.
2. Muhammad Saad, selaku penulis kedua.
3. Raden Danang Aryo Putro Satriyono, selaku penulis ketiga.

4. Moch. Rochim sebagai Ketua Regu, dan anggotanya Bapak Bagus Suryahadi, Bapak Rendi Oktaviansyah, selaku petugas kilang yang telah membantu dilokasi selama penelitian berlangsung.
5. Semua pihak yang secara tidak langsung atau langsung telah membantu penulis dalam penyusunan penelitian ini.

Besar harapan penulis bahwa penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat maupun tidak dalam laporan ini. Peneliti menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhajri, I. H., Gadalla, M. A., Abdelaziz, O. Y., & Ashour, F. H. (2021). Retrofit of heat exchanger networks by graphical Pinch Analysis - A case study of a crude oil refinery in Kuwait. *Case Studies in Thermal Engineering*, 26(September 2020), 101030. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101030>
- Busyairi, M., Ode, L., Safar Tosungku, A., & Oktaviani, D. A. (2014). PENGARUH KESELAMATAN KERJA DAN KESEHATAN KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS KERJA KARYAWAN. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol 13 (2),
- Dardiri, F. A., Hatining, D., & Sudarni, A. (2023). Evaluasi Kinerja Heat Exchanger 02 Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia (PPSDM) Minyak Dan Gas Bumi Cepu. 2(6), 574–578.
- Djunaidi, M., Febriantoko, B. W., Alghofari, A. K., (2017). PERINTISAN PUSAT PELATIHAN TEKNOLOGI SEBAGAI UPAYA PENYELARASAN PENDIDIKAN DENGAN DUNIA KERJA Seminar Nasional IENACO-2017.
- Fathimahhayati, L. D., Wardana, M. R., & Gumilar, N. A. (2019). Analisis Risiko K3 Dengan Metode HIRARC Pada Industri Tahu Dan Tempe Kelurahan Selili, Samarinda. *Jurnal Rekavasi*, 7(1), 62–70.
- Hakim, D. F., & Adhika, T. (2022). Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Menggunakan Metode Hazard and Operability (Hazop) pada Bengkel Motor. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(12), 1534–1543. <https://doi.org/10.46799/jsa.v3i12.519>
- Kuswardana, A., Eka, N., & Natsir, H. (2018). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5 – Why Analysis) di PT . PAL Indonesia (Analysis of The Causes of Work Accidents Using the RCA Method (Fishbone Diagram Method And 5 - Why Analysis) in PT. PAL Indon. *Conference on Safety Engineering and Its Application*, 1(1), 141–146.
- Ningrum. (2020). Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode Hazard And Operability (HAZOP) Melalui Perangkiangan OHS Risk Assesment And Control Pada Proses Produksi BARECORE (Studi Kasus: UKM Cipta Mandiri – Klaten). 4(1), 1–23.
- Restuputri, D. P., Prima, R., & Sari, D. (2015). ANALISIS KECELAKAAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol 14 (1),
- Rahmanto, I., & Hamdy, M. I. (2022). Analisa Resiko Kecelakaan Kerja Karawang Menggunakan Metode Hazard and Operability (HAZOP) di PT PJB Services PLTU Tembilahan. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(2), 53–60.
- Sandika Lumban Batu, C. and Faizah, H., The Effectiveness Of Teaching Materials For Writing Descriptive Texts Through Fishbone Diagram.
- Shahab, A., & Anggi Wahyuningsi. (2023). Evaluasi Kinerja Heat Exchanger - 003 Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi (Ppsdm Migas Cepu). *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(8), 3229–3242. <https://doi.org/10.53625/jirk.v2i8.4742>



KONGRES X

& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

INTERVENSI ERGONOMI PADA APLIKASI PEMBELAJARAN BASA BALI (BALI-MOBAPP) MELALUI PENDEKATAN UI/UX DAPAT MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN HASIL BELAJAR MAHASISWA

(Ergonomic Intervention in the Balinese Language Learning Application (BALI-MOBAPP) through UI/UX Approach Can Improve Student Comfort and Learning Outcomes)

IKG Suhartana¹, IGS Rahayuda²

^{1,2}Informatika, MIPA, Universitas Udayana

Bukit Jimbaran, Bali

E-mail: ikg.suhartana@unud.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi potensi intervensi ergonomi dalam aplikasi pembelajaran *basa bali* (BALI-MOBAPP) dengan menggunakan pendekatan antarmuka pengguna (*User Interface*) dan pengalaman pengguna (*User Experience*) disingkat UI/UX untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi elemen-elemen ergonomi yang dapat diterapkan dalam desain aplikasi (BALI-MOBAPP) dan menganalisis dampaknya terhadap pembelajaran *basa bali* Bali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi prinsip ergonomi dalam UI/UX aplikasi pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan dan efektivitas pembelajaran mahasiswa.

Kenyamanan sebagai intervensi ergonomi dalam aplikasi pembelajaran memiliki peran yang krusial dalam meningkatkan pengalaman pengguna dan efektivitas pembelajaran meliputi : (a) Antarmuka pengguna yang intuitif, (b) Preferensi Pengguna (c) Distorsi, (d) Responsif dan (e) Pengelolaan beban kognitif. Metode penelitian yang dilakukan adalah menggunakan metode randomized pre and posttest control group design (Pocock, 2008). Penelitian ini adalah melibatkan kelompok kontrol menggunakan aplikasi konvensional dan kelompok perlakuan menggunakan aplikasi (BALI-MOBAPP).

Penelitian ini menghasilkan (a) Pengujian subjek penelitian ke-dua kelompok mempunyai karakteristik subyek yang sama / homogen. (b) Karakteristik lingkungan tempat uji ke dua tempat memiliki suhu, kelembaban, kecepatan angin, pencahayaan tidak berbeda. (c) Pengujian kenyamanan dan hasil belajar menunjukkan pengukuran kenyamanan kelompok kontrol lebih kecil dari pengukuran kelompok perlakuan yaitu 3,20 dan 4,25 atau terjadi peningkatan 32,69%. Peningkatan beban kerja akhir kelompok kontrol sebesar 12,32% sedangkan untuk kelompok perlakuan sebesar 5,54%. Terjadi peningkatan beban kerja akhir lebih tinggi pada kelompok kontrol dibandingkan kelompok perlakuan sebesar 16,13%. Hasil belajar kelompok kontrol sebesar 62,97 dan 73,12 untuk kelompok perlakuan, atau terjadi peningkatan sebesar 16,13%, jika bekerja dengan aplikasi (BALI-MOBAPP).

Kata kunci: *Basa bali*, Antarmuka pengguna, Pengalaman Pengguna

ABSTRACT

This research explores the potential of ergonomic interventions in the Balinese language learning application (BALI-MOBAPP) using a user interface (UI) and user experience (UX) approach to enhance student learning outcomes. The study aims to identify ergonomic elements that can be applied in the design of the application (BALI-MOBAPP) and analyze their impact on learning the Balinese language. The research findings indicate that integrating ergonomic principles into the UI/UX of the learning application can enhance student engagement and learning effectiveness.

Comfort as an ergonomic intervention in learning applications plays a crucial role in improving user experience and learning effectiveness, which includes: (a) an intuitive user interface, (b) user preferences, (c) distortion, (d) responsiveness, and (e) cognitive load management. The research method used is a randomized pre and posttest control group design (Pocock, 2008). This study involves a control group using a conventional application and a treatment group using the (BALI-MOBAPP) application.

The research results show that (a) testing of the research subjects in both groups have the same/homogeneous subject characteristics. (b) The environmental characteristics of the test locations, including temperature, humidity, wind speed, and lighting, do not differ. (c) The comfort and learning outcome measurements show that the comfort measurement of the control group is lower than that of the treatment group, with scores of 3.20 and 4.25 respectively, indicating a 32.69% increase. The final workload increase for the control group is 12.32%, while for the treatment group it is 5.54%. The final workload increase is higher in the control group compared to the treatment group by 16.13%. The learning outcomes for the

control group are 62.97, compared to 73.12 for the treatment group, indicating an increase of 16.13% when using the (BALI-MOBAPP) application.

Keywords: *basa bali, User Interface, User Experience*

PENDAHULUAN

Perkembangan komputer dewasa ini sedemikian pesatnya dengan berbagai macam bentuk dan fungsinya. komputer memainkan peranan yang penting dalam kehidupan manusia karena dapat dijadikan sebagai alat bantu Untuk meringankan dan memudahkan kerja manusia. kemudahan kerja manusia tersebut dapat dilihat dari semakin cepat komputer dapat membantu pekerjaan manusia dan dapat pula menyelesaikan masalah-masalah yang kompleks. Pekerjaan-pekerjaan sebut antara lain sebagai pengolah data, sebagai komunikasi dan jaringan, sebagai media pendidikan dan pembelajaran, sebagai alat untuk membantu bidang kesehatan dan medis, sebagai antarmuka desain dan penunjang kreativitas, sebagai alat bantu navigasi seperti GPS, perdagangan, pertahanan keamanan serta hiburan.

Dalam bidang pendidikan komputer digunakan sebagai alat untuk membuat dokumen, membuat naskah presentasi, pengolahan gambar, pengolahan perhitungan dan pembelajaran secara online. perkembangan pendidikan tidak saja dapat dilakukan secara konvensional melalui ceramah atau tatap muka antara pengajar dan siswa tetapi dapat juga dilakukan secara virtual. hal ini dimungkinkan karena adanya aplikasi-aplikasi pendukung seperti aplikasi Zoom, Google Map dan web meeting. Secara lebih luas aplikasi itu efektif dengan adanya perangkat-perangkat pendukung seperti adanya komputer, smartphone, tablet atau gawai yang lainnya.

Pembuatan naskah dengan menggunakan karakter-karakter latin cukup mudah dilakukan. Hal ini bisa dilakukan karena banyak peralatan pendukung yang tersedia seperti adanya peralatan input berupa keyboard qwerty, di mana keyboard ini tersusun atas karakter-karakter latin yang sudah dikenal luas oleh pengguna. Pembuatan dokumen dengan cara mengetik sering kali menimbulkan beban otot tangan.. Banyak aplikasi-aplikasi pendukung sudah banyak yang mengembangkan. Untuk pembuatan naskah yang tidak menggunakan huruf-huruf selain latin atau alfabet, memerlukan alat input atau aplikasi pendukung yang bersifat khusus. Salah satu contoh adalah adanya kesulitan dalam pembuatan naskah beraksara Bali dengan menggunakan media smartphone atau tablet. dalam contoh ini terdapat dua masalah yaitu tidak tersedianya aplikasi berbasis smartphone atau tablet dan tidak tersedianya aksara Bali.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut maka diperlukan perbaikan terhadap tugas ataupun alat bantu yang digunakan. Aplikasi pembelajaran dengan aksara bali dikembangkan dengan berbagai metode untuk pembuatan naskah bali. Untuk meningkatkan kenyamanan dan hasil belajar, peneliti mengembangkan sebuah aplikasi pembelajaran yang diberi nama BALI-MOBAPP. Aplikasi ini merupakan aplikasi yang dikembangkan di dalam media smartphone atau tablet yang memiliki fitur-fitur untuk pembuatan naskah beraksara bali. Pengembangan aplikasi ini dilakukan dengan melibatkan penggunaan. adanya partisipasi pengguna untuk dapat memberikan masukan yang dihasilkan dari pengalaman pengguna dan kemudian dapat dilakukan untuk merancang desain dan antarmuka aplikasi yang sesuai dengan harapan pengguna. Diharapkan dengan adanya aplikasi BALI-MOBAPP yang dalam pembuatannya melibatkan pengguna serta saat pengujian dilakukan oleh pengguna. Dengan harapan terjadi peningkatan kenyamanan, penurunan beban kerja akhir dan peningkatan hasil belajar pada pembuatan naskah ber-aksara bali.

Aksara Bali

Aksara Bali itu merupakan sistem tulisan tradisional Bali yang digunakan untuk menulis bahasa bali, bahasa sansekerta dan bahasa kawi (jawa kuno). Aksara bali sebagai salah satu aksara, digunakan dalam pembuatan naskah budaya berupa naskah lontar. Naskah kuno dalam bentuk lontar daerah menjadi modal budaya dalam nilai kehidupan. (Agusman et all, 2022). Naskah-naskah yang berakar bali sering kita jumpai sebagai naskah-naskah budaya yang ditulis di dalam lontar yang banyak memuat perkembangan dan peradaban Bali. Aksara bali ini juga digunakan sebagai penulisan nama-nama tempat, jalan dan perkantoran. Hal ini dilakukan untuk dapat melestarikan penggunaan aksara bali agar aksara ini dapat lestari dan dikenal oleh masyarakat Bali umumnya.

Aksara bali sendiri memiliki bentuk yang berbeda dengan aksara latin atau alphabet. aksara ini terdiri dari beberapa jenis yang didasari pada bunyi yang dikenal dengan beberapa jenis aksara yaitu aksara wianjana, aksara Swara, tengenan, Angka dan tanda. beberapa contoh dan lambang aksara bali yaitu :

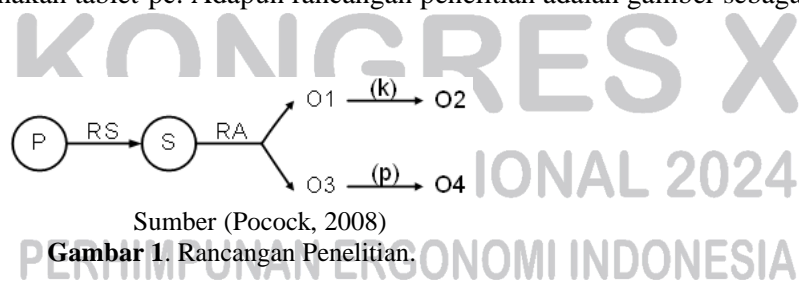
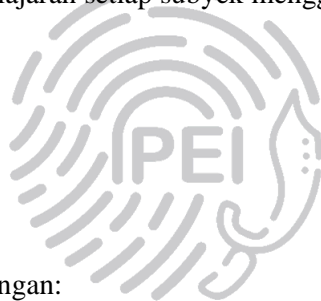
UNIVERSITAS BAHASA INDONESIA

Pada pembuatan naskah ber-aksara bali bisa dilakukan dengan menggunakan aplikasi pembuat dokumen seperti mirosoft word dan memanfaatkan huruf bali simbar. Penggunaan bali simbar dapat meningkatkan ketrampilan pada saat membuat atau menulis dengan aksara bali. (Adnyana at all, 2019) Dengan aplikasi ini, terdapat kesulitan yaitu untuk membuat kharakter bali dilakukan dengan menggunakan tindakan yang rumit seperti melalui fungsi insert atau menggunakan shortcut yang rumit. Kesulitan bertambah jika naskah dibuat menggunakan perangkat mobile seperti smartphone ataupun tablet-pc.

Pada penelitian ini, penulis mengembangkan aplikasi berbasis mobile dengan nama BALI-MOBAPP. Aplikasi ini dibangun dengan adanya intervensi ergonomi melibatkan pendekatan User Interface / User Experience. (Detya, et all, 2019). Dapat dikatakan bahwa aplikasi dibuat dengan melibatkan pengalaman pengguna sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan hasil belajar khususnya pada pembelajaran pembuatan naskah ber-aksara bali bagi mahasiswa.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan pre and post test control group design (Khumaedi at all, 2023). Metode ini melibatkan dua kelompok yaitu kelompok kontrol yaitu kelompok yang belajar membuat naskah ber-aksara bali dengan menggunakan aplikasi write dan font bali simbar (Teguh, 2024) dan kelompok perlakuan adalah kelompok yang belajar menggunakan aplikasi BALI-MOBAPP. Penelitian ini melibatkan 18 orang subyek yaitu mahasiswa pada masing-masing kelompok. Setiap kelompok bekerja pada ruang yang berbeda yaitu Ruang I untuk kelompok kontrol dan ruang II untuk kelompok perlakuan. Media pembelajaran setiap subyek menggunakan tablet-pc. Adapun rancangan penelitian adalah gambar sebagai berikut :



Gambar 1. Rancangan Penelitian.

Keterangan:

P : Populasi

RS : Random Sederhana

S : Sampel

RA : Random Alokasi

O1,O3 : Pendataan awal sebelum pembuatan naskah ber-aksara bali meliputi :

1. Karakteristik Subyek (Umur, Tinggi, Berat, Indek Masa Tubuh)
2. Beban Kerja (Denyut Nadi Awal)
3. Karakteristik Lingkungan (Suhu, Kelembaban, Intensitas Cahaya)

O2,O4 : Pendataan akhir setelah melaksanakan pembuatan naskah ber-aksara bali meliputi:

1. Beban Kerja (Denyut Nadi Kerja)
2. Kenyamanan
3. Hasil Belajar

(k) : Kelompok Kontrol yang bekerja dengan aplikasi write

(p) : Kelompok Perlakuan yang bekerja dengan menggunakan aplikasi BALI-MOBAPP

Aplikasi BALI-MOBAPP

Aplikasi BALI-MOBAPP aplikasi berbasis mobile yang secara khusus dibuat untuk digunakan untuk membuat naskah ber-aksara bali dengan menggunakan media tablet-PC. Aplikasi ini memiliki tampilan yang sederhana dan mudah fitur-fitur dan perintah yang mudah dimengeri. Adapun aplikasi BALI-MOBAPP ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Aplikasi BALI-MOBAPP

Aplikasi ini dirancang khusus untuk digunakan membuat naskah ber-bahasa bali. Aplikasi ini memiliki beberapa fitur yaitu fitur membuka dokumen, membersihkan media kerja, menyimpan dan keluar aplikasi. Pembuatan naskah ber-aksara bali dilakukan dengan melukis setiap karakter yang ingin dibuat. Jika benar, maka dilakukan konversi ke dalam aksara yang standar.

Untuk mendapatkan data kenyamanan menggunakan alat ukur subyektif berupa kuesioner kenyamanan 24 pertanyaan dengan skala likert yang telah diuji validitas dan realibitasnya. Sedangkan untuk hasil belajar diukur dengan pengetikan beberapa kata atau frase. Nilai hasil belajar yaitu jumlah hasil pembuatan karakter dikurangi dengan kesalahan. Metode yang digunakan dalam menguji rerata pada setiap variabel uji menggunakan uji deskriptif. Uji deskriptif atau pengujian kualitatif digunakan untuk memahami persepsi yang dialami subyek penelitian.(Russandi et all, 2022). Pada penelitian ini persepsi ini meliputi kemampuan subyek peneliti, keadaan lingkungan. sedangkan untuk menguji perbedaan atau homogenitas data dilakukan dengan menggunakan uji independent sample t test. Uji beda dapat dilakukan untuk mengetahui konsistensi data hasil penelitian. (Sukrawan et all, 2023), Pada uji beda akan didapat nilai α untuk dapat menentukan apakah data yang dibandingkan memiliki perbedaan yang bermakna atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 13 orang mahasiswa sebagai subyek penelitian untuk setiap kelompok yaitu untuk kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pengujian dilakukan untuk nilai karakteristik subyek untuk semua subyek penelitian. Parameter yang diukur adalah berat badan, tinggi badan dan indek masa tubuh. Indek masa tubuh suatu alat yang sederhana untuk membantu setiap individu memantau satu kondisi yang erat berkaitan dengan tinggi dan berat seseorang.(Hasibuan at all, 2021). Pengujian dilakukan juga kepada karakteristik lingkungan dengan pengukuran suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan kecepatan angin. Setelah melakukan pelatihan atau pembelajaran maka dilakukan pengujian terhadap kenyamanan dan hasil belajar. Beban kerja merupakan peningkatan aktivitas otot yang berhubungan dengan denyut nadi. Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan metode 10 denyut per waktu. (Zikrullah et all, 2022).

Pengukuran Karakteristik Subyek

Pengujian terhadap karakteristik subyek untuk variabel umur, tinggi, berat dan indek masa tubuh untuk setiap kelompok menggunakan uji deskriptif dan uji independent sample t test. Hasil pengujian deskriptif dengan menggunakan aplikasi statistik memperoleh hasil seperti pata tabel 2 di bawah :

Tabel 1. Uji Deskriptif Karakteristik Subyek.

	Kelompok	N	Rerata
Umur	Kontrol	13	18,23
	Perlakuan	13	18,15
Tinggi	Kontrol	13	164,23
	Perlakuan	13	164,31
Berat	Kontrol	13	65,54
	Perlakuan	13	65,62
Indek Masa Tubuh	Kontrol	13	24,29
	Perlakuan	13	24,23

Pengukuran terhadap perbedaan terhadap perbedaan karakteristik subyek dapat dilihat pada tabel 3 di bawah:

Tabel 2. Uji Beda Karakteristik Subyek.

	t	Sig
Umur	0,48	0,341
Tinggi	-0,30	0,840
Berat	-0,20	0,522
Indek Masa Tubuh	0,50	0,254

Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk rerata umur, tinggi, berat dan indek masa tubuh tidak memiliki perbedaan hasil pengukuran yang jauh untuk setiap variabel ujinya. Hasil uji beda umur sebesar 0,341, hasil uji beda tinggi sebesar 0,840, hasil uji beda berat sebesar 0,522 dan hasil uji beda indek masa tubuh sebesar 0,254. Semua perbedaan setiap variabel (α) lebih besar dari 0,05. Ini menunjukkan bahwa umur, tinggi, berat dan indek masa tubuh untuk ubyek kelompok kontrol dan kelompok perlakuan memiliki pengukuran yang tidak berbeda atau dianggap sama atau tidak mempengaruhi hasil penelitian akhir.

Pengukuran Beban Kerja Awal

Pengukuran beban kerja awal dilakukan dengan menghitung denyut nadi per menit setiap subyek pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pengujian dilakukan dengan pengujian deskriptif dan uji beda dengan independen sample t test. Hasil pengukuran deskriptif ditunjukkan pada tabel 3 di bawah :

Tabel 3. Uji Deskriptif Beban Kerja Awal.

	Kelompok	N	Rerata
Beban Kerja Awal	Kontrol	13	70,23
	Perlakuan	13	69,54

Pengukuran terhadap perbedaan beban kerja untuk kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel 4 di bawah :

Tabel 4. Uji Beda Beban Kerja Awal.

	t	Sig
Beban Kerja Awal	0,308	0,139

Hasil pengujian terhadap beban kerja awal kelompok kontrol memiliki rerata 70,23 dan kelompok perlakuan memiliki rerata 69,54. Sedangkan pengujian dilakukan terhadap beda beban kerja awal menghasilkan nilai $\alpha=0,139$. Nilai $\alpha>0,05$, menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang bermakna terhadap kondisi beban kerja awal. Hal ini dapat dikatakan variabel beban kerja awal tidak berpengaruh terhadap hasil.

Pengukuran Karakteristik Lingkungan

Karakteristik lingkungan dalam penelitian dapat mempengaruhi kenyamanan. Zidany (2020) berpendapat bahwa karakteristik lingkungan berpengaruh pada kenyamanan pengunjung. Peneliti melakukan pengukuran karakteristik lingkungan pada kasus ini dan dilakukan terhadap karakteristik lingkungan dengan variabel yang diukur sebanyak 7 kali sepanjang penelitian adalah suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan kecepatan angin pada ruangan yang digunakan dalam penelitian. Hal ini dilakukan agar kondisi lingkungan dipastikan tidak mempengaruhi hasil penelitian. Pengujian dilakukan dengan pengujian deskriptif dan uji beda ke-dua ruangan. Hasil pengujian deskriptif dapat ditampilkan pada tabel 5 di bawah:

Tabel 5. Uji Deskriptif Kondisi Lingkungan.

	Ruangan	N	Rerata
Suhu	Laboratorium A	7	21,56
	Laboratorium B	7	21,52
Kelembaban	Laboratorium A	7	75,92
	Laboratorium B	7	75,24
Intensitas Cahaya	Laboratorium A	7	459,79
	Laboratorium B	7	460,07
Kecepatan Angin	Laboratorium A	7	0,16
	Laboratorium B	7	0,16

Hasil pengukuran deskriptif untuk kondisi lingkungan yaitu variabel suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan kecepatan angin menunjukkan bahwa nilai pengujian menghasilkan nilai nyang tidak jauh berbeda. Hal ini ditegaskan dengan hasil uji beda yang dapat ditunjukkan pada tabel 6 di bawah :

Tabel 6. Uji Beda Karakteristik Lingkungan.

	t	Sig
Suhu	-0,513	0,982
Kelembaban	1,614	0,917
Intensitas Cahaya	-0,464	0,195
Kecepatan Angin	0,440	0,486

Hasil pengujian dengan uji beda untuk variabel suhu menghasilkan nilai $\alpha=0,982$, kelembaban menghasilkan nilai $\alpha=0,917$, intensitas cahaya menghasilkan nilai $\alpha=0,195$ dan kecepatan angin menghasilkan nilai $\alpha=0,486$. Dengan nilai $\alpha>0,05$, maka dikatakan seluruh variabel lingkungan yang diuji tidak memiliki perbedaan pada ruangan pengujian yaitu laboratorium A dan laboratorium B. Sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi lingkungan tidak akan mempengaruhi hasil penelitian.

Pengukuran Kenyamanan dan Hasil Belajar

Hasil akhir dari penelitian ini adalah menentukan hasil pengujian kenyamanan dan hasil belajar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan perbedaan yang dihasilkan setelah pembelajaran. Rerata hasil pengujian yang dilakukan uji deskriptif dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil Uji Deskriptif untuk Kenyamanan dan Hasil Belajar.

	Subyek	N	Rerata
Kenyamanan	Kelompok Kontrol	13	3,20
	Kelompok Perlakuan	13	4,24
Beban Kerja Akhir	Kelompok Kontrol	13	82,62
	Kelompok Perlakuan	13	75,08
Hasil Belajar	Kelompok Kontrol	13	62,97
	Kelompok Perlakuan	13	73,12

Hasil pengujian deskriptif untuk variabel nyaman adalah menghasilkan rerata 3,20 subyek yang bekerja sebagai kelompok kontrol yaitu menggunakan aplikasi konvensional sedangkan rerata 4,24 subyek yang bekerja sebagai kelompok perlakuan yaitu menggunakan aplikasi BALI-MOBAPP. Pengujian beban kerja akhir melalui pengukuran denyut nadi kerja sebesar 82,62 pada kelompok kontrol dan 75,08 untuk kelompok perlakuan. Untuk hasil belajar menghasilkan rerata 62,97 untuk subyek yang bekerja dengan aplikasi konvensional dan rerata 73,12 subyek yang bekerja dengan menggunakan BALI-MOBAPP. Terjadi peningkatan kenyamanan sebesar 32,69%,

terjadi peningkatan beban kerja awal ke beban kerja akhir sebesar 12,39% untuk subyek kelompok kontrol dan 5,54% untuk subyek kelompok perlakuan. Peningkatan hasil belajar 16,13% pada subyek yang menggunakan aplikasi BALI-MOBAPP.

Hasil pengujian beda kelompok kontrol dan perlakuan bekerja dengan aplikasi yang berbeda dapat dilihat pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Uji Beda Kenyamanan dan Hasil Belajar.

	t	Sig
Kenyamanan	-10,290	0,041
Beban Kerja Akhir	5.186	0,041
Hasil Belajar	-8,922	0,032

Hasil pengujian untuk beda yaitu menghasilkan nilai kenyamanan adalah $\alpha=0,041$, nilai beban kerja akhir adalah $\alpha=0,041$ dan nilai hasil belajar adalah $\alpha=0,032$. Dengan $\alpha<0,05$ menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan atau berbeda bermakna tingkat kenyamanan, beban kerja akhir dan hasil belajar. Dapat dikatakan bahwa dengan menggunakan aplikasi BALI-MOBAPP dapat meningkatkan kenyamanan, menurunkan beban kerja akhir dan meningkatkan hasil belajar pembuatan naskah ber-aksara bali.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, terjadi peningkatan kenyamanan sebesar 32,69% untuk subyek yang bekerja dengan menggunakan aplikasi BALI-MOBAPP. Peningkatan beban kerja akhir kelompok kontrol lebih besar dibandingkan dengan peningkatan beban kerja akhir kelompok perlakuan, dengan selisih sebesar 6,65%. Sedangkan hasil belajar meningkat sebesar 16,13% pada subyek yang bekerja dengan aplikasi BALI-MOBAPP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada :

1. Program Studi Informatika, Universitas Udayana
2. Fakultas MIPA Universitas Udayana
3. Lembaga LP2M Universitas Udayana yang mendanai penelitian ini.
4. Universitas Katolik Pahraymentan (UNPAR) Bandung yang membantu publikasi paper ini

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana IKS dan Suartika, IK (2019). *Penggunaan Metode Bali Simbar Meningkatkan Kemampuan Nyurat Aksara Latin ke Aksara Bali pada Siswa Kelas IX IX SMP Negeri 4 Marga, Tabanan Bali*, Seminar Nasional INOBALI 2019, Inovasi Baru dalam Penelitian Sains, Teknologi dan Humaniora.
- Agusman & Azizurrohman, M & Mashar. (2022). *Rancang Bangun Naskah Lontar Sebagai Seni Pertunjukan Untuk Sastra Pariwisata*. Jurnal Mabasan. Vol 16, No 1. 1 Juni 2022. Hal. 1-20
- Datya, A. I. (2019). *Implementasi Elemen User Interactive (UI) Dan User Experience (UI) Dalam Perancangan Antarmuka Sistem Informasi E-Tourism Di Bali Berbasis Web*. Seminar Ilmiah Nasional Teknologi, Sains, Dan Sosial Humaniora (SINTESA), 2(1)
- Hasibuan, MUZ & Palmizal, A. (2021). *Sosialisasi Penerapan Indeks Massa Tubuh (IMT) di Suta Club*. Jurnal Cerdas Sifa Pendidikan, Vol 10, Nomor 2, Hal 19-24
- Khumsrdi, U & Saharullah, Mutmainnah. (2023). *Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap VO2 Pada Siswa SMA Negeri 6 Makassar*: Jurnal ILARA, Vol. 14 No. 1 Februari 2013, Hal 12-18
- Pocock, S.J. (2008). *Clinical Trials, A Practical Approach*. Cichestes. John Wiley & Sons

- Rusandi & Rusli, M. (2022). *Merancang Penelitian Kualitatif Dasar/Deskriptif dan Studi Kasus*, Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam (Jurnal of Education and Islamic Studies). Vol.4 No.2 9 Desember 2022
- Sukrawan,N & Laksana, KARI & Jaya, IGNAA. (2023). *Analisis Uji Beda Sebelum Dan Sesudah Penerapan Kebijakan Blokir Otomatis Sebagai Sistem Pengendalian Internal Piutang Di PT Dineta Jaya Periode Tahun 2016-202*. Jurnal Artha Satya Dharma. Vol 16 No 2, 2 Desember 2023, Hal 89-95
- Teguh, IB. (2024). Bali Simbar Dwijendra, Aksara Di Nusantara. Retrieved from <https://aksaradinusantara.com/fonta/bali-simbar-dwijendra.font>. [19 Juli 2024]
- Zidany, NA. (2020). *Pengaruh Karakteristik Lingkungan dan Perilaku Pengunjung Lain Terhadap Persepsi Kesusakan dan Implikasinya Kepada Kepuasan Pengunjung di Pantai Ancol*. Tesis. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Zikrullah, J & Putra, G. (2022). *Pengukuran Beban Kerja Operator Menggunakan Metode 10 Denyut di PT. Wirataco Mitra Mulia*. Jurnal Serambi Engineering. Vol. VII, No 2, April 2022. Hal 2976-2982



KONGRES X

& SEMINAR NASIONAL 2024

PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

PENINGKATAN PERFORMANSI PERUSAHAAN BERADASARKAN KAJIAN ERGONOMI KOGNITIF DALAM APLIKASI 14 POINTS MANAJEMEN STRATEGIK EDWARD DEMING

*(Improvement of Company Performance Based On Cognitive Ergonomic Study In
The Application Of Edward Deming's 14 Points Of Strategic Management)*

Erwin Maulana Pribadi ⁽¹⁾, Sigit Puja Pramesthi ⁽²⁾

⁽¹⁾ Prodi Teknik Industri – Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Bandung

⁽²⁾ Asisten labs PSI1 Prodi Teknik Industri -FT, Universitas Pasundan Bandung Email:

erwinmpribadi@gmail.com⁽¹⁾

ABSTRAK

PT. Chenda Safetyindo Kreasi adalah Perusahaan Jasa Kesehatan dan Keselamatan Kerja (PJK3) yang mulai beroperasi pada tahun 2020. Bisnis dari perusahaan tersebut adalah menawarkan jasa training K3, perpanjangan, serta mutasi lisensi dan Surat Keputusan Penunjukan (SKP). PT. Chenda Safetyindo Kreasi yang sedang mengalami penurunan performansi perusahaan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab menurunnya performansi perusahaan dengan menggunakan 14 *points* manajemen strategik Edward Deming dihubungkan dengan pendekatan Ergonomi Kognitif dan analisis SWOT. Kemudian data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisioner karyawan dan mitra kerja PT. Chenda Safetyindo Kreasi dengan dasar pertanyaan mengacu kepada 14 *points* manajemen strategik Edward Deming.

Dari hasil analisis, diperoleh 2 (dua) Prinsip Strategik Deming yang tidak sesuai dengan kondisi Perusahaan PT. Chenda Safetyindo Kreasi yaitu pada Point 2 dan Point 3, kemudian dari analisis Ergonomi Kognitif ternyata diperoleh kesesuaian pandangan antara Point Strategik Deming dengan konsep Ergonomi Kognitif yang dapat diaplikasikan oleh perusahaan untuk meningkatkan performansinya.

Kemudian sebagai bagian akhir dari penelitian ini, 2 (dua) temuan di atas dilakukan analisis dengan menggunakan matrik IFE / EFE, dengan memanfaatkan Kekuatan dan meng eksploitasi peluang atau disebut sebagai Strategi SO (*Strength to Opportunity*)

Kata Kunci: PJK3, 14 Points Manajemen Strategik Edward Deming, Ergonomi Kognitif, Analisis SWOT

ABSTRACT

PT. Chenda Safetyindo Kreasi is an Occupational Health and Safety Services Company (PJK3) which started operating in 2020. The company's business is offering K3 training services, extensions, as well as transfers of licenses and Appointment Decrees (SKP). PT. Chenda Safetyindo Kreasi which is experiencing a decline in company performance. This research was conducted to determine the causes of declining company performance by using Edward Deming's 14 strategic management points linked to the Cognitive Ergonomics approach and SWOT analysis. Then the data used in this research is a questionnaire of employees and work partners of PT. Chenda Safetyindo Creation based on questions referring to Edward Deming's 14 points of strategic management.

From the results of the analysis, 2 (two) Deming Strategic Principles were obtained which were not in accordance with the conditions of the PT Company. Chenda Safetyindo Kreasi, namely at Point 2 and Point 3, then from the Cognitive Ergonomics analysis it turns out that the views are in agreement between Deming's Strategic Points and the concept of Cognitive Ergonomics which can be applied by companies to improve their performance.

Then as the final part of this research, the 2 (two) findings above were analyzed using the IFE / EFE matrix, by utilizing strengths and exploiting opportunities or what is known as the SO (*Strength to Opportunity*) Strategy.

Keywords; PJK3, Strategy, Edward Deming's 14 Points of Strategic Management, Cognitive Ergonomics, SWOT Analysis

PENDAHULUAN

PT. Chenda Safetyindo Kreasi merupakan perusahaan jasa kesehatan dan keselamatan kerja (PJK3). Jenis jasa yang ditawarkan oleh PT. Chenda Safetyindo Kreasi ini yaitu training K3, perpanjangan lisensi dan Surat Keputusan Penunjukan (SKP) maupun mutasi lisensi dan Surat Keputusan Penunjukan (SKP). PT. Chenda Safetyindo Kreasi ini tentunya mengedepankan pelayanan yang akan diberikan kepada pelanggan, seperti yang dikatakan oleh **Edward Deming** (*Out Of The Crisis. London -The MIT Press:*) 'Kualitas atau mutu dari perusahaan dapat dilihat dari cara perusahaan melayani pelanggan'. PT. Chenda Safetyindo Kreasi mulai beroperasi pada tahun 2020 sampai dengan saat ini terkait dengan performansi, mengalami kendala di dalam operasionalnya



Gb. 1 Ilustrasi Kinerja Karyawan

Kendala yang dihadapi oleh perusahaan adalah

terjadinya pendapatan yang menurun pada tahun tahun

terakhir. Penurunan pendapatan ini diantaranya diakibatkan dari hilangnya kepercayaan pelanggan dalam menggunakan jasa PT. Chenda Safetyindo Kreasi. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kinerja karyawan yang kurang maksimal,. Menurut penulis diperkirakan permasalahan terjadi karena strategi yang digunakan oleh PT. Chenda Safetyindo Kreasi masih belum maksimal.

Dari data yang diperoleh berdasarkan survey lapangan menunjukkan penurunan target pendapatan. Dengan menurunnya pendapatan pada PT. Chenda Safetyindo Kreasi membuat perusahaan mengalami kesulitan di dalam membayar gaji karyawan, membayar trainer, membayar sewa alat berat, dan lain sebagainya. Jika penurunan pendapatan terus terjadi membuat performansi perusahaan akan menurun, perusahaan harus memiliki strategi yang cocok dalam mengelola perusahaan agar penurunan pendapatan pada setiap tahunnya bisa diatasi.

Kinerja perusahaan (*corporate performance*) mencerminkan seberapa baik perusahaan mencapai tujuannya, baik dalam hal keuangan maupun operasional, Melakukan pengukuran terhadap kinerja perusahaan memiliki banyak manfaat. Hal ini yang membuat penelitian ini penting untuk dilakukan. Perusahaan-perusahaan yang sukses dan berhasil tentu saja rajin melakukan pengukuran secara rutin. Jika terdapat kekurangan terhadap kinerja perusahaan, maka pemimpin perusahaan dapat segera mengambil keputusan untuk memperbaiki kekurangan tersebut.

Terdapat beberapa aspek penting yang mencakup kinerja perusahaan, beberapa permasalahan yang mungkin dihadapi, dan cara pengukurannya:

Aspek Utama Kinerja Perusahaan

1. Keuangan:
2. Operasional:
3. Pasar:
4. Sumber Daya Manusia:
5. Lingkungan dan Sosial.

Permasalahan Umum dalam Kinerja Perusahaan

1. **Keuangan:**
 - Penurunan pendapatan dan laba.
 - Rasio utang yang tinggi.
 - Masalah likuiditas.
2. **Operasional:**

- Ketidakefisienan dalam proses produksi.
 - Penurunan kualitas produk.
 - Pemborosan sumber daya.
3. **Pasar:**
- Penurunan pangsa pasar.
 - Pertumbuhan penjualan yang lambat.
 - Kepuasan pelanggan yang rendah.
4. **Sumber Daya Manusia:**
- Tingkat turnover karyawan yang tinggi.
 - Kurangnya kepuasan dan motivasi karyawan.
 - Produktivitas karyawan yang rendah.
5. **Lingkungan dan Sosial:**
- Praktik bisnis yang tidak berkelanjutan.
 - Dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat.

Berdasarkan Aspek kinerja Perusahaan dan permasalahan umum di atas, dapat dipahami bahwa kinerja perusahaan biasanya dilihat hanya dari aspek Keuangan (*Financial*) semata., padahal Kinerja Perusahaan dapat dilihat dari aspek yang lain. Di dalam paper ini, kami akan melihat kinerja Perusahaan dari/berdasarkan 14 (empat belas) **Point Strategic Demings** serta dari sudut pandang **Ergonomik Kognitif** (*Cognitive ergonomic*).

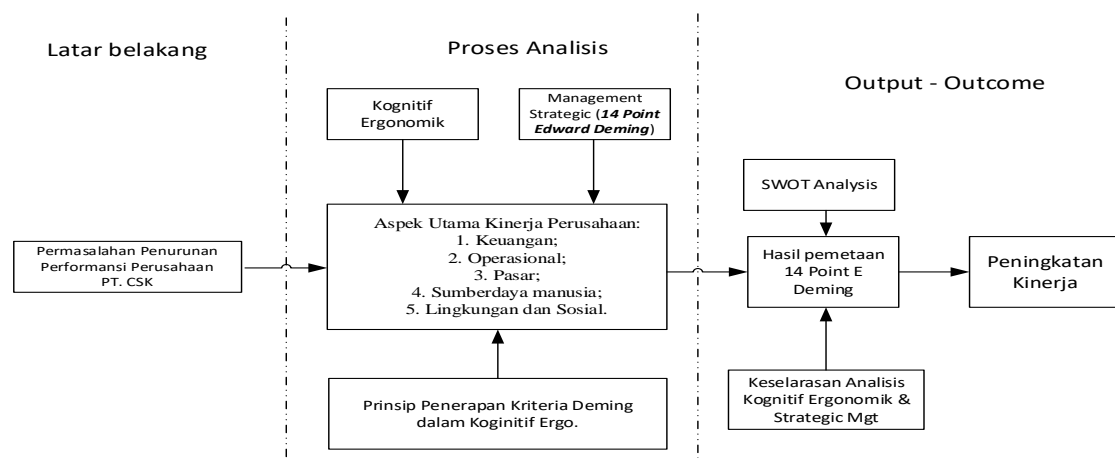
Berdasarkan permasalahan dan Aspek Umum dari Kriteria Perusahaan seperti disampaikan di atas, dapat dipahami bahwa kinerja perusahaan biasanya dilihat hanya dari aspek Keuangan (*Financial*) semata., akan tetapi di dalam paper ini, kami akan melihat kinerja Perusahaan berdasarkan 14 (empat belas) Point Strategic Demings dan dari sudut pandang Ergonomik Kognitif (*Cognitive ergonomic*).

METODOLOGI

Pemahaman awal dilakukan dengan melakukan kajian Strategic perusahaan berdasarkan pola **Strategic 14 Point Edward Deming**. Kemudian dari ke-14 poin Strategic tersebut dikaji berdasarkan pendekatan Kognitif Ergonomik, selanjutnya dilakukan evaluasi langkah strategis menggunakan analisis SWOT.

Pertanyaannya adalah apakah ada kesesuaian antara **Strategic 14 Point Edward Deming** dengan filosofi Ergonomi Kognitif (*Cognitive ergonomic*) di dalam menilai Kinerja perusahaan? Maka di dalam tulisan ini, kami mencoba melakukan penelitian mendasar terhadap diversifikasi keilmuan ergonomi, yaitu ketika disandingkan dengan keilmuan Manajemen (*Strategic management*)

Kerangka Pemikiran



Gb. 1 Kerangka Pemikiran

Adapun tahapan Penelitiannya adalah sbb;

- a) **Pemetaan terhadap Empat belas (14) Poin Strategic Edward Deming;**
- 1) *Create Constancy of Purpose* (Menciptakan Tujuan Perusahaan yang Matang)

- 2) *Adopt The New Philosophy* (Strategi Peningkatan Mutu Layanan)
- 3) *Cease Dependence on Mass Inspection* (Membangun Mutu Perusahaan dari Awal)
- 4) *End the Practice of Awarding Business on Price tag Alone* (Membangun Hubungan dengan Mitra Kerja Tidak Hanya Menggunakan Nominal Saja)
- 5) *Constantly and Forever Improve the System* (Perbaiki Sistem Pekerjaan Secara Konstan dan Terus Menerus)
- 6) *Institute Training on the Job* (Melembagakan Metode Pelatihan *Modern* di Tempat Kerja)
- 7) *Institute Leadership* (Melembagakan Pola Kepemimpinan)
- 8) *Drive Out Fear* (Menghilangkan Rasa Takut Bertanya, Melaporkan Masalah dan Mengungkapkan Ide Bagi Para Karyawan)
- 9) *Break Down Barriers Between Staff Areas* (Pecahkan Hambatan Pekerjaan di Area *Staff* atau Antar Karyawan Pada Satu Departemen yang Sama)
- 10) *Eliminate Slogans, Exhortations, and Targets for the Workforce* (Meningkatkan Motivasi dan Inspirasi Tidak Hanya dengan Menerapkan Slogan, Nasehat dan Target. Tetapi, Melakukan Perbaikan Secara Berkesinambungan)
- 11) *Eliminate Numerical Quotas for The Workforce* (Penempatan Target Capaian Tidak Hanya Pada Jumlah atau Kuantitas Saja)
- 12) *Remove Barriers to Pride of Workmanship* (Hilangkan Hambatan Terhadap Kebanggaan Keterampilan Kerja)
- 13) *Institute a Vigorous Program of Education and Retraining* (Melembagakan Program Pendidikan dan Pelatihan yang Berkesinambungan)
- 14) *Take Action to Accomplish the Transformation* (Melakukan Tindakan Konkret Terhadap Transformasi)

b) Penerapan Kesesuaian Prinsip *Strategic* dari Edward Deming dengan pendekatan Ergonomi Kognitif.

Edward Deming adalah tokoh terkenal dalam bidang manajemen kualitas. Meskipun Deming lebih dikenal melalui kontribusinya dalam manajemen kualitas dan peningkatan proses bisnis, akan tetapi beberapa prinsipnya dapat diterapkan dalam kajian ergonomi kognitif. Ergonomi kognitif berfokus pada bagaimana sistem dan lingkungan kerja dapat disesuaikan untuk mendukung kapasitas kognitif manusia, diantaranya mencakup faktor; *persepsi, memori, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan*.

Berikut adalah beberapa poin di mana prinsip manajemen strategis Edward Deming yang dapat diaplikasikan dalam kajian ergonomi kognitif:

1. Peningkatan Berkelanjutan (*Continuous Improvement*)

Prinsip Deming tentang peningkatan berkelanjutan sangat relevan dalam ergonomi kognitif. Dalam konteks ini, peningkatan berkelanjutan dapat diterapkan untuk terus memperbaiki desain sistem dan lingkungan kerja agar lebih mendukung kognisi manusia. Ini termasuk pengembangan antarmuka pengguna yang lebih intuitif dan proses kerja yang mengurangi beban kognitif.

2. Pentingnya Data dan Pengukuran

Deming menekankan penggunaan data dan pengukuran untuk menginformasikan keputusan manajemen. Dalam ergonomi kognitif, pengumpulan data tentang bagaimana pekerja berinteraksi dengan sistem dan lingkungan kerja adalah esensial. Analisis data ini dapat mengidentifikasi area di mana terjadimasalah kognitif seperti beban kerja yang berlebihan, kesalahan manusia, atau waktu pemrosesan yang lambat.

3. Pendekatan Sistem (*System Approach*)

Deming melihat organisasi sebagai sebuah sistem yang saling bergantung satu sama lain. Dalam ergonomi kognitif, penting untuk melihat bagaimana berbagai elemen dalam sistem kerja mempengaruhi kognisi pekerja. Misalnya, perubahan dalam prosedur kerja, alat yang digunakan, atau lingkungan fisik dapat memiliki dampak besar pada kinerja kognitif.

4. Menghilangkan Ketakutan (*Drive Out Fear*)

Salah satu prinsip Deming adalah menghilangkan ketakutan dari tempat kerja untuk memungkinkan pekerja berkontribusi secara penuh. Dalam ergonomi kognitif, lingkungan kerja yang mendukung dan tidak penuh tekanan dapat mengurangi stres dan meningkatkan kinerja kognitif. Desain yang baik harus mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat menyebabkan stres atau kebingungan.

5. Pelatihan dan Pendidikan

Deming menekankan pentingnya pelatihan dan pendidikan terus menerus bagi pekerja. Dalam ergonomi kognitif, pelatihan yang efektif dapat membantu pekerja memahami bagaimana menggunakan sistem dan alat dengan lebih baik, mengurangi beban kognitif dan meningkatkan efisiensi serta ketepatan.

6. Pemberdayaan Pekerja (*Empowerment*)

Prinsip pemberdayaan pekerja juga penting dalam ergonomi kognitif. Pekerja yang merasa memiliki kontrol dan memahami pekerjaan mereka cenderung mengalami beban kognitif yang lebih rendah dan lebih sedikit kesalahan. Sistem yang dirancang untuk memberdayakan pekerja, melalui umpan balik yang jelas dan akses mudah ke informasi, akan lebih efektif.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kuisisioner disebarkan kepada karyawan dan mitra kerja PT. Chenda Safetyindo Kreasi berdasarkan 14 points manajemen strategik Edward Deming. Berikut merupakan hasil pengolahan data terhadap kuisisioner yang disajikan dengan menggunakan software *Atlas.ti*.

3 (Tiga) poin dari 14 (Empat belas) poin Edward Deming Strategik dapat kami sampaikan dibawah ini, dimana poin ke-dua dan ke-tiga merupakan dua poin yang tidak berkesesuaian antara manajemen Perusahaan PT. Chenda Safetyindo Kreasi dengan Standar Manajemen Strategis dari Edward Deming.

1) *Create Constancy of Purpose* (Menciptakan Tujuan Perusahaan yang Matang)

Layanan jangka panjang yang diberikan perusahaan adalah "memperbaiki sistem informasi", sistem informasi perlu dilakukan perbaikan agar segala informasi yang dibutuhkan oleh customer akan tersampaikan dengan baik. Kemudian terdapat "menambahkan bidang pelatihan" sesuai dengan kebutuhan customer, yang mana perusahaan menyediakan layanan tersebut agar bidang pelatihan yang diinginkan oleh customer dapat terealisasikan dan customer akan merasa puas. Selain memperbaiki sistem informasi, menambahkan bidang pelatihan terhadap "perpanjangan lisensi".

Di dalam hal ini, Perusahaan telah menerapkan konsep *ergonomi kognitif* dengan membuat lingkungan kerja yang selalu mendukung peningkatan kognitif melalui desain yang intuitif dan sistem yang mudah digunakan.

Adapun matriks IFE / EFE nya sebagai berikut;

<i>Internal</i>	Strength (S)	Weakness (W)	<i>Internal</i>	Strength (S)	Weakness (W)
	Perusahaan memiliki tujuan jangka pendek dan tujuan jangka panjang.	Belum matangnya perencanaan terhadap tujuan jangka pendek dan jangka panjang.		Perusahaan memiliki tujuan jangka pendek dan tujuan jangka panjang.	Belum matangnya perencanaan terhadap tujuan jangka pendek dan jangka panjang.
<i>Eksternal</i>	Opportunities (O)	Strategi SO	Threats (T)	Strategi ST	Strategi WT
Melakukan perbaikan sistem yang terintegrasi, penambahan bidang pelatihan serta perpanjangan lisensi.	Strategi yang dilakukan adalah melakukan perbaikan sistem yang terintegrasi, penambahan bidang pelatihan dan perpanjangan lisensi.	Strategi WO Dengan adanya kelemahan dari PT. Chenda Safetyindo Kreasi, perusahaan dapat memantapkan tujuan jangka pendek dan jangka panjangnya dengan melakukan perbaikan sistem yang terintegrasi, penambahan bidang pelatihan serta perpanjangan lisensi.	Perkembangan sistem yang cepat dan ter-update serta keinginan konsumen yang meningkat.	Dengan tujuan jangka pendek dan tujuan jangka panjang yang dimiliki perusahaan, perusahaan dapat bersaing dengan PJK3 pesaing dikarenakan PT. Chenda Safetyindo Kreasi melakukan permintaan yang diinginkan oleh <i>customer</i> .	Strategi yang dilakukan oleh PT. Chenda Safetyindo Kreasi adalah memantapkan tujuan jangka pendek dan jangka panjang yang dimiliki perusahaan agar perusahaan dapat bersaing dengan PJK3 pesaing.

2) *Adopt The New Philosophy* (Strategi Peningkatan Mutu Layanan)

Kebijakan PT. Chenda Safetyindo Kreasi ini “tidak” melakukan peningkatan teknologi, masih menggunakan kertas dalam memberikan formulir evaluasi training, sehingga peserta training atau customer memerlukan alat tulis untuk mengisi formulir evaluasi training. Sehingga, PT. Chenda Safetyindo Kreasi tidak memenuhi point 2 manajemen strategik Edward Deming yang mana perusahaan belum mengadopsi filosofi baru atau budaya baru, dan berdasarkan kajian **Ergonomi Kognitif**; dapat disampaikan bahwa perusahaan belum mengimplementasikan program pelatihan berkelanjutan yang fokus pada peningkatan kognisi dan pemahaman system.

Adapun matrik IFE / EFE nya sebagai berikut

<i>Internal</i>	Strength (S)	Weakness (W)	<i>Internal</i>	Strength (S)	Weakness (W)
	Memberikan media evaluasi dari <i>customer</i> untuk perusahaan demi meningkatkan mutu layanan.	Alat yang digunakan untuk media evaluasi masih sistem manual yaitu tulis tangan pada kertas formulir.		Memberikan media evaluasi untuk perusahaan demi meningkatkan mutu layanan.	Alat yang digunakan untuk media evaluasi masih sistem manual yaitu tulis tangan pada kertas formulir.
<i>Eksternal</i>	Opportunities (O)	Strategi SO	Threats (T)	Strategi ST	Strategi WT
Kemajuan teknologi dalam sistem layanan.	Memberikan media evaluasi dari <i>customer</i> untuk perusahaan dengan mengikuti kemajuan teknologi pada saat ini seperti menggunakan <i>google formulir</i> .	Perusahaan perlu merubah media evaluasi dengan mengikuti kemajuan teknologi seperti merubah media evaluasi tulis tangan menjadi menggunakan <i>google formulir</i> .	Kompetitor memiliki teknologi yang lebih canggih dan kemudahan akses pada sistem layanannya	Perusahaan perlu memberikan media evaluasi yang terkini seperti <i>google formulir</i> agar perusahaan dapat dengan mudah melihat hasil evaluasi dari <i>customer</i> melalui <i>google formulir</i> tersebut.	Perusahaan perlu merubah media evaluasi yang masih menggunakan system manual atau tulis tangan dengan menggunakan teknologi yang lebih canggih contohnya menggunakan <i>google formulir</i> .

3) *Cease Dependence on Mass Inspection* (Membangun Mutu Perusahaan dari Awal)

PT. Tritunggal Safetyindo Perkasa telah melakukan inspeksi yang dilakukan disesuaikan dengan departemen yang ada pada perusahaan tersebut. Rekomendasi **Ergonomi Kognitif**; Kurangi ketergantungan pada inspeksi akhir dengan memastikan kualitas melalui desain sistem yang mendukung kognisi. **Aksi**; Integrasikan fitur pengecekan otomatis dan umpan balik *real-time* dalam sistem untuk mengurangi kesalahan manusia.

Adapun matriks IFE / EFE nya adalah sebagai berikut;

<i>Internal</i>	Strength (S) Perusahaan dapat melakukan inspeksi secara teratur sehingga kesalahan yang terjadi dapat berkurang setelah dilakukannya inspeksi	Weakness (W) Kegiatan inspeksi yang telah dilakukan perusahaan tidak direalisasikan dengan tepat dari hasil evaluasi.	<i>Internal</i>	Strength (S) Perusahaan dapat melakukan inspeksi secara teratur sehingga kesalahan yang terjadi dapat berkurang setelah dilakukannya inspeksi	Weakness (W) Kegiatan inspeksi yang telah dilakukan perusahaan tidak direalisasikan dengan tepat dari hasil evaluasi.
<i>Eksternal</i>	Strategi SO Strategi yang dilakukan oleh PT. Chenda Safetyindo Kreasi untuk menghasilkan <i>zero defect</i> adalah menghilangkan inspeksi secara massal dengan melakukan inspeksi secara teratur dan memperluas jaringan sebagai bahan pengetahuan dan pengalaman dalam manajemen perusahaan.	Strategi WO Perusahaan perlu memperluas jaringan sebagai bahan pengetahuan dan pengalaman dalam manajemen perusahaan agar inspeksi yang telah dilakukan dapat terealisasikan.	<i>Eksternal</i>	Strategi ST Dengan perusahaan melakukan inspeksi secara teratur, maka kesalahan yang dilakukan oleh karyawan akan berkurang dan <i>customer</i> akan merasakan puas atas layanan yang diberikan perusahaan.	Strategi WT Kegiatan inspeksi yang telah dilakukan dari hasil evaluasi dapat direalisasikan oleh perusahaan agar <i>customer</i> merasa puas atas layanan yang diberikan dan perusahaan dapat bersaing dengan PJK3 pesaing.
Oppurtunities (O) Perluas jaringan sebagai bahan pengetahuan dan pengalaman dalam manajemen perusahaan.			Threats (T) Persaingan yang ketat dan kurang puasnya layanan yang diberikan kepada konsumen.		

Analisis SWOT

Untuk menentukan keputusan strategis yang dapat dilakukan di dalam penelitian ini, maka digunakan metode Analisis SWOT. Analisis Stretgic ini dilakukan berdasarkan 14 points manajemen strategik Edward Demings. Kemudian sesuai dengan hasil jawaban responden diketahui terdapat 2 (dua) poin yang tidak sesuai dengan kondisi ideal Strategic Edward Deming, yaitu untuk point no. 2 (adopt the new philosophy) dan point no. 3 (cease dependence on mass inspection).

Dari gambaran analisis berdasarkan Matriks IFE / EFE, dapat disampaikan bahwa kuadran yang terbentuk berdasarkan data kekuatan faktor internal dan tantangan faktor eksternal, serta kelemahan faktor internal dan hambatan faktor eksternal, maka strategic effort yang dilakukan adalah menciptakan strategi yang memanfaatkan kekuatan dan meng eksploitasi Peluang atau disebut sebagai **Strategi SO (Strength to Opportunity)**

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan dengan menggunakan 14 points Manajemen Strategik Edward Deming dapat disimpulkan bahwa strategi yang dilakukan oleh PT. Chenda Safetyindo Kreasi masih terdapat dua strategi yang tidak memenuhi 14 points manajemen strategikEdward Deming yaitu sebagai berikut:

1. Point 2 yaitu *adopt the new philosophy* yang mana perusahaan tidak adanya peningkatan teknologi atau mengadopsi filosofi baru dalam melayani customer. Sehingga tidak adanya peningkatan mutu layanan yang dilakukan oleh PT. Chenda Safetyindo Kreasi mulai dari perusahaan berdiri hingga saat ini.
2. Point 3 yaitu *cease dependence on mass inspection* yang mana perusahaan melakukan inspeksi massal untuk seluruh departemen dalam jangka waktu 1 tahun sekali. Sehingga terdapat kesalahan berulang yang dilakukan oleh karyawan dikarenakan evaluasi kinerja karyawan secara massal yang dilakukan dalam waktu 1(satu) tahun sekali.

Setelah dilakukannya analisis pada strategi yang dilakukan oleh PT. Chenda Safetyindo Kreasi terdapat dua strategi yang tidak memenuhi 14 points manajemen strategik Edward Deming. Kemudian dilakukan analisis SWOT untuk mengetahui strategi yang dapat diusulkan untuk kedua strategi yang tidak memenuhi 14 points manajemen strategik Edward Deming yaitu sebagai berikut:

1. Point 2 yaitu *adopt the new philosophy*, strategi yang dapat diusulkan adalah memberikan media evaluasi dari customer untuk perusahaan dengan mengikuti kemajuan teknologi pada saat ini seperti menggunakan google formulir sehingga tidak menggunakan media tulis tangan.
2. Point 3 yaitu *cease dependence on mass inspection*, strategi yang dapat diusulkan adalah menghilangkan inspeksi secara massal dengan melakukan inspeksi secara teratur, dalam satu yang lebih detil dan memperluas jaringan sebagai bahan pengetahuan serta pengalaman dalam manajemen perusahaan. Hal tersebut dilakukan agar menghasilkan zero defect.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Bapak Christian Gunawan, sebagai Pimpinan PT. Chenda Safetyindo Kreasi , yang telah memberikan waktu, tempat dan kesempatan kami melakukan Penelitian
2. Pimpinan Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pasundan, yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan kami melakukan Penelitian.
3. Koordinator Laboratorium Perancangan Sistem Kerja I, Prodi Teknik Industri-Fakultas Teknik Industri, Universitas Pasundan, yang telah memberikan fasilitas Penelitian ini
4. Staf dan pimpinan Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) Universitas Pasundan, yang telah memberikan tempatnya untuk melakukan pembahasan dan diskusi terkait dengan Penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aubrey C. Daniels, James E. Daniels. (2017). Performance Management: Changing Behavior That Drives Organizational Effectiveness. California: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Crosby, P. B. (2014). Quality Is Free: The Art Of Making Quality Certain. New York: McGraw Hill.
- Deming, W. E. (2018). Out Of The Crisis. London: The MIT Press.
- Grant, R. M. (2021). Contemporary Strategy Analysis. United States: John Wiley & Sons.
- Joseph. (2016). Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence, Seventh Edition. New York: McGraw Hill Professional.
- Kerja, M. T. (2022). Mengupas Tentang PJK3. Jakarta: Keselamatankerja.com.
- Kotler, P. (2021). Principles Of Marketing. Inggris: Slovakia.
- Lakhani, M. I. (2020). Competing in the Age of AI: Strategy and Leadership When Algorithms and Networks Run the World. Boston: Harvard Business Review Press.
- M.M, I. (2013). Riset Sumber Daya Manusia. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. Mangkunegara,
- A. A. (2017). Evaluasi Kinerja SDM. Bandung: IKAPI.
- Maulana, A. (2016). Manajemen Strategik. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Mintzberg, H. (2021). The Rise and Fall of Strategic Planning. New York: Free Press.
- Porter, M. E. (2021). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York: Free Press.
- Supriyadi, A. (2021). 70 Materi Health Talks. Jakarta: Katigaku.Top.
- Suryadi, E. (2018). Strategi Komunikasi. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Winata, E. (2022). Manajemen Sumber Daya Manusia. Nusa Tenggara Barat: P4I.

PENGEMBANGAN DESA WISATA BANYUANYAR BOYOLALI MENGUNAKAN PENDEKATAN MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN

(Development of The Banyuanyar Tourism Village Using a macroergonomic Analysis and Design Approach)

Indah Pratiwi^{1*}, Dimas Risky Fitrianto²

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Univeristas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Jend A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 57102 Indonesia

²Researches Centre for Logistics and Industrial Optimization Studies (PUSLOGIN), Universitas Muhammadiyah
Surakarta, Jl. Jend A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta, 57102 Indonesia

Email: indah.pratiwi@ums.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Om Koplak Boyolali agar dapat meningkatkan kinerja dan memperoleh keuntungan yang lebih besar. Metode penelitian secara kuantitatif dengan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)*. Populasi penelitian adalah seluruh pelaku UMKM, dengan total populasi sebanyak 22 orang. Sumber data terdiri dari data primer yang diperoleh langsung melalui penyebaran kuesioner dan data sekunder yang diperoleh dari buku, artikel jurnal, dan dokumentasi. Penelitian ini menggunakan analisis data kuantitatif, yang mencakup pengujian validitas, reliabilitas, dan uji statistik menggunakan Uji T-Test dengan bantuan software SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil Uji T-test didapatkan nilai sig 2 tailed $0.00 < 0.05$ maka hipotesis (H_a) dapat diterima. Sehingga dapat diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diterapkan metode berbasis MEAD dalam meningkatkan pengembangan UMKM. Permasalahan yang didapatkan adalah masih terdapat area kerja yang tidak aman dikarenakan kurang optimalnya kinerja pimpinan/organisasi. Variansi tersebut digunakan sebagai dasar perbaikan organisasi dan desain tempat kerja untuk mendapatkan sumber daya manusia yang berkompeten, kemudahan dalam penggunaan alat serta keamanan dalam bekerja.

Kata Kunci: Desa Wisata Banyuanyar, Metode MEAD, UMKM Om Koplak.

ABSTRACT

This research aims to determine the development of Om Koplak Boyolali Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) so that they can improve performance and obtain greater profits. Quantitative research method using the *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)* approach. The research population was all MSME actors, with a total population of 22 people. Data sources consist of primary data obtained directly through distributing questionnaires and secondary data obtained from books, journal articles and documentation. This research uses quantitative data analysis, which includes validity, reliability and statistical tests using the T-Test with the help of SPSS software. The research results show that the T-test results obtained a sig 2 tailed value of $0.00 < 0.05$, so the hypothesis (H_a) can be accepted. So it can be seen that there is a significant difference between before and after implementing the MEAD-based method in increasing the development of MSMEs. The problem that arises is that there are still unsafe work areas due to less than optimal leadership/organization performance. This variance is used as a basis for improving the organization and design of the workplace to obtain competent human resources, ease of use of tools and safety at work.

Keywords: Banyuanyar Tourism Village, MEAD Method, UMKM Om Koplak

PENDAHULUAN

Industri pariwisata merupakan sektor ekonomi yang baru dan memiliki potensi untuk memacu pertumbuhan ekonomi dengan cepat. Terbukti bahwa sektor pariwisata dapat meningkatkan pendapatan daerah, memberdayakan ekonomi masyarakat, memperluas peluang kerja, dan meningkatkan pemasaran produk lokal, yang pada gilirannya akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Asmynendar et al., 2021). Hal ini dapat membantu berkontribusi dalam meningkatkan devisa negara dan meningkatkan taraf hidup ekonomi di daerah (Wiarsini & Dane, 2021). Salah satu indikator keberagaman dalam sektor pariwisata suatu daerah adalah melalui variasi produk UMKM yang ditawarkan kepada para pengunjung. Saat ini, sektor UMKM mengalami pertumbuhan yang signifikan, karena masyarakat cenderung memanfaatkan sumber daya yang melimpah di wilayah beroperasinya. UMKM memiliki potensi untuk menciptakan lapangan kerja dalam jumlah yang besar, yang pada akhirnya dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah pengangguran (Farhansyah & Trisnawati, 2024).

. Dari perspektif ini, dapat dilihat bahwa UMKM, dengan karakteristik padat karya, teknologi yang sederhana, dan pemahaman yang mudah diadopsi, berfungsi sebagai platform bagi masyarakat untuk berpartisipasi dalam kegiatan ekonomi (Mulyana et al., 2021).

Kabupaten Boyolali menjadi tujuan pariwisata yang menarik untuk dijelajahi berkat ragam pilihan wisata, termasuk keindahan alam, kekayaan budaya, dan UMKM yang mempersembahkan keunikan dan identitas khas daerah tersebut. Salah satu produk UMKM yang di kelola oleh desa untuk meningkatkan ekonomi dan untuk mensejahterakan masyarakat. UMKM Om Koplak adalah contoh bagaimana inovasi dan kreativitas bisa menyatukan tradisi dengan bisnis yang unik dan bernilai tambah. Ini juga menunjukkan bagaimana UMKM dapat mendukung pertanian lokal dan ekonomi pedesaan. Namun, dalam praktiknya, UMKM Om Koplak menghadapi beberapa kendala yang dapat diuraikan dalam **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Temuan Permasalahan pada UMKM Om Koplak

Indikator	Permasalahan
Tata Kelola UMKM	Mesin produksi kurang strategis Tata letak penjualan kurang menarik
Kebijakan Organisasi	Pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja Kebijakan yang kurang sesuai, Kurang dukungan untuk pengembangan UMKM
Kondisi Lingkungan Kerja Fasilitas Kerja	Area produksi kurang aman dan nyaman Mesin produksi manual dan konvensional Terdapat kerusakan mesin Fasilitas yang kurang lengkap,

Kendala ini menghambat optimalisasi potensi UMKM Om Koplak dan pelaksanaan desa wisata. Penelitian ini mengusulkan solusi dengan menerapkan metode MEAD untuk mengatasi permasalahan ini dan meningkatkan kinerja UMKM Om Koplak.

Makroergonomi adalah cabang ilmu ergonomi yang memfokuskan pada analisis dan perancangan dari perspektif yang lebih luas dan sistemik (Suci Ayu Lestari et al., 2023). Ini melibatkan pemahaman terhadap hubungan antara manusia, teknologi, organisasi, dan lingkungan kerja dalam konteks yang lebih besar. Tujuan dari makroergonomi adalah memastikan bahwa sistem kerja, organisasi, atau lingkungan kerja dirancang dan dikelola dengan mempertimbangkan kebutuhan dan kemampuan manusia, serta untuk mencapai hasil yang optimal dalam hal produktivitas, kesejahteraan pekerja, dan efisiensi (Nurmutia et al., 2022). Perubahan dalam struktur organisasi dengan pendekatan makroergonomi juga dapat mempengaruhi perubahan dalam budaya organisasi dan komunikasi. Makroergonomi memiliki dampak penting terhadap keselamatan, produktivitas, dan peraturan organisasi yang dapat diterima. Konsep ergonomi makro menjadi relevan dalam upaya mencapai tujuan organisasi dengan memiliki sistem kerja yang baik di dalamnya (Nur Santoso, 2020).

Analisis dan desain makroergonomi adalah metode yang digunakan untuk merancang sistem kerja, lingkungan, atau organisasi dengan mempertimbangkan kebutuhan manusia, serta untuk meningkatkan produktivitas, keamanan, dan kesejahteraan (Nurmutia et al., 2022). Penelitian sebelumnya yang mengeksplorasi penerapan MEAD dalam konteks desa wisata masih tergolong langka. Penelitian yang telah dilakukan yaitu bertujuan untuk memperbaiki sistem kerja melalui MEAD dengan tujuan meningkatkan produktivitas kerja, dan penelitian tersebut dilakukan oleh (Putri et al., 2021) dan (Haripurna & Purnomo, 2017).

Urgensi penelitian ini adalah untuk memperbaiki tata kelola UMKM yang sebelumnya masih menggunakan metode konvensional dan memiliki beberapa kendala, sehingga tidak tercapainya tujuan dari UMKM. Untuk itu penelitian akan memperbaiki kebijakan organisasi, lingkungan kerja, dan fasilitas yang sudah ada dengan merancang ulang menggunakan pendekatan MEAD, sehingga UMKM dapat meningkatkan kinerjanya dan memperoleh keuntungan yang lebih besar. Dengan demikian, tujuan UMKM dapat lebih mudah tercapai dengan dukungan dari pendekatan MEAD. Penelitian bertujuan untuk untuk 1) Menganalisis mekanisme pengembangan UMKM Kopi Om Koplak (Omah Kopi Ngemplak) di desa wisata Banyuanyar Ampel Boyolali berbasis MEAD. 2) Menganalisis perbedaan perkembangan UMKM Kopi Om Koplak (Omah Kopi Ngemplak) di desa wisata Banyuanyar Ampel Boyolali sebelum dan sesudah diterapkan metode berbasis MEAD.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan MEAD. Tujuan dari penelitian kuantitatif untuk menguji hipotesis penelitian yang berkaitan dengan subjek yang diteliti. Populasi yang menjadi fokus penelitian dan subjek pengambilan kesimpulan adalah seluruh pelaku UMKM Desa Wisata Banyuanyar Boyolali, dengan total populasi sebanyak 22 orang. Teknik pengambilan sampel adalah total sampel yaitu teknik pengambilan sampel dimana jumlah sampel sama dengan populasi. Jadi jumlah sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 22 orang. Sumber data terdiri dari data primer yang diperoleh langsung melalui penyebaran kuesioner dan data sekunder yang diperoleh dari buku, jurnal, dan dokumentasi. Analisis data

kuantitatif, yang mencakup pengujian validitas, reliabilitas, dan uji statistik menggunakan Uji T-Test dan dibantu pengolahan data menggunakan software SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada pelaku UMKM Kopi Om Koplak (Omah Kopi Ngemplak) di Boyolali. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara dan kuisioner, didapatkan hasil sebagai berikut.

Karakteristik Responden dan Uji Statistika

Tabel 2. Distribusi Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Karakteristik	Kategori	Jumlah	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	15	68
	Perempuan	7	32
Umur	20-25 Tahun	5	23
	26-30 Tahun	14	64
	> 31 Tahun	3	14

Data diatas (lihat **Tabel 2**) dapat diuraikan bahwa responden berjenis kelamin laki-laki merupakan responden dominan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 15 responden dengan persentase 68%. Sedangkan responden perempuan sebanyak 7 orang dengan persentase 32%. Berdasarkan karakteristik umur responden diatas diketahui bahwa karyawan paling banyak berusia 26-30 tahun dengan persentase 64%. Sebagian karyawan masih berusia muda yaitu di rentang umur 20-25 tahun sebanyak 5 responden (23%) dan usia lebih dari 30 tahun sebanyak 3 responden (14%). Data tersebut menunjukkan bahwa karyawan yang mengelola UMKM Kopi Om Koplak merupakan karyawan dewasa pada usia produktif.

Tabel 3. Uji Statistik Deskriptif

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konvensional	22	33	53	41.64	5.323	1.135
MEAD	22	59	89	75.32	8.888	1.895
Valid N (listwise)	22					

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif (lihat **Tabel 3**) diketahui nilai rata-rata pengembangan UMKM secara konvensional atau sebelum diterapkan metode MEAD adalah 41.64, sedangkan setelah diterapkan metode berbasis MEAD nilai rata-rata meningkat menjadi 75.32. Dari peningkatan rata-rata tersebut diketahui bahwa penerapan metode berbasis MEAD pada pengembangan UMKM Kopi Om Koplak memiliki perbedaan yang lebih baik daripada sebelum diterapkan metode tersebut.

Tabel 4. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

	Statistic	df	Sig.
Konvensional	.973	22	.787
MEAD	.944	22	.242

Berdasarkan hasil uji normalitas (lihat **Tabel 4**) diketahui nilai signifikansi variabel konvensional sebesar $0.78 > 0.05$ maka dapat disimpulkan bahwa hasil tersebut berdistribusi normal. Sedangkan pada nilai signifikansi variabel MEAD sebesar $0.24 > 0.05$ maka dapat disimpulkan bahwa hasil tersebut berdistribusi normal.

Tabel 5. Uji T-Test

		Lower	Upper	T	df	Sig.(2-tailed)			
Pair 1	Konvensional - MEAD	-33.682	10.886	2.321	-38.509	-28.855	-14.512	21	0.000

Berdasarkan **Tabel 5** tersebut menunjukkan bahwa nilai sig 2 tailed $0.00 < 0.05$ maka H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diterapkan metode berbasis MEAD untuk meningkatkan pengembangan UMKM. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang

menyatakan bahwa dalam kemanjuran ergonomi makro dengan sistem MEAD terbukti dapat merancang tempat kerja yang memenuhi kebutuhan dan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

Langkah-langkah penerapan MEAD.

Penerapan MEAD dalam penelitian ini digunakan untuk memecahkan masalah yang terjadi dalam UMKM. Metode MEAD memiliki sepuluh langkah yang harus dilakukan (Nurmutia et al., 2022), dapat diuraikan sebagai berikut:

(1) Menentukan Subsistem Organisasi Dan Jenis Sistem Tenaga Kerja Mereview Input, Proses, Dan Ouput
Sistem proses produksi aneka olahan kopi dengan berbagai macam varian rasa pada UMKM Kopi Om Koplak di Desa Wisata Banyuwang, Ampel, Kabupaten Boyolali diawali dengan pemilihan jenis kopi khas yang baik proses pembuatan sampai pada hasil yang diharapkan. Struktur organisasi UMKM Kopi Om Koplak sebelum diterapkan MEAD hanya ada 2 level jabatan, yaitu pada tingkatan pertama ada owner dan pada tingkatan kedua ada karyawan. Tidak terdapat pedoman *job description* pada masing-masing jabatan. Dimana pekerjaan karyawan juga dikerjakan oleh owner, hal ini kurang dapat membantu mengoptimalkan penggunaan dan alokasi sumber daya sesuai dengan kebutuhan dan prioritas organisasi.

Identifikasi Visi dan Misi: Visi organisasi UMKM Kopi Om Koplak: Mewujudkan UMKM kopi khas yang berkualitas dan cita rasa tinggi, serta menjadi produsen kopi baik di tingkat nasional maupun internasional. Misi organisasi UMKM Kopi Om Koplak: Menghasilkan produk-produk kopi ngemplak khas daerah Boyolali menjadi produk unggulan. Menyediakan produk-produk pilihan dengan cita rasa tinggi, inovatif, harga terjangkau dan memastikan ketersediaannya bagi pelanggan. Berkomitmen untuk senantiasa meningkatkan kompetensi karyawan, proses produksi yang efisien, dan teknologi yang berkembang. Meningkatkan nilai-nilai UMKM secara berkesinambungan. Sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa UMKM berfokus pada pengembangan keterampilan manajerial, pemasaran, dan keuangan agar UMKM dapat lebih efektif dalam mengelola usahanya. Dukungan inovasi dan teknologi agar UMKM dapat meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing mereka dalam pasar (Irawan, 2020).

(2) Mendefinisikan Tipe Sistem Kerja Dan Menetapkan Tingkat Kerja Yang Diinginkan

Pada titik ini, workstation yang tugasnya masih melibatkan banyak orang (secara manual) diidentifikasi. Untuk melaksanakan pekerjaan tersebut diperlukan alat pendukung. Penentuan Tipe Sistem Kerja, Penentuan tipe alat kerja pengupas dan penggiling kopi sistem kerja yang ada pada UMKM Kopi Om Koplak yang merujuk pada rancangan peralatan berbasis kebutuhan dan dimensi tubuh pengguna. Selain itu untuk produk kopi olahan juga diperlukan alat seperti grinder dan brewer. Alat kopi yang digunakan juga turut mempengaruhi cita rasa kopi yang dihasilkan. Oleh karena itu pengolahan minuman kopi juga harus disesuaikan antara alat dan jenis kopinya. Menetapkan kunci kinerja yang ingin dicapai, Sesuai dengan misi organisasi UMKM Kopi Om Koplak yaitu menghasilkan produk kopi khas daerah yang unggul, bercita rasa tinggi, inovatif dengan harga terjangkau.

(3) Mendefinisikan Proses Kerja Dan Analitik Tenaga Kerja

Identifikasi proses kerja, proses pembuatan kopi mulai dari penyediaan bahan baku langsung dari petani hingga dipasarkan melalui beberapa tahapan pemesanan dan pengambilan kopi langsung dari petani kopi, pengupasan kulit kopi, pengeringan kopi, penumbukkan dan penggilingan kopi hingga halus, pengemasan kopi non seduh, pengolahan kopi dengan penyaringan, pengolahan kopi dengan varian rasa. Analisis tenaga kerja, proses kerja di bagian produksi pada UMKM kopi teridentifikasi kurang efektif dan efisien, baik tata kelola UMKM, kebijakan organisasi, kondisi lingkungan kerja dan fasilitas kerja masih tergolong tradisional. Alat yang digunakan dalam pengolahan kopi juga masih konvensional dan kurang aman bagi pekerja. Hal ini dikarenakan sebagian besar karyawan masih menggunakan cara tradisional dan belum mengenal teknologi yang lebih maju. Alat-alat konvensional yang digunakan dalam pengolahan kopi juga cenderung tidak ergonomis. Pekerja bekerja pada posisi tubuh berdiri, posisi tubuh membungkuk, mengangkat dan memindahkan kopi dan menyaring kopi secara berulang-ulang dan terus-menerus sampai dalam waktu lama yaitu selama lebih dari 8 jam per hari. Hal ini diperkuat temuan penelitian yang menjelaskan pada kenyataan di lapangan, banyak pekerja yang bekerja tidak mengadopsi posisi tubuh dan sikap kerja yang ideal sehingga mudah terjadi cedera (Setiawan, 2017) (Pratiwi & Ningrum, 2021).

(4) Menentukan Varians Faktor Permasalahan

Identifikasi varian dengan merinci faktor-faktor dalam operasional sistem yang diperoleh melalui wawancara, observasi, pengukuran, dan langkah-langkah sebelumnya. Fokus tahap ini adalah mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul dan memudahkan proses pengolahan data berikutnya (lihat **Tabel 6**).

Tabel 6. Data Varian Permasalahan UMKM Kopi Om Koplak

Faktor Varian	Varian
Tata Kelola UMKM	Mesin produksi kurang strategis Tata letak penjualan kurang menarik
Kebijakan Organisasi	Pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja
Kondisi Lingkungan Kerja	Area produksi kurang aman dan nyaman
Fasilitas Kerja	Mesin produksi manual dan konvensional Terdapat kerusakan mesin

Berdasarkan informasi yang diperoleh, diketahui pekerja mengalami keluhan pada bagian tata kelola UMKM, kebijakan organisasi, kondisi lingkungan kerja dan fasilitas kerja. Pekerja mengeluhkan kondisi lingkungan kerja yang panas karena proses pembakaran kopi. Selain itu alat dari pengupas dan penggiling kopi menimbulkan debu dari serbuk kopi sehingga pernafasan pekerja terganggu. Keluhan rasa sakit tersebut disebabkan oleh desain alat pengupas dan penggiling yang tidak ergonomis dan lama sehingga produktivitas kopi menurun dan tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Berdasarkan data tersebut maka perlu dilakukan desain tata kelola UMKM, kebijakan organisasi, kondisi lingkungan kerja dan fasilitas kerja agar dapat meningkatkan perkembangan UMKM Kopi Om Koplak Boyolali.

(5) Membuat Matriks Variansi

Identifikasi varian berdasarkan faktor dalam sistem kerja yang telah diperoleh dari wawancara, observasi, pengukuran dan langkah-langkah sebelumnya. Tujuan pada tahap ini adalah untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi sekaligus untuk mempermudah pada proses pengolahan data selanjutnya.

Tabel 7. Matrik Varian

Faktor Varian	Varian	Mesin produksi kurang strategis	Tata letak penjualan kurang menarik	Pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja	Area produksi kurang aman dan nyaman	Mesin produksi manual dan konvensional	Terdapat kerusakan mesin	Jumlah
Tata Kelola UMKM	Mesin produksi kurang strategis			✓	✓			2
	Tata letak penjualan kurang menarik		✓					1
Kebijakan Organisasi	Pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja	✓	✓		✓	✓	✓	5
Kondisi Lingkungan Kerja	Area produksi kurang aman dan nyaman	✓		✓		✓	✓	4
Fasilitas Kerja	Mesin produksi manual dan konvensional			✓	✓		✓	3
	Terdapat kerusakan mesin			✓	✓	✓		3

Berdasarkan **Tabel 7** tersebut bobot variansi terbesar adalah faktor kebijakan organisasi pada variansi pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja dengan angka sebesar 5. Dalam matriks varian tersebut akibat yang ditimbulkan dari pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja adalah mesin produksi yang kurang strategis, tata letak penjualan tidak menarik, area produksi yang tidak aman dan nyaman, mesin produksi yang konvensional serta kerusakan mesin. Variansi tersebut merupakan variansi kunci yang menjadi prioritas perbaikan sistem kerja pada pengembangan UMKM Kopi Om Koplak.

(6) Menganalisis Peran Personnel

Keterlibatan personel dalam mendesain sistem perbaikan pada proses tersebut adalah menjadi bagian tanggung jawab bersama. Metode yang dipakai dalam melakukan perbaikan sistem kerja tersebut dengan *Focus Group Discussion* (FGD). Berdasarkan hasil FGD diperoleh beberapa hal yang memerlukan perbaikan antara lain: Tahap ke satu: Dibuatkan prosedur kerja yang berisi langkah-langkah dalam proses produksi kopi hingga prosedur penjualan beserta penerapan kerja aman, desain ulang tempat kerja guna mengurangi tingkat kelelahan dan resiko bahaya dalam melakukan pekerjaan dikarenakan variasi yang tinggi.

Tahap ke 2: Setelah hasil FGD yang pertama dibuatkan maka selanjutnya yaitu melakukan pengecekan peralatan mesin yang digunakan apakah kondisi mesin rusak dan juga kurang komplit maka anggota FGD melakukan list kelengkapan jika ada yang tidak lengkap maka dilakukan pengorderan beserta peralatan Alat Pelindung Diri (APD).

Tahap ke 3: Mengevaluasi waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pekerjaan pada setiap proses mulai dari persiapan bahan hingga penjualan. Proses transportasi pemindahan objek (produk kopi) yang akan diperbaiki harus dilakukan pada area yang berdekatan mesin dan *tools*. Selain itu FGD juga memberikan jadwal pelatihan kepada karyawan agar tercipta SDM yang berkualitas dan berkompoten sehingga dapat UMKM Kopi Om Koplak dapat berkembang. Berdasarkan hasil FGD yang telah dilakukan dibuatkan prosedur kerja, perubahan struktur organisasi, desain kerja aman dan nyaman, evaluasi terhadap peralatan untuk perbaikan dan juga APD, melakukan evaluasi waktu yang dibutuhkan dalam tiap proses produksi dan yang terakhir pemberian jadwal pelatihan SDM berkompoten.

(7) Mengalokasikan Fungsi Dan Penggabungan Desain

Pada tahap ini bertujuan untuk membuat desain sistem kerja dan mengalokasikan personel yang bertanggung jawab untuk membuat alternatif sistem kerja yang lebih baik.

Tabel 8. Perbedaan Sistem Kerja Lama dengan Sistem Kerja Baru

Faktor	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Penerapan SOP	Tidak ada prosedur secara pasti mengenai tahapan pekerjaan setiap karyawan.	Karyawan dibagi menjadi beberapa divisi agar lebih terfokus dan maksimal dalam pekerjaan. Setelah itu setiap divisi dibuatkan Standar Operasional Prosedur (SOP) pekerjaan sebagai acuan dan tanggung jawab karyawan dalam bekerja.
Penerapan Kerja Aman	Masih terdapat banyak area dan perilaku pekerja yang tidak aman	Dibuatkan prosedur kerja aman pada setiap tahapan pekerjaan (<i>safety work procedure</i>) dan penerapan 5R pada area kerja
Pelatihan Pekerja	SDM kurang maksimal dalam mengelola UMKM	Dibuatkan jadwal pelatihan beserta jenis pelatihan sesuai kebutuhan pengembangan UMKM
Jarak antar mesin berjauhan	Jarak antar mesin lebih dari 2 meter	Evaluasi jarak antar mesin dan proses produksi dipersempit lagi sekitar 1-1,5 meter
Area pekerjaan tidak aman	Tidak tersedia APD khususnya dalam pengoperasian mesin dan kabel tidak tertata rapi	Diberikan APD berupa sarung tangan, masker dan pelindung mata guna melindungi dari tangan masuk dalam mesin, terpapar serbuk kopi dan kesetrum. Serta perapihan dan penerapan 5R pada kabel.
Proses pekerjaan memakan waktu lama	Pekerjaan dilakukan tidak terkoordinasi dengan baik	Dilakukan briefing agar dapat terkoordinasi dengan baik
Kerusakan mesin belum diperbaiki	Kopi yang dihasilkan kadang kasar karena penggiling kopi rusak	Memperbaiki kerusakan mesin produksi dan melakukan pengecekan berkala setiap 3 bulan

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa sistem kerja yang lama bersifat tidak mempunyai prosedur kerja yang baku serta tidak aman, sedangkan sistem kerja baru bertujuan untuk memperbaiki sistem kerja yang lama guna pencapaian tingkat kenyamanan pekerja yang diinginkan. sejalan dengan hasil penelitian menjelaskan kondisi kerja saat ini lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelum direndesain. Hasilnya pengeluaran energi rata-rata setelah direndesain lebih rendah dibandingkan sebelumnya. Sehingga pekerja merasa aman dan nyaman, serta dapat meningkatkan produktivitas secara efisien dan efektif (Setiawan, 2017).

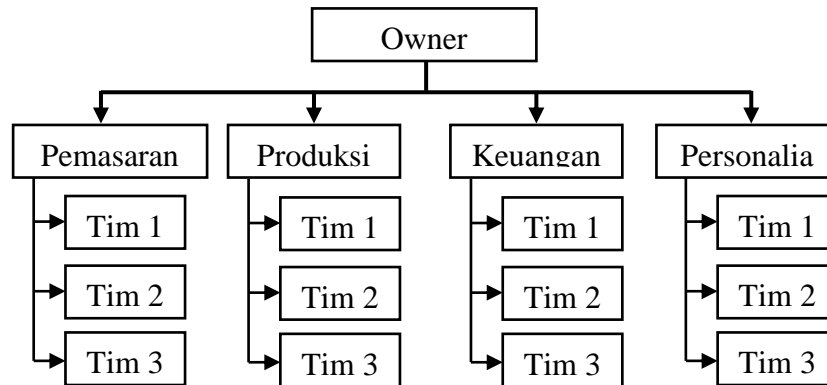
(8) Menganalisis Persepsi dan Tanggung Jawab

Pada tahap ini bertujuan untuk memberikan analisis terhadap desain sistem kerja yang dilakukan oleh organisasi. Peran tanggung jawab para karyawan sebagai pekerja utama dalam setiap divisi adalah ikut dalam proses desain sistem kerja. FGD sebagai sarana mengakomodasi masukan dari pekerja langsung. Desain sistem kerja yang nyaman akan memberikan kenyamanan dan mengurangi tingkat bahaya pada pekerja serta produktivitas meningkat.

(9) Mendesain Ulang Dukungan dan Menggabungkan Subsystem

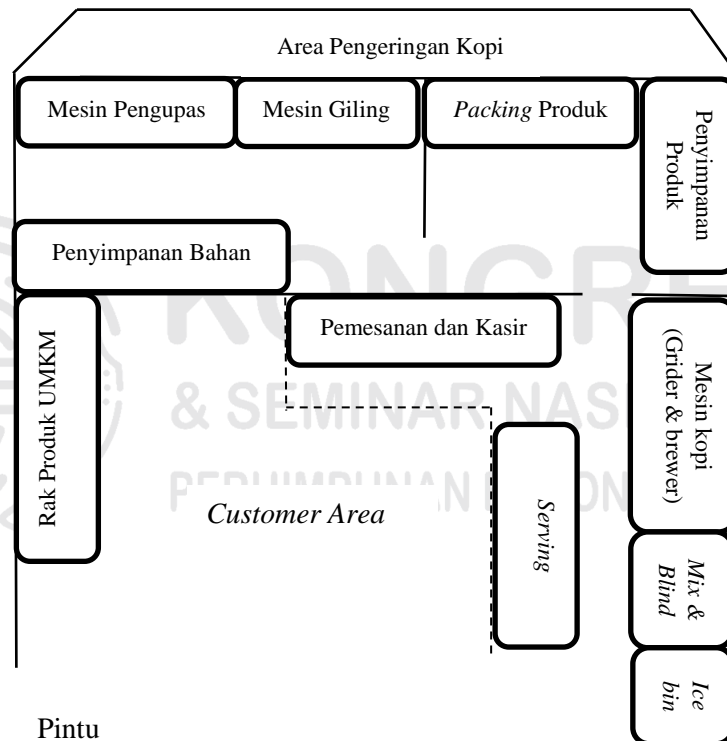
Perubahan struktur organisasi beserta rincian *job descriptions* dan penataan ulang *layout* mesin di persiapkan dan dirancang mampu memberikan solusi permasalahan kunci bagi UMKM dalam pengembangannya. Jumlah waktu kerja, tingkat keamanan dan juga sistem perbaikan terkait erat dengan desain sistem kerja serta penataan ulang *layout* pada area tersebut. Solusi perbaikan kebijakan organisasi dilakukan dengan pengoptimalan SDM dengan perubahan struktur organisasi. Dari semula struktur organisasi di UMKM Kopi Om Koplak hanya

terdiri dari owner dan karyawan dirubah menjadi beberapa divisi agar kinerja lebih optimal dan karyawan lebih fokus terhadap *job descriptions* masing-masing. Struktur organisasi fungsional dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Struktur Organisasi

Perbaikan lainnya adalah pada *layout* kerja untuk mengoptimalkan hasil kerja. Solusi perbaikan mesin dengan mengacu tata letak mesin dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut:



Gambar 2. Proposal perubahan layout di area Kerja

Perbaikan *layout* kerja pada penelitian ini dibuat agar jarak antar mesin tidak terlalu jauh sehingga tidak membuang waktu kerja dan mengoptimalkan hasil kerja. Diperkuat temuan bahwa relay layout area produksi berdasarkan urutan proses produksi memudahkan bagi pemilik industri untuk melakukan check list operasi dan memantau kinerja atau hambatan selama proses produksi berlangsung (Aminuddin, 2022).

(10) Menerapkan, Mengevaluasi, dan Meningkatkan Kinerja

Desain sistem kerja yang baru dengan adanya sistem prosedur kerja untuk mendukung pencapaian produktivitas pekerja dan meningkatkan perkembangan UMKM yang cukup signifikan. Faktor lingkungan kerja dan fasilitas kerja harus selaras dan seimbang dengan tingkat kinerja yang diinginkan. Desain fasilitas kerja yang diterapkan adalah pengadaan sistem kerja dengan diadakannya prosedur kerja, perubahan struktur organisasi, perubahan sistem penggantian yang sebelumnya jarak antar mesin sangat berjauhan dan tidak aman dirubah menjadi area kerja yang nyaman dan aman. Penerapan metode MEAD dalam UMKM terbukti dapat meningkatkan pengembangan UMKM. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa analisis menggunakan MEAD dapat merancang yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja yang bebas dari keluhan, area kerja yang nyaman, hal tersebut dapat mendorong terciptanya kualitas kerja yang lebih baik, sehingga perusahaan menjadi lebih berkembang (Ristyowati & Wibawa, 2018).

Berdasarkan desain sistem kerja yang baru dengan adanya prosedur kerja dan *job descriptions* diharapkan owner dan karyawan UMKM Kopi Om Koplak dapat mentaati SOP yang telah dibuat. Selain itu dengan penataan *layout* kerja yang lebih aman dan nyaman dapat mempermudah pekerja dan mengurangi beban kerja pekerja. Agar potensi sumber daya dapat maksimal dan berkompeten UMKM Kopi Om Koplak dapat memberikan pelatihan khusus bagi pekerja sesuai dengan bidangnya. UMKM Kopi Om Koplak juga dapat memaksimalkan produksinya dengan memperbaiki mesin yang telah rusak dan mengganti beberapa mesin yang masih tergolong konvensional.

KESIMPULAN

Pemecahan masalah pada UMKM Kopi Om Koplak di desa wisata Banyuanyar Ampel Boyolali menggunakan metode berbasis MEAD diperoleh variasi yang digunakan untuk mengembangkan UMKM. Permasalahan yang didapatkan adalah masih terdapat area kerja yang tidak aman dikarenakan kurang optimalnya kinerja pimpinan/organisasi. Variansi tersebut digunakan sebagai dasar perbaikan organisasi dan desain tempat kerja untuk mendapatkan SDM yang berkompeten, kemudahan dalam penggunaan alat serta keamanan dalam bekerja sehingga dapat membantu UMKM dalam mencapai tujuannya. Berdasarkan hasil Uji T-test didapatkan nilai sig 2 tailed $0.00 < 0.05$ maka hipotesis (H_a) dapat diterima. Sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diterapkan metode berbasis MEAD meningkatkan pengembangan UMKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin, R. (2022). Relayout Ruang Produksi Tahu Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada CV Hasan Basri Makasar. *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7.
- Asmynendar, D. I., Marseto, M., & Sishadiyati, S. (2021). Pengaruh Produk Domestik Regional Bruto, Tingkat Hunian Hotel, dan Jumlah Wisatawan terhadap Pendapatan Asli Daerah Di Kota Batu. *Al-Buhuts*, 17(2), 276–291. <https://doi.org/10.30603/ab.v17i2.2280>
- Farhansyah, B., & Trisnawati, R. (2024). Menumbuhkan Semangat Dan Jiwa Wirausaha Di Kalangan Mahasiswa Melalui Program Wirausaha Merdeka Yang Bekerjasama Dengan Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 18 Mei 202(eISSN 2686-2964), 950–959.
- Haripurna, A., & Purnomo, H. (2017). Desain Perancangan Alat Penyaring Dalam Proses Pembuatan Tahu Dengan Metode Macro Ergonomic Analysis and Design (MEAD). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 16(1), 22. <https://doi.org/10.23917/jiti.v16i1.3845>
- Irawan, D. (2020). Peningkatan Daya Saing Usaha Micro Kecil dan Menengah Melalui Jaringan Usaha. *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 11(2), 103–116.
- Mulyana, A. E., Hidayat, R., Andayani, N. R., Zuliarni, S., Pratama, A. W., Septiana, M., Hidayat, H., Yulinda, Y., Amaliah, D., Ikhlah, M., Riadi, S., Sari, D. R., & Soebagiyo, S. (2021). Pengembangan UMKM Melalui Sosialisasi dan Penyuluhan Secara Digital untuk Menunjang Keberlangsungan Usaha di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Batam*, 3(1), 62–76. <https://doi.org/10.30871/abdimaspolibatam.v3i1.2685>
- Nur Santoso, P. (2020). Lingkungan Kerja Ergonomis dalam Perspektif Disabilitas (Literature Review). *Journal of Industrial and Engineering System*, 1(2), 75–88. <https://doi.org/10.31599/jies.v1i2.296>
- Nurmutia, S., Ruspindi, & Rusmalah. (2022). *Ergonomi Industri* (Issue UNOAM PPRESS).
- Pratiwi, I., & Ningrum, I. P. (2021). Analisis Potensi Bahaya Pada Proses Produksi Barecore Menggunakan Metode HAZOP dan OHS Risk Assessment. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(1). <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v13.i1.002>
- Putri, D. S. B., Wahyudin, W., & Hamdani, H. (2021). Analisis Sistem Kerja untuk Meningkatkan Produktivitas Pegawai Negeri Sipil dengan Pendekatan Macroergonomic Analysis and Design. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2449–2458. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3521>
- Ristyowati, T., & Wibawa, T. (2018). Perancangan Sistem Kerja Melalui Pendekatan Macroergonomic Analysis and Design. *Jurnal OPSI*, 11(2), 125–133.
- Setiawan, H. S. (2017). Pengaruh Ergonomi dan Antropometri bagi User Gudang Bahan PT. MI guna Meningkatkan Produktivitas Serta Kualitas Kerja. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 2(2), 161. <https://doi.org/10.30998/string.v2i2.2102>
- Suci Ayu Lestari, Nurul huda, L., & Ginting, R. (2023). Macro Ergonomic Analysis and Design for Optimizing the Work Environment: A Literature Review. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 25(1), 56–64. <https://doi.org/10.32734/jsti.v25i1.9286>
- Wiarsini, N. K. A., & Dane, N. (2021). Strategi Pengembangan Potensi Daya Tarik Wisata Spiritual Pura Siwa Di Desa Pujungan, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan. *SISTA: Jurnal Akademisi Dan Praktisi Pariwisata*, 1(2), 111–121.

Pendampingan Ergonomi (SHIP) Dalam Pemberdayaan Masyarakat Pengembangan Wisata Konservasi

(*ERGONOMIC ASSISTANCE IN COMMUNITY EMPOWERMENT DEVELOPMENT OF CONSERVATION TOURISM*)

I Ketut Gde Juli Suarbawa¹, M Yusuf², I Putu Krisna Arta Widana³, I Wayan Suma Wibawa⁴,
I Made Marsa Arsana⁵, I Made Agus Putrawan⁶

^{1,2,4,6}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

³Jurusan Pariwisata, Politeknik Negeri Bali

⁵Jurusan Akutansi, Politeknik Negeri Bali

Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung-Bali

E-mail: julisuarbawa@pnb.ac.id

ABSTRAK

Desa wisata Munduk adalah salah satu desa wisata di Bali yang masih banyak menghadapi persoalan seperti masih belum optimalnya pariwisata sebagai pusat perekonomian juga masih rendahnya produktivitas kerja masyarakat, sehingga daya saing desa wisata Munduk belum optimal memberikan pendapatan asli desa. Untuk mengoptimalkan potensi desa diperlukan pendekatan pemberdayaan masyarakat dalam mengelola potensi desa Munduk sebagai Kawasan konservasi, pertanian dan industri pengolahan kopi dan cengkeh serta sebagai destinasi pariwisata. Penyelesaian masalah melalui pendekatan Ergonomi SHIP (sistemik, holistik, interdisipliner, partisipatori) dapat mendorong partisipasi aktif semua pihak untuk mengidentifikasi masalah yang akan diperbaiki dan menentukan teknologi yang akan digunakan. Permasalahan diselesaikan dengan pendekatan SHIP agar dapat diwujudkan mekanisme kerja yang kondusif dan diperoleh produk yang berkualitas sesuai dengan tuntutan zaman. Metode pendekatan disusun secara ergonomi dengan pelibatan semua pihak menghasilkan pengetahuan dan pemahaman tentang pengembangan wisata konservasi. Pendampingan pendekatan ergonomi total SHIP untuk mengkonfirmasi sejauhmana persepsi responden terhadap aspek pendampingan ergonomi SHIP dalam perbaikan faktor tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja yang diterapkan secara sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatory. Metode kuantitatif digunakan pada penilaian kuesioner dengan penggunaan skala Likert dari setiap pernyataan yang dikonstruksikan mengenai perasaan individu terhadap konsep yang diteliti. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Sistemik, Holistik, Interdisipliner dan Partisipatory memberikan pengaruh positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat pengembangan Wisata Konservasi.

Kata kunci: Pendekatan SHIP, Pemberdayaan Masyarakat, dan Wisata Konservasi

ABSTRACT

The Munduk tourist village is one of the tourist villages in Bali that still faces many problems, such as the lack of optimal tourism as an economic center and the low productivity of community work, so that the competitiveness of the Munduk tourist village is not yet optimal in providing the village's original income. To optimize the village's potential, a community empowerment approach is needed in managing the potential of Munduk village as a conservation area, agricultural and coffee and clove processing industry, as well as a tourism destination. Problem solving through the SHIP Ergonomics approach (systemic, holistic, interdisciplinary, participatory) can encourage the active participation of all parties to identify problems to be fixed and determine the technology to be used. Problems are resolved using the SHIP approach so that a conducive work mechanism can be created and quality products can be obtained in accordance with the demands of the times. The approach method is designed ergonomically with the involvement of all parties to produce knowledge and understanding about the development of conservation tourism. SHIP total ergonomics approach assistance to confirm the extent to which respondents perceive aspects of SHIP ergonomics assistance in improving task demands, work organization and work environment factors which are applied systemically, holistically, interdisciplinary and participatory. Quantitative methods are used in questionnaire assessments by using a Likert scale for each statement that is constructed regarding individual feelings towards the concept being studied. The research results show that the application of total ergonomics including three aspects of ergonomics (task demands, work organization and work environment) towards the application of Systemic, Holistic, Interdisciplinary and Participatory ergonomics has a positive influence on assisting community empowerment in the development of Conservation Tourism.

Keywords: SHIP Approach, Community Empowerment, and Conservation Tourism.

PENDAHULUAN

Wisata Desa Munduk sebagian besar menawarkan keindahan alam pada kawasan konservasi seperti trekking yaitu perjalanan dirancang peserta melewati kawasan perkebunan, hutan, dan berakhir pada kunjungan ke air terjun yang melibatkan masyarakat sekitar sebagai penyedia fasilitas pendukung seperti: kedai makanan dan kopi serta pemandu wisata (Eka et al. 2016). Hasil penelitian Dewantara, MH (2019) menyimpulkan persepsi pelayanan akomodasi wisata aspek reliability dan tangible berada pada kondisi kurang baik (Dewantara 2019). Qadar Bakhsh Baloch (2023) mengungkapkan bahwa ekowisata berkelanjutan memberikan manfaat sosio-ekonomi namun, kondisi sumber daya alam dan lingkungan hidup ternyata semakin menurun disebabkan oleh pemanfaatan lahan yang berlebihan, gangguan budaya eksternal, dan polusi udara dan air akibat kemacetan lalu lintas, akumulasi limbah padat, limbah, dan emisi karbon (Baloch et al. 2023). Penelitian Josphat Belsoy, et al (2012) menyatakan dampak pariwisata terhadap lingkungan merupakan aspek yang paling negatif berdampak pada flora dan fauna di National Park in Kenya (Belsoy, Korir, and Yego 2012). Pariwisata dan lingkungan hidup dapat hidup berdampingan dan saling menguntungkan apabila industri pariwisata mempunyai kemauan untuk memberikan dukungan penuh terhadap upaya pelestarian lingkungan hidup (Kajal Gazta 2018).

Pembangunan pariwisata pedesaan pada beberapa negara menerapkan pendekatan yang bersifat parsial, di Iran Barat Laut mengusulkan pola pariwisata berbasis kesehatan menggunakan pendekatan pemodelan persamaan struktural pasca covid-19 (Esfandyari et al. 2023). Tiongkok mendorong pesatnya perkembangan pariwisata pedesaan mengelola praktik pariwisata dan berkoordinasi dengan dunia usaha dan penduduk untuk memberikan layanan dan memecahkan masalah (Liu et al. 2020). Di Kolombia pembangunan pariwisata berkelanjutan dilaksanakan melalui pendekatan RCBT (rural community base tourism) (Saldarriaga Isaza and Salas 2024). Zhao, C (2023) menyarankan mengoptimalkan pengelolaan pariwisata pedesaan melibatkan wisatawan dan masyarakat, kewirausahaan di sektor pariwisata pedesaan (Bhat, Dada, and Qureshi 2024) (Li and Wang 2023).

Penerapan ergonomi untuk menghadapi permasalahan global yang dihadapi umat manusia dan mempertimbangkan untuk dapat menemukan beberapa solusi (Thatcher et al. 2018a). Penerapan psikologi dan ergonomi pada masalah praktis dimulai semenjak 50 tahun yang lalu (International Ergonomics Association 2003) dapat membantu pengembangan model untuk menganalisis permasalahan di tempat kerja perbaikan manajemen, penghematan biaya dan produktivitas yang lebih baik (Ugbebor and Adaramola 2012). Penerapan ergonomi total: sistemik, holistik, interdisipliner, dan partisipatif diperkenalkan pada pembangunan pariwisata oleh Prof Manuaba yang dituangkan dalam ketetapan MPR-RI Nomor 4 tahun 1999 (Manuaba 2006), (Hitchcock and Wesner 2008). Pendekatan ergonomi total mempertimbangkan pemanfaatan teknologi tepat guna efisien dan produktif selaras dengan kelestarian lingkungan (Thatcher 2013). Pendekatan total ergonomi dimaksudkan untuk mensesuaikan hubungan manusia dengan lingkungan kerjanya (Shang 2020), agar sesuai dengan kebutuhan, kemampuan, dan keterbatasan manusia (Karwowski and Marras 2003), (Kageyu Noro 2003), melalui pendekatan multidisiplin melibatkan ilmu sosial-budaya dan lainnya (Thatcher et al. 2018b). Penerapan ergonomi total: sistemik, holistik, interdisipliner, dan partisipatif diperkenalkan pada pembangunan pariwisata oleh Prof Manuaba yang dituangkan dalam ketetapan MPR-RI Nomor 4 tahun 1999 (Manuaba, 2006), (Hitchcock & Wesner, 2008). Konsep makro ergonomi terkait disajikan, termasuk pertimbangan sistem sositeknik dalam desain organisasi dan sistem kerja (Hendrick, 1991). Tantangan era global saat ini diperlukan adanya konsep baru dalam ergonomi untuk meningkatkan kesejahteraan, untuk itu diusulkan suatu kerangka kerja yang praktis dan mudah diadaptasi, yang mengintegrasikan ergonomi dan keberlanjutan dengan menyajikan hubungan antara elemen dasar ergonomi dan dimensi keberlanjutan (Sarbat & Oz Mehmet Tasan, 2020), untuk merancang pendekatan baru dan meningkatkan pendekatan faktor manusia dan ergonomi (Zink and Fischer 2013). Adanya tantangan sistemik dalam komunitas ergonomi diperlukan empat hal utama untuk memecahkan permasalahan global, yaitu: (a) peningkatan kapasitas, (b) advokasi; (c) mengembangkan seluruh bidang ergonomi dengan penekanan khusus pada sistem yang kompleks; (d) mengembangkan jalur ergonomi sebagai suatu disiplin ilmu (Sarbat & Oz Mehmet Tasan, 2020).

Penelitian ini menggunakan persepsi untuk menilai perasaan pelaku pariwisata Desa Munduk setelah memperoleh pendampingan melalui pendekatan ergonomi partisipasi total. Beberapa studi sebelumnya terkait persepsi masyarakat terhadap pemberdayaan masyarakat berbasis ergonomi seperti: (1). Persepsi masyarakat suku Mapuche, Chili terhadap pendekatan partisipasi ergonomi (PE) dalam pengembangan program kesehatan ergonomis yang berkelanjutan bagi pengrajin rumahan (Gracia, Guzman, and Forst 2022), (2). Persepsi sikap, aspirasi dan kendala yang dirasakan, dari sudut pandang orang-orang yang memegang posisi senior di perusahaan perkeretaapian terhadap pendekatan ergonomi berkelanjutan dalam menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi kebijakan keberlanjutan dan pengembangan strategi keberlanjutan bagi pemilik infrastruktur kereta api (Ryan & Wilson, 2013). Pendekatan partisipasi total

sebelumnya telah dilakukan pada perusahaan kontraktor untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja dengan desain intervensi partisipatif yang berfokus pada aspek pekerja saja dan tidak mengevaluasi intervensi dengan survei kerja dan metrik hasil tertentu (Peters et al. 2020), pengendalian administratif dan teknik untuk mengurangi beban muskuloskeletal dan mengurangi WMSD pada pertanian (Kee 2022). Penerapan ergonomi partisipasi melalui pendekatan desain yang berpusat pada pengguna disusun dalam kerangka tiga dimensi interaksi yaitu komunikasi; waktu; dan kehadiran pada proyek desain pada proyek desain (Mallam et al., 2021).

METODE

Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah mix kualitatif-kuantitatif dengan menggunakan skala Likert (Grimbeek 1999) terhadap persepsi pelaku wisata penerima program pendampingan melalui pendekatan SHIP. Studi kualitatif bertujuan untuk memberikan penerangan dan pemahaman terhadap permasalahan psikososial yang kompleks dan paling berguna untuk menjawab pertanyaan humanistik, dan pendekatan kuantitatif untuk menghasilkan hasil yang dapat digeneralisasikan (Marshall 1996). Penggunaan metode penelitian mix kualitatif-kuantitatif telah digunakan oleh peneliti seperti pada penelitian eksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan keluarga penyintas stroke di Tiongkok, tahap pertama penelitian ini melibatkan metodologi penelitian kuantitatif dengan kuesioner dan tahap kedua metodologi penelitian kualitatif untuk wawancara secara mendalam (Han et al. 2024). Desain kuantitatif dan kualitatif dapat dibenarkan dalam studi metode campuran karena keduanya membantu menguatkan, menyempurnakan, atau menyangkal penjelasan yang masuk akal atas fenomena (Ryba et al. 2022). Metode penelitian kualitatif diterapkan pada pengisian kuesioner (Taherdoost 2021) yang sudah valid dan reliabel (Sukmawati, Sudarmin, dan Salmia 2023) oleh responden dipilih secara acak yang telah menerima pendampingan pendekatan ergonomi total SHIP untuk mengkonfirmasi sejauhmana persepsi responden terhadap aspek pendampingan ergonomi SHIP dalam perbaikan faktor tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja yang diterapkan secara sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatory. Metode kuantitatif digunakan pada penilaian kuesioner dengan penggunaan skala Likert dari setiap pernyataan yang dikonstruksikan mengenai perasaan individu terhadap konsep yang diteliti. Responden memberikan persepsi penilaian dalam bentuk kualitatif (sangat baik, baik, buruk dan sangat buruk) kemudian mencocokkan perasaannya dengan skala Likert sebagai berikut: Sangat Baik = 4, Baik=3, Buruk=2, dan Sangat Buruk=1.

Partisipan

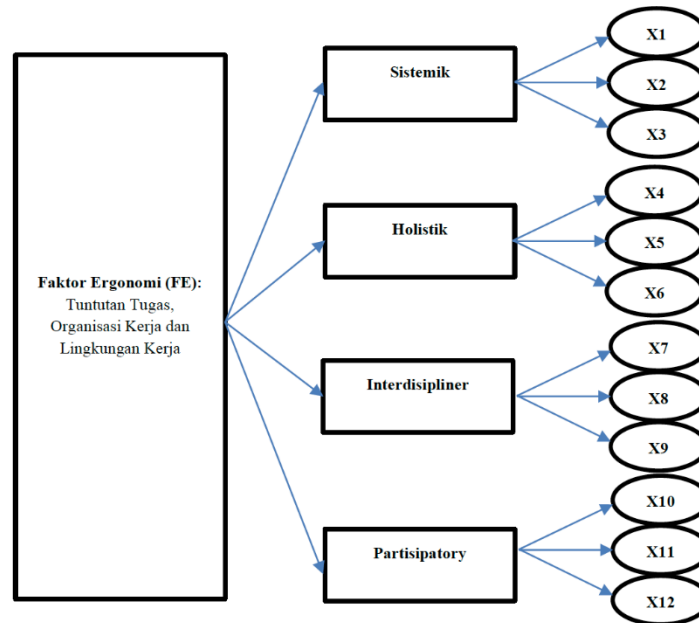
Responden dalam penelitian ini adalah masyarakat pelaku pariwisata di Desa Munduk yang terlibat aktif dalam kegiatan pendampingan pengembangan wisata Desa Munduk yang terdiri dari kelompok sadar wisata 3 orang, staf Desa Munduk 8 orang, pelaku pengelola destinasi wisata 8 orang, pelaku usaha wisata home stay 5 orang, tour guide 11 orang, dan pelaku usaha pengolahan kopi sebagai penyedia jasa roasting kopi tradisional 3 orang. Jumlah seluruh partisipan adalah sebanyak 33 orang. Mereka diminta kesediaannya menjadi responden dengan menandatangani surat kesediaan sebagai responden. Responden yang telah menandatangani surat kesediaan dapat mengundurkan diri sebagai responden. Rata-rata responden sudah memiliki pengalaman terlibat aktif dalam kegiatan pengembangan wisata selama 5 tahun dan memahami perkembangan wisata di Desa Munduk.

Teknik Pengambilan Data

Pendampingan Desa Wisata Munduk melalui pendekatan ergonomi telah dilaksanakan pada kegiatan Program “PIPK Smart Village Desa Wisata Munduk Melalui Pendekatan Ergo-Infokom Untuk Pemulihan Ekonomi Akibat Pandemi Covid-19 Pendekatan Ergo-Infokom” yang dilaksanakan tahun 2022-2024 dengan sumber dana padanan dari Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Data dikumpulkan langsung melalui pengisian kuesioner (Tabel 1) oleh responden secara mandiri didampingi tim peneliti untuk memberikan penjelasan terkait pertanyaan. Responden dalam pengisian jawaban bersifat mandiri dan independen dan bersifat rahasia. Pengisian jawaban kuesioner oleh responden dilakukan secara terpisah, tim peneliti mendatangi responden satu persatu sehingga setiap jawaban dari responden tidak akan mempengaruhi jawaban responden lainnya. Setiap responden diberikan nama samaran untuk menjaga etika kerahasiaan jawaban dan hal ini dikomunikasikan dengan responden sebelum mulai pengambilan data (Puji Widodo 2014). Kesimpulan setiap jawaban responden merupakan konstruksi perasaan individu yang selanjutnya dicocokkan dalam katagori sangat baik, baik, buruk dan sangat buruk.

Tabel 1. Daftar Pertanyaan Persepsi Pendampingan Ergonomi Total (SHIP) Dalam Pemberdayaan Masyarakat Pengembangan Wisata Konservasi.

Faktor Ergonomi (FE)	Pendekatan SHIP	
Tuntutan Tugas, Organisasi Kerja dan Lingkungan Kerja	Sistemik:	
	X1	Setelah program pendampingan apakah memiliki jaringan pemasaran produk di tingkat lokal, luar kabupaten, luar provinsi dan luar negeri dalam pengembangan wisata?.
	X2	Setelah program pendampingan apakah Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) merupakan salah satu komponen dalam masyarakat yang memiliki peran mendorong percepatan pengelolaan destinasi wisata Desa Munduk ?.
	X3	Setelah program pendampingan apakah dikembangkannya pariwisata yang berorientasi pada lingkungan alam atau yang kita kenal sebagai ekoturisme atau wisata ekologi ?.
	Holistik:	
	X4	Setelah program pendampingan apakah memiliki kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan utama dengan baik (head), keterampilan-keterampilan yang diperlukan (hand), memiliki oleh rasa yang baik (heart), dan kemampuan adaptasi dalam pekerjaan secara baik (humanity) dalam pengelolaan wisata?.
	X5	Setelah program pendampingan apakah Pokdarwis menyadari peran dan tanggung jawabnya sebagai tuan rumah (host) yang baik bagi tamu atau wisatawan yang berkunjung untuk mewujudkan lingkungan dan suasana yang kondusif sebagaimana tertuang dalam slogan Sapta Pesona ?.
	X6	Setelah program pendampingan apakah ada komitmen pariwisata berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dengan pelibatan wisatawan ikut menjaga lingkungan ?.
	Interdisipliner:	
	X7	Setelah program pendampingan apakah memiliki kemampuan berbagi pengetahuan dari luar organisasi kerja untuk menyelesaikan masalah utama dalam bidang pengembangan wisata?.
	X8	Setelah program pendampingan apakah Pokdarwis terbuka menerima bimbingan dari seseorang yang sudah sangat menguasai hal-hal tertentu dan membagikan ilmunya dalam pengembangan wisata ?.
	X9	Setelah program pendampingan apakah konservasi lingkungan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal, pelestarian lingkungan dan pariwisata konservasi ?.
Partisipatory:		
X10	Apakah melibatkan secara aktif semua pihak (desa adat, desa dinas, pengusaha, masyarakat dan perguruan tinggi) dalam pengembangan wisata?.	
X11	Setelah program pendampingan apakah Pokdarwis melibatkan masyarakat lokal membangun karakter sadar wisata masyarakat di destinasi wisata Desa Munduk melalui berbagai kegiatan Bersama seperti kegiatan peduli lingkungan atau bentuk lainnya ?.	
X12	Setelah program pendampingan apakah wisatawan mau terlibat dalam upaya konservasi menjaga pelestarian lingkungan dalam bentuk menjaga kebersihan lingkungan, donasi tanaman, atau kegiatan lain yang relevan secara berkesinambungan ?.	



Gambar 1. Faktor Konfirmatori SHIP Pada Pendampingan Ergonomi Ergonomi Total (SHIP) Dalam Pemberdayaan Masyarakat Pengembangan Wisata Konservasi.

Teknik analisis data

Data hasil pengukuran jawaban responden terhadap kuesioner ditabulasi dalam 4 skala likert (sangat baik=4, baik=3, buruk=2 dan sangat buruk=1) yang mengukur sikap, pendapat, persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena yang diukur yang sudah valid dan reliabel (Sukmawati et al. 2023). Faktor ergonomi penerapan SHIP pada aspek task, organisasi dan lingkungan terhadap persepsi pendampingan Pengembangan Desa Wisata menggunakan Analysis Moment of Structural (AMOS) memungkinkan untuk menentukan, memperkirakan, menilai, dan membuat model atau diagram path untuk menunjukkan hipotesis hubungan antar-variabel yang berguna dalam meminimalkan kesalahan pengukuran dan meningkatkan keandalan konstruksi (Owolabi, Ayandele, and Olaoye 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Partisipan

Berdasarkan atas penyebaran kuesioner, jumlah partisipan sebanyak 100 orang terdiri dari laki-laki 60% dan jenis kelamin perempuan 40%. Usia partisipan paling rendah adalah 45 tahun dan paling tinggi adalah 65 tahun. Partisipan berusia 45-50 tahun sebanyak 45%; usia 51-55 tahun sebanyak 30% dan usia 60-65 tahun sebanyak 25%. Tingkat pendidikan partisipan sebagian besar adalah SMA/SMK sebanyak 45%, Diploma sebanyak 36% dan sarjana sebanyak 19%. Pengalaman kerja di bidang pengelolaan desa wisata sebagian besar 5-10 tahun sebanyak 79% dan lebih dari 10 tahun sebanyak 21%.

Kelayakan Analisis Faktor

Berbagai faktor yang mempengaruhi persepsi pelaku desa wisata terhadap pendampingan melalui pendekatan ergonomi SHIP meliputi tiga aspek ergonomi yaitu faktor tuntutan tugas, faktor organisasi, dan faktor lingkungan. Hasil uji normalitas multivariate semua variabel diperoleh nilai $c.r \pm 2,58$ (Tabel 1). Hasil uji normalitas tidak ada hasil CR di atas kriteria tersebut, maka data berdistribusi normal sehingga analisis berikutnya dapat dilanjutkan.

Tabel 2. Uji Normalitas Data.

Variable	min	max	skew	c.r.	kurtosis	c.r.
X1	2,000	4,000	-,579	-2,365	-1,136	-2,318
X2	2,000	4,000	-,519	-2,118	-,829	-1,691
X3	2,000	4,000	-,478	-1,952	-,978	-1,996
X4	2,000	4,000	-,384	-1,567	-1,257	-2,567
X5	2,000	4,000	-,596	-2,435	-,669	-1,365
X6	2,000	4,000	-,355	-1,449	-1,108	-2,261
X7	2,000	4,000	-,512	-2,090	-,636	-1,297
X8	2,000	4,000	-,537	-2,190	-,697	-1,422
X9	2,000	4,000	-,581	-2,370	-,951	-1,941
X10	2,000	4,000	-,547	-2,232	-,775	-1,583
X11	2,000	4,000	-,311	-1,270	-,933	-1,905
X12	2,000	4,000	-,080	-,325	-1,171	-2,390
Multivariate					-,285	-,078

Pendampingan sesuai konsep ergonomi keberlanjutan mempertimbangkan tiga faktor utama: faktor tuntutan tugas, faktor organisasi dan faktor lingkungan yang diterapkan melalui aspek ergonomi total SHIP. Hasil pengujian regresi semuanya signifikan hasil $P < 0,05$ pada tingkat 5%, dengan hasil CR yang memenuhi (Tabel 2)

Tabel 3. Regression Weights: (Group number 1 - Default model) and Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model).

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)		Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
X1	<--- F1 (Faktor Sistemik)	0,005	0,039	-3,718	***	par_22
X2	<--- F1 (Faktor Sistemik)	0,001	0,005	-4,200	***	par_23
X3	<--- F1 (Faktor Sistemik)	0,105	0,083	-4,639	***	par_24
X4	<--- F2 (Faktor Holistik)	0,025	0,032	-3,906	***	par_25
X5	<--- F2 (Faktor Holistik)	0,174	0,048	3,625	***	par_26
X6	<--- F2 (Faktor Holistik)	0,034	0,008	-4,250	***	par_27
X7	<--- F3 (Faktor Interdisipliner)	0,222	0,055	4,026	***	par_28
X8	<--- F3 (Faktor Interdisipliner)	0,055	0,021	-2,619	,010	par_29
X9	<--- F3 (Faktor Interdisipliner)	0,009	0,125	-2,552	,012	par_30
X10	<--- F4 (Faktor Partisipatory)	0,097	0,023	4,217	***	par_31
X11	<--- F4 (Faktor Partisipatory)	0,006	0,197	-1,762	,078	par_32
X12	<--- F4 (Faktor Partisipatory)	0,291	0,065	4,477	***	par_33

Pengaruh Faktor Ergonomi Terhadap Pendampingan Penerapan SHIP Pemberdayaan Masyarakat Pengembangan Wisata Konservasi

Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) yang diterapkan melalui pendekatan metode SHIP pada pendampingan wisata konservasi yang diukur melalui persepsi penerima manfaat pendampingan wisata konservasi secara keseluruhan memberikan hasil yang signifikan sesuai pengujian regresi semuanya signifikan hasil $P < 0,05$ pada tingkat 5%.

Analisis penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi sistemik (X1): Setelah program pendampingan apakah memiliki jaringan pemasaran produk di tingkat lokal, luar kabupaten, luar provinsi dan luar negeri dalam pengembangan wisata memiliki nilai 0,005 oleh karena itu hubungan variabel penerapan ergonomi sistemik (X1) terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi adalah arah positif. Demikian juga penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi sistemik (X2): Setelah program pendampingan apakah Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) merupakan salah satu komponen dalam masyarakat yang memiliki peran mendorong percepatan pengelolaan destinasi wisata Desa Munduk memiliki nilai 0,001 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi sistemik (X3):

Setelah program pendampingan apakah dikembangkannya pariwisata yang berorientasi pada lingkungan alam atau yang kita kenal sebagai ekoturisme atau wisata ekologi bernilai 0,105 atau bernilai positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi.

Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi holistik (X4): Setelah program pendampingan apakah memiliki kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan utama dengan baik (head), keterampilan-keterampilan yang diperlukan (hand), memiliki oleh rasa yang baik (heart), dan kemampuan adaptasi dalam pekerjaan secara baik (humanity) dalam pengelolaan wisata bernilai 0,025 atau bernilai positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi holistik (X5): Setelah program pendampingan apakah Pokdarwis menyadari peran dan tanggung jawabnya sebagai tuan rumah (host) yang baik bagi tamu atau wisatawan yang berkunjung untuk mewujudkan lingkungan dan suasana yang kondusif sebagaimana tertuang dalam slogan Sapta Pesona bernilai 0,174 atau bernilai positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi holistik (X6): Setelah program pendampingan apakah ada komitmen pariwisata berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dengan melibatkan wisatawan ikut menjaga lingkungan bernilai 0,034 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi.

Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Interdisipliner (X7): Setelah program pendampingan apakah memiliki kemampuan berbagi pengetahuan dari luar organisasi kerja untuk menyelesaikan masalah utama dalam bidang pengembangan wisata bernilai 0,222 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Interdisipliner (X8): Setelah program pendampingan apakah Pokdarwis terbuka menerima bimbingan dari seseorang yang sudah sangat menguasai hal-hal tertentu dan membagikan ilmunya dalam pengembangan wisata bernilai 0,055 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Interdisipliner (X9): Setelah program pendampingan apakah konservasi lingkungan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal, pelestarian lingkungan dan pariwisata konservasi bernilai 0,009 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi.

Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Partisipatory (X10): Apakah melibatkan secara aktif semua pihak (desa adat, desa dinas, pengusaha, masyarakat dan perguruan tinggi) dalam pengembangan wisata bernilai 0,097 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Partisipatory (X11): Setelah program pendampingan apakah Pokdarwis melibatkan masyarakat lokal membangun karakter sadar wisata masyarakat di destinasi wisata Desa Munduk melalui berbagai kegiatan Bersama seperti kegiatan peduli lingkungan atau bentuk lainnya bernilai 0,006 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. hal ini mendorong kebiasaan perjalanan dan pariwisata yang pro-lestari dan mendorong penerapan perilaku sadar selama perjalanan untuk bekerja menuju industri pariwisata yang lebih berkelanjutan, yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan komunitas lokal (Gomes and Lopes 2023). Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Partisipatory (X12): Setelah program pendampingan apakah wisatawan mau terlibat dalam upaya konservasi menjaga pelestarian lingkungan dalam bentuk menjaga kebersihan lingkungan, donasi tanaman, atau kegiatan lain yang relevan secara berkesinambungan bernilai 0,291 atau positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan wisata konservasi. Hal ini sesuai dengan penelitian menyimpulkan bahwa peningkatan soft skill dalam perusahaan mendorong penerapan metode manajemen Sumber Daya Manusia Ramah Lingkungan dan rekrutmen/seleksi ramah lingkungan digunakan untuk menarik orang-orang yang memiliki nilai-nilai yang sama selain menumbuhkan kesediaan mereka untuk mengambil bagian dalam pelatihan ramah lingkungan (Farao, Bernuzzi, and Ronchetti 2023). Sesuai dengan hasil penelitian D. Maknun, pariwisata pendidikan secara signifikan mempengaruhi pengembangan pariwisata berkelanjutan (Borak Ali et al. 2021), menjadi salah satu solusi untuk membangun kesadaran dan kepedulian terhadap kelestarian lingkungan (Maknun et al. 2024).

Keterbatasan penelitian ini terlihat pada penerapan pengukurannya, dimana penerapan ergonomi pada pendampingan desa wisata sangat bervariasi menyesuaikan metode pengukuran untuk setiap dimensi dan

indikator keberlanjutan desa wisata. Berdasarkan kendala-kendala tersebut maka penerapan ergonomi total SHIP pada pendampingan mengacu pada kerangka faktor ergonomi (tuntutan tugas, organisasi dan lingkungan) harus dibuat berdasarkan kesesuaian masing-masing tuntutan pendampingan desa wisata, yang selanjutnya akan digabungkan secara keseluruhan sebagai pengembangan desa wisata. Kebijakan-kebijakan baru dapat dikembangkan untuk pengukuran indikator faktor penerapan ergonomi total SHIP dalam kerangka tiga faktor ergonomi yaitu kesesuaian manusia dengan tuntutan tugasnya, organisasi kerja dan lingkungan kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan atas uraian pembahasan analisis Faktor Ergonomi Terhadap Pendampingan Penerapan SHIP Pemberdayaan Masyarakat Pengembangan Wisata Konservasi di Desa Munduk Bali diperoleh simpulan bahwa Penerapan ergonomi total meliputi tiga aspek ergonomi (tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja) terhadap penerapan ergonomi Sistemik, Holistik, Interdisipliner dan Partisipatory memberikan pengaruh positif terhadap pendampingan pemberdayaan masyarakat pengembangan Wisata Konservasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, melalui Direktorat Jendral Pendidikan Vokasi yang telah mendanai kegiatan PIPK Smart Village Desa Wisata Munduk Melalui Pendekatan Ergo-Infokom Untuk Pemulihan Ekonomi Akibat Pandemi Covid-19 Pendekatan Ergo-Infokom Tahun 2022 sampai 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Baloch, Qadar Bakhsh, Syed Naseeb Shah, Nadeem Iqbal, Muhammad Sheeraz, Muhammad Asadullah, Sourath Mahar, and Asia Umar Khan. 2023. "Impact of Tourism Development upon Environmental Sustainability: A Suggested Framework for Sustainable Ecotourism." *Environmental Science and Pollution Research* 30(3):5917–30. doi: 10.1007/s11356-022-22496-w.
- Belsoy, Josphat, Jacqueline Korir, and Jacob Yego. 2012. "Environmental Impacts of Tourism in Protected Areas." *Journal of Environment and Earth Science* 2(10):64–73.
- Bhat, Waseem Ahmad, Zubair Ahmad Dada, and Reyaz Ahmad Qureshi. 2024. "Exploring the Mediating Role of Attitude in the Investigation of Rural Tourism Entrepreneurial Intention among Tourism Students." *Journal of Teaching in Travel & Tourism* 24(1):10–32. doi: 10.1080/15313220.2023.2267488.
- Borak Ali, Md, Md Rahat Tuhin, Md Abdul Alim, Md Masud Rana, Md Rokonuzzaman, and Md Nuruzzaman. 2021. "Education Tourism as a Means of Sustainable Tourism Development: An Empirical Study." *Journal of Marketing* 4.
- Dewantara, I. Made. 2019. "European Tourists' Perceptions of the Quality of Receptionist Services in Munduk Village, Buleleng, Bali." *Journey* 1(2):59–72.
- Eka, Putu, Wirawan Sekolah, Tinggi Pariwisata, and Bali International. 2016. "Characteristics Of Farming And Trekking Tour Packages In North Bali." *JBHOST* 1:339–45.
- Esfandyari, Hossein, Shahla Choobchian, Yadgar Momenpour, and Hossein Azadi. 2023. "Sustainable Rural Development in Northwest Iran: Proposing a Wellness-Based Tourism Pattern Using a Structural Equation Modeling Approach." *Humanities and Social Sciences Communications* 10(1):499. doi: 10.1057/s41599-023-01943-0.
- Farao, Caterina, Chiara Bernuzzi, and Chiara Ronchetti. 2023. "The Crucial Role of Green Soft Skills and Leadership for Sustainability: A Case Study of an Italian Small and Medium Enterprise Operating in the Food Sector." *Sustainability* 15(22):15841. doi: 10.3390/su152215841.
- Gomes, Sofia, and João M. Lopes. 2023. "Insights for Pro-Sustainable Tourist Behavior: The Role of Sustainable Destination Information and Pro-Sustainable Tourist Habits." *Sustainability* 15(11):8856. doi: 10.3390/su15118856.

- Gracia, Gabriela, Alison Guzman, and Linda Forst. 2022. "Design, Implementation and Evaluation of a Participatory Ergonomics Program among Home-Based Mapuche Weavers." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 28(4):2250–61. doi: 10.1080/10803548.2021.2015907.
- Grimbeek, Peter. 1999. "Reasons for Reconsidering Quantitative Research Based on the Use of Likert Scale and Other Social Science Data Sets." *The Australian Educational and Developmental Psychologist* 16(2):89–91. doi: 10.1017/S0816512200027309.
- Han, Kunjing, Yiping Chen, Min Li, and Liping Cui. 2024. "Using a Mixed-Method Approach to Explore the Factors Influencing the Family Resilience of Stroke Survivors in China." *Journal of Multidisciplinary Healthcare* 17:275–87.
- HENDRICK, HAL W. 1991. "Ergonomics in Organizational Design and Management." *Ergonomics* 34(6):743–56. doi: 10.1080/00140139108967348.
- Hitchcock, Michael, and Simone Wesner. 2008. "The 'SHIP' Approach and Its Value as a Community-Based Research Method in Bali, Indonesia." *Current Issues in Tourism* 11(1):84–100. doi: 10.2167/citmp011.0.
- International Ergonomics Association. 2003. "ERGONOMICS INTERNATIONAL The Newsletter of the IEA 75" edited by ANDREW MARSHALL. *Ergonomics* 46(9):977–80. doi: 10.1080/001140130310000118746.
- Kageyu Noro. 2003. "Participatory Ergonomics." Pp. 1–9 in *Occupational Ergonomics: Design and Management of Work Systems*, edited by Waldemar Karwowski and William S. Marras. Boca Raton New York: CRC Press.
- Kajal Gazta. 2018. "Environmental Impact Of Tourism." *AGU International Journal of Professional Studies & Research* 1(6):10–17.
- Karwowski, Waldemar, and William S. Marras. 2003. *Occupational Ergonomics: Design and Management of Work Systems*. Boca Raton New York.
- Kee, Dohyung. 2022. "Participatory Ergonomic Interventions for Improving Agricultural Work Environment: A Case Study in a Farming Organization of Korea." *Applied Sciences (Switzerland)* 12(4). doi: 10.3390/app12042263.
- Li, Xiaoying, and Chen Wang. 2023. "Understanding the Relationship between Tourists' Perceptions of the Authenticity of Traditional Village Cultural Landscapes and Behavioural Intentions, Mediated by Memorable Tourism Experiences and Place Attachment." *Asia Pacific Journal of Tourism Research* 28(3):254–73. doi: 10.1080/10941665.2023.2217959.
- Liu, Chunyan, Xueting Dou, Jiangfeng Li, and Liping A. Cai. 2020. "Analyzing Government Role in Rural Tourism Development: An Empirical Investigation from China." *Journal of Rural Studies* 79:177–88. doi: 10.1016/j.jrurstud.2020.08.046.
- Maknun, Djohar, Jajang Aisyul Muzzaki, Ipin Aripin, and Wawan Darmawan. 2024. "Conservation Education with Religious Values: A Literature Review." *Jurnal Mangifera Edu* 8(2):59–66.
- Mallam, Steven C., Kjetil Nordby, Per Haavardtun, Hanna Nordland, and Tine Viveka Westerberg. 2021. "Shifting Participatory Design Approaches for Increased Resilience." *IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors* 9(2):78–85. doi: 10.1080/24725838.2021.1966131.
- Manuaba, Adnyana. 2006. "Total Approach Is a Must for Small and Medium Enterprises to Attain Sustainable Working Conditions and Environment, with Special Reference to Bali, Indonesia." *Industrial Health* 44:22–26.
- Marshall, Martin N. 1996. *Sampling for Qualitative Research*. Vol. 13.
- Owolabi, H. O., Ayandele, and D. D. Olaoye. 2020. "A Systematic Review Of Structural Equation Model (SEM)." *Open Journals of Educational Development (OJED)* 1(2):27–39.

- Peters, Susan E., Hao D. Trieu, Justin Manjourides, Jeffrey N. Katz, and Jack T. Dennerlein. 2020. "Designing a Participatory Total Worker Health® Organizational Intervention for Commercial Construction Subcontractors to Improve Worker Safety, Health, and Well-Being: The 'Arm for Subs' Trial." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(14):1–15. doi: 10.3390/ijerph17145093.
- Puji Widodo, Handoyo. 2014. "International Journal of Innovation in English Language ... METHODOLOGICAL CONSIDERATIONS IN INTERVIEW DATA TRANSCRIPTION." *International Journal of Innovation in English Language* 3(1):101–7.
- Ryan, Brendan, and John R. Wilson. 2013. "Ergonomics in the Development and Implementation of Organisational Strategy for Sustainability." *Ergonomics* 56(3):541–55. doi: 10.1080/00140139.2012.718372.
- Ryba, Tatiana V., Gareth Wiltshire, Julian North, and Noora J. Ronkainen. 2022. "Developing Mixed Methods Research in Sport and Exercise Psychology: Potential Contributions of a Critical Realist Perspective." *International Journal of Sport and Exercise Psychology* 20(1):147–67. doi: 10.1080/1612197X.2020.1827002.
- Saldarriaga Isaza, Adrián, and Pedro Pablo Salas. 2024. "Community Perception on the Development of Rural Community-Based Tourism amid Social Tensions: A Colombian Case." *Community Development* 55(1):123–37. doi: 10.1080/15575330.2023.2204441.
- Sarbat, Irem, and Seren Oz Mehmet Tasan. 2020. "A Structural Framework for Sustainable Processes in Ergonomics." *Ergonomics* 63(3):346–66. doi: 10.1080/00140139.2019.1641614.
- Shang, Lim Tze. 2020. "A Systematic Approach Of Ergonomics Assessment Tool Selection." Pp. 708–18 in. European Publisher.
- Sukmawati, Sudarmin, and Salmia. 2023. "Development Of Quality Instruments And Data Collection Techniques." 6(1):119–24.
- Taherdoost, Hamed. 2021. "Data Collection Methods and Tools for Research; A Step-by-Step Guide to Choose Data Collection Technique for Academic and Business Research Projects." *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)* 2021(1):10–38.
- Thatcher, Andrew. 2013. "Green Ergonomics: Definition and Scope." *Ergonomics* 56(3):389–98. doi: 10.1080/00140139.2012.718371.
- Thatcher, Andrew, Patrick Waterson, Andrew Todd, and Neville Moray. 2018a. "State of Science: Ergonomics and Global Issues." *Ergonomics* 61(2):197–213. doi: 10.1080/00140139.2017.1398845.
- Thatcher, Andrew, Patrick Waterson, Andrew Todd, and Neville Moray. 2018b. "State of Science: Ergonomics and Global Issues." *Ergonomics* 61(2):197–213. doi: 10.1080/00140139.2017.1398845.
- Ugbebor, J. N., and S. S. Adaramola. 2012. "Evaluating the Effectiveness of Ergonomics Application." Pp. 484–86 in *Work*. Vol. 41.
- Zink, Klaus J., and Klaus Fischer. 2013. "Do We Need Sustainability as a New Approach in Human Factors and Ergonomics?" *Ergonomics* 56(3):348–56. doi: 10.1080/00140139.2012.751456.

UPAYA MENUJU POSTUR AMAN MELALUI EVALUASI *BASELINE RISK IDENTIFICATION OF ERGONOMIC FACTORS* PADA PROSES PENGOLAHAN TEMPE

Studi Kasus di Tempe Barokah Tegal

(Improvement to Encourage Safe Working Posture Among Soybean Processing Workers through BRIEF Evaluation)

Amalia¹, Nia Yunita Listianingrum², Arokib Darjat Saputra³, Felix Christian Santoso⁴, Adelia Hana Kuncoro⁵, Rani Aulia Imran⁶

^{1,2,3,4,5} Universitas Dian Nuswantoro

⁶ Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Nakula I No. 5 – 11, Semarang

E-mail: amalia@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Stasiun kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan gangguan otot rangka dan berpotensi untuk menurunkan produktivitas pekerja, termasuk dalam proses pembuatan tempe yang tidak memperhatikan kaidah ergonomi. Proses produksi tempe 80 kg/hari dilakukan secara manual, khususnya pada tiga proses utama, yakni pengelupasan, pencucian, dan pencampuran kedelai dengan ampas tahu dan ragi. Pada proses ini terdapat keluhan pekerja dan diamati bahwa postur kerja belum memenuhi kaidah ergonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji dan memperbaiki postur kerja yang tidak ergonomis pada pengolahan tempe, agar dapat memaksimalkan kinerja dan keselamatan pekerja. Metode yang digunakan adalah *Baseline Risk Identification of Ergonomic Factor*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengelupasan kedelai memiliki skor 2,43 (sedang), pencucian kedelai 2,27 (sedang), dan pencampuran kedelai 2,26 (sedang). Usulan desain alat bantu diberikan untuk mengurangi Tingkat resiko ergonomi. Alat bantu yang diusulkan mampu menurunkan tingkat resiko sebesar 47%, yakni pada pengelupasan kedelai 1,17 (rendah), pencucian kedelai 1,12 (rendah), dan pencampuran kedelai 1,11 (rendah).

Kata kunci: resiko ergonomi, postur, kerja, *baseline risk identification of ergonomic factor* (BRIEF)

ABSTRACT

In addition to potentially decreasing worker productivity, non-ergonomic workstations might result in musculoskeletal disorders, including in the process of making tempe, which disregards ergonomic standards. Manual labour is used in the 80 kg/day tempe production process, particularly in the three primary steps of peeling, washing, and combining soybeans with tofu pulp and yeast. There were pain complaints during this process, and it was noted that the work posture did not adhere to ergonomic guidelines. The aim of this study are to assess and improve non-ergonomic work postures in tempe processing in order to maximize worker performance and safety. The method used was baseline risk identification for ergonomic factors. The results present that the soybean peeling process had a score of 2.43 (medium), soybean washing 2.27 (medium), and soybean mixing 2.26 (medium). A proposed tool design is given to reduce the ergonomic risk level. The proposed tool is able to reduce the risk level by 47%, namely in soybean peeling 1.17 (low), soybean washing 1.12 (low), and soybean mixing 1.11 (low).

Keywords: ergonomic risk, work posture, *baseline risk identification of ergonomic factor* (BRIEF)

PENDAHULUAN

Sekarmurti (2018) menjelaskan bahwa kebutuhan terhadap kedelai mencapai 2,2 juta ton per tahun, namun hanya kurang lebih 27% saja yang mampu dipenuhi oleh petani lokal. Sebanyak 50% kedelai diolah menjadi tempe. Hal ini membuktikan tempe maupun produk olahan kedelai menjadi produk yang digemari oleh masyarakat (Alvina et al., 2019), rerata konsumsi tempe mencapai 6,45 kg per orang per tahun di Indonesia (Astawan, 2013). Industri tempe menjadi peluang usaha di Indonesia, namun sebagian besar masih dilakukan secara manual atau tradisional, serta skalanya mikro dan industri kecil. Belum seluruh permintaan pasar mampu dipenuhi. Salah satu industri mikro dan kecil yakni UMKM Tempe Barokah Tegal.

Terdapat beberapa proses dalam pengolahan kedelai hingga proses fermentasi menjadi tempe yang memiliki bau yang khas dan berwarna putih (Sekarmurti et al., 2018). UMKM Tempe Barokah Tegal dalam produksinya memerlukan 50 kg kedelai untuk proses produksi tempe per hari. Dalam satu kali proses produksi membutuhkan waktu kurang lebih 3.895 menit atau setara dengan 2 hari 16 jam 55 menit mulai dari pencucian hingga fermentasi kedelai (Listianingrum et al., 2024). Pada UMKM ini terdapat tiga proses utama yang membutuhkan waktu proses yang lama dengan intervensi manusia, yakni proses pengelupasan kedelai, pencucian, dan pencampuran kedelai dengan ampas tahu dan ragi, dengan waktu total yakni 312 menit. Berdasarkan hasil pengamatan pada UMKM, ketiga aktivitas ini memiliki intervensi manusia yang tinggi, dimana pekerja melakukan proses tersebut secara manual, dan diperoleh hasil pengamatan terhadap postur yang kurang tepat. Pada produksi tempe terdapat aktivitas yang kurang tepat seperti pengangkatan dengan beban berat, gerakan dengan postur janggal yang berulang, bahkan aktivitas membungkuk (Ningtyas & Amaliah, 2023).

Sikap atau postur ketika seseorang melakukan aktivitas atau pekerjaan menggunakan beberapa posisi seperti berdiri, membungkuk, duduk, jongkok, menekuk, maupun posisi lain baik yang normal maupun janggal. Aktivitas manual dan postur yang salah dapat mengakibatkan kelelahan (Afandy & Nurhidayat, 2022; Mahmoud et al., 2019; Wong et al., 2006), Postur tubuh yang tidak tepat pada saat bekerja dapat menimbulkan keluhan atau nyeri pada bagian tubuh. Aktivitas pemindahan material secara manual ketika membawa beban melebihi 20 kg atau batas yang diizinkan, dan dengan postur yang membungkuk, dapat menyebabkan kelelahan pada pekerja, bahkan beresiko menimbulkan *keluhan musculoskeletal disorder* (MSDs) berupa rasa nyeri pada bagian tubuh (Hartvigsen et al., 2018; Agustin & Darajatun, 2023; Jazeela, 2023). MSDs adalah adanya gangguan ataupun keluhan yang dirasakan baik yang terasa ringan, maupun terasa sakit atau nyeri dengan Tingkat tinggi pada daerah sistem otot rangka meliputi sendi, saraf, otot, dan tulang belakang yang diakibatkan pekerjaan yang tidak alamiah atau janggal (Tarwaka, 2015). Pekerja tempe melakukan posisi duduk yang salah data beresiko nyeri punggung (Sejati, 2019). Untuk mengidentifikasi keluhan rasa sakit atau ketidaknyamanan yang berhubungan dengan sistem otot rangka dapat dilakukan survey menggunakan *Nordic Body Map / NBM* (Setyanto et al., 2015; Pratama et al., 2017; Saleh, 2017; Wijaya, 2019; Zulmuis et al., 2020; Dewi, 2020; Amalia et al., 2021; Amalia & Jannah, 2024). NBM merupakan metode penilaian subyektif yang sederhana dan mudah diinterpretasikan.

Penelitian mengenai evaluasi ergonomi telah menjadi fokus perhatian dan terdapat berbagai metode yang dapat digunakan, misalnya *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), *Ovako Working Posture Analysis* (OWAS), *Job Strain Index* (JSI), *Workplace Ergonomic Risk Assessment* (WERA), *Quick Exposure Check* (QEC), *Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors* (BRIEF), dan masih banyak lagi. Beberapa penelitian pada industri tempe dilakukan untuk mengevaluasi potensi bahaya ergonomi. Pada Ningtyas dan Amaliah (2023), penelitian studi kasus di PRIMKOPTI menggunakan pendekatan REBA dan OWAS yang menunjukkan perlu tindakan perbaikan pada proses pengolahan tempe mencakup pengambilan kedelai, pengayakan, penyaringan, pencucian kedelai, bahkan pembuangan air sisa pencucian dari kedelai. Penelitian lainnya mengenai postur kerja pada penyimpanan tempe yang menimbulkan ketidaknyamanan pekerja, dianalisis menggunakan metode REBA (Hamdi et al., 2013). Penelitian Syahputra et al. (2023) melakukan evaluasi ergonomi pada proses pengolahan tempe di UD Mawar Sari menggunakan JSI dan WERA, dan diperoleh hasil terdapat risiko berbahaya pada penggilingan dan pembungkusan. Belum ada penelitian pada pekerja tempe menggunakan metode BRIEF, beberapa penelitian menggunakan metode ini yakni pada pengrajin ukiran kartu dalam menganalisis hubungan keluhan dengan faktor risiko ergonomi (Antyesti et al., 2020); panalisi postur di industri pengolahan kayu (Siska et al., 2019); analisis pada pekerjaan dokter gigi (Sawitri & Mulyono, 2019); dan evaluasi Tingkat risiko pada proses pengisian ulang air galon (Anggraeni et al., 2023).

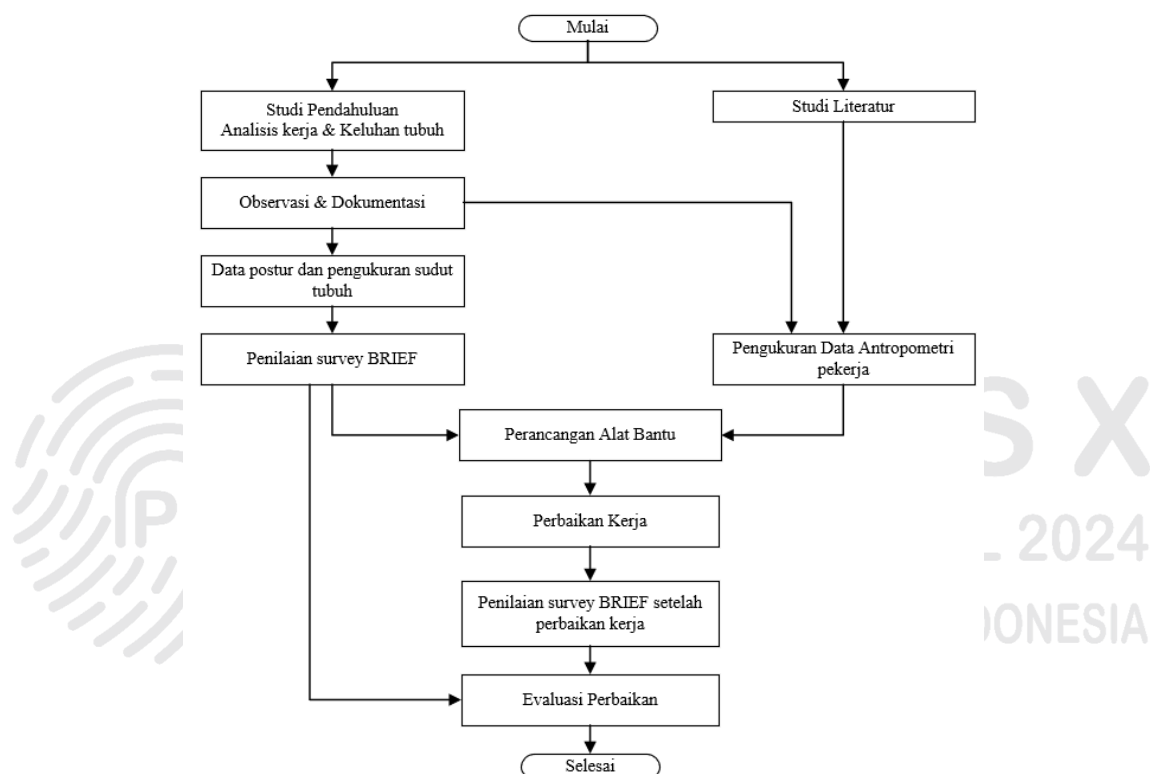
Hasil pengamatan pada UMKM Tempe Barokah, keluhan pekerja diidentifikasi terdapat keluhan nyeri pada beberapa bagian tubuh yakni punggung, leher bagian bawah, bahu dan betis. Aktivitas manual banyak dilakukan terutama pada stasiun kerja pengelupasan, pencucian, dan pencampuran kedelai. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi ergonomi mengenai tingkat resiko bahaya akibat aktivitas pekerjaan yang dilakukan menggunakan metode BRIEF. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi risiko ergonomi pada pekerja pengolahan tempe dan memberikan perbaikan untuk mengurangi tingkat risiko.

METODE

Objek penelitian yakni UMKM Tempe Barokah Tegal yang merupakan sentra produksi tempe di Desa Mejasem, Kabupaten Tegal. UMKM ini telah berdiri sejak tahun 1998 dan dikelola dari generasi ke generasi, namun skala masih mikro. Pekerja UMKM ini terdiri dari 3 orang yakni 2 orang pekerja tetap, dan 1 orang pekerja harian lepas. Proses produksi dilakukan setiap hari dimana jam kerja efektif UMKM tersebut yaitu 5 jam dalam sehari. Seluruh pekerjaan masih mengandalkan kerja manual.

Metode BRIEF merupakan metode yang digunakan untuk menilai tingkat risiko ergonomi yang berpotensi menimbulkan MSDs maupun *Cummulative Trauma Disorders* (CTD). Menurut Sudiarto (2021), dalam penilaian BRIEF, beberapa faktor yang diperhatikan yakni postur, beban, durasi, dan frekuensi, dimana postur yang dikaji pada bagian pergelangan tangan, siku, bahu, punggung, leher, maupun kaki. Tiga langkah dalam penilaian metode BRIEF yaitu penilaian faktor risiko ergonomi di lingkungan kerja, survey gejala dan hasil pemeriksaan medis. Penilaian mengacu pada checklist BRIEF, kemudian dinilai. Kategori penilaian tingkat resiko berdasarkan skor yakni skor 0 dan 1 resiko rendah; skor 2 resiko medium; serta skor 3 dan 4 resiko tinggi (Tamara et al, 2018)

Teknik pengumpulan data yang digunakan yakni melalui pengisian kuesioner NBM, observasi dan pengambilan dokumentasi foto dan video untuk pengukuran risiko, serta wawancara untuk menggali informasi mendalam baik terkait keluhan tubuh, aktivitas kerja, maupun kebutuhan perbaikan kerja. Stasiun kerja yang diamati yaitu 3 (tiga) stasiun kerja, yaitu pengelupasan, pencucian, dan pencampuran kedelai. Stasiun kerja ini kemudian diuraikan lagi untuk setiap aktivitasnya. Hasil penilaian metode BRIEF menjadi basis dalam perbaikan kerja. Perbaikan kerja diimplementasikan dan dievaluasi dalam pengurangan tingkat risiko.



Gambar 1. Alur Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian BRIEF pada Stasiun Kerja Pengelupasan Kedelai

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pada 3 (tiga) stasiun kerja, yakni (a) pengelupasan kedelai; (b) pencucian kedelai; dan (c) pencampuran kedelai. Pada stasiun kerja pengelupasan kedelai terdiri aktivitas yaitu: mengambil ember, mengambil kedelai, mengambil air dan menginjak kedelai. Uraian rinci keempat aktivitas tersebut sebagai berikut:

1. Mengambil dan meletakkan ember, yakni mengambil ember dan meletakkan ember dengan langkah kaki sebanyak 5-7 dan keadaan membungkuk untuk mengambil dan meletakkan ember, kegiatan ini dilakukan sebanyak 6 kali perulangan
2. Mengambil dan menuang kedelai, yaitu mengambil kedelai dan menuang ke ember dengan langkah kaki sebanyak 3-4 dan keadaan membungkuk untuk meletakkan kedelai, kegiatan ini dilakukan sebanyak 3-5 kali perulangan dalam 1 ember
3. Mengambil dan menuang air, yaitu mengambil air dan menuangnya sebanyak 7-11 kali dengan keadaan membungkuk dalam 1 ember (1 ember = 1 kali proses pengelupasan);
4. Menginjak Kedelai, yaitu menginjak kedelai dengan keadaan berdiri dan membungkuk dilakukan sebanyak 40-50 kali

Sebelum menilai risiko, dilakukan pengukuran sudut tubuh pekerja ketika beraktivitas. Berdasarkan hasil pengukuran, mengambil air (149°). Sudut tubuh bagian belakang yang lebih dari 20° termasuk dalam postur tubuh bungkuk. Nilai tertinggi berada pada aktivitas mengambil kedelai. Pekerja mengambil kedelai dimana kedelai diletakkan di lantai. Kriteria ini menandakan, perlu perbaikan, terutama pada postur kerja membungkuk.

Tabel 1. Penilaian BRIEF pada Proses Pengelupasan Kedelai.

Aktivitas	Tangan & Perg.		Siku		Bahu		Leher	Pung gung	Kaki	Keterangan	
	R	L	R	L	R	L				Score	Risk
Mengambil ember	2	2	3	3	3	3	3	3	2	Score	2,67
	M	M	H	H	H	H	H	H	M	Risk	M
Meletakkan ember	2	2	3	3	3	3	3	3	2	Score	2.67
	M	M	H	H	H	H	H	H	M	Risk	M
Mengambil kedelai	3	3	3	3	3	3	3	3	1	Score	2.78
	H	H	H	H	H	H	H	H	R	Risk	M
Menuangkan kedelai	3	2	3	2	3	2	3	3	1	Score	2.44
	H	M	H	M	H	M	H	H	R	Risk	M
Mengambil air	3	0	3	2	3	2	3	3	2	Score	2.33
	H	L	H	M	H	M	H	H	M	Risk	M
Menuangkan air	3	0	3	2	3	2	3	3	1	Score	2.22
	H	R	H	M	H	M	H	H	R	Risk	M
Menginjak kedelai (berdiri)	3	0	2	2	3	3	3	3	2	Score	2.00
	H	L	M	M	H	H	H	H	M	Risk	M
Menginjak kedelai (membungkuk)	3	0	2	3	3	2	3	3	2	Score	2.33
	H	L	M	H	H	M	H	H	M	Risk	M
Total										Score	2.43
										Risk	M

Keterangan: R = *Right* / Kanan; L = *Left* / kiri; M = *Medium* / Sedang; H = *High* / Tinggi

Penilaian BRIEF pada Stasiun Kerja Pencucian Kedelai

Pada stasiun kerja pencucian kedelai terdiri dari aktivitas yaitu mengambil ember, mengambil air, mengambil kedelai, mengaduk kedelai, membuang air. Aktivitas tersebut memiliki rincian sebagai berikut:

1. Mengambil dan meletakkan ember, yakni mengambil dan meletakkan ember untuk mencuci dengan langkah kaki sebanyak 7-10 dalam keadaan membungkuk.
2. Mengambil Air, yakni mengambil dan menuang air dengan langkah kaki sebanyak 3-4 dalam keadaan membungkuk, dan dilakukan sebanyak 18-22 kali.
3. Mengambil Kedelai, yakni mengambil dan menuang kedelai kedalam 6 ember dengan langkah kaki sebanyak 3-4 dalam keadaan membungkuk
4. Mengaduk Kedelai, yakni mengaduk kedelai dengan keadaan membungkuk sebanyak 7-10 kali;
5. Membuang Air, membuang air bekas pencucian sebanyak 18-22 kali dengan keadaan membungkuk

Tabel 2. Penilaian BRIEF pada Proses Pencucian Kedelai.

Aktivitas	Tangan & Perg.		Siku		Bahu		Leher	Pung gung	Kaki	Keterangan	
	R	L	R	L	R	L				Score	Risk
Mengambil ember	2	2	3	3	3	3	3	3	2	Score	2.26
	M	M	H	H	H	H	H	H	M	Risk	M
Meletakkan ember	2	2	3	3	3	3	3	3	2	Score	2.26
	M	M	H	H	H	H	H	H	M	Risk	M
Mengambil air	3	3	2	3	3	2	3	3	1	Score	2.55
	H	H	M	H	H	M	H	H	R	Risk	M
Menuangkan air	3	3	2	3	3	2	3	3	1	Score	2.55
	H	H	M	H	H	M	H	H	R	Risk	M
Mengambil Kedelai	3	3	4	4	4	4	3	3	1	Score	3.22
	H	H	H	H	H	H	H	H	R	Risk	H
Menuangkan kedelai	4	4	4	4	4	4	3	3	1	Score	3.44
	H	H	H	H	H	H	H	H	R	Risk	H
Mengaduk kedelai	2	2	3	3	2	2	3	3	2	Score	2.44
	M	M	H	H	M	M	H	H	M	Risk	M
										Score	3.11

Aktivitas	Tangan & Perg.		Siku		Bahu		Leher	Pung gung	Kaki	Keterangan	
	R	L	R	L	R	L				Score	Risk
Buang air bekas cuciian	H	H	H	H	M	M	H	H	M	Risk	H
Total										Score	2.27
Total										Risk	M

Keterangan: R = Right / Kanan; L = Left / kiri; M = Medium / Sedang; H = High / Tinggi

Berdasarkan hasil penilaian BRIEF, skor total untuk aktivitas pencucian kedelai sebesar 2,27 dengan interpretasi bahaya medium / sedang. Nilai tertinggi berada pada aktivitas membuang air bekas pencucian kedelai dengan nilai skor 3,11 yang berarti beresiko tinggi. Pekerja membungkuk dan memiringkan ember yang berisi air dan kedelai (pada Gambar 2).



Gambar 2. Risiko Tinggi pada Aktivitas Pembuangan Air Pencucian.

Penilaian BRIEF pada Stasiun Kerja Pencampuran Kedelai

Pada Stasiun kerja pencampuran kedelai terdiri dari aktivitas yaitu: mengambil ember, mengambil ampas tahu, mengambil ragi, mengaduk kedelai. Aktivitas tersebut memiliki rincian sebagai berikut:

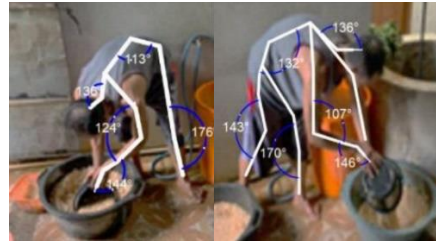
1. Mengambil kedelai, yaitu mengambil dan meletakkan kedelai 6 ember yang telah bersih dengan langkah kaki sebanyak 16-20 dalam keadaan membungkuk
2. Mengambil Ampas Tahu, yaitu mengambil dan menaruh ampas tahu dengan langkah kaki sebanyak 3-4 lalu mencampurkannya sebanyak 2-3 kali dengan keadaan membungkuk.
3. Mengambil Ragi, yaitu mengambil dan meletakkan ragi dengan langkah kaki sebanyak 3-4 lalu mencampurkannya dengan keadaan membungkuk.
4. Mengaduk ragi, yakni mengaduk dengan tangan dan berjongkok agar kedelai tercampur dengan ragi dan ampas tahu.

Tabel 3. Penilaian BRIEF pada Proses Pencampuran Kedelai.

Aktivitas	Tangan & Perg.		Siku		Bahu		Leher	Pung gung	Kaki	Keterangan	
	R	L	R	L	R	L				Score	Risk
Mengambil kedelai	3	3	3	3	3	3	3	3	2	Score	3.22
	H	H	H	H	H	H	H	H	M	Risk	H
Menuang kedelai	3	2	2	3	3	2	3	3	1	Score	2.44
	H	M	M	H	H	M	H	H	L	Risk	M
Mengambil ampas tahu	3	2	2	3	3	2	3	3	1	Score	2.44
	H	M	M	H	H	M	H	H	L	Risk	M
Menuang ampas tahu	3	2	2	3	3	2	3	3	1	Score	2.44
	H	M	M	H	H	M	H	H	L	Risk	M
Mengambil ragi	2	2	1	2	1	1	1	2	1	Score	1.44
	M	M	L	M	L	L	L	M	L	Risk	L
Menuang ragi	2	2	1	2	1	1	1	2	1	Score	1.44
	M	M	L	M	L	L	L	M	L	Risk	L
Mengaduk ragi	3	2	3	2	3	2	3	3	1	Score	2.44
	H	M	H	M	H	M	H	H	R	Risk	M
Total										Score	2.26
Total										Risk	M

Keterangan: R = Right / Kanan; L = Left / kiri; M = Medium / Sedang; H = High / Tinggi

Berdasarkan hasil penilaian BRIEF, skor total untuk aktivitas pencampuran kedelai sebesar 2,26 dengan interpretasi bahaya medium / sedang. Nilai tertinggi berada pada aktivitas mengambil kedelai dengan nilai skor 3,22 yang berarti beresiko tinggi. Pekerja membungkuk untuk mengambil kedelai untuk proses berikutnya (pada Gambar 3). Hal ini memerlukan perbaikan segera.



Gambar 3. Risiko Tinggi pada Aktivitas Pengambilan Kedelai untuk Proses Pencampuran dengan Ragi.

Perancangan Perbaikan Kerja

Berdasarkan penilaian BRIEF, terdapat aktivitas yang memiliki risiko tinggi pada proses pencucian (3,11) pada Tabel 2 dan pencampuran kedelai (3,22) pada Tabel 3. Pada proses pengelupasan (Tabel 1) nilai resiko masuk kategori medium, namun pada pengukuran pada bagian, bahu kanan, leher dan punggung memiliki nilai tinggi. Aktivitas membungkuk dan berulang berpotensi mengalami MSDs dimana pekerja mengeluhkan rasa sakit pada bagian punggung, leher bagian bawah, bahu, hingga kaki, sehingga diperlukan perbaikan sesegera mungkin. Perbaikan yang direkomendasikan yakni berupa penyediaan alat bantu yang ergonomis berupa teknologi tepat guna multiguna untuk pengelupasan, pencucian, sekaligus pencampuran. Rancangan dibuat dengan mempertimbangkan antropometri pekerja untuk ketinggian permukaan tong setelah dinaikkan di atas rangka. Pembuatan rangka bertujuan untuk disediakan ruang untuk pembuangan air pada bagian bawah. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 4. Data antropometri Indonesia.

Dimensi yang diukur	Pekerja			rerata	Persentil	Pertimbangan Penggunaan	Usulan ukuran
	1	2	3				
Tinggi siku berdiri	103	104	102	103	P5 th = 101,36	Tinggi permukaan tong ditambah alas rangka dari lantai, P5 th sehingga pekerja terkecil tetap nyaman dalam menggunakan, dikurangi dengan pertimbangan pekerjaan ringan 5 - 10 cm di bawah siku berdiri.	92 cm

Sumber: pengolahan data



Gambar 4. Tampilan Rancangan Alat Bantu.

Penilaian Risiko Ergonomi Setelah Perbaikan Kerja

Alat bantu kerja dibuat dan diimplementasikan di UMKM Tempe Barokah. Evaluasi dilakukan dengan metode BRIEF pada proses pengelupasan, pencucian, dan pencampuran kedelai setelah menggunakan alat bantu yang dirancang. Dengan adanya alat bantu, maka aktivitas kerja mengalami perubahan. Pada stasiun kerja pengelupasan mencakup memasukkan air pada tong, memasukkan kedelai di tong, menghidupkan mesin, membuka keran air, dan menutup keran air setelah selesai. Pada stasiun kerja pencucian, terdiri dari aktivitas memasukkan air, menyalakan mesin, mematikan mesin, penirisan (membuka keran air). Pada stasiun kerja

pencampuran kedelai, mencakup aktivitas menyalakan mesin, mengambil ampas tahu dan ragi, mematikan mesin. Beberapa aktivitas mengalami perubahan sehingga, aktivitas pembuangan air cucian tidak perlu menuang dengan membungkuk, namun membuka keran bagian bawah, mengaduk kedelai dilakukan dengan bantuan mesin, tidak perlu ada aktivitas memindahkan kedelai ketika akan pencampuran dengan ragi, pengadukan juga dilakukan dengan bantuan mesin. Perbandingan nilai BRIEF sebelum dan setelah penggunaan alat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 5. Implementasi Alat Bantu Pengelupasan, Pencucian, dan Pencampuran Kedelai.

Tabel 4. Perbandingan Nilai BRIEF Sebelum dan Sesudah Perbaikan Kerja.

Stasiun Kerja	Sebelum		Sesudah	
	score	risk	score	risk
Pengelupasan Kedelai	2,43	Medium	1,28	low
Pencucian Kedelai	2,27	Medium	1,11	Low
Pencampuran Kedelai	2,26	Medium	1,12	low

Sumber: pengolahan data

Berdasarkan hasil perhitungan akhir, postur tubuh pekerja memiliki tingkat risiko yang rendah, yakni 1,28 pada proses pengelupasan, 1,11 pada proses pencucian, dan 1,12 pada proses pencampuran. Dengan alat bantu dapat menurunkan risiko kerja dan keluhan. Tingkat risiko terhadap cedera MSDs,

KESIMPULAN

Pada penilai risiko ketiga stasiun memiliki tingkat risiko medium, dan terdapat aktivitas membungkuk berulang yang menimbulkan keluhan bagi pekerja. Penyediaan alat bantu kerja berfungsi untuk mengurangi risiko cedera tulang belakang, dengan memperbaiki postur pekerja dimana meminimalkan aktivitas membungkuk. Perbaikan postur kerja dengan metode BRIEF pada proses pengelupasan, pencucian, dan pencampuran didapatkan skor sebesar 2.32 (Medium), dan turun sebesar 47 % setelah adanya alat bantu kerja yaitu rerata sebesar 1.13 (Rendah). Penurunan skor risiko dapat berdampak terhadap kesehatan dan kenyamanan pekerja,

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, E. F., & Darajatun, R. A. (2023). Analisis Postur Kerja Pekerja Gudang Barang Jadi Menggunakan Metode Ovako Work Posture Analysis System (OWAS) di PT Victorindo Kimiatama. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 4(01). <https://doi.org/10.35261/gijtsi.v4i01.8843>
- Ahmad Afandy & Asep Endih Nurhidayat. (2022). Pengukuran risiko musculoskeletal disorders pada kegiatan manual material handling menggunakan metode SOFI dan OWAS di PT. XYZ. *JENIUS : Jurnal Terapan Teknik Industri*, 3(2). <https://doi.org/10.37373/jenius.v3i2.306>
- Alvina, A., Hamdani, D. H., & Jumiono, A. (2019). PROSES PEMBUATAN TEMPE TRADISIONAL. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 1(1). <https://doi.org/10.30997/jiph.v1i1.2004>
- Amalia, A., Tjahyono, R., Jazuli, J., & Syamwil, R. (2021). Work Posture Evaluation on Ergonomic “Colet” Workbench Design in Batik Coloring Process using Rapid Entire Body Assessment and Nordic Body Map. *OPSI*, 14(2). <https://doi.org/10.31315/opsi.v14i2.5302>
- Anggraeni, I., Khotimah, K., Putri, D. O., Erliana, K., Kautsar, F., Hariyanto, S., Fajar, A., Putra, P., & Anwar, H. (2023). Analisis Risiko Cedera Pada Pekerja Pengisian Ulang Air Galon Menggunakan Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors Survey 1*. *Journal of Industrial View*, 05.

- Antyesti, A. D., Nugraha, M. H. S., Griadhi, I. P. A., & Saraswati, N. L. P. G. K. (2020). Hubungan Faktor Resiko Ergonomi Saat Bekerja Dengan Keluhan Muskuloskeletal Pada Pengrajin Ukiran Kayu Di Gianyar. *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*, 8(2). <https://doi.org/10.24843/mifi.2020.v08.i02.p09>
- Astawan, M. (2013). Jangan Takut Makan Enak, Sehat dengan Makanan Tradisional Jilid 2. In *Buku Kompas*.
- Dewi, N. F. (2020). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Nordic Body. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2), 125–134.
- Hamdi, N., Bhirawa, W. T., Arianto, B., Supriyanto, E. (2013). Perancangan Rak Tempe Yang Ergonomi Dengan Pendekatan REBA (Rapid Entire Body Assesment). *Jurnal TeknikIndustri*, 12(2). <https://doi.org/10.35968/jtin.v12i2.1165>
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., Underwood, M., Buchbinder, R., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., van Tulder, M., Anema, J. R., Chou, R., ... Woolf, A. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 391(10137). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X)
- Jannah, V. N., Amalia (2024). Evaluasi Resiko Ergonomi Postur Pekerja Pencelupan Batik Menggunakan Rapid Upper Limb Assessment dan Quick Exposure Check di UKM Batik Pasha. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 11(1), 135. <https://doi.org/10.24853/jisi.11.1.135-144>
- Jazeela, A. (2023). Impact of work and working conditions on low back pain among fisher women: A cross sectional study in Trivandrum. *Population Medicine*, 5. <https://doi.org/10.18332/popmed/164925>
- Listianingrum, N.Y., Amalia, A. D. Saputra, F. C. Santoso. (2024). Indirect Measurement of Existing Work Processes and Tempe Production Improvements using the Maynard Operation Sequence Technique Method. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi: Tekinfo*, 12(2), <https://doi.org/10.31001/tekinfo.v12i2.2371>
- Mahmoud, N. F., Hassan, K. A., Abdelmajeed, S. F., Moustafa, I. M., & Silva, A. G. (2019). The Relationship Between Forward Head Posture and Neck Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 12(4). <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09594-y>
- Ningtyas, D. R., & Amaliah, R. (2023). Intervensi Ergonomi pada Pengrajin Tempe dengan Pendekatan REBA dan OWAS (Studi Kasus di PRIMKOPTI Jakarta Selatan). *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 7(1). <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v7i1.2148>
- Nur Syahputra, M. A., Zakaria, M., & Erliana, C. I. (2023). Analisis Risiko Ergonomi Di UD.Mawar Sari. *Industrial Engineering Journal*, 12(1). <https://doi.org/10.53912/iej.v12i1.1102>
- Pratama, P., Tannady, H., Nurprihatin, F., Ariyono, H. B., & Sari, S. M. (2017). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Quick Exposure Check dan Nordic Body Map. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri*, 11(1), 13–21.
- Saleh, A. R. (2017). Rancang Bangun Mesin Pengiris Ubi Kayu menggunakan Pendekatan Nordic Body Map (NBM) dan Pendekatan Antropometri. *Jurnal TIN Universitas Tanjungpura*, 11–15.
- Sawitri, M. R., & Mulyono, M. (2019). ANALISIS RISIKO PADA PEKERJAAN DOKTER GIGI DI KABUPATEN DAN KOTA PROBOLINGGO. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 8(1). <https://doi.org/10.20473/ijosh.v8i1.2019.29-37>
- Sejati, S. (2019). Hubungan Posisi Duduk Terhadap Kejadian Nyeri Punggung Pada Pekerja Di Sentra Industri Tempe Wilayah Kedungsari Kota Magelang. *Jurnal Kesehatan*, 17(1).
- Sekarmurti, P. K., Prastiwi, W. D., & Roessali, W. (2018). Preferensi penggunaan kedelai pada industri tempe dan tahu di Kabupaten Pati. *Jurnal Sungkai*, 6(1).
- Setyanto, N. W., Efranto, R., Lukodono, R. P., & Dirawidya, A. (2015). Ergonomics analysis in the scarfing process by owas, nios and nordic body map' s method at slab steel plant' s division. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(3), 1086–1093.
- Siska, M., Rizki, W. D., & Taslim, R. (2019). Perbaikan Postur Kerja Manual Material Handling Menggunakan Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors (BRIEF) Survey di PT. IPKR KM. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI)*, 11.
- Sudiarto, A. (2021). Penerapan Metode BRIEF survey dan PLIBEL checklist Untuk Mengurangi Bahaya Ergonomi Pada Stasiun Kerja Di PT. SOEN PERMATA. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, 2(2).

- Tamara, D. M., Achiraeniwati, E., & Rezeki, Y. S. (2018). Perancangan Fasilitas Kerja Ergonomis pada Stasiun Kerja Pengeleman untuk Mengurangi Resiko Musculoskeletal Disorders (MSDs). *Prosiding Teknik Industri*, 4(2).
- Wijaya, K. (2019). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Pekerja Konveksi Sablon Baju. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 1.
- Wong, T. F. Y., Chow, D. H. K., Holmes, A. D., & Cheung, K. M. C. (2006). The feasibility of repositioning ability as a tool for ergonomic evaluation: Effects of chair back inclination and fatigue on head repositioning. *Ergonomics*, 49(9). <https://doi.org/10.1080/00140130600577460>
- Zulmuis, Sujana, I., & Yopa Eka Prawatya. (2020). Rancang Bangun Alat Cetak Bata Beton Dengan Menggunakan Metode Nordic Body Maps (Nbm) Dan Pendekatan Anthropometri. *Jurnal Teknik Industri UNTAN*, 4, 1–6.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

PENINGKATAN BUDAYA KESELAMATAN BERBASIS KONSEPSI SAFETY-II MENGUNAKAN SAFETY MODEL CANVAS (SMC)

*The Improvement of Safety Culture Based on Safety-II Conception
Using Safety Model Canvas (SMC)*

Adithya Sudiarno^{1,2}, Rico Feryanto¹, Anny Maryani¹, Sri Gunani Partiw¹

¹Departemen Teknik Sistem dan Industri, FT-IRS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

²Dewan K3 Provinsi Jawa Timur, Indonesia

Gedung Teknik Sistem dan Industri, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya

E-mail: adithya_sudiarno@ie.its.ac.id / adithya.sudiarno@gmail.com

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bukan hanya kebutuhan industri semata, namun K3 juga dibutuhkan institusi pendidikan maupun institusi pemerintah. Untuk melindungi para pekerja dari kecelakaan kerja, diperlukan sebuah peningkatan budaya keselamatan sebagai salah satu aspek dalam mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Penelitian ini ditujukan untuk mengukur dan mengevaluasi budaya keselamatan yang ada pada institusi pemerintah berbasis konsepsi *Safety-II* dengan menggunakan *Safety Model Canvas (SMC)*. Pengukuran budaya keselamatan pada penelitian ini memiliki fokus pada 7 dimensi SMC yang secara total meliputi 28 item pertanyaan. Tujuh dimensi SMC yang menjadi fokus pada penelitian ini yaitu *Organizational Learning, Commitment, Leadership, Responsibility, Competence, Engagement & Involvement, dan Information & Communication*. Pengukuran dilakukan melalui penyebaran kuesioner. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai budaya keselamatan pada obyek amatan ialah sebesar 2,99 yang berada pada level *reactive*. Setelah itu, dilakukan identifikasi permasalahan menggunakan *Pareto Analysis* dan *Root Cause Analysis (RCA)*, sehingga didapatkan tiga permasalahan utama budaya keselamatan pada obyek amatan. Berdasarkan nilai budaya keselamatan yang diperoleh tersebut, *pareto analysis*, dan *RCA*, dilakukan penyusunan rekomendasi penguatan budaya K3. Rekomendasi perbaikan yang disusun untuk meningkatkan budaya keselamatan diantaranya meliputi *safety patrol, evaluasi bulanan K3, sistem rewarding & punishment, safety talk, pelatihan K3, dan pembuatan safety apps platform*.

Kata kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Budaya Keselamatan, *Safety-II*, *Safety Model Canvas (SMC)*.

ABSTRACT

Occupational Safety and Health (OSH) is not only an industrial need, but OSH is also needed by educational institutions and government institutions. To protect workers from work accidents, an increase in safety culture is needed as one aspect to prevent work accidents. This study aims to measure and evaluate the safety culture in government institutions based on the Safety-II concept using the Safety Model Canvas (SMC). The measurement of safety culture in this study focuses on 7 dimensions of SMC which in total include 28 question items. The seven dimensions of SMC that are the focus of this research include Organizational Learning, Commitment, Leadership, Responsibility, Competence, Engagement & Involvement, and Information & Communication. Measurements were made by distributing questionnaires. The measurement results showed that the safety culture value at the observation object was 2.99 which was at the reactive level. After that, problem identification was carried out using Pareto Analysis and Root Cause Analysis (RCA), so that three main problems of safety culture were obtained at the observation object. Based on the safety culture value obtained, Pareto analysis, and RCA, recommendations were made to strengthen the safety culture. Recommendations for improvement prepared to improve safety culture include safety patrols, monthly OSH evaluations, rewarding & punishment systems, safety talks, OSH training, and the creation of safety apps platforms.

Keywords: *Occupational Safety and Health (OSH), Safety Culture, Safety-II, Safety Model Canvas (SMC)*

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan hal penting yang tidak hanya perlu diterapkan di lingkungan perusahaan semata, namun juga penting bagi lingkungan institusi pendidikan maupun institusi pemerintah. Hal tersebut menjadi penting karena dampak dari kecelakaan tidak hanya merugikan karyawan, tetapi juga berdampak pada institusi baik secara langsung maupun tidak langsung (Saputro, 2015; Önen, 2016). Mekanisme penanganan masalah K3 dan pengendalian potensi bahaya harus mengikuti pendekatan sistem, yaitu dengan menerapkan

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) (Zhixin, Jingzhen, & Lihua, 2013). SMK3 ialah bagian dari sistem manajemen suatu perusahaan atau institusi yang ditujukan untuk mengendalikan risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja agar tercipta tempat kerja yang aman, efisien dan produktif. Ketentuan mengenai penerapan SMK3 diatur dalam PP No 50 Tahun 2012, bahwa kewajiban perusahaan yang harus menerapkan SMK3 bercirikan memperkerjakan pekerja/buruh paling sedikit 100 orang atau mempunyai tingkat potensi bahaya tinggi. Institusi pendidikan atau pemerintah sejatinya juga termasuk yang wajib menerapkan SMK3 (Taylor, 2010), terutama yang memiliki ciri sesuai dengan PP 50 Tahun 2012.

Penerapan SMK3 pada institusi pemerintah yang menjadi obyek amatan pada penelitian ini lebih relevan jika menggunakan acuan kepada konsepsi *Safety-II* dibandingkan dengan *Safety-I*, mengingat risiko yang dihadapi tidak sebesar yang dihadapi oleh perusahaan manufaktur, tambang, minyak dan gas, dan berbagai perusahaan berisiko tinggi lainnya. Penerapan SMK3 baik di perusahaan maupun di institusi pemerintah pada dasarnya akan tergantung kepada karakteristik para pekerjanya serta manajemen institusi masing-masing. Faktor budaya keselamatan juga sangat berperan penting untuk dapat menerapkan SMK3 secara komprehensif. Budaya keselamatan atau *safety culture* ialah sebuah nilai-nilai tentang keselamatan yang dianut bersama antar anggota organisasi mengenai apa yang penting, keyakinan tentang bagaimana melakukan sesuatu di dalam organisasi, dan interaksi nilai dan keyakinan tersebut dengan sistem organisasi, yang secara bersama-sama menghasilkan norma perilaku bekerja dengan selamat pada suatu perusahaan (Guldenmund, 2000; Baram & Schoebel, 2007; Cooper, 2016).

Safety Model Canvas (SMC) merupakan sebuah model baru yang dikembangkan untuk menggambarkan kondisi keselamatan dalam praktik suatu organisasi dengan menggunakan pendekatan kerangka berfikir dari *business model canvas* (Sudiarno, et al., 2021; Sudiarno-a, 2024). Berdasarkan berbagai uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa penerapan SMK3 tidak hanya penting bagi perusahaan semata, namun juga sangat penting bagi suatu institusi pemerintah. Penelitian ini ditujukan untuk mengukur *safety culture maturity* yang ada pada suatu institusi pemerintah menggunakan konsepsi *Safety-II*. Kemudian, berdasarkan index *safety culture maturity* yang diperoleh tersebut akan disusun rekomendasi kebijakan penguatan budaya keselamatan bagi institusi tersebut.

METODE

Penentuan Responden Penelitian

Penentuan responden penelitian dilakukan berdasarkan triangulasi sumber. Responden penelitian merupakan seluruh pegawai instansi pemerintah obyek amatan yang terbagi menjadi Pimpinan Unit, Pimpinan Sub-unit, dan staff. Jumlah responden penelitian ini adalah 100 orang.

Pengumpulan Data Kuantitatif

Pengumpulan data kuantitatif dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner. Berdasarkan investigasi awal terhadap kesesuaian antara obyek amatan dengan SMC dan kebutuhan lapangan, maka kuesioner yang dipergunakan terdiri dari 28 item pertanyaan. Dalam penelitian ini, 28 item pertanyaan yang ada tersebut memiliki fokus untuk merepresentasikan 7 dimensi pada SMC dan menggunakan pendekatan konsepsi *Safety-II*. Pertanyaan kuesioner juga mempertimbangkan 3 aspek *safety culture*.

• Penentuan Dimensi Safety Culture

Penentuan dimensi budaya keselamatan dilakukan berdasarkan *Safety Model Canvas* yang dalam penelitian ini mengambil fokus kepada 7 buah dimensi keselamatan dan kesehatan (Zhixin, Jingzhen, & Lihua, 2013; Sudiarno-a, 2024). Deskripsi dimensi yang akan digunakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Dimensi pada SMC

Dimensi	Deskripsi	Referensi
<i>Organizational Learning</i> (OL)	Merupakan proses pembelajaran organisasi yang memiliki fokus pada pemahaman aspek-aspek praktik, pelaporan, budaya, dan kesalahan/ kecelakaan terdahulu yang tidak ingin terulang kembali.	(Cooper-a, 2000)
<i>Commitment</i> (CO)	Merupakan dukungan seluruh elemen perusahaan terhadap aspek K3, yang dibuktikan meliputi perencanaan, prioritas, training, audit, penghargaan, investasi, prosedur, pembentukan tim, dll. Kesadaran dan kejujuran akan	(Cooper-a, 2000)

Dimensi	Deskripsi	Referensi
	komitmen dalam praktiknya lebih baik daripada sebuah pernyataan yang hanya tertulis dalam kertas tentang komitmen K3.	
<i>Leadership (L)</i>	Merupakan gaya kepemimpinan yang memberikan pengaruh besar terhadap performansi K3 pekerja dibawah kepemimpinannya, yang dibuktikan dengan konsistensi dalam penerapan dan perilaku K3 dalam praktik lapangan.	(Lingard, Zhang, Harley, Blismas, & Wakefield, 2014)
<i>Responsibility (R)</i>	Merupakan tingkat tanggung jawab atas tugas yang dibebankan, yang ditandai dengan adanya rasa kepedulian dan perhatian dalam menjaga keselamatan dan kesehatan diri maupun lingkungan sekitar (termasuk orang lain) di tempat kerja.	(Lingard, Zhang, Harley, Blismas, & Wakefield, 2014)
<i>Competence (C)</i>	Merupakan kemampuan setiap karyawan dalam mengelola dan melakukan eksekusi pekerjaan di area kerja sesuai dengan job description yang diberikan dengan memperhatikan keselamatan kerja.	(Filho, Andrade, & Marinho, 2010)
<i>Engagement and Involvement (E)</i>	Merupakan bentuk partisipasi seluruh elemen perusahaan yang aktif dalam memberikan umpan balik tentang K3, dapat berupa keterlibatan dalam proses pengambilan keputusan, perencanaan K3, dan sumbangsih ide perbaikan.	(Filho, Andrade, & Marinho, 2010)
<i>Information and Communication (I)</i>	Merupakan kesadaran, perhatian, dan kesediaan dalam memberikan informasi dan mengkomunikasikan berbagai issue yang berkaitan dengan K3.	(Filho, Andrade, & Marinho, 2010)

• *Penentuan Aspek Safety Culture*

Terdapat 3 aspek dalam budaya keselamatan yang diadopsi oleh penelitian ini, diantaranya *physiological aspect*, *behavioral aspect*, dan *situational aspect* (Cooper-a, 2000). Item pertanyaan kuesioner yang sebelumnya disusun menggunakan 7 dimensi SMC akan dipetakan/ dipadankan menggunakan sudut pandang 3 aspek tersebut dalam rangka memastikan/ memvalidasi bahwa cakupan item pertanyaan sudah komprehensif. Tabel 2 berikut menjelaskan deskripsi aspek yang digunakan.

Tabel 2. Deskripsi Aspek *Safety Culture*

Aspek	Definisi	Referensi
<i>Psychological</i>	Sebuah entitas yang ada pada manusia yang menggambarkan tentang nilai, sikap, dan persepsi responden mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (<i>how the people feels?</i>).	
<i>Behavioral</i>	Sebuah entitas yang ada pada manusia yang menggambarkan tentang tindakan dan perilaku responden mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (<i>what the people do?</i>).	(Cooper-a, 2000; Cooper, 2016)
<i>Situational</i>	Sebuah entitas yang ada pada manusia yang menggambarkan tentang apa yang dimiliki oleh perusahaan (<i>what the organization has?</i>).	

• *Penentuan Parameter Penilaian Safety Culture*

Penentuan parameter penilaian *safety culture* dilakukan berdasarkan *Safety Culture Maturity Model*. Model tersebut memiliki lima level penilaian tingkat kematangan yang berbeda dalam penerapan *safety culture* organisasi. Tujuan dari pengukuran *safety culture* menggunakan parameter *safety maturity level* (Eeckelaert, Starren, Scheppingen, Fox, & Brück, 2011; Behari, 2018; Bascompta, Sanmiquel, Vintró, Rossell, & Costa, 2018; Sudiarno-a, 2024). Parameter penilaian *safety culture* terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Parameter Penilaian pada SMC.

Level	Deskripsi	Ciri-Ciri
1 <i>Pathological</i>	Perusahaan tidak melakukan apapun terkait upaya pengelolaan K3.	Tidak ada yang peduli dengan keselamatan selama perusahaan tidak bermasalah dengan hukum.
2 <i>Reactive</i>	Tindakan pengelolaan K3 hanya dilakukan apabila telah terjadi kecelakaan sehingga tidak ada pengelolaan untuk pencegahan terjadinya kecelakaan.	Perusahaan merasa K3 adalah hal yang penting dan melakukan banyak hal setiap kali mengalami kecelakaan.
3 <i>Calculative</i>	Tindakan pengelolaan K3 sudah mulai dijalankan namun kesadaran mengenai K3 masih terdapat pada pihak manajemen dan belum mengarah pada pekerja	Perusahaan memiliki sistem untuk mengelola bahaya, namun keterlibatan para pekerja belum nampak.
4 <i>Proactive</i>	Tindakan pengelolaan K3 telah dijalankan sebelum muncul kecelakaan dan melibatkan pekerja dalam pengelolaannya	Perusahaan mencoba mengantisipasi masalah keselamatan sebelum muncul.
5 <i>Sustainable</i>	Tindakan pengelolaan K3 telah menjadi bagian yang melekat dan menjadi budaya di perusahaan. perusahaan akan selalu merasa kurang terkait kondisi K3 perusahaan dan terus melakukan perbaikan dalam pengelolaan K3.	Perusahaan memegang prinsip bahwa K3 adalah cara terbaik dalam menjalankan bisnis, serta melakukan secara sistematis dan evaluasi berkala untuk meningkatkan performansi.

• *Penggunaan Konsepsi Safety-II*

Pada konsepsi *Safety-II* tujuan utamanya bukan hanya mengeliminasi suatu risiko, tetapi tentang bagaimana cara terbaik untuk mengembangkan potensi organisasi dalam merespon, memantau, mempelajari dan mengantisipasi segala sesuatu (Hollnagel, 2014; Sudiarno-a, 2024). Penggunaan konsepsi *Safety-II* ini sesuai jika digunakan pada perusahaan / institusi yang memiliki risiko rendah, karena dengan menggunakan kerangka berfikir *Safety-II* dapat memfokuskan apa yang sudah berjalan baik akan menjadi selamanya tetap baik atau dapat menjadi lebih baik. Berikut ini merupakan contoh penerapan konsepsi *Safety-II* pada kuesioner

Tabel 4. Contoh Penerapan Konsepsi *Safety-II* Pada Item Kuesioner

No	Pertanyaan <i>Safety-I</i>	Pertanyaan <i>Safety-II</i>
1	Berdasarkan kenyataan yang ada di area kerja selama ini, bagaimana tanggapan Anda ketika melihat perilaku rekan kerja Anda yang berbahaya/membahayakan?	Berdasarkan kenyataan yang ada di area kerja selama ini, apakah terdapat program yang progressif dalam mencegah terjadinya kecelakaan dan <i>nearmiss incident</i> ?
2	Berdasarkan kenyataan yang ada di area kerja, apakah pimpinan memberikan hukuman kepada pekerja yang melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan SOP?	Pada kenyataannya, apakah pimpinan/atasan menyiapkan deskripsi pekerjaan dengan jelas yang berkaitan dengan tanggungjawab, tugas, posisi pekerjaan, dan kompetensi yang dipersyaratkan?
3	Berdasarkan kondisi di area kerja, apakah pimpinan/atasan fokus mencari penyebab kecelakaan, bukan orang yang bersalah, ketika suatu kecelakaan kerja terjadi?	Berdasarkan pelaksanaan operasional di area kerja, apakah pimpinan/atasan telah melakukan perencanaan program dan alokasi anggaran K3 di area pekerjaan Anda?

Identifikasi Permasalahan *Safety Culture*

Langkah-langkah identifikasi permasalahan *safety culture* yang dihadapi oleh obyek amatan meliputi identifikasi masalah utama dan identifikasi akar penyebab masalah. Untuk menyederhanakan pembahasan pada artikel ini, maka identifikasi masalah utama dilakukan dengan menggunakan analisis Pareto. Penggunaan analisis Pareto dapat membantu dalam memprioritaskan masalah yang akan diselesaikan dengan menunjukkan faktor yang paling

sering terjadi (Joshi & Kadam, 2014). Pada tahap identifikasi akar penyebab masalah utama, metode yang digunakan adalah *Five Whys* yang merupakan metode sistematis dalam memecahkan masalah melalui hubungan sebab akibat (Serrat, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas

Berdasarkan hasil uji validitas dengan menggunakan *software SPSS*, keseluruhan total pertanyaan (28 pertanyaan) dinyatakan valid dan dapat dilanjutkan pada pengolahan data berikutnya. Uji Validitas ditunjukkan untuk menunjukkan derajat ketepatan antara data yang sesungguhnya terjadi pada objek dengan data yang dapat dikumpulkan oleh peneliti (Joshi & Kadam, 2014).

Uji Reliabilitas

Berdasarkan hasil uji reliabilitas menggunakan *software SPSS*, didapatkan bahwa seluruh item pertanyaan telah reliabel dan dapat dilakukan proses pengolahan data berikutnya. Jika instrumen pengukuran reliabel maka akan berdampak pada semakin konsistennya hasil pengukuran ulang terhadap kelompok subyek yang sama, artinya kapanpun alat penilaian tersebut digunakan akan memberikan hasil yang relatif sama.

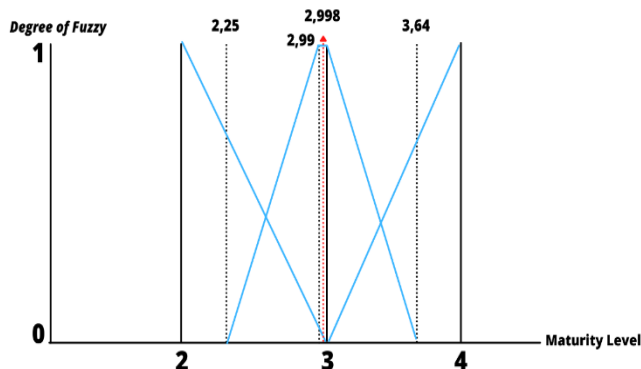
Perhitungan Safety Culture Maturity Level

Perhitungan *safety culture maturity level* dilakukan pada setiap dimensi SMC menggunakan nilai rata-rata hasil penyebaran kuesioner. Hasil perhitungan setiap dimensi dan institusi secara keseluruhan terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan *Safety Culture Maturity Level*

Dimensi	Maturity Level	Keterangan
<i>Organizational Learning (OL)</i>	2.5	<i>Reactive</i>
<i>Commitment (CO)</i>	2.6	<i>Reactive</i>
<i>Leadership (L)</i>	3.0	<i>Calculative</i>
<i>Responsibility (R)</i>	3.3	<i>Calculative</i>
<i>Competence (C)</i>	2.6	<i>Reactive</i>
<i>Engagement and Involvement (E)</i>	3.4	<i>Calculative</i>
<i>Information and Communication (I)</i>	2.9	<i>Reactive</i>
Maturity Level Obyek Amatan	2.9	Reactive

Berdasarkan tabel 5 tersebut, diketahui bahwa nilai *safety culture maturity level* untuk institusi pemerintah yang menjadi obyek amatan ialah sebesar 2.9 atau berada pada level *Reactive*. Namun hasil tersebut merupakan hasil numerik, dimana nilai *safety culture maturity level* tersebut memiliki *range* skala 1 sampai dengan 5. Dalam perhitungan numerik data, terdapat kecenderungan nilai terhadap batasan bawah maupun batasan atas yang tidak dapat diketahui, sehingga nilai tidak dapat ditentukan secara akurat. *Triangular Fuzzy Number (TFN)* ialah sebuah metode yang dapat digunakan dalam menentukan kecenderungan nilai terhadap batasan bawah ataupun batasan atasnya. Penelitian ini menggunakan metode TFN pada nilai aspek dengan 5 tingkat.

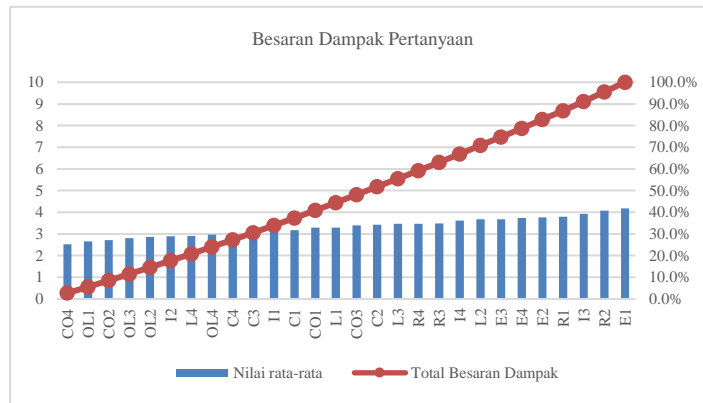


Gambar 1. Perhitungan *Safety Culture Maturity Level* Menggunakan TFN

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa nilai *safety culture maturity level* obyek amatan ialah sebesar 2.998 atau berada pada level *reactive*. Selanjutnya dilakukan proses pengidentifikasian masalah.

Identifikasi Masalah *Safety Culture*

Pada analisis Pareto akan didapatkan masalah utama *safety culture* berdasarkan besaran dampak yang dihasilkan item pertanyaan terhadap keseluruhan hasil *safety culture maturity level* obyek amatan. Hasil Pareto terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Permasalahan *Safety Culture* Obyek Amatan

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa 20% penyebab permasalahan rendahnya *safety culture* obyek amatan berhubungan dengan 7 item pertanyaan yaitu CO4, OL1, CO2, OL3, OL2, I2 dan L4. Untuk mempermudah penjelasan dan analisa, maka permasalahan yang memiliki keterkaitan selanjutnya akan dikategorikan menjadi tiga buah masalah utama yang terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Masalah Utama *Safety Culture Maturity Level*

No. Item Pertanyaan	Masalah Utama
CO4, OL1, OL2	Kurangnya <i>awareness</i> pimpinan/ atasan terhadap aspek keselamatan di unit kerja
CO2, L4	Pimpinan/ Atasan belum maksimal dalam melakukan motivasi kepada karyawan terkait aspek keselamatan
OL3, I2	Informasi dan komunikasi terkait aspek keselamatan belum dapat diperoleh secara merata

Tahap selanjutnya ialah melakukan identifikasi akar penyebab masalah berdasarkan tiga masalah utama yang sudah didapatkan tersebut dengan menggunakan *Five Whys*. Contoh beberapa identifikasi akar penyebab masalah *safety culture* secara umum terdapat pada Tabel 7 sampai Tabel 9.

Tabel 7 RCA Kurangnya *Awareness* Pimpinan/Atasan Terhadap Aspek Keselamatan di Unit Kerja

Kurangnya <i>awareness</i> pimpinan/atasan terhadap aspek keselamatan di unit kerja		
WHY1	Masih minimnya kepedulian pimpinan/atasan terkait pentingnya aspek keselamatan	Berorientasi pada target operasional
WHY2	Pimpinan/Atasan masih kurang mengetahui kondisi di unit kerja secara langsung	Adanya tuntutan untuk menyelesaikan pekerjaan tepat waktu
WHY3	Manajemen tidak secara langsung turun ke unit kerja melihat kondisi secara langsung	Tidak ada teguran jika melakukan <i>unsafe action</i> dan/atau <i>unsafe behavior</i>

Kurangnya *awareness* pimpinan/atasan terhadap aspek keselamatan di unit kerja

WHY4	Manajemen kurang mengetahui terkait peranan pimpinan dalam penerapan K3 di unit Kerja	Tidak adanya kebijakan dalam memberikan hukuman bagi pelanggar
WHY5	Tidak adanya program terjadwal dan terukur untuk peranan pimpinan dalam penerapan K3	-

Tabel 8 RCA Pimpinan / Atasan Belum Maksimal dalam Melakukan Motivasi Kepada Pekerja Terkait Aspek Keselamatan

Pimpinan / atasan belum maksimal dalam melakukan motivasi kepada pekerja terkait aspek keselamatan

WHY1	Tidak adanya komitmen yang tinggi dari Pimpinan / Atasan terkait aspek keselamatan di lingkungan kerja	Karyawan merasa kegiatan K3 yang masih sedikit
WHY2	Pimpinan / Atasan merasa bahwa pekerja sudah terbiasa dengan pekerjaan harian	Kurangnya <i>awareness</i> terhadap risiko bahaya pekerjaan
WHY3	Kurangnya <i>awareness</i> terhadap risiko kemungkinan bahaya yang terjadi	Tidak adanya kegiatan terjadwal dan terukur yang dilakukan untuk mengevaluasi kegiatan dalam 1 bulan terakhir terkait K3
WHY4	Tidak adanya program terjadwal dan terencana untuk meningkatkan pengetahuan serta <i>awareness</i> pekerja	-
WHY5	-	-

Tabel 9 RCA Informasi dan Komunikasi Terkait Aspek Keselamatan Belum Maksimal

Informasi dan Komunikasi terkait aspek keselamatan belum maksimal

WHY1	Informasi mengenai kecelakaan kerja tidak dapat diketahui oleh seluruh unit kerja	Pekerja hanya melaporkan kecelakaan kerja tanpa melaporkan kegiatan <i>nearmiss</i>	Diskusi khusus terkait K3 hanya dilakukan apabila terjadi kecelakaan kerja
WHY2	Tidak adanya <i>update</i> data secara <i>realtime</i> mengenai kecelakaan kerja	Karena pekerja merasa <i>nearmiss</i> tidak merugikan pekerja	Merasa bahwa kegiatan dikusi mengenai K3 tidak terlalu diperlukan
WHY3	Belum adanya <i>platform</i> yang memfasilitasi informasi mengenai kecelakaan kerja	Kurangnya sosialisasi terkait pentingnya pelaporan <i>unsafe action</i> dan <i>unsafe condition</i>	Kurangnya sosialisasi mengenai pentingnya diskusi mengenai K3
WHY4	-	Tidak adanya kewajiban pelaporan <i>nearmiss</i>	Tidak ada program terukur dan terencana mengenai K3
WHY5	-	-	-

Penyusunan Rekomendasi Perbaikan

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan perbaikan Budaya K3 berbasis konsepsi *Safety-II* menggunakan *Safety Model Canvas* untuk suatu institusi pemerintah yang menjadi obyek amatan. Berdasarkan hasil yang didapatkan, diketahui bahwa penerapan budaya K3 yang dimiliki ialah sebesar 2.9 atau berada pada level *reactive* menuju *proactive*. Proses identifikasi penyebab rendahnya *safety culture*, digali berdasarkan item kuesioner dengan menggunakan prinsip pareto melalui FGD, dimana pada prinsip pareto menyatakan bahwa 80% efek dari suatu permasalahan disebabkan oleh 20% penyebab. Sehingga dari hasil identifikasi menggunakan FGD, didapatkan bahwa terdapat 7 item pertanyaan yang menjadi fokus obyek amatan dalam meningkatkan nilai *safety culture*

maturity level. Item pertanyaan tersebut ialah item pertanyaan CO4, OL1, CO2, OL3, OL2, I2, dan L4.

Pada item pertanyaan CO4, permasalahan yang didapatkan ialah karyawan menganggap bahwa pimpinan/atasan lebih memprioritaskan target operasional dibandingkan dengan aspek keselamatan. Permasalahan tersebut muncul karena tidak adanya program terjadwal dan terukur untuk peranan pimpinan dalam penerapan K3 di unit kerja. Untuk mengatasi hal tersebut, FGD menyimpulkan perlu dibuat sebuah program kerja yang diberi nama dengan *safety patrol*. *Safety patrol* merupakan inspeksi yang dilakukan oleh tim yang ditetapkan atau dilakukan oleh pimpinan secara langsung (Widajati, Ernawati, & Martiana, 2017).

Pada item pertanyaan OL1, permasalahan yang ditemui ialah pimpinan/atasan belum memiliki rencana jangka panjang dan matang terkait pengelolaan K3. Permasalahan ini timbul karena tidak adanya kegiatan terjadwal dan terukur yang dilakukan untuk mengevaluasi kegiatan dalam 1 bulan terakhir terkait dengan K3. Dalam menjawab permasalahan tersebut diperlukan sebuah kegiatan yang terukur dan terjadwal mengenai evaluasi penerapan K3 di unit kerjanya. Program Evaluasi K3 merupakan hal penting dalam melindungi tenaga kerja dari risiko bahaya kecelakaan pada saat bekerja yang dapat mengakibatkan kehilangan nyawa dan kerugian material.

Pada item pertanyaan CO2, permasalahan yang ditemukan ialah belum adanya sistem *reward and punishment* di obyek amatan, hal tersebut juga dikonfirmasi langsung oleh pihak pengelola K3 selaku unit yang bertanggung jawab dalam pengimplementasian K3 di institusi pemerintah tersebut. Dalam menjawab akar penyebab tersebut diperlukan sebuah sistem *reward* dan *punishment*. *Punishment* yang diberikan kepada pekerja akan menimbulkan rasa yang tidak menyenangkan, hal tersebut bertujuan agar pekerja tidak melakukan kesalahan yang sama berulang. Sedangkan untuk pekerja yang memiliki kinerja yang baik dalam rangka menerapkan K3 di unit kerja, patut diberikan apresiasi dan hadiah dengan diterapkannya sistem *reward* (Ibrar & Khan, 2015).

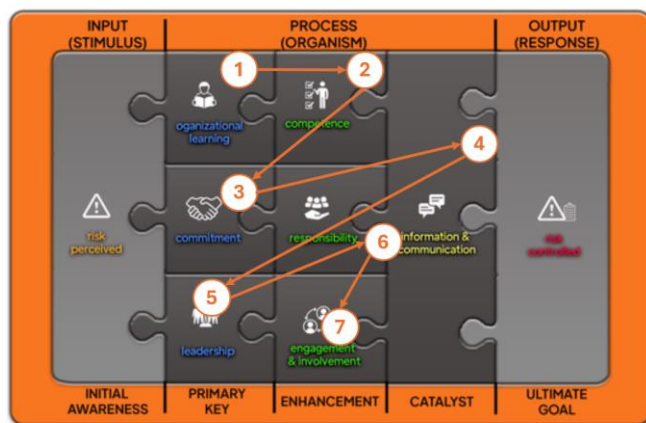
Pada item pertanyaan OL3, permasalahan yang ditemukan ialah kegiatan diskusi tentang perlunya pengelolaan K3 hanya dilakukan ketika setelah terjadi kecelakaan. Permasalahan tersebut timbul dikarenakan masih belum adanya program terukur dan terencana mengenai diskusi terkait K3. Dalam mengatasi masalah tersebut dibutuhkan sebuah program terjadwal dan terukur mengenai diskusi K3 yang diberi nama dengan *Safety Talk*. *Safety talk* merupakan sebuah upaya pencegahan kecelakaan kerja dengan cara memberikan edukasi mengenai K3 (Mahyuni, Yustina, & Sudaryati, 2017).

Pada item pertanyaan OL2, didapatkan permasalahan yaitu pembaharuan SOP dilakukan hanya apabila terdapat temuan yang membahayakan. Akar permasalahan dari masalah tersebut ialah tidak adanya kegiatan terjadwal yang dilakukan untuk mengevaluasi penerapan K3. Dalam menjawab permasalahan tersebut diperlukan sebuah kegiatan yang terukur dan terjadwal mengenai evaluasi penerapan K3 di unit kerjanya. Penerapan K3 merupakan hal yang sangat penting dalam melindungi tenaga kerja dari risiko bahaya kecelakaan pada saat bekerja yang dapat mengakibatkan kehilangan nyawa dan kerugian material.

Pada item pertanyaan I2, didapatkan permasalahan bahwa informasi kecelakaan hanya diketahui oleh pimpinan/atasan, belum ada pembaharuan informasi secara *real time* untuk seluruh unit kerja. Akar dari permasalahan ini ialah belum adanya *platform* yang memfasilitasi informasi mengenai kecelakaan kerja. Dalam menjawab permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah sistem informasi terintegrasi mengenai K3.

Pada item pertanyaan L4 mengenai “Berdasarkan kondisi yang ada di area kerja, apakah pimpinan unit memberikan orasi/pidato K3 (*safety speech, paging system, daily quotes, dll*) ke seluruh karyawan/pekerja?). Dalam item pertanyaan tersebut diketahui bahwa permasalahan yang terjadi ialah orasi/pidato mengenai K3 belum dilakukan secara intens. Dalam mengatasi masalah tersebut dibutuhkan sebuah program terjadwal dan terukur mengenai diskusi K3 yang diberi nama dengan *Safety Talk*. *Safety talk* merupakan sebuah upaya pencegahan kecelakaan kerja dengan cara memberikan edukasi mengenai K3 (Mahyuni, Yustina, & Sudaryati, 2017).

Berikut ini merupakan gambaran *big picture* secara lebih lengkap terkait perbaikan budaya keselamatan berbasis konsepsi *Safety-II* menggunakan SMC yang dihasilkan pada penelitian ini. Prioritas diurutkan dari dimensi SMC yang memiliki nilai terendah hingga nilai terbesar. Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa dimensi *organizational learning* menjadi dimensi dengan prioritas utama untuk diberikan perbaikan karena memiliki nilai *safety culture maturity level* paling rendah, yaitu sebesar 2.5 (*reactive*).



Rekomendasi terkait dimensi "OL"

- Evaluasi bulanan K3
- *Safety Talks*

Rekomendasi terkait dimensi "C":

- Pelatihan K3

Rekomendasi terkait dimensi "CO"

- *Safety patrol*
- *Reward and Punishment*
- Pelatihan K3

Rekomendasi terkait dimensi "I":

- *Pembuatan safety apps platform*

Rekomendasi terkait dimensi "L":

- *Safety talks*

Rekomendasi terkait dimensi "R":

- *Reward and Punishment*

Rekomendasi terkait dimensi "E":

- *Safety talks*
- *Safety patrol*

Gambar 3. Rekomendasi Perbaikan berdasarkan *Safety Model Canvas*

(<https://bandarsafety.com/smc>)

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Instrumen pengukuran *safety culture maturity level* pada obyek amatan melibatkan 28 item pertanyaan dengan fokus terhadap 7 dimensi SMC, yaitu *Organizational Learning*, *Commitment*, *Leadership*, *Responsibility*, *Competence*, *Engagement & Involvement*, dan *Information & Communication*.
2. Hasil pengukuran *safety culture maturity level* pada institusi pemerintah yang menjadi obyek amatan ialah sebesar 2,9. Nilai tersebut menunjukkan *safety culture* institusi berada pada kategori *reactive*. Pada hasil pengukuran *safety culture maturity level* tiap dimensi, dimensi *engagement & Involvement* memiliki nilai terbesar dengan nilai 3,4 dan dimensi *organizational learning* memiliki nilai paling rendah dengan nilai sebesar 2,5.
3. Rekomendasi yang diberikan dalam rangka peningkatan budaya keselamatan diantaranya ialah *safety patrol*, evaluasi bulanan K3, sistem *rewarding & punishment*, *safety talk*, pelatihan K3, dan pembuatan *safety apps platform*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih atas dukungan dari Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITS dalam pelaksanaan penelitian ini dengan nomor kontrak 1349/PKS/ITS/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Behari, N. (2018). Assessing Process Safety Culture Maturity for Specialty Gas Operations: A Case Study. *Process Safety and Environmental Protection*, 1-10.
- Baram, M. S., & Schoebel, M. (2007). Safety Culture and Behavioral Change at The Workplace. *Safety Science*, 631-636.
- Bascompta, M., Sanmiquel, L., Vintró, C., Rossell, J. M., & Costa, M. (2018). Safety culture maturity assessment for mining activities in South America. *Work*, 125 – 133.

- Cooper, D. (2016). *Cooper, D., 2016. Navigating the Safety Culture Construct : A Review of the Evidence*. B-Safe Management Solutions Inc..
- Cooper-a, M. D. (2000). Towards a model of safety culture. *Safety Science*, 111-136.
- Eeckelaert, L., Starren, A., Scheppingen, A. v., Fox, D., & Brück, C. (2011). *Occupational Safety and Health Culture Assessment : A Review of Main Approaches and Selected Tools*. Luxembourg: EU-OSHA : Publications Office of the European Union.
- Filho, A. P., Andrade, J. C., & Marinho, M. M. (2010). A safety culture maturity model for petrochemical companies in Brazil. *Safety Science*, 615-624.
- Guldenmund, F. W. (2000). The Nature of Safety Culture : a Review of Theory and Research. *Safety Science*, 215-257.
- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management*. Farnham Surrey, England: Ashgate Publishing, Ltd.
- Ibrar, M., & Khan, O. (2015). The Impact Of Reward On Employee Performance (A Case Study Of Malakand Private School). *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, 95-103.
- Joshi, A., & Kadam, P. (2014). An Application Of Pareto Analysis And Cause Effect Diagram For Minimization Of Defects In Manual Casting Process. *International Journal of Mechanical And Production Engineering*, 36-40.
- Lingard, H., Zhang, R., Harley, J., Blismas, N., & Wakefield, R. (2014). *Health and Safety Culture*. Australian Constructors Association.
- Mahyuni, E. L., Yustina, I., & Sudaryati, E. (2017). Safety Talk and Check to Prevent Pesticide Toxicity Among Farmer. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)* , 293-298.
- Önen, V. (2016). Aviation Safety Culture Measurement Model Fit Validation Of A Survey For The Aviation Maintenance Repair Organizations. *International Journal of Research - GRANTHAALAYAH*, 59-79.
- Saputro , A. M. (2015). *Evaluasi Dan Perbaikan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) Dalam Upaya Meningkatkan Safety Behavior Pekerja (Studi Kasus PT. PAL Indonesia)*. Surabaya: ITS.
- Serrat, O. (2017). The Five Whys Technique. Dalam O. Serrat, *Knowledge Solutions, Tools, Methods, and Approaches to Drive Organizational Performance* (hal. 307-310).
- Sudiarno, A., Diartiwi, S. I., Dewi, R. S., Zulqornain, M. R., Susanti, M., Hermawan, E., . . . Feryanto, R. (2021). Health and safety implementation in Indonesia and risk of COVID-19. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 68~76.
- Sudiarno-a, A. (2024). *Faktor Manusia pada Sistem Keselamatan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Taylor, J. B. (2010). *Safety Culture: Assessing and Changing the Behaviour of Organisation*. Farnham Surrey: Gower Publishing Limited.
- Widajati, N., Ernawati, M., & Martiana, T. (2017). Effect Of The Role Of Safety Officer On Compliance To Occupational Safety And Health (OSH) Among Outsourcing Workers In Company X, Surabaya. *Folia Medica Indonesiana*, 131-138.
- Zhixin, L., Jingzhen, X., & Lihua, Z. (2013). Analysis on Influencing Factors of Community Safety Culture Based on the Structural Equation Model. *Cross-Cultural Communication-CS Canada*, 1-4.

EVALUASI SISTEM INFORMASI *HALAL FOOD TRACER* UNTUK MENINGKATKAN USABILITAS SISTEM MENGGUNAKAN IMPLEMENTASI MODEL ISO 25023

(*Evaluation of The Halal Food Tracer Information System to Improve System Usability Using Implementation of The ISO 25023 Model*)

Aries Susanty¹, Albila Ababil Ramadhani^{2,*}

*Penulis Korespondensi

E-mail: ariessusanty@gmail.com; lbilaramadhani9@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan populasi Muslim yang pesat telah meningkatkan permintaan produk dan layanan halal di berbagai sektor. Namun, tantangan seperti kontaminasi silang dan penipuan sertifikasi halal tetap ada, yang mengancam integritas rantai pasok bahan pangan halal. *Halal Food Tracer*, sebuah sistem informasi berbasis *website* yang dikembangkan oleh mahasiswa Universitas Diponegoro, berfungsi untuk memfasilitasi pertukaran informasi terkait produk halal dan memantau kepatuhan halal dari hulu ke hilir. Untuk menjamin kesuksesan sistem maka perlu dilakukan evaluasi untuk menilai kualitas sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kualitas sistem dari segi ketergunaan (*Usability*). Data dikumpulkan melalui metode user testing dan kuesioner berbasis model ISO/IEC 25023. Data kemudian diolah menggunakan teknik regresi linier berganda. Berdasarkan analisis yang dilakukan ditemukan tingkat usabilitas sistem, yang dinilai dengan tingkat kepuasan pengguna (*Satisfaction*), sudah cukup baik dengan nilai 3,61 dari 5,00. Selain itu, variabel *User Interface Aesthetics*, *Accessibility*, dan *User Error Protection* merupakan empat variabel dengan pengaruh paling tinggi dengan koefisien regresi masing-masing sebesar 0.316, 0.2293 dan 0,150. Adapun prioritas perbaikan disarankan dilakukan pada variabel *Accessibility*.

Kata kunci: Evaluasi usabilitas, ketelusuran halal, ISO 25023

ABSTRACT

[*Evaluation of the Halal Food Tracer Information System to Enhance System Usability Using the Implementation Of The ISO 25023 Model*] The rapid growth of the Muslim population has increased the demand for halal products and services across various sectors. However, challenges such as cross-contamination and halal certification fraud persist, threatening the integrity of the halal food supply chain. *Halal Food Tracer*, a web-based information system developed by students at Diponegoro University, facilitates the exchange of halal product information and monitors compliance from upstream to downstream. To ensure the system's success, an evaluation is necessary to assess its quality. This study aims to evaluate the system's *Usability*. Data were collected through user testing and questionnaires based on the ISO/IEC 25023 model and analyzed using multiple linear regression techniques. The analysis revealed that the system's *Usability*, measured by user *Satisfaction*, was relatively good, with a score of 3.61 out of 5.00. Additionally, the variables *User interface aesthetics*, *Accessibility*, and *User error protection* had the highest impact, with regression coefficients of 0.316, 0.229, and 0.150, respectively. It is recommended to prioritize improvements in the *Accessibility* variable.]

Keywords: Usability evaluation, halal traceability system, ISO 25023

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan populasi Muslim telah meningkatkan permintaan terhadap produk dan layanan halal di berbagai sektor seperti makanan, minuman, kosmetik, dan farmasi. Namun, pertumbuhan ini juga membawa tantangan, terutama dalam menjaga integritas rantai pasok bahan pangan halal. Risiko seperti kontaminasi silang, penyembelihan yang tidak sesuai syariah (Omar & Jaafar, 2011), dan penipuan sertifikasi halal hingga kontaminasi fisik dapat merusak kualitas dan membahayakan konsumen. Oleh karena itu, penting untuk mengawasi setiap mitra dalam rantai pasok untuk memastikan keaslian produk halal (Bahrudin et al., 2011) Ketelusuran pangan adalah bagian dari manajemen logistik yang menangkap, menyimpan, dan mengirim informasi yang memadai tentang suatu produk pangan di semua tahap rantai pasok, memastikan produk dapat diperiksa untuk kontrol kualitas dan keamanan.

Teknologi seperti *blockchain* dapat digunakan untuk meningkatkan transparansi, memberikan informasi *real-time*, mencegah penipuan, dan mempermudah penelusuran (Tieman & Darun, 2018). Sistem informasi berbasis *blockchain* seperti *Halal Food Tracer* telah dikembangkan untuk menjamin kehalalan produk.

Halal Food Tracer adalah sistem informasi ketelusuran halal berbasis *website* yang dikembangkan oleh mahasiswa Universitas Diponegoro. Sistem ini memfasilitasi pertukaran informasi dan data terkait produk halal serta mengidentifikasi asal-usul produk dan memberikan jaminan kehalalan produk dari hulu ke hilir. Sistem ini mendorong partisipasi aktor rantai pasok dalam memantau kepatuhan jaminan halal. Bagi konsumen, sistem ini memberikan akses mudah terhadap informasi kehalalan produk, meningkatkan kesadaran halal. *Halal Food Tracer* diharapkan menjadi langkah awal dalam implementasi sistem ketelusuran halal secara menyeluruh di Indonesia.

Saat ini terdapat lebih dari 1,6 miliar *website* di internet, namun diperkirakan hanya ada sekitar 400 juta *website* aktif yang diakses oleh lebih dari 4 miliar pengguna (Eira, 2023). Sistem yang dibangun dengan kualitas seadanya dan tidak dapat memenuhi ekspektasi pengguna akan menyebabkan rasa frustrasi dan memberikan pengalaman pengguna yang buruk (Mujinga et al., 2018). Pada sistem *Halal Food Tracer* belum pernah dilakukan pengujian sistem di dunia nyata sehingga belum diketahui kualitasnya. Salah satu faktor yang dianggap krusial dalam menentukan kualitas perangkat lunak adalah faktor *Usability* (kegunaan) (Kassie & Singh, 2020). Kegunaan atau *Usability* adalah salah satu dimensi kualitas yang mengukur sejauh mana suatu produk dapat digunakan oleh pengguna target untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif, efisien serta memberikan kepuasan (Dumas & Redish, 1999). Pengguna cenderung tidak akan kembali mengunjungi sebuah situs web yang sulit digunakan, sehingga loyalitas pelanggan terhadap sebuah situs web sangat dipengaruhi oleh usabilitas situs web tersebut (Mujinga et al., 2018). Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi usabilitas *Halal Food Tracer* untuk memastikan kualitasnya sebelum dirilis secara resmi.

Tujuan Penelitian

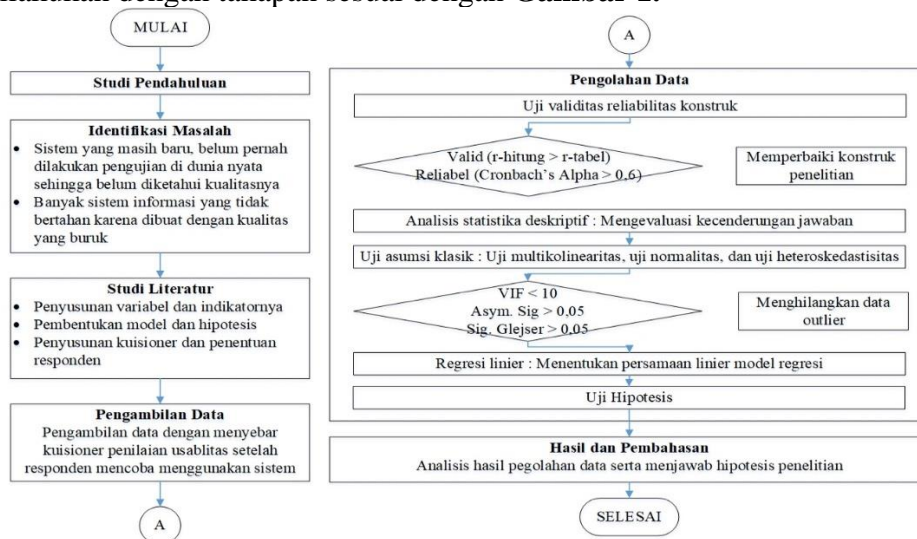
Berdasarkan uraian pada latar belakang, penelitian ini menetapkan tiga tujuan:

1. Mengetahui tingkat usabilitas sistem informasi *Halal Food Tracer* berdasarkan tingkat kepuasan pengguna;
2. Mengetahui hubungan antara variabel *Appropriate recognizability* (kesesuaian pengenalan), *Learnability* (kemudahan pembelajaran), *Operability* (kemampuan dioperasikan), *User error protection* (perlindungan dari kesalahan pengguna), *User interface aesthetics* (estetika antarmuka pengguna), dan *Accessibility* (aksesibilitas) terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna)

METODE

Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sesuai dengan **Gambar 1**.



Gambar 1. Alur Penelitian

Perancangan Model dan Hipotesis

Dalam desain yang berpusat pada pengguna, kegunaan atau usability menjadi krusial untuk memastikan bahwa sistem, produk, dan antarmuka pengguna memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna yang dimaksudkan (Aziz et al., 2021). Saat ini terdapat banyak sekali kerangka pengukuran usability, diantaranya Nielsen Model, *System Usability Scale* (SUS), *Questionnaire for User Interface Satisfaction* (QUIS), *Website analysis and measurement inventory* (WAMMI), hingga berbagai standar keluaran ISO. Standar-standar tersebut menerangkan berbagai dimensi usability yang berbeda-beda. Dalam garis besar, hampir semua panduan evaluasi nilai usability yang ada dapat digunakan sebagai alat pengukuran, yang menciptakan tantangan tersendiri dalam melaksanakan pengukuran nilai kegunaan (Bevan et al., 2016).

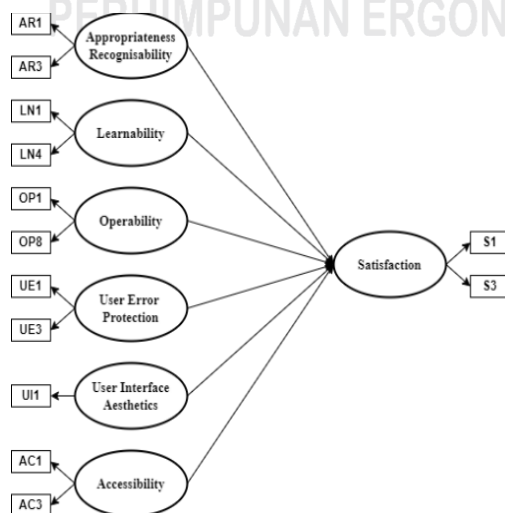
Pada tahun 2016 hingga 2017, *International Organization for Standardization* (ISO) merevisi dan mengeluarkan beberapa standar baru terkait dengan konsep usability (Bevan et al., 2016). Salah satunya adalah ISO/IEC 25023 yang merupakan bagian dari ISO/IEC 25000 (*System and Software Quality Requirements and Evaluation (Square)*). Standar baru ini merupakan pengembangan sistem standarisasi dari ISO 9126 (*Software Product Quality*) dan ISO 14598 (*Software Product Evaluation*) (ISO/IEC 25023, 2016). ISO/IEC 25023 dipilih sebagai model pengukuran usability pada penelitian ini karena memiliki cakupan pengukuran usability yang lebih luas dibandingkan model seperti SUS, QUIS, WAMMI hingga Nielsen Model. ISO 25023 memiliki 6 metrik yang terdiri dari "Appropriate recognizability" (kesesuaian pengenalan), "Learnability" (kemudahan pembelajaran), "Operability" (kemampuan dioperasikan), "User error protection" (perlindungan dari kesalahan pengguna), "User interface aesthetics" (estetika antarmuka pengguna), dan "Accessibility" (aksesibilitas) (Karnouskos et al., 2018). Metrik tersebut dijabarkan menjadi indikator penelitian seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Ukuran ISO/IEC 25023

Variabel	Indikator	Definisi
Appropriateness recognizability	Description Completeness (Kelengkapan deskripsi) (AR1)	Deskripsi setiap fitur, fungsi dan konten sistem sudah lengkap.
	Demonstration Coverage (Cakupan demonstrasi sistem) (AR2)	Terdapat panduan cara penggunaan sistem informasi
Learnability	Entry Point Self-Descriptiveness (Kejelasan titik masuk) (AR3)	Setiap menu, sub-menu, serta perintah yang ada pada sistem mudah dipahami.
	User Guidance Completeness (Kelengkapan panduan pengguna) (LN1)	Panduan penggunaan pada sistem sudah lengkap.
	Entry Fields Defaults (Bawaan dalam kolom masukan) (LN2)	Terdapat nilai bawaan pada kolom input formulir dalam sistem.
Operability	Error Message Understandability (Kemudahan pemahaman pesan error) (LN3)	Pesan yang diberikan ketika terjadi error atau kesalahan pada sistem mudah dipahami.
	Self-Explanatory User Interface (Antarmuka yang menjelaskan) (LN4)	Tampilan antarmuka sistem dapat menjelaskan fungsinya
	Operational consistency (Konsistensi operasional) (OP1)	Operasional sistem bersifat konsisten
	Message clarity (Kejelasan pesan) (OP2)	Setiap pesan dari petunjuk yang diberikan sudah jelas dan tidak membingungkan
	Functional Customizability (Kustomisasi fungsi) (OP3)	Prosedur penggunaan sistem dapat menyesuaikan dengan kenyamanan pengguna
Operability	User Interface Customizability (Kustomisasi antarmuka) (OP4)	Tampilan antarmuka sistem dapat menyesuaikan dengan kenyamanan pengguna
	Undo Capability (Kemampuan pembatalan) (OP5)	Pengguna dapat membatalkan suatu operasi yang telah dilakukan dalam sistem.
	Understandable Categorization of Information (Pengkategorian informasi yang mudah dipahami) (OP6)	Setiap kategori informasi yang tersedia dalam sistem mudah dipahami

Variabel	Indikator	Definisi
User error protection	<i>Appearance Consistency</i> (Konsistensi tampilan) (OP7)	Tampilan dari setiap menu dan sub-menu sistem konsisten dan tidak membingungkan (Menggunakan skema warna, ukuran dan jenis font yang konsisten)
	<i>Input Device Support</i> (Dukungan perangkat masukan) (OP8)	Sistem dapat mendukung berbagai input masukan. Contoh: <i>key board</i> , layar sentuh, kamera)
	<i>Avoidance of User Operation Error</i> (Kemampuan menghindari kesalahan pengguna) (UE1)	Sistem memiliki desain untuk mencegah kesalahan pengguna.
	<i>User Entry Error Correction</i> (Kemampuan mengoreksi kesalahan pengguna) (UE2)	Terdapat petunjuk kesalahan yang diberikan setiap terjadi kesalahan masukkan atau input pada sistem.
	<i>User Error Recoverability</i> (Kemampuan pemulihan dari kesalahan pengguna) (UE3)	Setiap kali terjadi kesalahan pada sistem mudah untuk diatasi
User interface aesthetics	<i>Appearance aesthetics of user interfaces</i> (Keindahan antarmuka (UI1)	Tampilan antarmuka sistem menarik secara keseluruhan
Accessibility	<i>Accessibility for users with disability</i> (Kemudahan akses untuk penyandang disabilitas) (AC1)	Sistem dapat digunakan oleh pengguna dengan keterbatasan fisik (disabilitas)
	<i>Supported languages adequacy</i> (Kecukupan bahasa pendukung) (AC2)	Terdapat beberapa bahasa pendukung untuk penggunaan sistem.

Variabel adalah segala bentuk karakteristik atau atribut dari objek yang memiliki variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini, enam faktor usability dari kerangka ISO/IEC 25023 menjadi variabel bebas. Sementara variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2019) Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah kepuasan pengguna (*Satisfaction*). Model yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Model Hipotesis

Berdasarkan model pada **Gambar 2**, maka hipotesis penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

- a) Hipotesis 1 : *Appropriateness Recognizability* (kesesuaian pengenalan) memiliki pengaruh positif terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sistem informasi *Halal Food Tracer*.
- b) Hipotesis 2 : *Learnability* (kemudahan pembelajaran) memiliki pengaruh positif terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sistem informasi *Halal Food Tracer*.

- c) Hipotesis 3 : *Operability* (kemampuan dioperasikan) memiliki pengaruh positif terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sistem informasi *Halal Food Tracer*.
- d) Hipotesis 4 : *User error protection* (perlindungan dari kesalahan pengguna) memiliki pengaruh positif terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sistem informasi *Halal Food Tracer*.
- e) Hipotesis 5 : *User interface aesthetics* (estetika antarmuka pengguna) memiliki pengaruh positif terhadap faktor terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sistem informasi *Halal Food Tracer*.
- f) Hipotesis 6 : *Accessibility* (aksesibilitas) memiliki pengaruh positif terhadap faktor terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sistem informasi *Halal Food Tracer*.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan memiliki peran penting dalam memecahkan masalah yang ada, oleh karena itu keakuratan dan kepercayaan data tersebut sangat penting. Dalam penelitian ini, data diperoleh melalui penyebaran kuesioner dimana responden diminta untuk menjawab seperangkat pernyataan evaluasi setelah mencoba menggunakan sistem informasi *Halal Food Tracer*. Kriteria responden untuk penelitian ini adalah masyarakat umum yang menganggap keterjaminan halal adalah kebutuhan. Selain itu responden juga berusia produktif dalam rentang umur 17-55 tahun. Untuk pengukuran jumlah sampel minimum dihitung sesuai rekomendasi Hair (2017) dan (Chin, 1998), yaitu sebesar 10-20 kali jumlah variabel laten. Pada penelitian ini digunakan 6 variabel laten, maka jumlah minimum sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 120 sampel.

Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji instrumen penelitian dilakukan untuk menguji alat ukur yang digunakan apakah valid dan reliabel (Sugiyono, 2019). Jumlah sampel untuk pengujian instrumen ini adalah sebesar 30 responden. Jumlah ini sesuai pendapat (Singarimbun & Effendi, 1995) yang mengatakan bahwa jumlah minimal uji coba kuesioner minimal 30 orang agar distribusi nilai lebih mendekati kurva normal. Pengujian dilakukan menggunakan *software* SPSS. Validitas instrumen dianggap terpenuhi jika nilai korelasi *Pearson* atau *r*-hitung melebihi nilai *r*-tabel yang telah ditetapkan (Ghozali, 2016). Sementara instrumen dianggap reliabel apabila memiliki nilai *Cronbach alpha* > 0,6, sementara jika nilai *Cronbach alpha* < 0,6 maka data tidak reliabel (Ghozali, 2016).

Statistika Deskriptif

Analisis statistika deskriptif merupakan teknik untuk merangkum dan menggambarkan data secara numerik atau grafis agar lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Analisis ini bertujuan untuk memahami kecenderungan responden dalam memberikan jawaban pada kuesioner. Statistika deskriptif yang diterapkan pada data yang terkumpul melibatkan evaluasi terhadap nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variansi dari setiap indikator.

Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dilakukan sebelum pengujian regresi linear berganda. Uji asumsi klasik ini bertujuan untuk memperoleh hasil yang merupakan persamaan regresi yang memiliki sifat *BLUE* (*Best Linear Unbiased Estimator*). Uji asumsi klasik yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi uji multikolinearitas, uji normalitas, dan uji heteroskedastisitas. Uji multikolinearitas dilakukan dengan melihat nilai *Tolerance* dan *Variance Inflation Factor* (VIF), di mana model dinyatakan lolos jika $VIF < 10$ atau $Tolerance > 0,01$ (Ghozali, 2016). Uji normalitas dilakukan dengan melihat nilai signifikansi Kolmogorov-Smirnov dan plot sebaran data, di mana data dinyatakan terdistribusi normal jika $Asymp. Sig. > 0,05$ (Ghozali, 2016) Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan uji Glejser, di mana model regresi dinyatakan tidak terjadi heteroskedastisitas jika signifikansinya di atas tingkat kepercayaan 0,05 atau 5% (Ghozali, 2016).

Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linear berganda untuk memprediksi bagaimana nilai variabel dependen akan berubah ketika nilai dari dua atau lebih variabel independen sebagai prediktor dimanipulasi naik atau turun. Analisis regresi linear berganda dapat dilakukan apabila jumlah variabel independent suatu konstruk minimal dua (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini, analisis regresi linear berganda digunakan untuk memperoleh gambaran yang menyeluruh mengenai pengaruh antara variabel independen (*Appropriate recognizability* (kesesuaian pengenalan), *Learnability* (kemudahan pembelajaran), *Operability* (kemampuan dioperasikan), *User error protection* (perlindungan dari kesalahan pengguna), *User interface aesthetics* (estetika antarmuka pengguna), dan *Accessibility* (aksesibilitas)) terhadap variabel dependen *Satisfaction* (kepuasan pengguna). Persamaan umum garis regresi untuk regresi linier majemuk yaitu (Walpole & Myers, 1995)

$$y = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \dots + \beta_nx_n$$

Dimana:

y = nilai variabel dependen

α = intersep

$\beta_{1,2..n}$ = slop

$x_{1,2..n}$ = nilai variabel independen

Uji Hipotesis

Uji hipotesis pada regresi linear berganda mencakup beberapa uji statistik yang penting untuk menguji kecocokan model dan signifikansi variabel-variabel independen. Pada penelitian ini uji validasi meliputi uji t, uji F dan uji validasi dengan koefisien determinasi (R^2).

- Uji t digunakan untuk menunjukkan pengaruh variabel independen secara individual terhadap variabel dependen. Hipotesis awal (H_0) dinyatakan diterima apabila variabel independent memiliki nilai signifikansi $\text{Sig} < \alpha$ (0,05) dan nilai t-hitung $> t$ tabel. Sebaliknya, hipotesis awal (H_0) ditolak apabila variabel independent memiliki nilai signifikansi $\text{Sig} > \alpha$ (0,05) dan t-hitung $< t$ tabel (Ghozali, 2016).
- Uji F digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independent secara simultan atau bersama-sama terhadap variabel dependen. Hipotesis awal (H_0) dinyatakan diterima apabila variabel independent memiliki nilai signifikansi $\text{Sig} < \alpha$ (0,05) dan F hitung $> F$ tabel. Sebaliknya, hipotesis awal (H_0) ditolak apabila variabel independent memiliki nilai signifikansi $\text{Sig} > \alpha$ (0,05) dan F hitung $< F$ tabel (Ghozali, 2016).
- Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam menerangkan seberapa besar pengaruh variabel independen secara bersama-sama (simultan) mempengaruhi variabel dependen (Ghozali, 2016). Nilai koefisien determinasi yaitu antara 0 dan 1. Semakin mendekati 1 maka variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen (Ghozali, 2016). Nilai R^2 0,75, 0,50 dan 0,25, masing-masing menggambarkan tingkat kemampuan penjasar tinggi, sedang dan rendah (Hair, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan uji validitas dan reliabilitas instrumen, analisis statistika deskriptif, serta pengujian asumsi klasik dan hipotesis untuk menilai pengaruh enam faktor usability dari kerangka ISO/IEC 25023 terhadap kepuasan pengguna (*Satisfaction*) sistem informasi *Halal Food Tracer*.

Uji Instrumen

Uji validitas instrumen menunjukkan bahwa seluruh indikator penelitian memiliki nilai r-hitung yang lebih besar dari r-tabel (0,361), yang berarti seluruh indikator valid dan mampu mengukur apa yang seharusnya diukur. Hasil uji validitas dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Uji Validitas Instrumen.

Indikator	r-hitung	r-tabel	Keterangan	Indikator	r-hitung	r-tabel	Keterangan
AR1	0,924		Valid	OP6	0,897		Valid
AR2	0,835		Valid	OP7	0,715		Valid
AR3	0,940		Valid	OP8	0,682		Valid
LN1	0,837		Valid	UE1	0,827		Valid
LN2	0,840		Valid	UE2	0,827		Valid
LN3	0,822	0,361	Valid	UE3	0,805	0,361	Valid
LN4	0,832		Valid	UI1	1,000		Valid
OP1	0,815		Valid	AC1	0,940		Valid
OP2	0,881		Valid	AC2	0,920		Valid
OP3	0,850		Valid	SF1	0,795		Valid
OP4	0,754		Valid	SF2	0,749		Valid
OP5	0,710		Valid	SF3	0,794		Valid

Uji reliabilitas menunjukkan bahwa seluruh indikator memiliki nilai Cronbach alpha $> 0,600$, sehingga semua indikator dinyatakan reliabel dan mampu menghasilkan hasil yang konsisten ketika pengukuran dilakukan berulang kali. Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Uji Reliabilitas Instrumen

Variabel	Cronbach Alpha	Standar	Keterangan	Variabel	Cronbach Alpha	Standar	Keterangan
AR	0,8760	$> 0,600$	Reliabel	UI	1,0000	$> 0,600$	Reliabel
LN	0,8510		Reliabel	AC	0,8400		Reliabel
OP	0,9140		Reliabel	SF	0,6760		Reliabel
UE	0,7550		Reliabel				

Statistika Deskriptif

Analisis statistika deskriptif menunjukkan bahwa nilai rata-rata indikator berkisar dari 2,9 – 3,9, dengan variabel dependen, *Satisfaction*, memiliki nilai rata-rata sebesar 3,61 dari 5,00. Ini menunjukkan mayoritas responden merasa puas akan performa sistem, khususnya dari segi kegunaan. Variabel *Operability* (OP) memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar 3,62, menunjukkan bahwa mayoritas responden setuju bahwa sistem informasi *Halal Food Tracer* mudah dioperasikan. Sebaliknya, variabel *Accessibility* (AC) memiliki nilai terendah dengan rerata sebesar 3,29, menunjukkan bahwa sistem masih dapat diakses dengan baik oleh semua orang, termasuk mereka yang memiliki kendala fisik ringan, meskipun Ketidakersediaannya fitur bahasa pendukung dirasa cukup menghambat beberapa responden.

Tabel 4. Statistika Deskriptif

Indikator	Mean	Std Dev	Indikator	Mean	Std Dev	Indikator	Mean	Std Dev
AR1	3,6320	0,7880	OP2	3,8560	0,7260	UE2	3,7600	0,5740
AR2	3,1920	0,5640	OP3	3,8640	0,6640	UE3	3,0960	0,5150
AR3	3,6000	0,6720	OP4	3,8720	0,7400	UI1	3,5840	0,5850
LN1	3,3120	0,5740	OP5	3,4320	0,5580	AC1	3,4400	0,7340
LN2	3,5760	0,5570	OP6	3,8720	0,7720	AC2	3,1360	0,5730
LN3	3,5120	0,5620	OP7	3,2640	0,6240	SF1	3,6560	0,6360
LN4	3,4800	0,5330	OP8	2,9920	0,6020	SF2	3,5760	0,5720
OP1	3,7760	0,7060	UE1	3,6720	0,6060	SF3	3,5840	0,5560

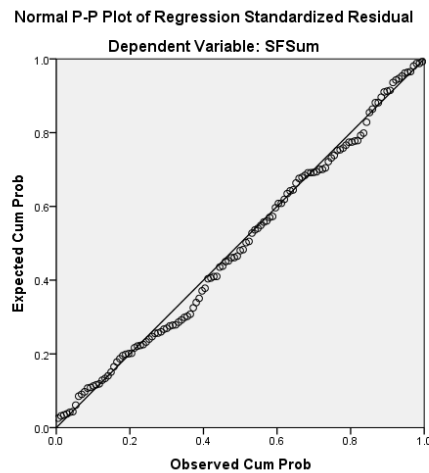
Uji Asumsi Klasik

Uji multikolinearitas menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai VIF < 10 dan Tolerance $> 0,1$, menunjukkan tidak adanya gejala multikolinearitas. Hasil uji dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Uji Multikolinearitas

Variabel	VIF	Tolerance	Standar	Ket	Variabel	VIF	Tolerance	Standar	Ket
AR	2,247	0,445	VIF < 10;	Lolos	UE	2,004	0,499	VIF < 10;	Lolos
LN	3,008	0,332	Tolerance	Lolos	UI	1,844	0,542	Tolerance	Lolos
OP	3,697	0,271	> 0.1	Lolos	AC	1,668	0,599	> 0.1	Lolos

Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan dengan *Normal Probability Plot* dan kemudian diperkuat dengan uji *Kolmogorov Smirnov*. Hasil uji normalitas dengan *Normal Probability Plot* yang dapat dilihat pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa titik-titik data terkumpul di sekitar garis lurus diagonal, menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Sementara hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan nilai *Asymp. Sig.* > 0,05 ($\alpha = 5\%$), yaitu sebesar 0,200.



Gambar 3. Uji Normalitas

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan uji *Glejser*. Hasil uji dengan SPSS menunjukkan nilai *Sig.* > 0,05 untuk setiap variabel. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Hasil uji dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Uji Heteroskedastisitas

Variabel	Sig	Standar	Keterangan	Variabel	Sig	Standar	Keterangan
AR	0,653		Lolos	UE	0,785		Lolos
LN	0,345	>0.050	Lolos	UI	0,075	>0.050	Lolos
OP	0,114		Lolos	AC	0,773		Lolos

Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel independent kesesuaian pengenalan (AR), kemudahan pembelajaran (LN), kemampuan dioperasikan (OP), perlindungan dari kesalahan pengguna (UE), estetika antarmuka pengguna (UI), dan aksesibilitas (AC) terhadap variabel dependen kepuasan pengguna (SF). terhadap variabel dependen. Hasil uji regresi linier berganda dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Analisis Regresi Linier Berganda

Model	Unstandardized Coefficients		Sig,
	B	Std, Error	
(Constant)	1,0230	0,4250	0,0180
AR	0,1310	0,0410	0,0020
LN	0,1240	0,0460	0,0080
OP	0,0860	0,0230	0,0000
UE	0,1500	0,0510	0,0040

UI	0,3160	0,1160	0,0070
AC	0,2290	0,0540	0,0000

Berdasarkan hasil regresi menggunakan SPSS, didapatkan persamaan regresi sebagai berikut :

$$y = 1,023 + 0,131x_1 + 0,124x_2 + 0,086x_3 + 0,150x_4 + 0,316x_5 + 0,229x_6$$

Berdasarkan persamaan regresi di atas, diketahui bahwa nilai konstanta yang diperoleh sebesar 1,023. Nilai tersebut dapat diartikan bahwa apabila nilai variabel independen bernilai 0 (konstan) maka variabel dependen bernilai sebesar 1,023. Selain itu, diketahui koefisien regresi untuk variabel kesesuaian pengenalan (AR) sebesar 0,131, variabel kemudahan pembelajaran (LN) sebesar 0,124, variabel kemampuan dioperasikan (OP) sebesar 0,086, variabel perlindungan dari kesalahan pengguna (UE) sebesar 0,150, variabel estetika antarmuka pengguna (UI) sebesar 0,316, dan variabel aksesibilitas (AC) sebesar 0,229. Nilai koefisien regresi tersebut mengindikasikan seberapa banyak perubahan yang diharapkan dalam variabel kepuasan pengguna (SF) ketika variabel independen yang bersangkutan mengalami kenaikan satu satuan, sementara variabel independen lainnya tetap konstan.

Uji Hipotesis

Output uji F pada **Tabel 8** menunjukkan nilai signifikansi model sebesar $0,000 < \alpha (0,05)$. Selain itu diketahui juga nilai F hitung ($100,602 > F$ tabel ($2,180$)). Hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel independen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (kepuasan pengguna).

Tabel 8. Hasil uji F.

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	186,340	6	31,057	100,602	0,000 ^b
Residual	36,428	118	0,309		
Total	222,768	124			

Uji t dilakukan untuk menguji pengaruh secara parsial variabel independen terhadap variabel dependen. Berdasarkan output uji t pada **Tabel 9** diketahui bahwa masing-masing variabel independen terhadap variabel *Satisfaction* memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ dan t-hitung $> t$ -tabel ($1,980$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa semua variabel independen berpengaruh positif dan signifikan terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna). Hasil uji t dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Hasil Uji T

Hipotesis	Sig	T _{hitung}	Batas	Keterangan
AR → SF	0,002	3,220		Signifikan (H ₀ diterima)
LN → SF	0,008	2,685		Signifikan (H ₀ diterima)
OP → SF	0,000	3,721	Sig < 0,050;	Signifikan (H ₀ diterima)
UE → IU	0,004	2,952	T Hitung > 1,980	Signifikan (H ₀ diterima)
UI → IU	0,007	2,729		Signifikan (H ₀ diterima)
AC → IU	0,000	4,265		Signifikan (H ₀ diterima)

Berdasarkan output uji koefisien determinasi pada **Tabel 10**, diketahui bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) adalah sebesar 0,828. Artinya, variabel independent kesesuaian pengenalan, kemudahan pembelajaran, kemampuan dioperasikan, perlindungan dari kesalahan pengguna, estetika antarmuka pengguna, dan aksesibilitas, mampu menjelaskan nilai variabel dependen kepuasan pengguna sebesar 82,8%. Dapat disimpulkan bahwa variabel independen memiliki kemampuan yang tinggi dalam menjelaskan variabel dependen secara simultan.

Gambar 10. Nilai koefisien determinasi.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,915	0,836	0,828	0.55562

Pembahasan

Berdasarkan pengukuran usability yang telah dilakukan, didapatkan bahwa variabel *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sebagai salah satu ukuran usability, mendapatkan nilai rata-rata sebesar 3,61 dari 5,00 atau skor sebesar 72.11%. Nilai ini menunjukkan bahwa mayoritas responden sudah merasa puas akan performa sistem informasi *Halal Food Tracer*, khususnya dari segi ketergunaannya.

Berdasarkan uji hipotesis, diketahui bahwa *Appropriate recognizability* (kesesuaian pengenalan) berpengaruh positif dan signifikan terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) sistem informasi *Halal Food Tracer*. *Appropriateness recognizability* merepresentasikan sejauh mana sistem dapat membuat pengguna mengenali, memahami, dan menggunakan fitur-fitur yang ditawarkan sistem dan dengan mudah menyesuaikan dengan kebutuhan mereka (Karnouskos et al., 2018). Hal ini dapat diartikan bahwa semakin mudah pengguna mengenali, memahami, dan menggunakan fitur-fitur yang ditawarkan oleh sistem, serta menyesuainya dengan kebutuhan mereka, maka semakin tinggi tingkat kepuasan mereka terhadap sistem informasi tersebut. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan Davis (1989), bahwa persepsi pengguna tentang kegunaan sistem, yang mencakup sejauh mana sistem memenuhi kebutuhan fungsional mereka, memiliki dampak signifikan terhadap niat pengguna untuk menggunakan sistem tersebut. Dengan demikian Hipotesis 1 yang menyatakan kesesuaian pengenalan berpengaruh positif dan signifikan terhadap kepuasan pengguna diterima.

Learnability (kemudahan pembelajaran) berpengaruh positif dan signifikan terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) *Halal Food Tracer*. *Learnability* merepresentasikan kemampuan sistem mendukung pengguna untuk dengan cepat mempelajari dan menggunakan sistem baru tanpa banyak pelatihan (Ratnaduhita et al., 2023). Pengguna memerlukan beberapa saat untuk mempelajari cara kerja sistem ketika menggunakan sistem baru. Jika pengguna menganggap sistem mudah dipelajari, mereka lebih cenderung melewati tahap pembelajaran dan akan terus menggunakan sistem bahkan mengajak pengguna prospektif lainnya (Linja-aho, 2006). Meringkas dan mengurangi durasi fase pembelajaran ini dapat meningkatkan efisiensi dan kepuasan pengguna.

Operability (kemampuan dioperasikan) berpengaruh positif dan signifikan terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) *Halal Food Tracer*. *Operability* merepresentasikan kemampuan sebuah perangkat lunak atau sistem untuk dioperasikan dan dikendalikan oleh pengguna dengan mudah, efektif dan efisien (Ratnaduhita et al., 2023). Salah satu indikator *operability* adalah *appearance consistency*. Hal ini memastikan bahwa pengguna tidak kebingungan dan juga tidak perlu mempelajari ulang sistem akibat tampilan sistem yang berbeda (Krause, 2021). Indikator lainnya adalah *Input Device Support* juga merupakan salah satu indikator pada variabel *operability*. Dukungan perangkat *input* sangat penting untuk memastikan pengguna dapat memilih metode input yang paling sesuai dengan preferensi, kebutuhan, dan cara yang paling nyaman dan efisien bagi mereka (Shneiderman & Plaisant, 2010).

User error protection (perlindungan dari kesalahan pengguna) berpengaruh positif dan signifikan terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) *Halal Food Tracer*. *User error protection* merepresentasikan upaya untuk mencegah kesalahan yang dibuat oleh pengguna saat menggunakan sistem serta memberikan cara bagi pengguna untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi (Chang & Almaghalsah, 2020).

User interface aesthetics (estetika antarmuka pengguna) berpengaruh positif dan signifikan terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) *Halal Food Tracer*. *User interface aesthetics* menggambarkan kemampuan sistem untuk menampilkan antarmuka yang memberikan pengalaman menyenangkan dan memuaskan bagi pengguna (Lima & Gresse, 2022). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Perrig et al., 2023) yang menyatakan bahwa *website* dengan tampilan menarik memiliki pengaruh dalam meningkatkan performa pengguna. *User interface aesthetics* mencakup desain visual, tata letak, warna, dan elemen-elemen desain lainnya yang memengaruhi persepsi pengguna terhadap antarmuka. (Karnouskos et al., 2018).

Accessibility (aksesibilitas) berpengaruh positif dan signifikan terhadap *Satisfaction* (kepuasan pengguna) *Halal Food Tracer*. *Accessibility* menggambarkan seberapa luas dan mudahnya sistem informasi dapat diakses dan digunakan oleh berbagai pengguna, termasuk mereka dengan latar budaya yang berbeda dan dengan keterbatasan (Ratnaduhita et al., 2023)

KESIMPULAN

Berdasarkan pengukuran usability yang telah dilakukan didapatkan bahwa kepuasan pengguna (*Satisfaction*), sebagai salah satu ukuran usability, mendapatkan nilai rata-rata sebesar 3,61 dari 5,00 atau skor sebesar 72.11%. Nilai ini menunjukkan bahwa mayoritas responden sudah merasa puas akan performa sistem, khususnya dari segi *usability* (kegunaan). Diketahui juga variabel *Operability* (OP) memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar 3,62. Sementara itu, variabel *Accessibility* (AC) memiliki nilai terendah dengan rerata sebesar 3,29.

Berdasarkan pengolahan data dengan regresi linier berganda, diketahui bahwa seluruh variabel yang diusulkan memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap kepuasan pengguna. Diketahui juga, variabel *User Interface Aesthetics* dan variabel *Accessibility* merupakan variabel dengan pengaruh tertinggi terhadap kepuasan pengguna dengan koefisien regresi masing-masing sebesar 0,316 dan 0,229. Sementara variabel *Operability* dan *Learnability* memiliki koefisien regresi terendah, masing-masing 0,086 dan 0,124. Perbaikan sangat direkomendasikan untuk dilakukan pada variabel *Accessibility*, mengingat variabel tersebut memiliki pengaruh tinggi terhadap kepuasan pengguna dan memiliki nilai rata-rata terendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Chin, W. W. (1998). *The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling The Proactive Technology Project Recovery Function: A Methodological Analysis View project Research Methods View project*. <https://www.researchgate.net/publication/311766005>
- Dumas, J., & Redish, J. (1999). *A Practical Guide to Usability Testing*. Intellect Ltd.
- Eira, A. (2023, February 23). *82 Web & UX Design Statistics You Can't Ignore: 2023 Data Analysis & Market Share*. <https://Financesonline.Com/Web-Ux-Design-Statistics/>.
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi analisis multivariete dengan program IBM SPSS 23* (8th ed.). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hair, J. F. (2017). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Second Edition*.
- Heum Lee, S. (1999). *Usability Testing for Developing Effective Interactive Multimedia Software Concept, Dimensions and Procedure*. *Educational Technology & Society*, 2(2), 1–12.
- Karnouskos, S., Sinha, R., Leitao, P., Ribeiro, L., & Strasser, Thomas. I. (2018). The Applicability of ISO/IEC 25023 Measures to the Integration of Agents and Automation Systems. *IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2927–2934. <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8592777>
- Kassie, N. B., & Singh, J. (2020). A study on software quality factors and metrics to enhance software quality assurance. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 29(1), 24. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2020.104547>
- Mator, J. D., Lehman, W. E., McManus, W., Powers, S., Tiller, L., Unverricht, J. R., & Still, J. D. (2021). *Usability: Adoption, Measurement, Value*. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 63(6), 956–973. <https://doi.org/10.1177/0018720819895098>
- Mujinga, M., Eloff, M. M., & Kroeze, J. H. (2018). System Usability scale evaluation of online banking services: A South African study. *South African Journal of Science*, 114(3/4), 8. <https://doi.org/10.17159/sajs.2018/20170065>
- Omar, E. N., & Jaafar, H. S. (2011). Halal supply chain in the food industry - A conceptual model. *IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA)*.
- Tieman, M., & Darun, M. R. (2018). Blockchain and the Halal Supply Chain: A Preliminary Insight. *Proceedings of the 2nd International Conference on Blockchain, Big Data and Data Mining*.
- Wanzer, D. (2021). What Is Evaluation?: Perspectives of How Evaluation Differs (or Not) From Research. *American Journal of Evaluation*, 42(1), 28–46. <https://doi.org/10.1177/1098214020920710>

Buku

- ISO/IEC 25023. (2016). *ISO/IEC 25023:2016*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25023:ed-1:v1:en>.
- Nielsen, J. (2018). *Usability 101: Introduction to Usability*. Nielsen Norman Group.
- Singarimbun, M., & Effendi. (1995). *Metode Penelitian Survey*. PT Pustaka LP3ES.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Thoha, M. C. (1990). *Teknik Evaluasi Pendidikan* (1st ed.). PT. Raja Grafindo.

PENGUKURAN ENTROPI BUDAYA ORGANISASI DENGAN MENGGUNAKAN MODEL BARRET

Studi Kasus Institut Teknologi Sepuluh Nopember

(Measurement of Organizational Cultural Entropy using the Barret Model. Case Study of Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Arief Rahman^{1,2}, Nishrina Agustin², Sri Gunani Partiw², Ratna Sari Dewi²

¹Sekolah Interdisiplin Manajemen dan Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

²Departemen Teknik dan Sistem Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Raya ITS, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: rahmanarief@gmail.com

ABSTRAK

Budaya organisasi merupakan salah satu pondasi utama dari strategi organisasi. Budaya merupakan intangible asset yang diyakini sebagai penggerak dan panduan dalam berperilaku dan berinteraksi untuk mencapai tujuan organisasi. Pengukuran budaya organisasi sangat diperlukan agar pengelolaan budaya organisasi terarah dan terstruktur. Namun dengan banyaknya metode pengukuran budaya dan kecenderungan pendekatan yang bersifat subyektif dalam mengukur parameter yang abstrak, maka penelitian ini menggunakan ukuran entropi budaya sebagai parameter lebih condong pada kuantifikasi nilai budaya. Penelitian ini mengimplementasikan model Barret yang praktis dan telah cukup banyak diaplikasikan pada penelitian terdahulu. Penelitian ini mengukur entropi budaya pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai perguruan tinggi negeri yang telah memiliki standar nilai budaya dan menerapkan program pengembangan budaya secara formal. Sebanyak 240 responden telah mengisi kuisioner pengukuran nilai budaya yang tersebar pada 6 fakultas. Hasil penelitian menunjukkan entropi budaya di ITS masih dalam tingkat yang minor dengan current values mencapai 12,8%. Sedangkan pada personal values masih dalam entropi yang rendah yaitu hanya 5,3% dan entropi pada desired values terhadap nilai budaya organisasi juga rendah yaitu 5.2%.

Kata kunci: interaksi manusia-organisasi, budaya organisasi, entropi budaya, model Barret.

ABSTRACT

Organizational culture is one of the main foundations of organizational strategy. Culture is an intangible asset believed to be a driver and guide in behaving and interacting to achieve organizational goals. Measurement of organizational culture is indispensable so that organizational culture management is directed and structured. However, with the many methods of cultural measurement and the tendency of subjective approaches in measuring abstract parameters, this study uses the measure of cultural entropy as a parameter that is more inclined to the quantification of cultural values. This study implements the practical Barret model, which has been applied extensively in previous research. This study measures cultural entropy at the Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), a state university that already has cultural value standards and implements a formal cultural development program. 240 respondents completed a questionnaire to measure cultural values spread across six faculties. The study results show that cultural entropy at ITS is still minor, with current values reaching 12.8%. Meanwhile, personal values are still in a low entropy of only 5.3%, and entropy in desired organizational culture values is also low at 5.2%.

Keywords: human-organizational interaction, organizational culture, cultural entropy, Barret model.

PENDAHULUAN

Pengembangan organisasi menjadi salah satu hal yang penting bagi organisasi untuk mencapai tujuannya. Budaya organisasi merupakan sekumpulan nilai, kepercayaan, dan norma yang dibuat untuk membentuk pola perilaku yang diharapkan serta menjadi pedoman bagi anggota organisasi dalam melakukan tindakan atau bertingkah laku (Jung et al., 2009). Budaya organisasi merupakan bagian dari perencanaan strategis (Schein, 2010). Budaya organisasi yang kuat akan menjadi landasan yang kuat dalam proses perencanaan strategis. Budaya organisasi akan membentuk perilaku kerja pegawai, sehingga memberikan pengaruh besar pada kemampuan organisasi untuk mengubah arah strategisnya. Gagalnya penerapan budaya organisasi akan memberikan kemungkinan terhambatnya upaya untuk melakukan perubahan dan pencapaian misi, tujuan, strategi, serta kebijakan perusahaan (Arief Rahman, Partiw, & Dewi, 2024). Selain itu, implementasi perubahan strategi yang tidak selaras dengan budaya organisasi akan memunculkan tantangan dan hambatan lain yang

harus dihadapi. Sehingga budaya organisasi sangat penting dalam mendorong pengembangan organisasi dalam mencapai tujuan organisasi dan membentuk kompetensi terbaik untuk pegawai.

Mayoritas organisasi masih belum sadar dan kurang perhatian akan pentingnya peranan budaya organisasi dalam suatu organisasi untuk mencapai tingkat efisiensi, efektivitas, dan produktivitas yang baik (R Barret, 2010). Sebagian besar organisasi masih berfokus pada pengembangan sistem dalam organisasi tersebut, namun tidak diiringi dengan pengembangan sumber daya manusia yang ada didalamnya. Masih banyak organisasi yang mengesampingkan pentingnya pengembangan nilai diri dari individu yang ada didalamnya. Ketika nilai individu sejalan dan selaras dengan budaya organisasi, hal tersebut akan dapat meningkatkan kinerja individu secara keseluruhan. Budaya organisasi memiliki pengaruh positif dan cukup kuat terhadap kinerja karyawan. Bila budaya organisasi tumbuh dengan baik, maka kinerja dari individu akan meningkat dengan tinggi (Cameron & Quinn, 2011).

Perbedaan dan ketidakseragaman nilai diri pada individu satu dengan individu lainnya selalu ditemukan dalam suatu organisasi (Petrosyan, 2021; T. Scott, Mannion, Davies, & Marshall, 2003). Kesenjangan dan ketidakseragaman nilai budaya inilah yang disebut dengan entropi budaya. Menurut R Barret (2006), entropi budaya merupakan energi budaya organisasi yang digunakan untuk melaksanakan aktivitas yang tidak produktif dan tidak memberikan nilai tambah terhadap organisasi. Entropi budaya juga menunjukkan tingkat ketidakseragaman dan hambatan yang terjadi dalam organisasi yang dapat menurunkan kinerja dan kesejahteraan individu didalamnya. Entropi budaya yang tinggi akan memberikan kerugian bagi organisasi karena semakin rendahnya nilai tambah dan kinerja yang dimiliki. Dengan mengetahui besar entropi budaya didalam organisasi akan dapat membantu organisasi dalam mengetahui permasalahan yang dihadapi pekerja (Arief Rahman et al., 2024). Adanya gap dalam budaya organisasi juga sebagai sarana untuk mengevaluasi proses didalamnya. Selain untuk mengetahui tingkat kesadaran budaya organisasi, metode ini juga dapat digunakan untuk mengetahui besar entropi budaya yang terdapat dalam organisasi (R Barret, 2006).

ITS memiliki visi untuk menjadi perguruan tinggi berkelas dunia yang berkontribusi pada kemandirian bangsa serta menjadi rujukan dalam pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat serta pengembangan inovasi terutama yang menunjang industri dan kelautan. Berdasarkan Peraturan Rektor Institut Teknologi Sepuluh Nopember Nomor 27 Bab 3 Pasal 5 Tahun 2020, terdapat 6 tata nilai yang dimiliki oleh ITS yakni etika dan integritas, kreativitas dan inovasi, eksekusi, kepemimpinan yang kuat, sinergi, serta kebersamaan sosial dan tanggung jawab sosial. Terdapat beberapa program yang dirancang oleh ITS untuk mewujudkan dan memperkuat nilai budaya ITS. Beberapa program pengembangan budaya antara lain program 5S+S, ITSprovement, dan zona integritas. Ketiga program tersebut hanya mewakili dan selaras dengan sebagian nilai standar ITS. Program 5S+S dan zona integritas mewakili nilai etika dan integritas, serta program ITSprovement untuk meningkatkan kreativitas pegawai yang selaras dengan nilai kreativitas dan inovatif. Namun, program pengembangan budaya di ITS masih belum sepenuhnya efektif untuk menumbuhkan nilai pada diri pegawai dan organisasi di ITS. Hal tersebut dapat dilihat pada penelitian A Rahman, Partiwi, & Theopilus (2021), dimana masih terdapat entropi budaya organisasi khususnya pada nilai integritas sebesar 14% untuk kelompok pemimpin dan 20% untuk kelompok pegawai. Dalam penelitian lain juga ditemukan bahwa hanya beberapa nilai budaya yang telah diterapkan dalam organisasi, diantaranya yakni sinergi dan kepemimpinan yang kuat. Sehingga dapat dikatakan bahwa masih terdapat gap dalam penerapan budaya organisasi di ITS dan perlu dilakukan evaluasi dengan mengukur entropi budaya.

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini melakukan evaluasi terhadap implementasi budaya organisasi dengan mengukur entropi budaya di ITS. Hal ini juga dilakukan mengingat masih sedikit riset terkait dengan entropi budaya pada lingkungan organisasi perguruan tinggi. Penelitian mengukur dan mengevaluasi adanya gap atau kesenjangan budaya organisasi dan nilai entropi budaya dengan menggunakan metode Barret Model.

INTERAKSI MANUSIA DALAM PENGEMBANGAN BUDAYA ORGANISASI

Manusia adalah subjek utama dalam pengembangan budaya organisasi. Budaya organisasi terbentuk dari nilai, kepercayaan, dan praktik yang membantu mengarahkan perilaku anggota tim. Manusia memiliki peran penting dalam membentuk dan mengembangkan budaya organisasi. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana manusia berinteraksi dan berkomunikasi dalam organisasi. Menurut Denison (2006), budaya organisasi adalah sistem operasional yang terstruktur dan membantu mengarahkan perilaku karyawan.

Manusia juga memiliki kebutuhan psikologis yang harus dipenuhi, seperti kebutuhan identitas sosial (Hofstede, Hofstede, & Minkov, 2010). Dalam pengembangan budaya organisasi, manusia berperan sebagai individu yang memiliki kebutuhan dan harapan yang berbeda-beda. Mereka memiliki peran yang berbeda dalam organisasi, seperti sebagai pemimpin, anggota tim, atau pelaku bisnis. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana manusia berinteraksi dan berkomunikasi dalam organisasi untuk mencapai tujuan organisasi.

Aspek interaksi manusia yang diperhitungkan dalam pengembangan budaya organisasi meliputi komunikasi, emosi, dan peran. Komunikasi efektif adalah kunci dalam membentuk budaya organisasi yang sehat. Menurut Shannon & Weaver (1964), budaya organisasi dapat dibentuk melalui komunikasi yang terbuka dan inklusif. Emosi juga berperan penting dalam membentuk budaya organisasi. Emosi yang seimbang dapat membantu meningkatkan kesadaran dan motivasi karyawan. Peran juga sangat penting dalam membentuk budaya organisasi. Peran yang jelas dan terdefinisi dapat membantu meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab karyawan. Menurut Schein (2010), budaya organisasi dapat dibentuk melalui peran yang jelas dan terdefinisi. Dalam pengembangan budaya organisasi, komunikasi efektif dan emosi yang seimbang sangat penting untuk mencapai tujuan organisasi. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana manusia berinteraksi dan berkomunikasi dalam organisasi untuk mencapai tujuan organisasi.

Berbagai bentuk social interaction dalam interaksi manusia dalam organisasi meliputi interaksi sosial, interaksi emosi, dan interaksi peran. Interaksi sosial dapat membentuk budaya organisasi yang sehat. Interaksi sosial dapat membantu meningkatkan kesadaran dan motivasi karyawan (J. Scott, 2000). Interaksi emosi juga dapat membentuk budaya organisasi yang sehat. Emosi yang seimbang dapat membantu meningkatkan kesadaran dan motivasi karyawan. Interaksi peran juga dapat membentuk budaya organisasi yang sehat. Peran yang jelas dan terdefinisi dapat membantu meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab karyawan. Interaksi peran dapat membantu meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab karyawan. Dalam pengembangan budaya organisasi, berbagai bentuk social interaction sangat penting untuk mencapai tujuan organisasi (J. Scott, 2000). Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana manusia berinteraksi dan berkomunikasi dalam organisasi untuk mencapai tujuan organisasi.

ENTROPI BUDAYA

Entropi budaya dalam organisasi dapat diartikan sebagai tingkat ketidakstabilan dan kekacauan yang terjadi dalam budaya organisasi. Dalam termodinamika, entropi mengacu pada tingkat ketidakstabilan dan kekacauan yang terjadi dalam sistem fisika (Atkins & Paula, 2006). Dalam konteks budaya organisasi, entropi budaya mengacu pada tingkat ketidakstabilan dan kekacauan yang terjadi dalam sistem budaya organisasi. Tingkat entropi budaya yang tinggi dapat berpengaruh negatif pada kinerja organisasi. Menurut Schein (2010), budaya organisasi yang memiliki tingkat entropi yang tinggi dapat menyebabkan karyawan tidak memiliki kesadaran yang jelas tentang tujuan organisasi dan nilai-nilai yang dianut. Hal ini dapat menyebabkan karyawan tidak memiliki motivasi yang tinggi untuk bekerja dan dapat berpengaruh pada kinerja organisasi yang kurang baik. Oleh karena itu, penting untuk mengukur tingkat entropi budaya organisasi agar dapat mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang timbul.

Adanya entropi budaya dalam suatu organisasi dapat dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal individu atau organisasi. (R Barret, 2006) menyebutkan terdapat empat pengaruh yang dapat memunculkan entropi budaya. Pertama, yakni kurangnya keselarasan antara nilai individu yang tertera dengan perilaku individu dalam organisasi. Hal ini dapat menyebabkan kurangnya rasa saling percaya satu sama lain. Pengaruh kedua yakni kurangnya keselarasan antara nilai organisasi yang tertera dengan peraturan, struktur, dan sistem pemerintahan sehingga menyebabkan berkurangnya integritas dalam organisasi dan kepercayaan pekerja akan sistem dan struktur yang dapat mendukung penerapan budaya. Selanjutnya yakni kurangnya keselarasan nilai yang dimiliki organisasi, baik antara nilai individu dengan nilai yang dimiliki organisasi, maupun nilai budaya organisasi saat ini dengan nilai budaya organisasi yang diharapkan. Pengaruh entropi budaya yang terakhir yakni terkait dengan kurangnya keselarasan misi yang dimiliki oleh pekerja dan organisasi sehingga menyebabkan kurangnya fokus dan kejelasan juga dapat menghambat terjalannya ikatan antar individu dengan organisasi (Jia & Wang, 2024).

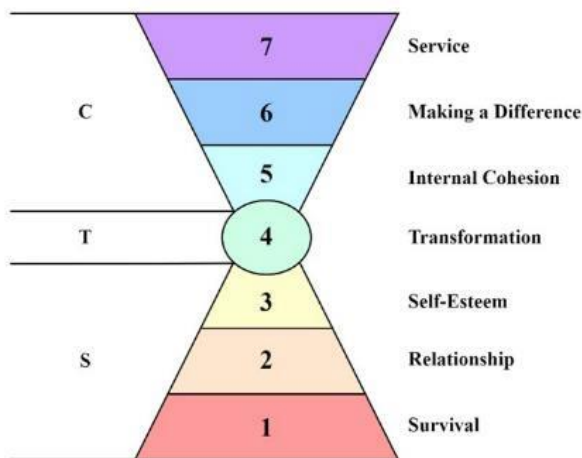
Dalam model barret, entropi budaya digambarkan dengan adanya nilai dalam individu atau organisasi seperti birokrasi, arogan, persaingan internal, manipulasi, dan sebagainya. Nilai atau perilaku ini dapat membatasi organisasi untuk mencapai kebaikan bersama. Nilai ini disebut juga sebagai *potentially limiting values*. Persentase *limiting values* yang didapatkan melalui nilai-nilai tersebut akan menjadi nilai entropi budaya yang dapat diinterpretasikan dalam Tabel 1 (R Barret, 2006).

Tabel 1. Tingkatan entropi budaya dalam model Barret.

Nilai Entropi	Tingkat Implementasi	Deskripsi Tingkat Implementasi
≥40%	Kritis	Mebutuhkan perubahan budaya dan struktur serta perubahan terpilih, pembinaan, pelatihan, dan pengembangan akan kepemimpinan yang dijalankan.
30%-39%	Serius	Mebutuhkan perubahan budaya dan struktur serta pembinaan, pelatihan, dan pengembangan terhadap kepemimpinan yang dijalankan.
20%-29%	Signifikan	Mebutuhkan perubahan budaya dan struktur serta pelatihan terhadap kepemimpinan yang dijalankan.
10%-19%	Minor	Menyesuaikan budaya dan atau struktur organisasi
<10%	Prima	Penerapan fungsi organisasi yang sehat.

Tingginya entropi budaya juga menandakan tingginya tingkat keberagaman dalam sistem. Hal tersebut berarti bahwa kurangnya keberlanjutan pada sistem organisasi. Sebaliknya, apabila entropi budaya yang dimiliki oleh organisasi rendah, maka tingkat keseragaman budaya yang dimiliki rendah dan organisasi tersebut memiliki tingkat keberlanjutan organisasi yang baik di masa depan (Berumen, Torres, & Rojas, 2014).

The seven level of conciousness atau diketahui juga sebagai Model Barret merupakan metode pengukuran tingkat kesadaran budaya organisasi yang dirancang oleh Richard Barret. Metode ini disusun dan mulai banyak digunakan oleh perusahaan, pemerintah, serta organisasi non-pemerintah seperti sekolah institut keagamaan dan komunitas sejak tahun 1997. Model barret menjadi model yang tepat dan banyak digunakan karena mampu memberikan tuntunan detail bagi organisasi atau sekelompok individu dengan tujuan yang sama dalam melakukan perubahan dan perbaikan kesadaran organisasi (R Barret, 2010). Model barret semakin dikenal karena banyak organisasi yang semakin sadar bahwa budaya organisasi juga merupakan salah satu senjata unggulan untuk dapat bersaing. Sehingga metode ini akan digunakan untuk memantau implementasi budaya organisasi pada sumber daya manusia didalamnya (Richard Barret, 2006). Model Barret menghubungkan tingkat pengembangan individu dengan kemampuan organisasi untuk perubahan berkelanjutan yang dikelompokkan menjadi tujuh tingkatan berdasarkan pemenuhan kebutuhan organisasi dari setiap tingkat untuk mencapai tingkat terakhir (Klapper, Berg, & Upham, 2020). Tujuh tingkat kesadaran budaya organisasi dalam model barret dimulai dari level paling tinggi hingga paling rendah yakni *service, making a difference, internal cohesion, transformation, self-esteem, relationship, dan survival* yang dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. 7 Level of Conciousness pada Model Barret

Model Barret mengelompokkan tujuh tingkatan organisasi menjadi tiga bagian utama yaitu *Common Good (C)*, *Transformation (T)*, dan *Self-interest (S)* (R Barret, 2010). *Common Good* merupakan kategori level teratas yang terdiri dari level 5-7. Fokus dalam kategori ini yakni terkait ikatan dalam kelompok, membangun kemitraan dan kerjasama yang menguntungkan, serta peran organisasi dalam melayani kebutuhan masyarakat atau konteks lokal. *Transformation* merupakan kategori level menengah yakni level 4. Pada tahap ini diharapkan perubahan menuju kebaikan bersama dengan mencapai organisasi yang lebih adaptif dan terbuka. *Self-interest* merupakan kategori level terbawah yang terdiri dari level 1-3. Fokus pada tahap ini cenderung pada ketertarikan individu untuk memenuhi kebutuhan ego yang dimiliki seperti keberuntungan fisik, keamanan fisik dan emosional, serta kebutuhan emosional pada harga diri. Pada tahap ini organisasi masih berupaya untuk dapat mengejar keuntungan dengan memuaskan pelanggan dan penerapan sistem dan proses kerja yang baik. Secara lebih rinci deskripsi setiap tingkatan pada konsep budaya menurut Barret ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Tingkatan budaya dan deksripsi tiap tingkatan dalam Model Barret.

Tingkat	Deskripsi	Deskripsi Tingkatan
7	<i>Service</i>	Menjaga rasa kemanusiaan dengan membangun unsur etika, kerendahaan hati, dan kasih sayang dalam internal organisasi serta berfokus pada aktivitas lokal, nasional, dan global yang berkelanjutan untuk manusia dan planet di masa depan
6	<i>Making a difference</i>	Melakukan pendalaman terhadap keterhubungan internal dengan membantu karyawan dalam menemukan kepuasan pribadi pada pekerjaan mereka serta memperluas kerjasama yang saling menguntungkan dengan organisasi lain
5	<i>Internal cohesion</i>	Menyelaraskan anggota atau karyawan melalui pengembangan visi, misi, serta nilai yang telah dikembangkan untuk direalisasikan di masa depan.
4	<i>Transformation</i>	Perangsangan inovasi untuk menghasilkan produk atau jasa baru dengan secara aktif melibatkan ide dan opini para pekerja. Sehingga pekerja merasa turut andil dan suara yang mereka berikan didengar.
3	<i>Self-esteem</i>	Berfokus pada pengukuran dan kinerja dengan menjaga seluruh indikator kunci operasional agar tetap dalam kondisi seimbang. Organisasi akan berfokus untuk menjadi yang terbaik dengan mencapai kualitas produktivitas dan efisiensi yang baik
2	<i>Relationship</i>	Pembentukan dan penyesuaian hubungan antar individu serta penjalinan komunikasi internal (baik dengan pekerja lain, pelanggan, dan supplier) yang baik sehingga terciptanya rasa memiliki satu sama lain.
1	<i>Survival</i>	Kebertahanan dan stabilitas finansial serta jaminan kesehatan dan keamanan bagi para karyawan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahapan utama yaitu tahap penyusunan aspek pengukuran dalam survei budaya, tahap survei budaya, dan tahap pengukuran entropy dengan model *Barret*. Identifikasi nilai standar yang berlaku di ITS merupakan tahap awal yang dilakukan sebagai acuan nilai budaya yang akan dievaluasi. Pemetaan nilai standar ITS dilakukan terhadap nilai-nilai acuan yang telah ditentukan dalam kerangka model *Barret*. Enam standar nilai ITS yang telah dipetakan sesuai nilai acuan akan menempati tingkat budaya acuan dalam model Barret. Selanjutnya setiap nilai yang telah disesuaikan tersebut dirinci dalam deksripsi nilai dan parameter nilai yang bersesuaian agar lebih mudah dipahami oleh responden dalam tahapan survei budaya.

Pengukuran entropi nilai budaya dilakukan dengan mendapatkan respon langsung dari pegawai di ITS. Kuisisioner survei disebabkan untuk mendapatkan preferensi voting menggunakan platform Zoho survey dan telah mendapatkan respon sebanyak 240 pegawai. Karakteristik responden cukup beragam dan dapat mewakili kelompok dan variasi fakultas dan departemen yang ada di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Berdasarkan kelompok jabatan, 70% responden merupakan tenaga kependidikan, 14% merupakan pimpinan unit dan 15% merupakan dosen. Mayoritas responden merupakan pegawai yang telah menempuh lama kerja lebih dari 5 Tahun yaitu 81%, dan selebihnya merupakan pegawai dengan lama bekerja dibawah 5 tahun. Karakteristik responden ini cukup merepresentasikan pegawai yang memahami nilai-nilai budaya ITS.

Secara ringkas, implementasi model *Barret* dijalankan pada 2 tahap utama yaitu perhitungan *value distribution* dan pemetaan nilai pada *CTS Chart*. Pengolahan data untuk *value distribution* dilakukan untuk mengetahui bagaimana penyebaran nilai budaya yang dimiliki oleh organisasi pada setiap level dalam model *Barret*. Pada tahap ini dilakukan perhitungan persentase untuk jumlah *votes* yang didapatkan setiap level pada setiap aspek dengan formula 1.

$$\% \text{ level } i = \frac{\sum \text{Suara seluruh } \textit{positive/limitting values} \text{ pada level } i}{\sum \text{Suara seluruh } \textit{value}} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Dengan total responden berjumlah 240 orang, didapatkan bahwa jumlah suara secara keseluruhan atau suara seluruh *value* yakni 2400 *votes*.

Analisis CTS Chart yang digunakan untuk mengetahui fokus organisasi dalam menjalankan aktivitas dan mencapai tujuan yang dimiliki. Pada CTS Chart, ketujuh level akan dikelompokkan menjadi tiga kategori besar yakni *common good* (level tertinggi) yang terdiri dari level 5-7, *transformation*, dan *self-interest* (level terendah) yang terdiri dari level 1-3. Perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan seluruh persentase level yang terdapat dalam setiap kategori. Perhitungan persentase *common good* menggunakan formula 2.

$$C = \% \text{Level } 5 + \% \text{Level } 6 + \% \text{Level } 7 \dots\dots\dots(2)$$

Sedangkan perhitungan kategori *Self-interest* menggunakan formula 3.

$$S = \% \text{Level } 1 + \% \text{Level } 2 + \% \text{Level } 3 \dots\dots\dots(3)$$

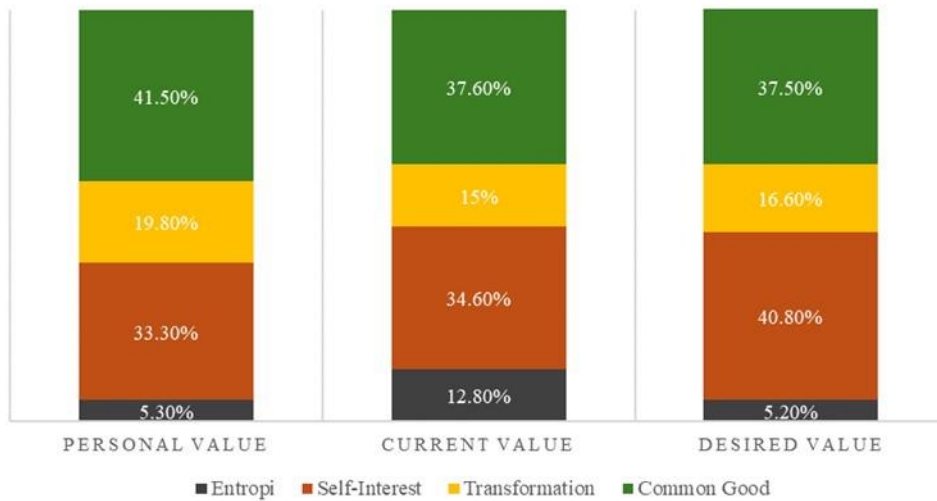
Persentase kategori *transformation* memiliki nilai yang sama besar dengan persentase pada level 4. Sedangkan persentase entropi merupakan hasil penjumlahan seluruh persentase *potentially limitting values* pada level 1 hingga 3.

HASIL PENGUKURAN ENTROPI BUDAYA

Pemetaan nilai yang menjadi prioritas dalam analisa model Barret dilakukan dengan menentukan 10 nilai budaya yang mendapatkan jumlah pilihan atau vote tertinggi dari seluruh responden. Pemetaan prioritas nilai budaya tertinggi dilakukan pada tiap kategori pengukuran yaitu *personal*, *current* dan *desired values*. Dengan menggunakan *CTS Chart* dapat diketahui proporsi sebaran nilai budaya. Pada *CTS Chart*, ketujuh level akan dikelompokkan menjadi tiga kategori besar yakni *common good* (level tertinggi) yang terdiri dari level 5-7, *transformation*, dan *self-interest* (level terendah) yang terdiri dari level 1-3.

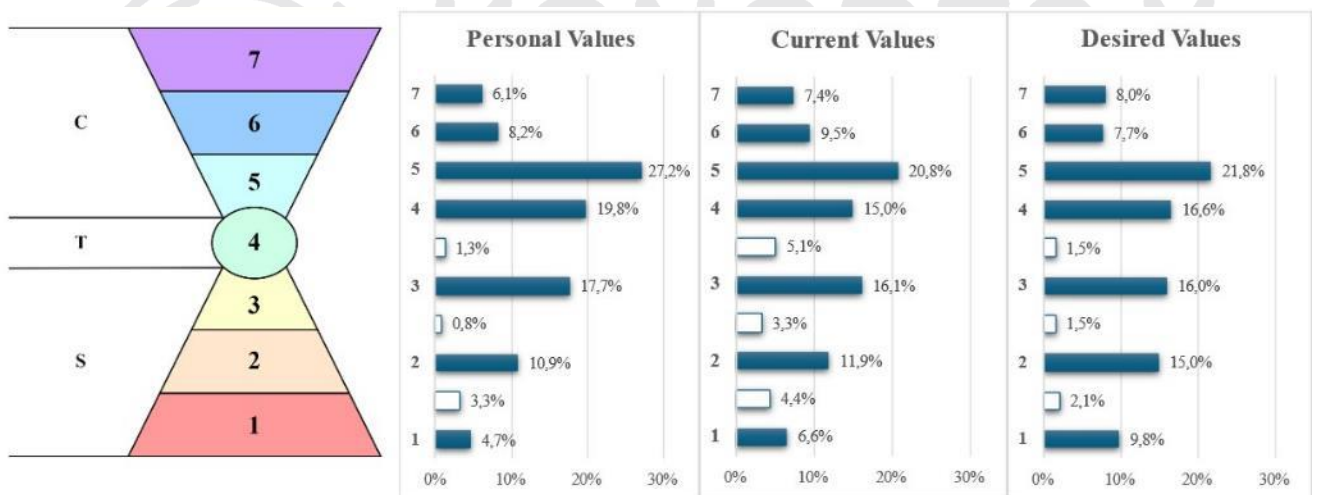
Pada gambar 2 telah disajikan hasil pemetaan nilai budaya di ITS menggunakan *CTS Chart* pada ketiga kategori pengukuran. Pada kondisi saat ini (*current value*), ITS memiliki fokus yang cukup setara antara kebutuhan internal dan eksternal organisasi. Namun, ITS juga lebih memiliki fokus pada kategori *common good* karena memiliki persentase yang paling tinggi. Pada kondisi saat ini, ITS telah menerapkan empat dari enam nilai budaya yang dimiliki. Nilai-nilai tersebut yakni sinergi, integritas, kreativitas, dan eksekusi. Adapun nilai budaya standar dalam model Barret yang menjadi prioritas yakni *efficiency*, *productivity*, *environmental awareness*, *open communication*, *professional growth*, dan *commitment*.

Pengolahan data untuk *value distribution* dilakukan untuk mengetahui bagaimana penyebaran nilai budaya yang dimiliki oleh organisasi pada setiap level dalam model Barret. Gambar 3 menyajikan hasil perhitungan persentase untuk setiap nilai dan level. Berdasarkan perhitungan persentase masing-masing level, dapat dilihat bahwa ITS telah mencapai level 5 yakni “*Internal Cohesion*” pada seluruh aspek. Level ini memiliki persentase level paling tinggi dibandingkan dengan level lainnya. Pada level ini, organisasi lebih berfokus pada peningkatan kesatuan dan ikatan dalam internal untuk menuju kebaikan bersama.



Gambar 2. Proporsi sebaran Nilai Budaya dalam CTS Chart.

Berdasarkan hasil *value distribution* secara keseluruhan, ITS hanya memenuhi implementasi budaya pada level 6 yakni *Making a Difference* sesuai pemetaan pada kondisi organisasi saat ini (*current*). Hal tersebut dapat dilihat dari persentase yang didapatkan, dimana pada aspek *current value*, level 6 memiliki persentase yang lebih tinggi yakni sebesar 9,5% dibandingkan dengan *personal values* (8,2%) dan *desired values* (7,7%). Pada level ini, organisasi menekankan pada perencanaan kerjasama, pelaksanaan pelatihan dan pembinaan bagi anggota, serta perhatian pada kontribusi pengelolaan lingkungan.



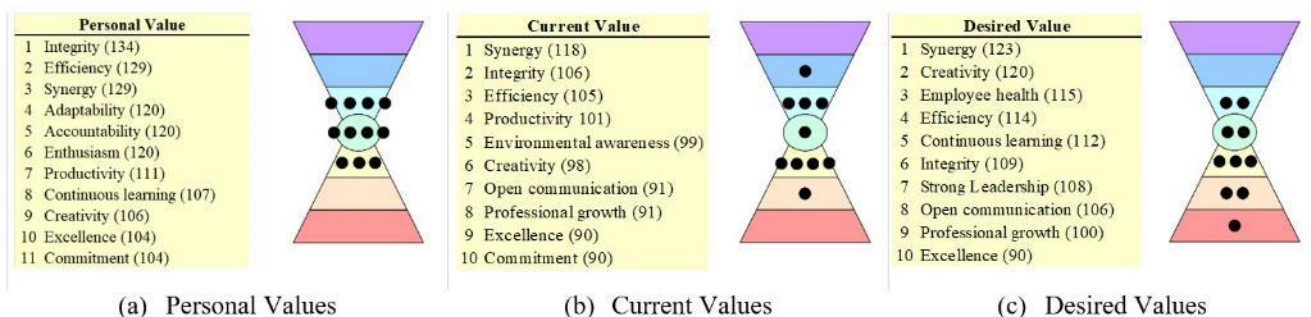
Gambar 3. Grafik Value Distribution Nilai Budaya di ITS

Berdasarkan perbandingan setiap level, dapat dilihat bahwa pada level 1 masih belum memiliki ketercapaian yang baik untuk saat ini dan pada level 1 persentase yang didapatkan untuk *current values* (6,6%) lebih tinggi dibandingkan dengan *personal values* (4,7%) namun masih lebih rendah dibandingkan dengan *desired values* (9,8%). Hal ini menandakan bahwa organisasi perlu untuk lebih memperhatikan faktor-faktor kebutuhan dasar dan kesejahteraan yang dibutuhkan oleh pegawai dan organisasi seperti finansial dan kesehatan. Hal yang sama juga terjadi pada level 2 (persentase *personal values*, *current values*, dan *desired values* secara berurutan yakni 10,9%; 11,9%; dan 15%), sehingga organisasi harus lebih memperhatikan faktor-faktor dalam tingkat kesadaran ini dengan berfokus pada nilai-nilai budaya seperti keterbukaan dalam berkomunikasi, kepuasan pelanggan, dan layanan pelanggan. Pada level 3, persentase antara *current values* dan *desired values* cukup seimbang yakni berada pada sekitar 16%, tetapi masih sedikit lebih rendah dibandingkan dengan *personal values* (17,7%). Organisasi harus lebih memperhatikan performansi dari pegawai sehingga dapat meningkatkan performansi organisasi. Level 4 memiliki hasil yang berbeda dari sebelumnya, dimana pada level ini *current values* (15%) lebih rendah daripada *personal values* (19,8%) maupun *desired values* (16,6%). Organisasi diharapkan untuk lebih dapat mendalami nilai-nilai budaya yang ada dalam tingkat kesadaran ini seperti kemampuan adaptasi,

pembelajaran berkelanjutan, dan kerjasama untuk dapat memulai perubahan fokus dan lebih peduli terhadap faktor eksternal. Hasil pada level 5 juga menunjukkan hasil yang sama dimana *current values* lebih kecil dibandingkan dengan kedua aspek lainnya (*personal values* sebesar 27,2% dan *desired values* sebesar 21,8%). Pemahaman nilai budaya paling mendalam saat ini berada pada level 6, dimana persentase untuk *current values* (9,5%) lebih tinggi dibandingkan dengan *personal values* (8,2%) dan *desired values* (7,7%). Hal ini mengindikasikan bahwa organisasi telah mendalami dan menguasai tingkatan ini. Pada level 7, hasil masih menunjukkan adanya *gap* yang mana untuk *current values* (7,4%) sudah lebih tinggi dibandingkan dengan *personal values* (6,1%) namun masi lebih rendah dibandingkan dengan *desired values* (8%). Pada kondisi ini, organisasi disarankan untuk lebih memperhatikan nilai budaya yang dapat menunjang keberlanjutan organisasi.

ANALISIS VALUES PLOT DAN KESESUAIAN NILAI BUDAYA ORGANISASI

Kesesuaian nilai budaya merupakan ukuran penting untuk memastikan keselarasan antara nilai pada individu dengan nilai budaya standar yang ditetapkan oleh organisasi. Keselarasan nilai budaya yang selaras akan membentuk organisasi penuh sinergi dan mampu meminimalkan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi pencapaian tujuan organisasi. Keselarasan nilai budaya dapat dilihat melalui 10 nilai budaya teratas. Nilai-nilai budaya ini ditentukan berdasarkan urutan jumlah votes dari setiap nilai budaya dimulai dari jumlah *votes* paling tinggi.



Gambar 4. Pemetaan Nilai Budaya di ITS pada 3 kategori.

Gambar 4 menyajikan hasil pemetaan terhadap nilai budaya teratas di ITS. Terdapat 11 nilai budaya yang terpilih dikarenakan jumlah votes yang dimiliki nilai kesebelas yakni komitmen sama dengan nilai kesepuluh yakni ekselensi. Pada gambar 4 (a), nilai teratas pada aspek personal values tersebar pada level 3 hingga 5 dimana seluruh nilai merupakan *positive values*. Pada level 3 terdapat tiga nilai budaya yakni efisiensi, produktivitas, dan ekselensi. Level 4 dan 5 memiliki jumlah nilai budaya yang sama yakni 4 nilai budaya. Untuk level 4 yakni sinergi, *adaptability*, *accountability*, dan *continuous learning*. Sedangkan nilai budaya pada level 5 yakni integritas, antusiasme, kreativitas, dan komitmen.

Pada gambar 4 (b), nilai budaya teratas yang dimiliki oleh ITS saat ini tersebar pada level 2 hingga 6. Pada level 2 terdapat satu nilai budaya yakni *open communication*. Level 3 mendominasi nilai budaya teratas karena memiliki empat nilai budaya diantaranya adalah efisiensi, produktivitas, *professional growth*, dan ekselensi. Terdapat satu nilai budaya pada level 4 yang merupakan sinergi. Pada level 5 terdapat tiga nilai budaya yakni integritas, kreativitas, dan komitmen. Serta pada level 6 hanya terdapat satu nilai budaya yakni *environmental awareness*.

Pada gambar 4 (c) ditampilkan 10 nilai budaya teratas dari *desired values* di ITS yang tersebar mulai dari level 1 hingga level 5. Nilai budaya pada level 1 adalah *employee health*. Pada level 2 terdapat dua nilai budaya yakni *strong leadership* dan *open communication*. Level 3 merupakan level dengan nilai budaya terbanyak diantaranya adalah efisiensi, *professional growth*, dan ekselensi. Kedua level memiliki nilai budaya yang sama yakni dua nilai budaya diantaranya level 4 dengan nilai budaya sinergi dan *continuous learning* serta level 5 dengan nilai budaya kreativitas dan integritas.

KESIMPULAN

Berdasarkan pemetaan dan pengukuran nilai budaya organisasi menggunakan model Barret, didapatkan beberapa simpulan sebagai berikut:

- Tingkat kesadaran budaya organisasi yang dimiliki oleh ITS ada yang telah mencapai level 6 pada tingkat kesadaran model Barret dan sebagian telah melampaui level transformasi yaitu diatas level 4. Hasil pemetaan nilai budaya ini menunjukkan ITS telah melakukan transformasi pada budaya organisasi dan telah mulai menuju pola pengembangan budaya organisasi yang semakin selaras antara nilai individu dan nilai standar organisasi.
- Nilai entropi budaya organisasi di ITS tergolong dalam kategori “*Minor*” sebesar 12,8%. Nilai entropi ini sangat baik untuk menunjang pengembangan budaya organisasi yang lebih tinggi dan menunjukkan rendahnya kemungkinan konflik atau ketidaseselarasan kerja di internal organisasi.
- Kesesuaian nilai budaya yang dimiliki oleh pegawai ITS menunjukkan tingkat kesesuaian yang cukup baik. Nilai yang sudah tumbuh baik dalam organisasi adalah integritas, sinergi, kreativitas, dan eksekusi. Namun, organisasi harus tetap memperhatikan terhadap dua nilai budaya yang tidak menjadi prioritas diantaranya yakni Tanggung jawab sosial dan Kepemimpinan yang kuat, yang mana nilai ini cukup penting bagi keberlanjutan organisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P., & Paula, J. (2006). *Atkins' Physical Chemistry*. Oxford University Press.
- Barret, R. (2006). *Building a Values-Driven Organization: A Whole System Approach to Cultural Transformation*. Oxford: Elsevier.
- Barret, R. (2010). High Performance - It's all about entropy. Retrieved from www.valuescentre.com
- Barret, Richard. (2006). *Building a Values-Driven Organization: A Whole System Approach to Cultural Transformation*. Burlington: Elsevier.
- Berumen, H. A. M., Torres, G. C. L., & Rojas, Laura. R. (2014). Developing a method to evaluate entropy in organizational systems. *Procedia Computer Science*, 28, 389–397. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.03.048>
- Cameron, K. S., & Quinn, R. E. (2011). *Diagnosing and Changing Organizational Culture Based on The Competing Values Framework*. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
- Denison, D. (2006). Diagnosing organizational cultures: Validating a model and method. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/228801211>
- Hofstede, G., Hofstede, G. J., & Minkov, M. (2010). *Cultures and organizations* (3rd ed.). Mc. Graw-Hill.
- Jia, H., & Wang, L. (2024, January 1). Introducing Entropy into Organizational Psychology: An Entropy-Based Proactive Control Model. *Behavioral Sciences*, Vol. 14. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/bs14010054>
- Jung, Scott, T., Davies, H. T. O., Bower, P., Whalley, D., McNally, R., & Mannion, R. (2009). Instruments for Exploring Organizational Culture: A Review of Literature. *Public Administration Review*. Retrieved from www.scothub.org/culture/instruments.html
- Klapper, R., Berg, L., & Upham, P. (2020). Probing alignment of personal and organisational values for sustainability: An assessment of barrett's organisational consciousness model. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/su12187584>
- Petrosyan, A. E. (2021). From Discord to Concord and Back Again (Managing the Formation, Transformation, and Fission of Organizational Culture). *Journal of Information and Organizational Sciences*, 45(2), 411–434. <https://doi.org/10.31341/jios.45.2.4>
- Rahman, A, Partiw, S. G., & Theopilus, D. S. (2021). University organizational culture mapping using Organizational Culture Assessment Instrument. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1072(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1072/1/012069>
- Rahman, Arief, Partiw, S. G., & Dewi, R. S. (2024). Continuous Vector-Based Entropy Measurement on the Organizational Culture Evaluation. In I. M. K. Dinata, M. Yusuf, & S. Purnawati (Eds.), *SHS Web of Conferences* (Vol. 189, p. 01011). <https://doi.org/10.1051/shsconf/202418901011>
- Schein, E. H. (2010). *Organizational Culture and Leadership* (4th ed.). John Wiley & Sons, Inc. Retrieved from www.josseybass.com

Scott, J. (2000). *Social Network Analysis*. London: Sage Publications.

Scott, T., Mannion, R., Davies, H., & Marshall, M. (2003). *The Quantitative Measurement of Organizational Culture in Health Care: A Review of the Available Instruments*.

Shannon, C. E., & Weaver, W. (1964). *The Mathematical Theory of Communication* (10th ed.). Urbana: The University of Illinois Press.



KONGRES X

& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

***SOCIO-CULTURE ERGONOMIC* BERBASIS TTG UNTUK MENUNJANG KUALITAS KESEHATAN DAN PRODUKTIVITAS PEKERJA PEMBUAT *JAJA SENGAIT* DI DESA SADING**

(ERGONOMIC SOCIO-CULTURE BASED ON APPROPRIATE TECHNOLOGY TO SUPPORT THE HEALTH QUALITY AND PRODUCTIVITY OF JAJA SENGAIT WORKERS IN SADING)

**Ni Luh Putu Mia Lestari Devi¹, Ni Putu Sri Arnita², I Made Sutajaya³,
Anak Agung Ketut Sri Wiraswati⁴**

¹Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Teknologi dan Ilmu Kesehatan Universitas Bali Dwipa

³Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha

⁴Program Studi Psikologi, Fakultas Humaniora dan Ilmu Sosial, Universitas Bali Dwipa

Jl. Raya Puputan No. 108, Panjer, Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali 80234
mialestaridevii@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui analisis permasalahan pada pekerja pembuat *jaja sengait* di desa sading; (2) mengimplementasikan *socio-culture ergonomic* berbasis Teknologi Tepat Guna untuk menunjang kualitas kesehatan dan produktivitas pembuat *jaja sengait*; (3) mengetahui gambaran IPTEKS dari implementasi *socio-culture ergonomic* berbasis TTG untuk menunjang kualitas kesehatan dan produktivitas pembuat *jaja sengait* di desa Sading. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa deskriptif eksploratif dengan metode observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data yang diperoleh dinarasikan secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) permasalahan pada pekerja pembuat *jaja sengait* adalah permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan, permasalahan pada aspek manajemen, dan permasalahan pada aspek produksi; (2) alternatif solusi yang ditawarkan pada pekerja pembuat *jaja sengait* yaitu berupa pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* berbasis Teknologi Tepat Guna diharapkan dapat menjadi solusi untuk memecahkan permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan, aspek manajemen, dan aspek produksi; (3) gambaran IPTEKS sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengatasi faktor risiko pada pekerja pembuat *jaja sengait* yaitu: (a) mengacu pada 6 (enam) kajian TTG; (b) mengacu pada perbaikan mekanisme, stasiun, dan peralatan kerja; (c) mengacu perbaikan manajemen kerja.

Kata kunci: *socio-culture-ergonomic*, *TTG*, *kesehatan*, *manajemen*, *kewirausahaan*

ABSTRACT

This study aims to: (1) determine the analysis of problems among jaja sengait workers in Sading village; (2) implementing socio-cultural ergonomics based on Appropriate Technology to support the health quality and productivity of jaja sengait workers; (3) understand the science and technology description of the implementation of TTG-based socio-cultural ergonomics to support the health quality and productivity of jaja sengait workers in Sading village. The type of research used in this research is exploratory descriptive with observation, interview and documentation methods. The data obtained is narrated descriptively. The results of the research show that: (1) the problems for jaja sengait workers are problems in the social aspect, problems in the management aspect, and problems in the production aspect; (2) alternative solutions offered to jaja sengait workers, namely in the form of training and mentoring on socio-cultural ergonomics based on Appropriate Technology, which is expected to be a solution for solving problems in social aspects, management aspects and production aspects; (3) description of science and technology as a solution offered to overcome risk factors for workers making technical equipment, namely: (a) referring to 6 (six) TTG studies; (b) refers to the repair of work mechanisms, stations and equipment; (c) refers to improving work management.

Keywords: *socio-culture-ergonomic*, *Appropriate Technology*, *health*, *management*, *entrepreneurship*

PENDAHULUAN

Desa Sading terkenal akan desa yang memiliki banyak industri rumah tangga. Pekerja di industri tersebut adalah penduduk lokal yaitu para ibu rumah tangga (Devi et al., 2020) (Devi et al., n.d.). Salah satu industri rumah tangga yang paling berkembang adalah industri *jaja sengait*. Kelompok pembuat *jaja sengait* Indra Jaya merupakan salah satu kelompok masyarakat produktif secara ekonomi dalam produksi *jaja sengait*. Pada awalnya *jaja sengait* hanya digunakan sebagai camilan atau kudapan saja, namun pada saat masa *pandemic Covid-19* hingga saat ini *jaja sengait* digunakan sebagai pelengkap *piranti upakara* karena harganya relatif terjangkau. Jajan hasil produksi dipasarkan hingga antar kabupaten/kota di Bali. Selain rasa yang khas dan enak, harga jajan tersebut masih relatif murah yaitu Rp1.000 per bungkus. Hal ini menyebabkan permintaan jajan di pasaran semakin meningkat, sehingga industri pembuatan *jaja sengait* terus memproduksi secara berkesinambungan untuk memenuhi permintaan pasar (Devi et al., 2023).

Proses produksi dimulai dengan mengupas singkong, memotong singkong hingga menjadi bagian tipis, menggoreng, mencetak, dan mengepak jaja. Permasalahan dalam proses produksi yaitu: (a) tidak diberikannya snack/kudapan; (b) pemotongan singkong menggunakan mesin dengan bantuan tenaga otot; (c) posisi kerja statis ± 3 jam; (d) waktu kerja selama ± 9 jam dengan terpapar panas; (e) banyaknya permintaan akibat adanya upacara keagamaan; dan (f) kurangnya informasi tertulis yang menyebabkan pekerja sering lupa (Devi et al., 2023). Kondisi tersebut tanpa disadari membentuk budaya kerja yang kurang sehat dan motivasi kerja serta produktivitas menurun (Putri et al., 2021). Ketidapahaman masyarakat khususnya para pekerja pembuat *jaja sengait* terhadap kewirausahaan berbasis *sosio-culture* ergonomi, khususnya mengenai keterkaitannya dengan kesehatan membuat pekerja tidak tahu cara mengembangkan usaha tersebut secara profesional dan tidak paham bahwa pekerjaan mereka dapat berdampak buruk terhadap kondisi kesehatannya (Sutajaya et al., 2022). *Sosio-culture* ergonomi sangat penting diimplementasikan oleh pekerja *jaja sengait* karena adanya sinergi antara kondisi sosial, nilai-nilai budaya dan prinsip-prinsip ergonomi.

Ketidapahaman masyarakat khususnya para pekerja pembuat *jaja sengait* terhadap kewirausahaan berbasis *sosio-culture* ergonomi, khususnya mengenai keterkaitannya dengan kesehatan membuat pekerja tidak tahu cara mengembangkan usaha tersebut secara profesional dan tidak paham bahwa pekerjaan mereka dapat berdampak buruk terhadap kondisi kesehatannya (Sutajaya et al., 2022) (Sutajaya, 2018) (Sutajaya et al., 2021). *Sosio-culture* ergonomi sangat penting diimplementasikan oleh pekerja *jaja sengait* karena adanya sinergi antara kondisi sosial, nilai-nilai budaya dan prinsip-prinsip ergonomi. Pekerja mengetahui bahwa kegiatan yang mereka lakukan saat bekerja seperti tidak boleh berdiri terlalu lama di depan kompor produksi. Jika dalam kondisi sosial budaya, hal ini dikarenakan tidak boleh *ungkul-ungkul* di depan Bhatara Brahma yang diyakini sebagai Dewa Pencipta. Jika dikaitkan dalam ergonomi yaitu sikap kerja dalam posisi statis dapat meningkatkan kelelahan. Pada saat bekerja, disarankan untuk tidak menggunakan rok atau celana pendek karena tidak sopan jika saat bekerja dalam posisi duduk saat proses pengemasan. Tetapi dalam ergonomi interaksi manusia dengan mesin sangat diperhatikan agar tidak terjadi kecelakaan kerja, seperti kulit terbakar atau yang lainnya. Apabila permintaan sangat meningkat pekerja akan melakukan lembur, hal ini menyebabkan mereka akan bekerja dengan sangat cepat karena pekerja pulang dengan berjalan kaki akan diganggu oleh makhluk gaib. Padahal jika bekerja lembur dapat menimbulkan akumulasi kelelahan, menurunnya ketelitian dan kecepatan kerja. Bekerja di depan pintu diyakini dapat menghambat proses datangnya rejeki bagi pemilik industri, padahal jika bekerja di depan pintu dapat mengganggu akses berjalan sehingga dapat menimbulkan kecelekaan kerja.

Hasil penelitian sebelumnya yaitu: (a) terjadi peningkatan kelelahan sebesar 60,33%; (b) penurunan motivasi kerja sebesar 28,74% (Devi et al., n.d.). Penurunan aspek sosial kemasyarakatan (kualitas kesehatan) dilihat dari peningkatan kelelahan dan motivasi kerja juga berdampak pada penurunan aspek manajemen (kemampuan manajemen) dan aspek produksi (kuantitas). Beberapa kondisi pekerja pembuat *jaja sengait* dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



Gambar 01. Lokasi Pemotongan Singkong dan Penggorengan Adonan



Gambar 02. Lokasi Pencetakan dan Pengemasan *Jaja Sengait*

Pemberdayaan masyarakat merupakan konsep pembangunan ekonomi yang merangkum nilai-nilai sosial yang bertujuan dalam meningkatkan ekonomi masyarakat sehingga kesejahteraan meningkat. Pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* berbasis Teknologi Tepat Guna diharapkan dapat memecahkan masalah secara komprehensif, bermakna, tuntas, dan berkelanjutan dalam mendapatkan pekerjaan yang layak dan meningkatkan potensi ekonomi masyarakat khususnya bagi masyarakat di Desa Sading Badung (Devi et al., 2020) (Devi et al., n.d.) (Sutajaya et al., 2022).

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah: (1) bagaimanakah analisis permasalahan pada pekerja pembuat *jaja sengait*?; (2) Bagaimanakah implementasi *socio-culture ergonomic* berbasis TTG untuk menunjang kualitas kesehatan dan produktivitas pembuat *jaja sengait*?; (3) Bagaimanakah gambaran IPTEKS dari implementasi *socio-culture ergonomic* berbasis TTG untuk menunjang kualitas kesehatan dan produktivitas pembuat *jaja sengait*?

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah: (1) mengetahui analisis permasalahan pada pekerja pembuat *jaja sengait* di desa sading; (2) mengimplementasikan *socio-culture ergonomic* berbasis Teknologi Tepat Guna untuk menunjang kualitas kesehatan dan produktivitas pembuat *jaja sengait*; (3) mengetahui gambaran IPTEKS dari implementasi *socio-culture ergonomic* berbasis TTG untuk menunjang kualitas kesehatan dan produktivitas pembuat *jaja sengait* di desa Sading.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa deskriptif eksploratif dengan metode observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penelitian deskriptif eksploratif adalah penelitian dengan metode untuk menggambarkan suatu hasil penelitian, namun hasil gambaran tersebut tidak digunakan untuk membuat simpulan yang lebih umum. Responden penelitian terdiri atas 20 orang pekerja pembuat *jaja sengait* di Desa Sading. Lokasi penelitian yaitu Desa Sading, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung, Provinsi Bali. Data yang diperoleh dinarasikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis permasalahan pada Pekerja Pembuat *Jaja Sengait*

Analisis permasalahan pada pekerja pembuat *Jaja sengait* adalah sebagai berikut.

- a. **Permasalahan di Bidang/Aspek Sosial Kemasyarakatan** dilihat dari peningkatan kelelahan dan penurunan motivasi kerja pada pekerja pembuat *jaja sengait*. Adapun sub permasalahannya adalah sebagai berikut.
 1. **Pekerja pembuat *jaja sengait* dalam proses produksi hingga pengemasan menggunakan tenaga otot dan monoton.**

Proses pembuatan dimulai dengan mencampurkan antara singkong, minyak, dan gula merah dengan posisi berdiri dan sikap kerja membungkuk selama \pm 2 jam. Pada proses pencetakan dan pengemasan dilakukan dengan posisi duduk dan sikap kerja membungkuk dalam keadaan monoton. Kondisi ini membuat pekerja cenderung memaksakan diri untuk tetap bekerja meskipun dalam keadaan lelah sehingga mereka bekerja tidak sesuai dengan kemampuan, kebolehan, dan keterbatasannya yang pada akhirnya meningkatkan kelelahan dan kesalahan dalam bekerja yang berujung dengan penurunan motivasi kerja (Sutajaya et al., 2022). Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa terjadi peningkatan kelelahan sebesar 54,59% pada pekerja dan penurunan motivasi kerja sebesar 57,29% (Devi et al., n.d.).
 2. **Stasiun dan peralatan kerja pekerja pembuat *jaja sengait* tidak sesuai dengan antropometri pekerja.**

Stasiun kerja yang tidak sesuai dengan antropometri mengakibatkan posisi dan sikap kerja yang tidak fisiologis (Sutajaya, 2018). Pekerja duduk dengan posisi kaki setara dengan meja kerja dalam waktu dua jam (Devi et al., n.d.). Peralatan kerja berupa sutil dan serok penyaring adonan yang tidak sesuai dengan genggamannya dapat mengakibatkan tremor hingga keluhan muskuloskeletal. Metode kerja inilah yang menimbulkan sikap tidak fisiologis seperti: (a) otot yang bekerja secara statis sangat banyak akibat sikap kerja yang cenderung tidak berubah (statis) selama lebih dari dua jam; (b) inklinasi ke depan pada leher dan kepala akibat medan display terlalu rendah karena tidak menggunakan meja kerja; (c) sikap kerja membungkuk akibat medan kerja terlalu rendah karena tidak menggunakan meja kerja sehingga tidak sesuai dengan antropometri pekerja pada persentil 5 (Sutajaya, 2018) (Sutajaya et al., 2022).
- b. **Permasalahan di Bidang/Aspek Manajemen** yaitu pemahaman sikap kewirausahaan untuk meningkatkan kemampuan manajerial. Pekerja pembuat *jaja sengait* belum memahami sikap kewirausahaan terkait (a) **kemampuan manajemen rotasi kerja** agar produksi tetap berjalan; (b) **kemampuan manajemen pengelolaan bahan baku** agar tidak terjadi kekurangan bahan baku dalam proses produksi; (c) **kemampuan manajemen waktu** agar tidak terjadi lembur apabila permintaan jajan meningkat (Devi et al., n.d.).
- c. **Permasalahan pada aspek produksi** yaitu **belum optimalnya upaya peningkatan kuantitas** yang disebabkan karena pekerja membungkus jajan sampai habis kemudian menghitung sebanyak 6 bungkus untuk dijadikan 1 ikat dan dikelompokkan menjadi 20 ikat dalam 1 plastik besar (Devi et al., n.d.). Kurangnya kemampuan manajemen sehingga berpengaruh terhadap kuantitas produk dari *jaja sengait*.

2. Alternatif Solusi yang Ditawarkan

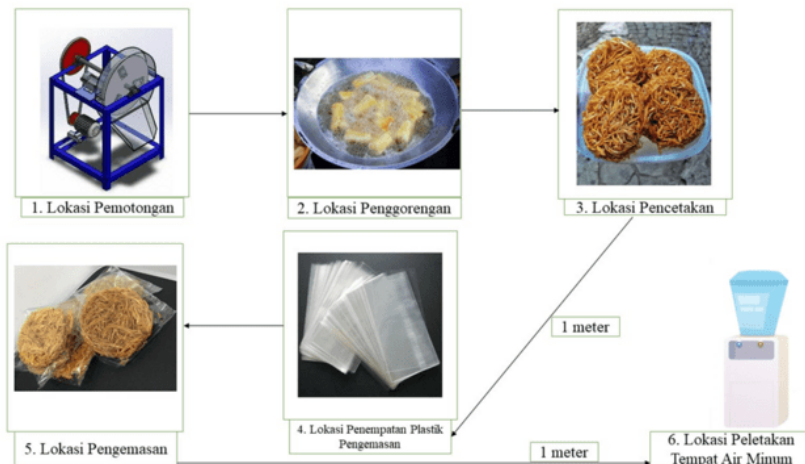
Solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh para pekerja pembuat *jaja sengait* melalui pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan dan pendampingan tentang socio-culture ergonomic berbasis Teknologi Tepat Guna diharapkan dapat menjadi solusi untuk memecahkan permasalahan prioritas pada aspek sosial kemasyarakatan, aspek manajemen, dan aspek produksi. Solusi yang ditawarkan untuk memecahkan tiga aspek masalah tersebut yaitu melalui rekayasa teknik dan rekayasa manajemen sebagai berikut.

1. Pelatihan dan pendampingan *socio-culture ergonomic* tentang pemberian istirahat aktif diantara waktu kerja dan waktu istirahat yaitu dengan meletakkan bahan baku produksi dan hasil produksi sejauh 1 meter dari posisi pekerja merupakan pemberian istirahat aktif yang tanpa disadari dilakukan oleh pekerja (Devi et al., 2020) (Devi et al., n.d.) (Sutajaya et al., 2022). Solusi ini dapat memecahkan masalah agar pekerja tidak dalam keadaan monoton pada posisi duduk atau berdiri dengan durasi waktu lebih dari dua jam dari posisi statis menjadi posisi kerja dinamis sehingga dapat terhindar dari kelelahan.
2. Pelatihan dan pendampingan *socio-culture ergonomic* tentang penyediaan air minum dan pemberian kudapan di tempat produksi dengan meletakkan galon air minum dapat meringankan beban pekerja daripada membawa air dari rumah. Pekerja akan mengambil air di sumber mata air yaitu *beji* di dekat tempat produksi sehingga kelelahan sebelum bekerja dapat dihindari (Devi et al., 2020) (Sutajaya et al., 2022).
3. Pelatihan dan pendampingan *socio-culture ergonomic* tentang penyesuaian stasiun dan peralatan kerja yang ergonomis serta pemberian tempat duduk dan meja kerja bagi pekerja. Solusi ini memecahkan masalah bagi pekerja agar posisi dan sikap kerjanya lebih sesuai dengan fungsi tubuh sehingga dapat terhindar dari kelelahan akibat kerja (Arnita et al., 2022).
4. Pelatihan dan pendampingan *socio-culture ergonomic* tentang penyesuaian sistem kerja statis menjadi dinamis dengan cara melakukan rotasi kerja pada pekerja (Negara et al., 2019). Rotasi kerja mengakibatkan semua pekerja akan memiliki keahlian mulai dari proses produksi hingga pengemasan. Solusi ini memecahkan masalah bagi pekerja apabila pekerja yang selalu memotong singkong tidak dapat bekerja agar proses produksi tetap bisa dilakukan.
5. Pelatihan dan pendampingan *socio-culture ergonomic* oleh tenaga ahli tentang pentingnya meningkatkan sikap kewirausahaan dalam meningkatkan kemampuan dalam motivasi kerja, manajemen waktu serta manajemen pengadaan bahan baku. Solusi ini memecahkan masalah bagi pekerja agar dapat meningkatkan pemahaman tentang sikap kewirausahaan untuk meningkatkan kemampuan manajerial dapat meningkatkan kuantitas *jaja sengait* yang dihasilkan dalam proses produksi.

3. IPTEKS

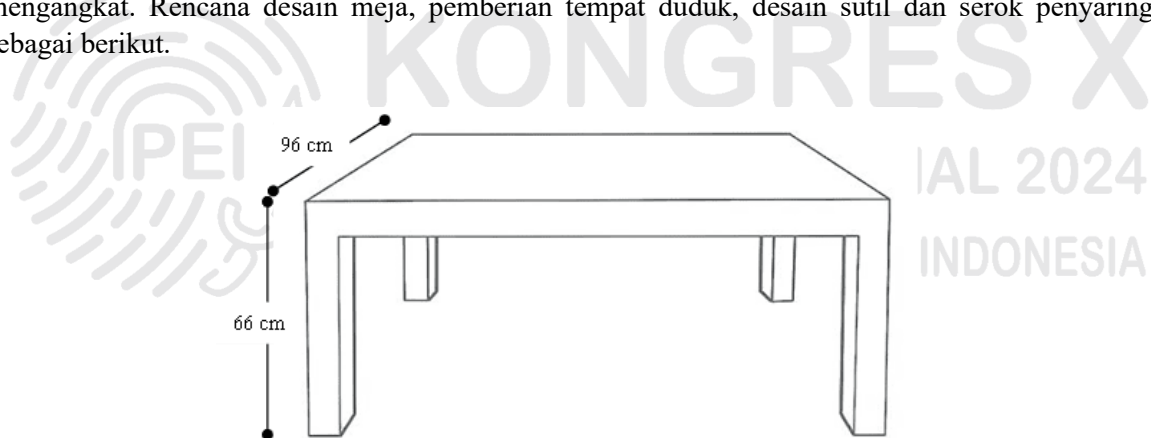
Gambaran IPTEKS dalam Pelatihan dan pendampingan tentang *socio-culture ergonomic* berbasis Teknologi Tepat Guna adalah sebagai berikut.

1. Gambaran IPTEKS mengacu kepada 6 (enam) kajian TTG sebagai berikut.
 - a. Secara teknis dapat dikerjakan, karena semua kegiatan dimulai dengan kesepakatan dengan pekerja sehingga dapat dikerjakan atau dioperasikan oleh pekerja.
 - b. Secara ekonomis dapat dijangkau, karena didukung oleh mitra.
 - c. Secara kesehatan dapat dipertanggungjawabkan, karena semua kegiatan selalu menggunakan prinsip ergonomi.
 - d. Secara sosial budaya tidak bertentangan dan dapat diterima bersama oleh pekerja dan pemilik industri
 - e. Hemat energi dijadikan parameter dalam mengevaluasi kegiatan tersebut dengan harapan agar penerapan teknologi bisa berkelanjutan.
 - f. Ramah lingkungan menjadi suatu keharusan dalam pelaksanaan kegiatan dengan harapan agar lingkungan kerja tetap aman dan nyaman.
2. Gambaran IPTEKS pada mekanisme rotasi kerja yang mengacu konsep socio-cultural ergonomic adalah pekerja akan melakukan pekerjaan secara bergilir mulai dari: (1) proses pemotongan singkong; (2) proses penggorengan; (3) proses pencetakan; (4) proses pengemasan. Masing-masing pekerja akan melewati 5 tahapan produksi secara bergiliran. Rencana rotasi kerja adalah sebagai berikut.



Gambar 03. Skema Rotasi Kerja Pekerja Pembuat *Jaja Sengait*

3. Gambaran IPTEKS pada stasiun dan alat kerja yang mengacu konsep *socio-cultural ergonomic* adalah: (a) menggunakan ukuran antropometri pekerja pada persentil 95 pada meja kerja dengan ukuran panjang 66 cm dan lebar 96 cm; (b) menggunakan tempat duduk yang terdapat sandaran; dan (c) menggunakan ukuran antropometri pekerja pada persentil 5 pada untuk alat kerja sutil dan serok penyaring yang disesuaikan dengan paparan panas dan beban yang diberikan kepada otot dalam melakukan proses mengaduk dan mengangkat. Rencana desain meja, pemberian tempat duduk, desain sutil dan serok penyaring adalah sebagai berikut.



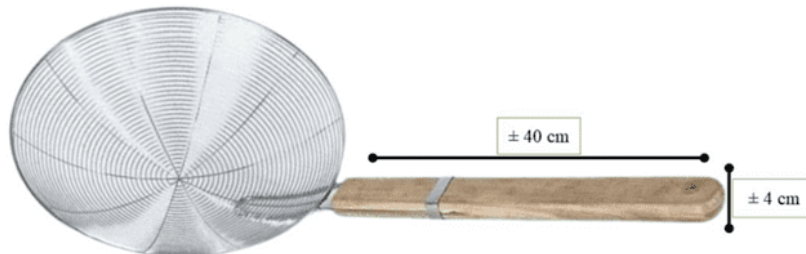
Gambar 04. Desain Meja Kerja



Gambar 05. Tempat duduk untuk Proses Pencetakan dan Pengemasan



Gambar 06. Desain Sutil Pengaduk



Gambar 07. Desain Serok Penyaring

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikaji melalui penelitian yang relevan, dapat disimpulkan bahwa: (a) adapun permasalahan pada pekerja pembuat *jaja sengait* adalah permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan, permasalahan pada aspek manajemen, dan permasalahan pada aspek produksi; (2) alternatif solusi yang ditawarkan pada pekerja pembuat *jaja sengait* yaitu berupa pelatihan dan pendampingan tentang socio-culture ergonomic berbasis Teknologi Tepat Guna untuk memecahkan permasalahan pada aspek sosial kemasyarakatan, permasalahan pada aspek manajemen, dan permasalahan pada aspek produksi; (3) gambaran IPTEKS sebagai solusi yang ditawarkan yaitu: (a) mengacu pada 6 (enam) kajian TTG; (b) mengacu pada perbaikan mekanisme, stasiun, dan peralatan kerja; (c) mengacu pada perbaikan manajemen kerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada: (1) DRTPM - Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia sebagai pemberi dana hibah Program Kemitraan Masyarakat (PKM); (2) para narasumber atas kesediaannya dalam proses wawancara; dan (3) anggota peneliti karena telah membantu dalam proses pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnita, N. P. S., Adiputra, N., Purnawati, S., Sucipta, I. N., Sutajaya, I. M., & Sundari, L. P. R. (2022). Improvement Mechanism of Work Oriented by Ergonomic Increase Health Quality and Productivity. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)of Ergonomic*, 06(03), 86–95.
- Devi, N. L. P. M. L., Adiputra, L. M. I. S. H., & Sutajaya, I. M. (2020). Giving Active Breaks and Snack Reduced Fatigue and Improved Motivation of Work and Productivity of Jaja Gipang Employee. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)of Ergonomic*, 06(02), 124–131.
- Devi, N. L. P. M. L., Arnita, N. P. S., & Muryanifa, M. (2023). Analisis Faktor Risiko Ergonomi Pada Pekerja Pembuat *Jaja sengait* Di Desa Sading Mengwi Badung. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 1(6), 89–96.
- Devi, N. L. P. M. L., Arnita, N. P. S., Sutajaya, I. M., & Handayani, L. M. I. S. (n.d.). *Pemberdayaan Masyarakat melalui Ergo-entrepreneurship untuk Mengurangi Kelelahan serta Meningkatkan Motivasi Kerja dan Produktivitas Pekerja*.
- Negara, N. L. G. A. ., Sutjana, I. D. ., & Handayani, L. M. I. S. (2019). Metode Kerja Berorientasi Ergonomi pada Proses Pengelapan Kaleng Sarden Menurunkan Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan Pekerja di PT. BMP Negara, Bali. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)of Ergonomic*, 5(1), 16–24.

- Putri, F., Nazhira, F., & Handayani, L. M. I. S. (2021). Analisis Ergonomi Di Lingkungan Kerja Industri Rumah Tangga Kerupuk Udang di Desa Bitera Gianyar. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 1(3), 213–218.
- Sutajaya, I. M. (2018). *Ergonomi* (1st ed.). PT RajaGrafindo Persada.
- Sutajaya, I. M., Arnita, N. P. S., & Devi, N. L. P. M. L. (2022). *Ergonomi Sosial Budaya*. Suluh Media.
- Sutajaya, I. M., Citrawathi, D. M., Warpala, I. W. S., Arnita, N. P. S., Devi, N. L. P. M. L., & Aryani, N. M. C. (2021). Nyangling Berorientasi Socio-Cultural Ergonomic Meningkatkan Pemahaman Masyarakat Terhadap Penyelamatan Sumber Daya Air Dan Kesehatan. *Proceeding Senadimas Undiksha 2021*, 215–226.



KONGRES X

& SEMINAR NASIONAL 2024

PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI TEPAT GUNA BERBASIS SOCIO-CULTURAL ERGONOMIC BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN DAN KONSERVASI LINGKUNGAN SERTA KESEHATAN MASYARAKAT PADA UPACARA MELASTI PABEJIAN

(IMPLEMENTATION OF APPROPRIATE TECHNOLOGY BASED ON SOCIO-CULTURAL ERGONOMIC ORIENTED ENTREPRENEURSHIP AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION AS WELL AS PUBLIC HEALTH AT THE MELASTI PABEJIAN CEREMONY)

I Made Sutajaya¹, Desak Made Citrawathi², I Wayan Sukra Warpala³,
Ni Putu Sri Arnita⁴, Ni Luh Putu Mia Lestari Devi⁵

¹²³Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan
Fakultas MIPA Undiksha

⁴⁵Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Teknologi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bali Dwipa

jalan

Email: imadesutajaya@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk membuktikan bahwa implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-cultural Ergonomic* dapat meningkatkan sikap kewirausahaan, sikap peduli lingkungan, dan kualitas kesehatan Prajuru Adat di Desa Adat Peliatan. Metode yang digunakan adalah melalui *quasi experimental* yang dipadukan dengan pendekatan Sistemik, Holistik, Interdisipliner, dan Partisipatore (SHIP). Rancangan penelitian menggunakan *post test only group design (treatment by subject design)*. Kegiatan yang dilakukan diawali dengan identifikasi masalah, kemudian dibuat prioritas masalah dan selanjutnya dibuat rencana tindak (*action plan*) berupa implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-cultural Ergonomic*. Rencana tindak ini digunakan sebagai intervensi penelitian. Sikap kewirausahaan dan sikap peduli terhadap kondisi lingkungan didata dengan kuesioner skala Likert dan tindakan pemeliharaan kualitas kesehatan secara intensif didata melalui kondisi fisiologis yang dinilai dari indikator beban kerja, keluhan muskuloskeletal, dan kelelahan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan mencari persentase perubahan dan dilanjutkan dengan uji beda *t paired* karena datanya berdistribusi normal pada taraf signifikansi 5%. Hasil yang diperoleh adalah: (1) ada peningkatan sikap kewirausahaan sebesar 13,4%, (2) ada peningkatan sikap peduli terhadap lingkungan sebesar 17,9%, dan (3) ada peningkatan kualitas kesehatan dilihat dari penurunan: (a) beban kerja sebesar 13,5%, (b) keluhan muskuloskeletal sebesar 17,7%, dan (c) kelelahan akibat kerja sebesar 20,5%. Simpulannya adalah implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-cultural Ergonomic* dapat meningkatkan sikap kewirausahaan, peduli lingkungan, dan kualitas kesehatan Prajuru Adat.

Kata Kunci: Melasti Pabejian, Prajuru Adat, Socio-Cultural Ergonomic, dan Teknologi Tepat Guna.

ABSTRACT

The purpose of this study was to prove that the implementation of Appropriate Technology based on Socio-cultural Ergonomic can improve entrepreneurial attitudes, environmental awareness, and health quality of Prajuru Adat in Peliatan Traditional Village. The method used was through quasi-experimental combined with Systemic, Holistic, Interdisciplinary, and Participatory (SHIP) approach. The research design used post-test only group design (treatment by subject design). The activities carried out began with problem identification, then problem priorities were made and then an action plan was made in the form of implementing Appropriate Technology based on Socio-cultural Ergonomic. This action plan was used as a research intervention. Entrepreneurial attitudes and attitudes of concern for environmental conditions were recorded using a Likert scale questionnaire and intensive health quality maintenance actions were recorded through physiological conditions assessed from indicators of workload, musculoskeletal complaints, and fatigue. The data obtained were analyzed descriptively by finding the percentage of change and continued with a paired t-test because the data were normally distributed at a significance level of 5%. The results obtained are: (1) there is an increase in entrepreneurial attitudes by 13.4%, (2) there is an increase in environmental concerns by 17.9%, and (3) there is an increase in health quality seen from the decrease in: (a) workload by 13.5%, (b) musculoskeletal complaints by 17.7%, and (c) work-related fatigue by 20.5%. The conclusion is that the implementation of Appropriate Technology based on Socio-cultural Ergonomic can improve entrepreneurial attitudes, environmental concerns, and health quality of Prajuru Adat.

Keywords: Melasti Pabejian, Prajuru Adat, Socio-Cultural Ergonomic, and Appropriate Technology.

PENDAHULUAN

Upacara *Melasti Pabejian* merupakan upacara yang dilakukan secara regular, ketika ada upacara piodalan di salah satu Pura yang ada di desa setempat. Upacara ini dihadiri oleh banyak orang dan dilakukan dengan cara berjalan kaki sepanjang 1 s.d. 3 km perjalanan, tergantung jarak antara Pura dengan Beji (sumber air suci) yang dituju. Upacara tersebut memberikan peluang kepada para pelaku kuliner untuk mendapatkan rejeki yang lebih banyak, mengingat pemede (peserta upacara) yang akan menuju beji tentu akan merasa haus dan lapar, sehingga mau tidak mau atau suka tidak suka akan membutuhkan pelayanan kuliner. Di samping itu areal yang digunakan sebagai tempat upacara berupa ruang terbuka hijau juga berpotensi digunakan untuk areal kuliner yang dapat dilakukan setiap hari, jika areal tersebut ditata sebagai tempat rekreasi dan berolahraga yang representatif serta sekaligus sebagai tempat mesliyah (melepas lelah). Situasi saat ini, upacara melasti lebih sering dilakukan di Segara (Laut) dan dalam perjalanan menuju ke tempat tersebut menggunakan kendaraan umum atau pribadi.

Dampaknya adalah sering menimbulkan kemacetan dan kerumunan di pantai yang dituju, jika ada lebih dari satu desa yang melaksanakan upacara tersebut. Di samping itu masyarakat akan dimanjakan untuk melakukan upacara dengan kendaraan, padahal sebelumnya mereka diwajibkan untuk menempuh perjalanan dengan jalan kaki. Kondisi ini tentu akan berdampak terhadap kesehatan masyarakat, sehingga perlu dikembalikan ke tradisi lama yaitu melaksanakan upacara Melasti Pabejian. Lokasi Beji berada di ruang terbuka hijau dan komunitas yang ikut upacara tersebut adalah masyarakat setempat. Masyarakat inilah yang akan memberikan kontribusi kepada pelaku kuliner untuk mengembangkan usahanya. Dalam hal ini diperlukan sikap kewirausahaan yang ditunjang oleh pemahaman masyarakat terhadap prinsip-prinsip kewirausahaan berbasis ergonomi atau kesehatan kerja yang dikenal dengan istilah ergo-entrepreneurship (Sutajaya, 2018, Sutajaya, 2019, Sutajaya, et al., 2021, Sutajaya, 2020) Pemberdayaan masyarakat merupakan strategi pembangunan berkelanjutan yang dapat direalisasikan melalui pendekatan sistemik, holistik, interdisipliner, dan partisipatori.

Dalam perspektif pembangunan ini, disadari betapa penting kapasitas manusia dalam upaya meningkatkan kemandirian dan kekuatan internal atas sumber daya materi dan nonmaterial (Sutajaya, 2018, Sutajaya, 2019, Sutajaya, et al., 2021, Sutajaya, 2020) Kuliner Taman Beji kuliner yang digelar di ruang terbuka hijau di sekitar Beji adalah salah satu usaha yang sangat potensial untuk dikembangkan oleh masyarakat di Desa Peliatan. Ketidakhahaman masyarakat khususnya para pelaku kuliner terhadap kewirausahaan berbasis ergonomi (ergo-entrepreneurship), khususnya mengenai keterkaitannya dengan kesehatan, membuat mereka tidak tahu cara mengembangkan usaha tersebut secara profesional. Di lain pihak kewirausahaan berbasis ergonomi berorientasi lingkungan juga belum disosialisasikan kepada masyarakat padahal sangat diperlukan dalam pengembangan kewirausahaan (Sutajaya, 2018, Sutajaya, 2019, Sutajaya, et al., 2021). Permasalahan mendasar inilah yang tampaknya dapat ditanggulangi melalui penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG) yang dikemas dalam bentuk pemberdayaan masyarakat melalui implementasi TTG berbasis Socio-Cultural Ergonomic berbasis konservasi lingkungan dan kesehatan pada upacara Melasti Pabejian. Pada pemberdayaan tersebut ditekankan bahwa prinsip-prinsip kewirausahaan, kesehatan, lingkungan, dan prinsip-prinsip ergonomi selalu dijadikan acuan di dalam memperbaiki kualitas kesehatan, sikap kewirausahaan, dan sikap peduli terhadap kondisi lingkungan. Hal itu dilakukan demi terwujudnya masyarakat yang sehat dan bugar, memiliki jiwa kewirausahaan yang tangguh dan inovatif, serta tetap peduli dengan kondisi lingkungan di sekitarnya. Dalam hal ini ada 6 (enam) aspek yang harus diperhatikan dalam mengimplementasikan Teknologi Tepat Guna yaitu: (1) secara teknis bisa dikerjakan, (2) secara ekonomis bisa dijangkau, (3) secara kesehatan bisa dipertanggungjawabkan, (4) secara sosial budaya tidak bertentangan, (5) hemat energi, dan (6) ramah lingkungan (Sutajaya, 2018, Sutajaya, 2019, Sutajaya, et al., 2021, Sutajaya, 2020, Sutajaya, et al. 2020, Arnita, et al., 2020, Devi, et al., 2020) Kemampuan manusia sangat ditentukan oleh faktor profil, kapasitas fisiologi, psikologi, dan biomekanik, sedangkan tuntutan tugas dipengaruhi oleh karakteristik dari materi pekerjaan, tugas yang harus dilakukan, organisasi, dan lingkungan dimana pekerjaan itu dilakukan (Sutajaya, et al. 2020, Arnita, et al., 2020, Devi, et al., 2020, Tsuno, et al., 2017, Akkarakittichoke, et al., 2017, Mehri, et al., 2017, Verbeek, et al., 2017, Helaly, et al., 2017, LuMeng, et al., 2017, Choi and Byoung, 2017).

Implementasi ergonomi dapat menekan dampak negatif pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi, karena dengan ergonomi berbagai penyakit akibat kerja, kecelakaan, pencemaran, keracunan, ketidak-puasan kerja, dan kesalahan unsur manusia (*human error*), bisa dihindari atau ditekan sekecil-kecilnya (Sutajaya, 2018, Sutajaya, 2019, Sutajaya, et al., 2021, Sutajaya, 2020, Sutajaya, et al. 2020, Arnita, et al., 2020, Devi, et al., 2020). Melalui pendekatan sistemik, holistik, interdisipliner, dan partisipatori (SHIP) akan terwujud lingkungan yang sehat, aman, dan nyaman serta secara fisiologis tidak menimbulkan keluhan muskuloskeletal, tidak

mengakibatkan beban kerja yang terlalu berat dan dapat memperlambat munculnya kelelahan serta meningkatkan kepuasan kerja dan produktivitas (Ojima, 2017, Choi and Byoung, 2017, Saleh, et al., 2017, Ruliati, et al., 2017, Yusuf, et al., 2021). Penerapan ergonomi yang mengupayakan agar seseorang selalu dalam kondisi sehat, aman, dan nyaman, serta terbebas dari kondisi stres dalam beraktivitas merupakan suatu yang urgen untuk dilaksanakan dan sesegera mungkin harus diimplementasikan (Beehr, 2019, Pang and Ruch, 2019, Huang, et al., 2021, Chatzimichailidou, et al., 2020, Mewes & Ebert, 2021, Teslenko, et al., 2021, Weckroth & Kemppainen, 2021, Rasel & Kalfadellis, 2021, Squires, et al., 2021, Inceoglu, et al., 2021, Shoss, 2021, Graham, et al., 2021, Ghosh & Cebula, 2021, Martin, 2021).

Persoalan terbesar yang dihadapi oleh masyarakat Desa Peliatan yang bekerja dalam bidang pariwisata, seni tari dan tabuh, kerajinan, jasa transportasi, kuliner, dan perdagangan, pasca pandemic covid 19 adalah mengalami keterpurukan ekonomi yang sangat memprihatinkan. Persoalan yang dihadapi oleh masyarakat yang berkecimpung di bidang ekonomi produktif adalah terjadi keterpurukan ekonomi, terbukti dari data yang diperoleh yang dibandingkan antara sebelum dan sesudah pandemic covid 19 adalah: (1) penghasilan para pedagang kuliner alun-alun (areal lapangan) mengalami penurunan sebesar 60,9% (dari rerata Rp.575.000,- turun menjadi Rp. 225.000,- per hari), (2) penghasilan para pedagang kuliner angkul-angkul (areal depan rumah) menurun sebesar 46,2% (dari rerata Rp.325.000,- turun menjadi Rp. 175.000,- per hari), (3) penghasilan para pedagang di pasar tradisional juga mengalami penurunan sebesar 56,7% (dari rerata Rp.750.000,- turun menjadi Rp. 325.000,- per hari), (4) para perajin produk seni (patung, lukisan, ukiran, dan kerajinan kain) sama sekali tidak berpenghasilan sehingga mereka beralih menjadi buruh tani dan bangunan), (6) para pelaku jasa transportasi juga tidak pernah mendapat penghasilan, dan (7) para seniman tari dan tabuh juga tidak bisa pentas secara regular sehingga tidak ada pendapatan sama sekali. Kondisi tersebut membuat masyarakat menjadi panik, stress, tidak percaya diri, ketakutan, dan tidak bisa berpikir secara jernih (Sutajaya, et.al. 2020, Arnita, et al., 2020, Devi, et al., 2020)

METODE

Penelitian dilakukan di Desa Peliatan, Ubud, Gianyar, Bali. Jenis penelitian adalah *quasi experimental* dengan rancangan *post test only group design (treatment by subject's design)*, dan bagannya dapat dilihat pada seperti pada Gambar 1.

P-----RS-----S-----PI ----p0---O1-----WOP----PII----p1-----O2

Gambar 1. Bagan Rancangan Penelitian

Keterangan:

P adalah populasi

RS adalah random sampling

S adalah sampel

PI adalah pendataan Periode I

p0 adalah tanpa perlakuan

O1 adalah pendataan pada kondisi sebelum perlakuan

WOP adalah Washing Out Period

PII adalah pendataan Periode II

p1 adalah perlakuan berupa implementasi Teknologi Tepat berbasis socio-cultural ergonomic

O2 adalah pendataan pada kondisi sesudah perlakuan

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian adalah pelaku upacara agama yang ada di Desa Peliatan, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar, Provinsi Bali. Objek penelitian adalah melasti pabejian. Populasi target pada penelitian adalah semua pelaku upacara agama ada di Pura Desa Desa Adat Peliatan. Populasi terjangkau adalah prajuru adat yang terhimpun dalam organisasi Pura Desa Gede, Desa Adat Peliatan yang memenuhi kriteria inklusi yang berjumlah 67 orang. Jumlah sampel yang dilibatkan dalam penelitian adalah sebanyak 32 orang subjek yang dipilih secara acak sederhana (simple random)

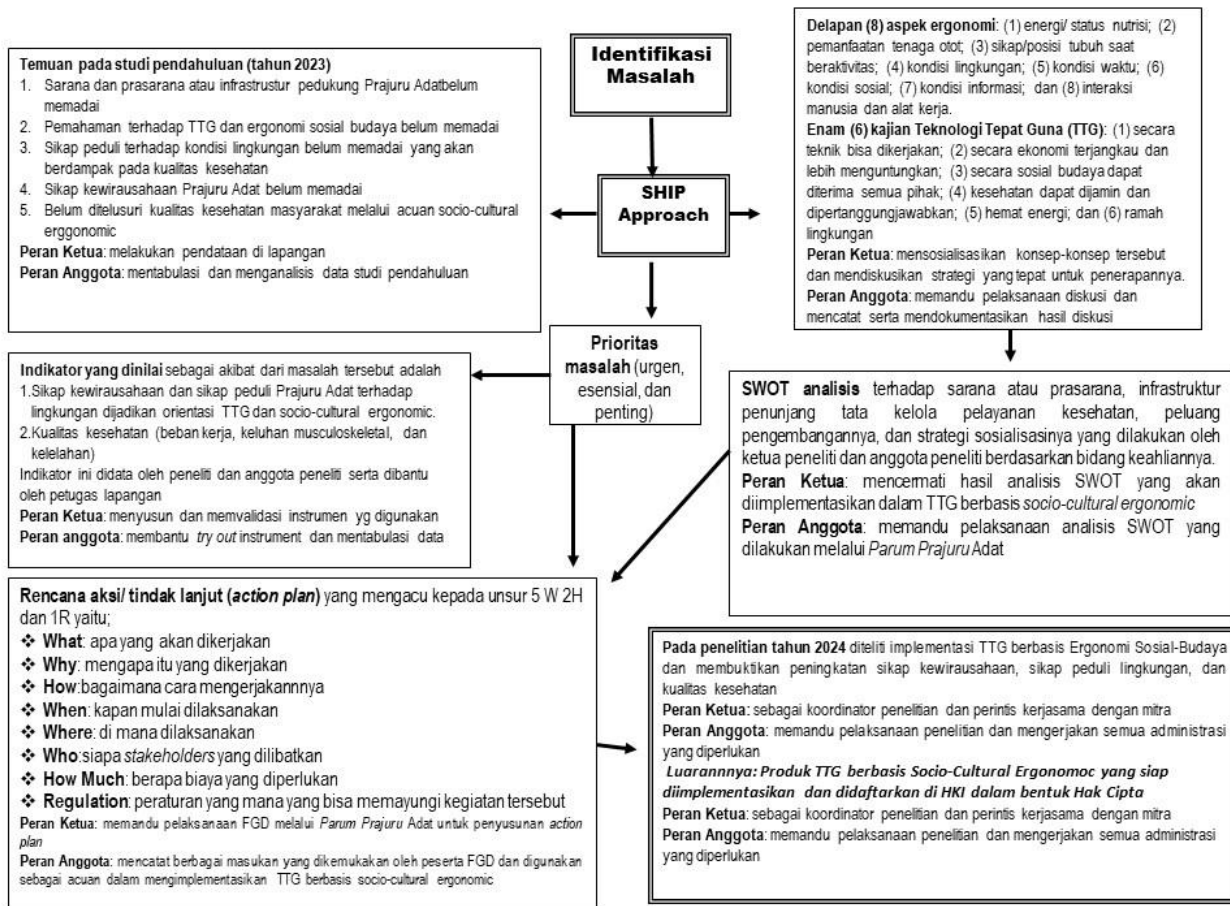
Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah: (a) variabel bebas: implementasi Teknologi Tepat berbasis socio-cultural ergonomic; (b) variabel tergantung: (a) sikap kewirausahaan, (b) kepedulian masyarakat terhadap kondisi lingkungan, (c) kualitas kesehatan dilihat dari beban kerja, keluhan musculoskeletal, dan kelelahan..

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam pengambilan data adalah: (a) sikap kewirausahaan yang didata dengan kuesioner kewirausahaan berskala Likert, (b) kepedulian masyarakat terhadap kondisi lingkungan yang didata dengan kuesioner peduli lingkungan berskala Likert, (c) kualitas kesehatan dilihat dari beban kerja yang didata melalui frekuensi denyut nadi per menit, keluhan muskuloskeletal yang didata dengan kuesioner Nordic Body Map, dan kelelahan yang didata dengan 30 items of general fatigue questionnaire.

Diagram Alir Penelitian dan Justifikasi Teori Dasar



Prosedur Pengumpulan Data

Untuk menghindari kesalahan dalam pengumpulan data, dibuat prosedur penelitian sebagai berikut.

1. Identifikasi masalah yang dihadapi oleh Prajuru Adat dengan menggunakan acuan ergonomic sosial budaya (*socio-cultural ergonomic*) dalam pemecahannya.
2. Gambaran tentang luaran penelitian didata dengan cara: (a) sikap kewirausahaan yang didata dengan kuesioner kewirausahaan berskala Likert, (b) kepedulian masyarakat terhadap kondisi lingkungan yang didata dengan kuesioner peduli lingkungan berskala Likert, dan (c) kualitas kesehatan dilihat dari beban kerja yang didata melalui frekuensi denyut nadi per menit, keluhan muskuloskeletal yang didata dengan kuesioner Nordic Body Map, dan kelelahan yang didata dengan 30 items of general fatigue questionnaire.

Strategi Analisis Data

Strategi analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah: (1) data sikap kewirausahaan, kepedulian masyarakat terhadap kondisi lingkungan, beban kerja, keluhan muskuloskeletal, dan kelelahan sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis secara deskriptif dengan mencari rerata dan simpang bakunya serta dianalisis persentase perubahannya dan (2) data sikap kewirausahaan, kepedulian masyarakat terhadap kondisi lingkungan, beban kerja, keluhan muskuloskeletal, dan kelelahan sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis dengan uji *t paired* (*t dependent sample test*) karena datanya berdistribusi normal pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis deskriptif terhadap variabel sikap kewirausahaan, sikap peduli lingkungan, dan kualitas kesehatan Prajuru Adat dilihat dari beban kerja, keluhan musculoskeletal, dan kelelahan dapat dicermati pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisis Deskriptif

Variabel	Sebelum		Sesudah		Keterangan
	Pemberdayaan		Pemberdayaan		
	(PI)		(PII)		
	Rerata	SB	Rerata	SB	
1. Sikap Kewirausahaan	37,94	1,759	49,03	1,959	Meningkat 13,4%
2. Sikap Peduli Lingkungan	81,19	2,132	95,75	2,396	Meningkat 17,9%
3. Beban Kerja	98,41	2,277	85,15	3,142	Menurun 13,5%
4. Keluhan Muskuloskeletal	50,41	2,538	41,47	2,676	Menurun 17,7%
5. Kelelahan	66,59	2,781	52,91	3,286	Menurun 20,5%

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa sikap kewirausahaan Prajuru Adat meningkat sebesar 13,4% dan sikap peduli lingkungan meningkat 17,9% yang disertai dengan terjadinya penurunan beban kerja sebesar 13,5%, keluhan muskuloskeletal menurun 17,7%, dan kelelahan menurun 20,5% antara sebelum pemberdayaan (Periode I) dan sesudah pemberdayaan (Periode II). Itu berarti, bahwa pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan dan implementasi TTG berbasis *socio-cultural ergonomic* berimplikasi terhadap sikap kewirausahaan, sikap peduli lingkungan, dan kualitas kesehatan.

Hasil uji beda untuk mengetahui keefektifan implementasi TTG berbasis *socio-cultural ergonomic* terhadap sikap kewirausahaan, sikap peduli lingkungan, dan kualitas kesehatan Prajuru Adat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Beda Sikap Kewirausahaan, Sikap Peduli Lingkungan, dan Kualitas Kesehatan Prajuru Adat (n = 32)

Variabel	Nilai t	Nilai p	Keterangan
1. Sikap kewirausahaan	26,434	0,0001	Signifikan
2. Sikap peduli lingkungan	23,913	0,0001	Signifikan
3. Beban kerja	18,668	0,0001	Signifikan
4. Keluhan muskuloskeletal	15,499	0,0001	Signifikan
5. Kelelahan	16,169	0,0001	Signifikan

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sikap kewirausahaan Prajuru Adat meningkat secara signifikan sebesar 13,4%, karena diperoleh nilai t sebesar 26,434 dengan nilai p = 0,0001 ($p < 0,05$). Seirama dengan terjadinya peningkatan sikap kewirausahaan ternyata terjadi peningkatan kepedulian terhadap lingkungan sebesar 17,9% dengan nilai t = 23,913 dan nilai p = 0,0001 ($p < 0,05$). Peningkatan kualitas kesehatan dapat dilihat dari penurunan yang signifikan pada beban kerja sebesar 13,5%, keluhan muskuloskeletal menurun sebesar 17,7%, dan kelelahan menurun sebesar 20,5% antara sebelum dan sesudah pemberdayaan ($p < 0,05$).

Pemberdayaan Prajuru Adat melalui implementasi Teknologi Tepat Guna (TTG) berbasis Socio-Cultural Ergonomic ternyata dapat meningkatkan sikap kewirausahaan sebesar 13,4%. Ini bisa terjadi karena para Prajuru Adat yang saat pandemik covid 19 ini masih tetap berkarya karena kegiatan upacara di Bali masih tetap berlangsung walaupun dalam skala kecil dan sifatnya sangat terbatas. Ketika dilakukan pemberdayaan, para Prajuru Adat merasa sangat antusias untuk mengikuti kegiatan tersebut. Kehadiran mereka dalam kegiatan tersebut ternyata memberi andil yang sangat besar terhadap manajemen dirinya yang hampir saja frustrasi akibat adanya wabah pandemik covid 19. Para Prajuru Adat bisa bangkit kembali untuk menekuni usahanya, setelah diingatkan bahwa mereka tidak perlu berkumpul saat membuat piranti upakara, karena piranti tersebut bisa dikerjakan oleh para ibu rumah tangga di rumahnya sendiri.

Konsep-konsep yang didiskusikan dalam pemberdayaan yang mengacu kepada konsep sosial budaya, ternyata sangat cepat bisa diterima oleh masyarakat, dimana pada saat pemberdayaan selalu ditekankan bahwa masyarakat Bali tidak akan pernah berhenti untuk melaksanakan yadnya, walaupun dalam kondisi segawat apapun. Pandemi covid 19 ini ternyata memberikan pelajaran bagi masyarakat yang berkecimpung di bidang pariwisata yang memandang sebelah mata terhadap usaha Prajuru Adat, karena mereka sudah terbuai oleh penghasilan tinggi di bidang pariwisata. Kini para Prajuru Adat yang ternyata tetap bisa berkarya dan berproduksi lumayan tinggi, sehingga tidak terdampak oleh pandemik covid 19 atau malah ada kelompok

Prajuru Adat yang bisa merekrut pekerja yang dulunya mereka berkecimpung di bidang pariwisata, tapi kini beralih ke industri rumah tangga pembuat piranti upakara. Implikasi dari implementasi TTG berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* adalah: (1) para Prajuru Adat semakin yakin terhadap keberadaan atau eksistensi dan keberlanjutan dari usaha yang digeluti, (2) para Prajuru Adat menyadari bahwa usahanya tetap akan memberikan penghasilan yang optimal walaupun masyarakat sedang dilanda wabah pandemik covid 19, karena proses upacara di Bali tidak akan pernah berhenti, (3) konsep sosial budaya yang digunakan sebagai acuan dalam pemberdayaan dapat memengaruhi sikap kewirausahaan para Prajuru Adat setelah disinergikan dengan konsep TTG dan *socio-cultural ergonomic*, (4) para pengelola usaha rumah tangga berupa penyediaan piranti upakara dapat mengajak masyarakat yang sedang terkena pemutusan hubungan kerja, untuk ikut terlibat di dalam usaha tersebut sehingga mereka tetap ada penghasilan bagi keluarganya, dan (5) sikap kewirausahaan para Prajuru Adat yang dapat ditingkatkan melalui pemberdayaan dengan menggunakan konsep TTG berbasis *socio-cultural ergonomic* harus bisa digunakan sebagai cambuk bagi mereka untuk berkarya lebih baik dan lebih profesional agar penghasilan bisa ditingkatkan. Temuan tersebut bersinergi dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu: (1) Sutajaya, et al. (2020) menemukan bahwa implementasi Tri Hita Karana berorientasi Socio-Cultural Ergonomic ternyata dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kualitas kesehatannya sebesar 31,09% , perilaku hidup bersih dan sehat sebesar 27,39%, dan kesadaran masyarakat untuk mengembangkan pariwisata budaya sebesar 21,65%, (2) Sutajaya, et al. (2019) menemukan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan pada pemahaman masyarakat terhadap socio-cultural ergonomic sebesar 38,21% dan sinergitas Tri Kaya Parisudha dengan ergonomi pendidikan sebesar 32,35%, (3) Arnita, et al. (2019) menemukan bahwa implementasi ergotourism berorientasi Tri Mandala dapat menunjang wisata rurung di Desa Peliatan Ubud Gianyar Bali yang salah satunya adalah untuk meningkatkan sikap kewirausahaan pedagang kuliner angkul-angkul yang berjualan di areal rurung Banjar Bucu, (4) Arnita (2020) menemukan bahwa perbaikan mekanisme kerja berorientasi ergonomi dapat meningkatkan produktivitas pekerja pembuat piranti upakara sebesar 53,93% yang salah satunya sebagai akibat dari sikap kewirausahaan pekerja, dan (5) Mia (2020) menemukan bahwa pemberian kudapan dan istirahat aktif dapat meningkatkan motivasi kerja sebesar 28,20%, dan produktivitas pembuat jaja gipang sebesar 23,31% yang salah satunya disebabkan oleh tingginya sikap kewirausahaan pekerja.

Sikap peduli masyarakat terhadap tata kelola lingkungan juga meningkat secara signifikan sebesar 17,9%, antara Periode I dan II ($p < 0,05$). Ini membuktikan bahwa masyarakat mulai peduli dengan tata kelola lingkungan di sekitar tempat tinggalnya, setelah mereka memahami bahwa tata kelola lingkungan sangat terkait dengan kesehatan masyarakat. Bentuk kepedulian masyarakat adalah: (a) ketika menemukan sampah plastik berserakan sudah dipungut dan ditempatkan di tempat sampah, (b) ketika melihat saluran air penuh sampah, sudah berusaha menanganinya agar saluran menjadi lancar, (c) ketika ada orang yang membuang sampah sembarangan, sudah ditegur dan diingatkan agar sampahnya dibuang pada tempatnya, (d) ketika ada warga yang membuat saluran limbah ke perairan, diingatkan agar warga tersebut membuat penampungan limbah, (e) ketika ada warga yang menebang pohon sembarangan, diingatkan bahwa pohon tersebut penting untuk kenyamanan lingkungan, (f) ketika diketahui bahwa di areal tersebut bising, berusaha ditanam tanaman peredam bising, (g) ketika diketahui bahwa di areal tersebut berdebu, dilakukan penanaman tanaman penyaring debu, (h) ketika diketahui bahwa di areal tersebut banyak polutan kendaraan, dilakukan penanaman tanaman anti polutan, (i) ketika diraskan bahwa di areal tersebut sangat panas, dilakukan penanaman pohon perindang, (j) ketika dilihat bahwa di tempat tersebut banyak tikus, kecoa, lalat, dan sarang nyamuk, masyarakat dihimbau agar melakukan pemberantasan terhadap hewan-hewan yang membahayakan kesehatan tersebut, (k) ketika dilihat seseorang merokok di tempat umum, diingatkan agar orang tersebut pindah ke smoking area, (l) ketika dilihat bahwa di areal tersebut dibangun batu sikat, diingatkan agar tidak seluruh areal ditutup dengan batu sikat dan dihimbau untuk menggunakan paving block yang dilengkapi dengan biopori, dan (m) berusaha diingatkan kepada masyarakat agar menanam tanaman obat, tanaman upakara, dan tanaman langka dengan memanfaatkan Ruang Terbuka Hijau di sekitar tempat tinggalnya.

Terbentuknya sikap peduli terhadap tata kelola lingkungan tentu akan berimplikasi terhadap perbaikan lingkungan yang mengarah kepada usaha pelestarian dan penyelamatan lingkungan. Lingkungan yang lestari dan bebas dari bahan pencemar berbahaya akan berimplikasi terhadap kesehatan masyarakat. Lestari (2018) melaporkan bahwa: (a) penanaman nilai peduli lingkungan dilakukan melalui pembiasaan, keteladanan, dan belajar sambil mengingatkan nilai peduli lingkungan, (b) langkah-langkah yang dilaksanakan guru dalam poses penanaman nilai peduli lingkungan dalam pembelajaran IPA adalah menggunakan lingkungan sebagai tempat pembelajaran dan media pembelajaran, melakukan proses pembelajaran di luar kelas sehingga dapat menumbuhkan rasa ingin tahu siswa dan kepedulian siswa terhadap lingkungan, (c) Guru dalam melakukan penilaian terhadap proses penanaman nilai peduli lingkungan lebih memfokuskan pada penilaian afektif berupa sikap dan kepedulian terhadap lingkungan, dan (d) penanaman nilai peduli lingkungan juga dapat

menumbuhkembangkan karakter lain, seperti mandiri, kreatif, disiplin, religius, rasa ingin tahu yang tinggi dan tanggung jawab. Adlika (2020) melaporkan bahwa hasil analisis sikap peduli lingkungan pada siswa di Kota Pontianak menunjukkan sikap peduli lingkungan peserta didik termasuk kategori baik yaitu sebesar 71,50%. Agustin & Maisyaroh (2020) melaporkan bahwa ada hubungan positif yang signifikan antara pengetahuan lingkungan dengan sikap peduli lingkungan pada siswa dengan nilai $r = 0,310$ ($p < 0,05$). Suhartinah (2019) melaporkan bahwa sikap peduli lingkungan siswa SMP berada pada kategori sedang dan kemampuan literasi sainsnya berada pada level 5. Uji hipotesis menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara sikap peduli lingkungan dengan kemampuan literasi sains siswa SMP pada materi ekosistem. Purnamasari, et al. (2019) melaporkan bahwa bahwa tidak ada perbedaan sikap peduli lingkungan antara mahasiswa yang memelajari dan tidak memelajari mata kuliah PKLH (Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup). Ketidaksielarasan antara anggapan dasar penelitian ini disebabkan karena dalam menumbuhkan sikap peduli lingkungan tidak hanya melalui mata kuliah PKLH akan tetapi kegiatan pendidikan di bidang lingkungan hidup dapat dilakukan di luar kampus yang dapat dilaksanakan secara terstruktur dan berjenjang. Irfianti, et al., (2016) melaporkan bahwa pembelajaran dengan model experiential learning dapat membentuk karakter peduli lingkungan melalui proses mendapatkan pengalaman dan melakukan perenungan. Proses tersebut mampu memberi pengetahuan dan kepedulian terhadap lingkungan, sehingga peserta didik mampu membentuk karakter peduli lingkungan. Pratiwi, et al., (2019) melaporkan bahwa menanamkan karakter peduli lingkungan pada siswa dengan cara mewajibkan siswa membawa dan merawat tanaman di sekolah, membuat kerajinan dari barang bekas, melaksanakan proses pembelajaran IPA di luar ruangan untuk mengenalkan siswa dengan lingkungan sekitar.

Pemberdayaan Prajuru Adat melalui implementasi TTG berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* ternyata dapat meningkatkan kualitas kesehatannya dilihat dari beban kerjanya yang menurun sebesar 13,5%. Ini bisa terjadi karena para Prajuru Adat yang semula terbiasa bekerja dengan tanpa memedulikan kesehatannya, kini mereka mulai menyadari bahwa memerhatikan kesehatan selama bekerja menjadi sangat penting dalam suatu aktivitas. Kualitas kesehatan yang mengacu kepada parameter beban kerja yang dapat dilihat melalui perubahan frekuensi denyut nadi selama bekerja ternyata dapat digunakan sebagai peringatan bagi pekerja untuk memerhatikan kesehatannya. Ketika diinformasikan bahwa beban kerja Prajuru Adat yang relatif tinggi saat melakukan aktivitas pembuatan piranti upakara, mereka balik bertanya tentang dampaknya bagi kesehatan. Inilah yang dijadikan sebagai bahan diskusi saat pelatihan dan implementasi TTG berbasis *Socio-Cultural Ergonomic*

Hasil analisis yang menunjukkan bahwa beban kerja Prajuru Adat mengalami penurunan secara signifikan antara sebelum dan sesudah pemberdayaan diyakini disebabkan oleh kesadaran mereka tentang kualitas kesehatan yang harus dijaga selama bekerja atau beraktivitas. Temuan tersebut bersinergi dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu: (1) Mia (2020) menemukan bahwa bahwa pemberian kudapan dan istirahat aktif mengurangi kelelahan sebesar 27,27% yang salah satunya disebabkan oleh keberhasilan pekerja dalam mengatasi beban kerjanya, (2) Arnita (2020) menemukan bahwa perbaikan mekanisme kerja berorientasi ergonomi mengurangi stres kerja pekerja pembuat piranti upakara sebesar 29,90%, yang salah satunya disebabkan oleh keberhasilan pekerja dalam mengatasi beban kerjanya, dan (3) Sutajaya dan Ristiati (2019) menemukan bahwa implementasi program Tri Datu berorientasi Ergo-entrepreneurship melalui pelatihan dapat digunakan sebagai cara untuk menelusuri kualitas kesehatan dilihat dari peningkatan beban kerja masyarakat sebesar 33,18% dan kelelahannya sebesar 54,17%.

Pemberdayaan Prajuru Adat melalui TTG berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* ternyata dapat meningkatkan kualitas kesehatannya dilihat dari keluhan muskuloskeletalnya yang menurun sebesar 17,7%. Ini bisa terjadi karena para Prajuru Adat sudah mengubah perilakunya yang semula terbiasa berada di satu tempat saat mengerjakan sesuatu, kini mereka berusaha untuk pindah tempat agar dapat bergerak dinamis. Kondisi tersebut dapat mengubah kontraksi otot secara statis (isometrik) menjadi kontraksi otot secara dinamis (isotonik) yang dapat mengatasi penumpukan asam laktat di beberapa kelompok otot yang sifat kerjanya statis. Penumpukan asam laktat yang dapat menyebabkan kelelahan otot secara lokal, jika dapat diatasi maka konsekuensinya keluhan muskuloskeletal akan dapat dikurangi. Temuan tersebut bersinergi dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu: (1) Arnita (2020) menemukan bahwa perbaikan mekanisme kerja berorientasi ergonomi dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal pekerja pembuat piranti upakara sebesar 44,45%, (2) Sutajaya dan Ristiati (2019) menemukan bahwa implementasi program Tri Datu berorientasi Ergo-entrepreneurship melalui pelatihan dapat digunakan sebagai cara untuk menelusuri kualitas kesehatan dilihat dari peningkatan keluhan muskuloskeletal masyarakat sebesar 44,09%, dan (3) Sutajaya dan Arnyana (2018) menemukan bahwa pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan ergo-entrepreneurship dapat meningkatkan kualitas kesehatan secara bermakna ($p < 0,05$) dilihat dari penurunan keluhan muskuloskeletal pematung sebesar 24,25%.

Pemberdayaan Prajuru Adat melalui TTG berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* ternyata dapat meningkatkan kualitas kesehatannya dilihat dari kelelahan secara umum yang menurun sebesar 20,5%. Ini bisa

terjadi karena para Prajuru Adat sudah memerhatikan kondisi tubuhnya saat beraktivitas. Mereka menggunakan alarm tubuh, seperti rasa haus, rasa lapar, dan rasa lelah. Prinsipnya, jika merasa haus harus minum, jika merasa lapar harus makan, dan jika merasa lelah harus beristirahat. Pada pemberdayaan tersebut, Prajuru Adat diberikan pembinaan tentang cara-cara mengimplementasikan prinsip-prinsip ergonomi yang relevan diterapkan di tempat kerja. Perbaikan tersebut diharapkan dapat mengatasi kondisi kerja yang tidak ergonomis sehingga kelelahan kerja dapat dikurangi dan konsekuensinya kualitas kesehatan masyarakat dapat ditingkatkan. Hasil penelitian tersebut bersinergi dengan penelitian: (a) Sutajaya & Arnyana (2018) yang melaporkan bahwa pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan *ergo-entrepreneurship* dapat menurunkan kelelahan secara bermakna sebesar 20,73% ($p < 0,05$), sebagai akibat dari adanya perbaikan kondisi kerja berupa pemberian istirahat pendek, pengaturan gizi kerja, dan penerapan istirahat aktif, (b) Manuaba (2015); Gohari, et al (2013); Lee, et al (2014); dan Yumang, et al (2014) yang melaporkan bahwa pemanfaatan prinsip-prinsip ergonomi dalam mendesain suatu produk membuat produk tersebut menjadi lebih sesuai dengan pengguna (*users friendly*), memuaskan, nyaman, aman, hemat energi, dan ramah lingkungan, (c) Adnyani (2013) yang melaporkan bahwa rancang bangun alat pemicangan otomatis yang ergonomis dapat mengurangi kelelahan perajin kain endek sebesar 53,07%; (d) Handari (2013) yang melaporkan bahwa penerapan ergo-psikofisiologi dapat mengurangi kelelahan karyawan akuntansi sebesar 22,18%; (e) Purnamawati (2013) yang melaporkan bahwa intervensi ergonomi dapat mengurangi kelelahan 36,24% pembuat banten ngaben pranawa sebesar 37,98%; dan (f) Adnyana (2013) yang melaporkan bahwa aplikasi sinergi Ergo-Mechanical-System dapat mengurangi kelelahan pekerja wanita pembuat sarana banten sebesar 22,23%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah diuraikan dan dikaji berdasarkan literatur yang relevan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* dapat meningkatkan sikap kewirausahaan Prajuru Adat sebesar 13,4%.
2. Implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* dapat meningkatkan sikap peduli lingkungan para Prajuru Adat sebesar 17,9%.
3. Implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* dapat meningkatkan kualitas kesehatan dilihat dari beban kerja Prajuru Adat sebesar 13,5%.
4. Implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* dapat meningkatkan kualitas kesehatan dilihat dari keluhan muskuloskeletal Prajuru Adat sebesar 17,7%.
5. Implementasi Teknologi Tepat Guna berbasis *Socio-Cultural Ergonomic* dapat meningkatkan kualitas kesehatan dilihat dari kelelahan Prajuru Adat sebesar 20,5%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada: (1) Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian, (2) Prajuru Adat Desa Adat Peliatan, Ubud, Gianyar Bali yang telah banyak berkontribusi pada penelitian ini, dan (3) DRTPM (Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia sebagai pemberi dana hibah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akkarakittichoke, N. And Prawit, J. (2017) Seat Pressure Distribution Characteristics During 1 Hour Sitting in Office Workers With and Without Chronic Low Back Pain. *Journal Safety and Health at Work* Volume 8, Issue 2, p. 212-219
- Arnita, N.P.S. Adiputra, N., Purnawati, S., Sucipta, I N., Sutajaya, I M., and Sundari, L.P.R. (2020) Improvement Mechanism of Work Oriented by Ergonomic Increase Health Quality and Productivity. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*. Vol.06, No.02: 31 Desember. p.86-95.
- Beehr, T.A. (2019) Interventions in Occupational Health Psychology. *Journal of Occupational Health Psychology*. Vo.24. No.1. pp 1-3.

- Chatzimichailidou, M.M. and Nektarios Karanikas (2020) Report of the International Cross-Industry Safety Conference (ICSC) 2018. *Safety and Reliability Journal*. Vol. 39, No. 1, pp 114–118.
- Choi, G.H. and Byoung, G. (2017) Control of Industrial Safety Based on Dynamic Characteristics of a Safety Budget-Industrial Accident Rate Model in Republic of Korea. *Journal Safety and Health at Work* Volume 8, Issue 2, p. 189-197.
- Devi, N.L.P.M.L., Indah, L.M.S.H.A., and Sutajaya, I M. (2020) Giving Active Breaks and Snack Reduced Fatigue and Improved Motivation of Work and Productivity of Jaja Gipang Employee. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*. Vol.06, No.02: 31 Desember. p.124-131.
- Graham, T.L., Khalid Khan & Hamid Reza Nasriani (2020) On The Systemic Entropy of Low-Order Systems. *Safety and Reliability Journal* Vol. 39. No. 3-4. pp 230-252.
- Ghosh, S.& Richard J. Cebula (2021) Proximity to Coal Mines and Mortality Rates in The Appalachian Region of the United States: A Spatial Econometric Analysis. *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.130-142.
- Helaly, M.E., Hanan, H., Balkhy, and Vallenius, L. (2017) Carpal Tunnel Syndrome among Laboratory Technicians in Relation to Personal and Ergonomic Factors At Work. *J Occup Health*. 59: p.513-520.
- Huang, X., Qinchang Gui, Xionghe Qin & Debin Du (2021) Spatial Evolution of The Global Scientific Collaborative Network. *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.122- 129.
- Inceoglu,I., Kara A. Arnold, Hannes Leroy, Jonas W. B. Lang, and Ute Stephan (2021) From Microscopic to Macroscopic Perspectives and Back: The Study of Leadership and Health/Well-Being. *Journal of Occupational Health Psychology*. Vo.26. No.6. pp 459-468.
- LuMeng, Marilyn, B.W.K.A., Mattick. David, M.D., Mark, G.W., and Matthew, L.S. (2017) Strategies for Worksite Health Interventions to Employees with Elevated Risk of Chronic Diseases. *Journal Safety and Health at Work*. Volume 8, Issue 2, p. 117-129.
- Martin, R. (2021) Rebuilding The Economy from The Covid Crisis: Time to Rethink Regional Studies? *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.143-161.
- Mehri, A., Roohalah, H., Somayeh, F.D., Parvin, N., Sayed, M.J., Fereshteh, T., Seyed, A., and Zakerian. (2017) Safety Evaluation of the Lighting at the Entrance of a Very Long Road Tunnel: A Case Study in Ilam. *Journal Safety and Health at Work*. Volume 8, Issue 2, p. 151-155
- Mewes, L. & Tobias Ebert (2021) Where Do People Want to Become Entrepreneurs? Mapping Entrepreneurship Potential Across Great Britain. *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.332-335.
- Ojima, J. (2017) Decline of the Performance of a Portable Axial-flow Fan due to the Friction and Duct Bending Loss of a Connected Flexible Duct. *J. Occup Health* 59: p. 210-213
- Pang, D. and Willibald Ruch (2019) Fusing Character Strengths and Mindfulness Interventions: Benefits for Job Satisfaction and Performance. *Journal of Occupational Health Psychology*. Vo.24. No.1. pp 150-162.
- Rasel, S. & Paul Kalfadellis (2021) Global and Non-Global City Locations: The Effect of Clusters on The Performance of Foreign Firms. *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.88- 108.
- Ruliati, L.P., Adiputra, N., Sutjana, I.D.P., Sutajaya, I.M. (2017) Modification of Working Conditions based on Ergo THK Reducing Workload, Muscle Tension, and Fatigue of Rice Milling Workers in J Village. *AIP Conference Proceedings*.
- Saleh, S. Susan, W., and Anila, B.. (2017) The Use of Noise Dampening Mats to Reduce Heavy-Equipment Noise Exposures in Construction. *Journal Safety and Health at Work* Volume 8, Issue 2, p. 226-230
- Shoss, M. (2021) Occupational Health Psychology Research and the COVID-19 Pandemic. *Journal of Occupational Health Psychology*. Vo.26. No.4. pp 259-260.
- Squires, G., Arshad Javed & Hai Hong Trinh (2021) Housing Charges to Fund Bulk Infrastructure: Innovative or Traditional? *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.65-84.

- Sutajaya, I M. (2018) *Ergonomi*. Rajawali Pers, PT. Rajagrafindo Persada: Depok.
- Sutajaya, I M. (2019) *Ergonomi Pendidikan*. Media Akademi. Yogyakarta.
- Sutajaya, IM., Citrawathi, D.M., Arnita, N.P.S., Devi, N.L.P.M.L., Aryani, N.M.C. (2021) The Implementation of the Tri Datu Concept of Socio-Cultural Ergonomic Oriented to Maintain Entrepreneurial Attitude of Workers on The Covid-19 Pandemic. *International Conference on Ergonomics, Safety, and Health (ICESH)*, Semarang, July 14th.
- Sutajaya, I M., (2020) Mendidik Masyarakat Melalui Konsep Tri Datu untuk Mempertahankan Sikap Kewirausahaan saat Pandemi Covid 19. *Makalah*. Seminar Nasional FMIPA Undiksha.
- Sutajaya, I M. & Ristiati, N.P. (2019) Implementation of Tri Datu Based Ergo-Entrepreneurship Oriented to Support Lane Tourism and Improve the Health Quality Entrepreneurship and Care of Community to Environmental Conditions in Peliatan Vilage Ubud Gianyar. *Proceeding. The 3th International Conference on Innovative Research across Disciplines (ICIRAD)*.
- Sutajaya, I M., Sukra Warpala, W., Oka Riawan, I M. dan Sri Ratna Dewi N. P., (2020) Implementation of Tri Hita Karana with Socio-Cultural Ergonomic Oriented on the Kecak Dance Performance to Improve Community Health and Supporting Cultural Tourism in Peliatan Ubud Gianyar. *Journal of Physics: Conference Series* 1503 (2020) 012053 *IOP Publishing* doi:10.1088/1742- 6596/1503/1/01205
- Teslenko, V., Roman Melnikov & Damien Bazin (2021) Evaluation of The Impact of Human Capital on Innovation Activity in Russian Regions. *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.109-126.
- Tsuno, K., Norito, K., Akihito, S., Kyoko, S., Akiomi, I. and Michael, P. L (2017) Workplace Incivility in Japan: Reliability and Validity of the Japanese Version of the Modified Work Incivility Scale. *J. Occup Health*. 59: p.237-246
- Verbeek, J. Christina, M., Rachel, R., Sharea, I. Paul, K. Arthur, K. Anneli, O., and Kaisa, N. (2017) Occupational Exposure to Knee Loading and the Risk of Osteoarthritis of the Knee: A Systematic Review and a Dose-Response Meta-Analysis. *Journal Safety and Health at Work*. Volume 8, Issue 2, p. 130-142.
- Weckroth, M. & Teemu Kemppainen (2021) (Un)Happiness, Where Are You? Evaluating The Relationship Between Urbanity, Life Satisfaction and Economic Development in a Regional Context. *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.207-227.
- Yusuf, A.A., Reza Anglingkusumo & Andy Sumner (2021) A Direct Test of Kuznets in a Developing Economy: a Cross-District Analysis of Structural Transformation and Inequality in Indonesia. *Regional Studies, Regional Science Journal* Vol.8. No.1 pp.184-206.

EVALUASI KEMUDAHGUNAAN DAN KUALITAS LAYANAN PADA APLIKASI E-HEALTH

Evaluation of Usability and Service Quality in E-Health Application

Dian Palupi Restuputri¹, Adrian Felix Sanyoto², Ilyas Masudin³

^{1,2,3}Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang
Jalan Raya Tlogomas 246 Malang
E-mail: restuputri@umm.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dalam beberapa dekade terakhir telah mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor kesehatan. Salah satu wujud nyata dari investasi ini adalah munculnya konsep e-health. E-health didefinisikan sebagai pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk mendukung dan meningkatkan layanan kesehatan, pendidikan kesehatan, serta penelitian di bidang kesehatan. E-health telah membawa perubahan signifikan dalam cara pelayanan kesehatan diberikan, salah satunya melalui aplikasi Halodoc. Berdasarkan survei dari Daily Sociola pada tahun 2019, Halodoc menjadi aplikasi e-health yang paling populer dan sering digunakan di Indonesia. Halodoc menawarkan berbagai kemudahan, termasuk fasilitas dan layanan homecare. Aplikasi ini menempati peringkat teratas baik di platform iOS maupun Android dalam kategori e-health. Salah satu fitur utama yang ditawarkan oleh Halodoc adalah telemedicine, di mana dokter dan pasien dapat berinteraksi dari lokasi yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis usability aplikasi Halodoc menggunakan dua metode, yaitu Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) dan System Usability Scale (SUS) serta mengetahui kualitas layanan menurut pengguna dengan menggunakan metode IPA. Metode UTAUT menguji tingkat penerimaan dan penggunaan teknologi informasi oleh pengguna, mencakup enam variabel utama: performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, behavioral intention, dan use behavior. Sedangkan SUS mengukur usability secara global dengan menggunakan skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Halodoc memiliki skor usability sebesar 76.2, yang masuk dalam kategori acceptable, dengan nilai tertinggi pada variabel Effort Expectancy, Social Influence, dan Facilitating Conditions. Analisis Importance-Performance Analysis (IPA) menunjukkan bahwa variabel-variabel terkait kemudahan penggunaan, fleksibilitas layanan, dan rekomendasi dari orang-orang terdekat harus diprioritaskan untuk ditingkatkan karena penting bagi pengguna. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan berharga dalam meningkatkan layanan e-health di masa mendatang.

Kata kunci: usability, e-health, UTAUT, SUS, IPA

ABSTRACT

Technological advancements in recent decades have transformed various aspects of life, including the health sector. One tangible manifestation of this investment is the emergence of the e-health concept. E-health is defined as the use of information and communication technology to support and enhance healthcare services, health education, and health research. E-health has brought significant changes in how healthcare services are delivered, one of which is through the Halodoc application. According to a survey by Daily Sociola in 2019, Halodoc became the most popular and frequently used e-health application in Indonesia. Halodoc offers various conveniences, including Polymerase Chain Reaction (PCR) test drive-through facilities and homecare services, which have helped more than 100,000 users detect COVID-19. This application ranks top on both iOS and Android platforms in the e-health category. One of the main features offered by Halodoc is telemedicine, where doctors and patients can interact from different locations. This study aims to analyze the usability of the Halodoc application using two methods: the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) and the System Usability Scale (SUS). The UTAUT method tests the acceptance and use of information technology by users, encompassing six main variables: performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, behavioral intention, and use behavior. The SUS method measures global usability using a Likert scale. The results of the study show that the Halodoc application has a usability score of 76.2, which falls into the acceptable category, with the highest scores in the Effort Expectancy, Social Influence, and Facilitating Conditions variables. Importance-Performance Analysis (IPA) analysis shows that variables related to ease of use, service flexibility, and recommendations from people closest to them must be prioritized for improvement because they are important to users. This research is expected to provide valuable insights into improving e-health services in the future.

Keywords: usability, e-health, UTAUT, SUS, IPA

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam beberapa dekade terakhir telah mengubah berbagai aspek kehidupan kita secara signifikan. Teknologi telah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari setiap aspek kehidupan, termasuk bidang kesehatan. Dalam sektor ini, pelayanan kesehatan diakui sebagai industri jasa yang paling krusial dan selalu menjadi prioritas utama. Oleh karena itu, banyak negara berlomba-lomba berinvestasi dalam sektor kesehatan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakatnya. Salah satu wujud nyata dari investasi ini adalah munculnya konsep e-health. E-health didefinisikan sebagai pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk mendukung dan meningkatkan layanan kesehatan, pendidikan kesehatan, serta penelitian di bidang kesehatan (Da Fonseca, Kovaleski, Picinin, Pedroso, & Rubbo, 2021).

E-health telah membawa perubahan signifikan dalam cara pelayanan kesehatan diberikan. Teknologi ini tidak hanya mempermudah akses terhadap informasi kesehatan, tetapi juga mempercepat proses diagnosis dan pengobatan. Salah satu contoh penerapan e-health adalah melalui aplikasi Halodoc. Berdasarkan survei dari Daily Sociola pada tahun 2019, Halodoc menjadi aplikasi e-health yang paling populer dan sering digunakan di Indonesia (Sari & Wirman, 2021). Hal ini dikarenakan Halodoc menawarkan berbagai kemudahan, termasuk fasilitas Polymerase Chain Reaction (PCR) test drive-through dan layanan homecare di berbagai lokasi di Indonesia, yang telah membantu lebih dari 100.000 pengguna dalam mendeteksi COVID-19 (Simatupang & Fahmi, 2023). Aplikasi ini menempati peringkat teratas baik di platform iOS maupun Android dalam kategori e-health (Artanti, 2022).

Salah satu fitur utama yang ditawarkan oleh Halodoc adalah telemedicine. Telemedicine adalah sistem pelayanan kesehatan di mana dokter dan pasien dapat berinteraksi dari lokasi yang berbeda (Haleem, Javaid, Singh, & Suman, 2021). Menurut berbagai penelitian, telemedicine merupakan sistem yang terintegrasi dan komprehensif yang memanfaatkan teknologi, organisasi, dan kapabilitas sistem untuk memberikan layanan kesehatan (Baker & Stanley, 2018). Praktik telemedicine telah digunakan secara luas oleh tenaga kesehatan dan pasien dalam beberapa tahun terakhir. Sistem ini terbukti efektif karena menawarkan manfaat seperti akses yang lebih cepat ke tenaga kesehatan, kenyamanan dan penghematan waktu bagi pasien, serta peningkatan kesetaraan dalam mengakses layanan kesehatan (Nittari et al., 2020). Selain itu, telemedicine juga berperan dalam mengurangi beban fasilitas kesehatan, khususnya dalam situasi darurat seperti pandemi COVID-19, di mana interaksi tatap muka dibatasi. Halodoc, dengan berbagai fiturnya, tidak hanya menyediakan konsultasi online tetapi juga memungkinkan pengguna untuk membeli obat secara online, menjadwalkan janji dengan dokter, dan bahkan mendapatkan resep yang kemudian dapat diantar langsung ke rumah.

Untuk memastikan efektivitas dan kemudahan penggunaan fitur-fitur tersebut, perlu dilakukan evaluasi terhadap usability aplikasi Halodoc. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis usability aplikasi Halodoc menggunakan dua metode, yaitu Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) dan System Usability Scale (SUS). Metode UTAUT dikembangkan untuk menguji tingkat penerimaan dan penggunaan teknologi informasi oleh pengguna (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003). Metode ini mencakup enam variabel utama: *performance expectancy*, *effort expectancy*, *social influence*, *facilitating conditions*, *behavioral intention*, dan *use behavior*. Masing-masing variabel ini memberikan wawasan mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan dan penggunaan teknologi baru oleh pengguna (Kaba & Touré, 2014). Sedangkan System Usability Scale adalah alat yang digunakan untuk mengukur usability secara global dengan menggunakan skala Likert. Metode ini dikembangkan oleh Brooke (2013) dan dikenal sebagai metode yang murah dan reliabel. SUS memberikan penilaian kualitatif yang berguna untuk memahami sejauh mana sebuah sistem atau aplikasi dapat digunakan dengan mudah oleh penggunanya (Bangor, Kortum, & Miller, 2008). Penggunaan System Usability Scale (SUS) dan Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) dalam penelitian ini dipilih karena beberapa alasan yang kuat. SUS adalah metode yang sederhana namun sangat efektif untuk mengukur usability secara keseluruhan. Metode ini menggunakan skala Likert dengan 10 item pertanyaan yang mencakup berbagai aspek usability, seperti kemudahan penggunaan, konsistensi antarmuka, dan kepuasan keseluruhan pengguna. SUS memberikan data kuantitatif yang mudah diinterpretasikan dan dibandingkan dengan benchmark global, serta telah terbukti sebagai metode yang reliabel dan valid dalam berbagai konteks, termasuk aplikasi kesehatan. Hal ini menjadikannya alat yang tepat untuk menilai usability aplikasi Halodoc. UTAUT adalah metode yang komprehensif untuk mengevaluasi sejauh mana pengguna menerima dan berniat menggunakan teknologi baru. Metode ini mencakup enam variabel utama: *performance expectancy*, *effort expectancy*, *social influence*, *facilitating conditions*, *behavioral intention*, dan *use behavior*, yang memberikan pemahaman menyeluruh tentang faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan dan penggunaan teknologi oleh pengguna. Dalam konteks aplikasi kesehatan, faktor-faktor seperti kemudahan penggunaan dan dukungan sosial sangat

penting, dan UTAUT memungkinkan analisis mendalam tentang bagaimana faktor-faktor ini mempengaruhi niat dan perilaku pengguna dalam menggunakan Halodoc.

Selain menggunakan SUS dan UTAUT, penelitian ini juga akan menggunakan *Importance Performance Analysis* (IPA) untuk mengukur kualitas layanan aplikasi Halodoc. IPA adalah alat yang berguna untuk mengidentifikasi aspek-aspek layanan yang perlu ditingkatkan berdasarkan pentingnya dan kinerja saat ini. Dengan menggunakan IPA, peneliti dapat mengevaluasi kualitas layanan yang dirasakan oleh pengguna dan menentukan prioritas perbaikan untuk meningkatkan kepuasan pengguna secara keseluruhan. Metode ini memungkinkan pengembangan strategi yang lebih efektif dalam meningkatkan kualitas layanan aplikasi Halodoc.

Aplikasi kesehatan seperti Halodoc memiliki karakteristik khusus, seperti kebutuhan akan kepercayaan tinggi, kemudahan akses, dan dukungan teknis yang memadai. Metode SUS dan UTAUT sangat cocok untuk mengukur aspek-aspek ini karena keduanya dapat mengevaluasi usability dan faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan pengguna. Usability yang baik dan penerimaan pengguna sangat krusial dalam aplikasi kesehatan karena dapat berdampak langsung pada kesehatan dan keselamatan pengguna. Oleh karena itu, penggunaan metode SUS, UTAUT, dan IPA dalam penelitian ini bukan hanya relevan tetapi juga ideal, mengingat kebutuhan untuk menilai usability dan penerimaan teknologi dalam konteks aplikasi kesehatan seperti Halodoc. Dengan menggabungkan ketiga metode ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai usability dan kualitas layanan aplikasi Halodoc. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengujian usability dan kualitas layanan pada aplikasi Halodoc, yang diharapkan dapat memberikan wawasan berharga dalam meningkatkan layanan e-health di masa mendatang. Melalui analisis ini, pengembang dapat memahami aspek-aspek yang perlu diperbaiki dan dioptimalkan untuk meningkatkan pengalaman pengguna, sehingga dapat mendukung transformasi digital dalam sektor kesehatan secara lebih efektif.

METODE

Dalam penelitian ini, populasi yang dituju adalah pengguna aplikasi Halodoc di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini perlu mencakup sampel yang representatif dari populasi pengguna aplikasi Halodoc untuk memastikan hasil penelitian dapat digeneralisasi ke seluruh pengguna aplikasi. Untuk mencapai tujuan tersebut, sampel yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebanyak 175 responden. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang disebarluaskan melalui platform online seperti Google Form, WhatsApp, dan Twitter. Metode ini dipilih karena memungkinkan penyebaran yang cepat dan luas, serta memudahkan responden untuk mengisi kuesioner di waktu dan tempat yang nyaman bagi mereka. Selain itu, penggunaan platform online juga membantu dalam menjangkau pengguna aplikasi Halodoc yang mungkin berada di berbagai daerah di Indonesia. Sebelum kuesioner disebarluaskan secara luas, dilakukan pilot test untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen penelitian.

Penelitian ini menggunakan dua metode utama untuk menganalisis usability aplikasi Halodoc, yaitu *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)* dan *System Usability Scale (SUS)*. Metode UTAUT dikembangkan oleh Venkatesh et al. (2003) untuk menguji tingkat penerimaan dan penggunaan teknologi informasi oleh pengguna. UTAUT mencakup enam variabel utama: *performance expectancy*, *effort expectancy*, *social influence*, *facilitating conditions*, *behavioral intention*, dan *use behavior*. *Performance expectancy* mengukur sejauh mana pengguna percaya bahwa menggunakan sistem akan membantu mereka mencapai keuntungan dalam kinerja. *Effort expectancy* mengukur kemudahan penggunaan sistem. *Social influence* mengukur sejauh mana pengguna merasa pentingnya orang lain dalam menggunakan sistem. *Facilitating conditions* mengukur sejauh mana pengguna percaya bahwa infrastruktur teknis dan organisasi mendukung penggunaan sistem. *Behavioral intention* mengukur niat pengguna untuk menggunakan sistem, dan *use behavior* mengukur penggunaan aktual dari sistem.

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)*, yang dikembangkan oleh Brooke (2013). SUS adalah alat yang sederhana dan efektif untuk mengukur usability secara keseluruhan. SUS menggunakan skala Likert dengan 10 item pertanyaan yang mencakup berbagai aspek usability, termasuk kemudahan penggunaan, konsistensi antarmuka, dan kepuasan keseluruhan pengguna. Skor SUS memberikan gambaran umum tentang usability dari sebuah sistem, yang dapat dibandingkan dengan benchmark global untuk menentukan tingkat kualitas usability. Metode ini dikenal karena kemampuannya untuk memberikan hasil yang reliabel dan valid dengan biaya yang relatif rendah. Kombinasi metode UTAUT dan SUS dalam penelitian ini memungkinkan analisis yang komprehensif terhadap usability aplikasi Halodoc, mencakup aspek kualitatif dan kuantitatif dari pengalaman pengguna.

Penyusunan kuesioner didasari oleh dua metode yang digunakan pada penelitian ini. Dua metode tersebut adalah *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)* dan *System Usability Scale (SUS)*. Total item pernyataan yang ada pada kuesioner ada 29, terdiri dari 1 pernyataan dari metode UTAUT dan 10 pernyataan dari metode SUS. Pernyataan dari metode UTAUT sejumlah dengan variable yang dihipotesiskan yaitu 5 variabel, pernyataan dari metode UTAUT bertujuan untuk mengetahui opini pengguna dan menguji hubungan antar variable dependen dan independennya. Berikut adalah tabulasi dari pernyataan tiap variable :

Tabel 1. Kuisisioner UTAUT

Variabel	Pernyataan
<i>Performance Expectancy</i>	<p>(X1.1) Saya bisa melakukan konsultasi kesehatan(telemedicine) dimana saja dan kapanpun tanpa mengorbankan aktivitas dan kewajiban yang sedang dikerjakan</p> <p>(X1.2) Saya bisa melakukan konsultasi pesan obat dimana saja dan kapanpun tanpa mengorbankan aktivitas dan kewajiban yang sedang dikerjakan</p> <p>(X1.3) Saya bisa menghemat waktu saat melakukan Telemedicine menggunakan Halodoc</p> <p>(X1.4) Saya bisa menghemat waktu saat melakukan pesan obat menggunakan Halodoc</p>
<i>Effort Expectancy</i>	<p>(X2.1) Aplikasi Halodoc mudah digunakan untuk layanan telemedicine</p> <p>(X2.2) Aplikasi Halodoc mudah digunakan untuk layanan memesan obat</p> <p>(X2.3) Saya menemukan bahwa Halodoc dapat digunakan secara fleksibel untuk melakukan layanan telemedicine</p> <p>(X2.4) Saya menemukan bahwa Halodoc dapat digunakan secara fleksibel untuk memesan obat</p>
<i>Social Influence</i>	<p>(X3.1) Orang-orang yang penting/akrab dengan saya merekomendasikan Halodoc untuk melakukan layanan telemedicine</p> <p>(X3.2) Orang-orang yang penting/akrab dengan saya merekomendasikan Halodoc untuk memesan obat</p> <p>(X3.3) Teman-teman saya menggunakan aplikasi halodoc untuk telemedicine</p> <p>(X3.4) Teman-teman saya menggunakan aplikasi halodoc untuk memesan obat</p>
<i>Facilitating Condition</i>	<p>(X4.1) Saya memiliki sumber daya yang memadai untuk menggunakan aplikasi Halodoc untuk layanan telemedicine maupun memesan obat</p> <p>(X4.2) Semua konten pada aplikasi Halodoc mudah dibaca dan dipahami</p>
<i>Behavioural Intention to Use Behaviour</i>	<p>(Y1.1) Saya berniat untuk melakukan telemedicine lagi menggunakan aplikasi Halodoc di kemudian hari</p> <p>(Y1.2) Saya berniat untuk memesan obat lagi menggunakan aplikasi Halodoc di kemudian hari</p> <p>(Y1.3) Saya memprediksi bakal menggunakan aplikasi Halodoc dalam waktu dekat</p> <p>(Y2.1) Saya berencana untuk menggunakan aplikasi Halodoc untuk telemedicine lagi</p> <p>(Y2.2) Saya berencana untuk menggunakan aplikasi Halodoc untuk pesan obat lagi</p>

Pernyataan dari metode SUS telah ditetapkan oleh John Brooke yaitu pencipta dari metode SUS, ada 5 pernyataan positif dan 5 pernyataan negatif yang berfungsi untuk menghitung *usability score* dari aplikasi *Halodoc*. Berikut adalah 10 pernyataan dari metode SUS :

Tabel 2. Kuisisioner SUS

No	Pertanyaan
1	Saya berpikir akan menggunakan aplikasi ini lagi
2	Saya merasa bahwa aplikasi rumit untuk digunakan
3	Saya merasa aplikasi ini mudah untuk digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan orang lain atau teknis untuk menggunakan aplikasi ini
5	Saya merasa fitur-fitur dalam aplikasi ini berjalan dengan semestinya
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak sesuai dalam sistem ini
7	Dapat saya bayangkan bahwa kebanyakan orang akan memelajari sistem ini dengan sangat cepat
8	Saya merasa aplikasi ini tidak praktis
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan aplikasi ini
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini

Hipotesis yang telah dirumuskan berdasarkan model UTAUT dan SUS dalam evaluasi kemudahan penggunaan dan kualitas layanan aplikasi Halodoc adalah sebagai berikut :

- **Hipotesis H1:** Performance Expectancy(PE) tidak memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Behavioural Intention(BI)
- **Hipotesis H2:** Effort Expectancy(EE) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Behavioural Intention(BI)
- **Hipotesis H3:** Social Influence(SI) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Behavioural Intention(BI)
- **Hipotesis H4:** Facilitating Conditions(FC) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Use Behaviour(UB)
- **Hipotesis H5:** Behaviour Intention(BI) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Use Behaviour(UB)

System Usability Scale (SUS) : Skor SUS akan digunakan untuk mengukur keseluruhan kemudahan penggunaan aplikasi Halodoc dan memberikan penilaian kualitatif.

Setelah dilakukan pengukuran dengan UTAUT dan SUS kemudian dilakukan analisis dengan IPA. Pada analisis ini dilakukan dengan analisis grafik scatter/dot yang hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk diagram kartesius. Diagram ini terdiri atas empat kuadran yang mana kuadran I (Prioritas utama), Kuadran II (Pertahankan prestasi, Kuadran III (Prioritas rendah), dan Kuadran IV (Berlebihan).

1. Kuadran I (Prioritas Utama)

Kuadran ini memuat atribut-atribut/ pernyataan yang dianggap penting oleh pengunjung tetapi pada kenyataannya atribut/ pernyataan tersebut belum sesuai dengan harapan pelanggan. Tingkat kinerja dari atribut/ pernyataan tersebut lebih rendah daripada tingkat harapan pelanggan terhadap atribut/ pernyataan tersebut. Atribut-atribut/ pernyataan yang terdapat dalam kuadran ini harus lebih ditingkatkan lagi kinerjanya agar dapat memuaskan pelanggan.

2. Kuadran II (Pertahankan Prestasi)

Atribut-atribut/ pernyataan ini memiliki tingkat harapan dan kinerja yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa atribut/ pernyataan tersebut penting dan memiliki kinerja yang tinggi. Dan wajib dipertahankan untuk waktu selanjutnya karena dianggap sangat penting/ diharapkan dan hasilnya sangat memuaskan.

3. Kuadran III (Prioritas Rendah)

Atribut/ pernyataan yang terdapat dalam kuadran ini dianggap kurang penting oleh pelanggan dan pada kenyataannya kinerjanya tidak terlalu istimewa/ biasa saja. Maksudnya atribut/ pernyataan yang terdapat dalam kuadran ini memiliki tingkat kepentingan/ harapan yang rendah dan kinerjanya juga dinilai kurang baik oleh pelanggan. Perbaikan terhadap atribut/ pernyataan yang masuk dalam kuadran ini perlu dipertimbangkan kembali dengan melihat atribut/ pernyataan yang mempunyai pengaruh terhadap manfaat yang dirasakan oleh pelanggan itu besar atau kecil dan juga untuk mencegah atribut/ pernyataan tersebut bergeser ke kuadran I.

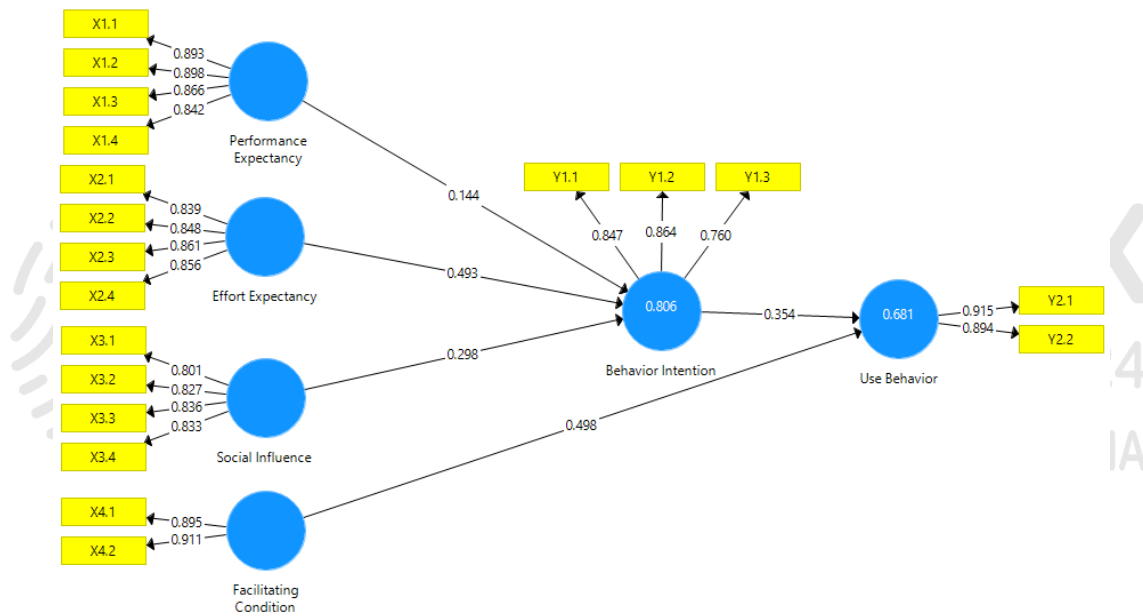
4. Kuadran III (Prioritas Rendah)

Kuadran ini atribut-atribut/ pernyataan ini memiliki tingkat harapan rendah menurut pelanggan akan tetapi memiliki kinerja yang baik, sehingga dianggap berlebihan oleh pelanggan. Hal ini menunjukkan bahwa atribut/ pernyataan yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dinilai berlebihan dalam pelaksanaannya, hal ini

dikarenakan pelanggan menganggap tidak terlalu penting/kurang diharapkan terhadap adanya atribut/pernyataan tersebut, akan tetapi pelaksanaanya dilakukan dengan baik sekali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan kuesioner yang dibuat melalui *google form* dan kemudian disebarakan melalui beberapa *platform* seperti *Whatsapp* dan *twitter*. Jumlah responden yang diperlukan untuk penelitian sebesar 175 orang. Kuesioner yang telah disusun akan diuji dengan melakukan *pilot test* agar nilai validitas dan realibilitasnya diketahui. Setelah dilakukan uji validitas menggunakan *software* SPSS pada 29 item kuesioner, hasil dari uji validitas menyatakan semua item valid. Item kuesioner dikatakan valid karena $r_{hitung} > r_{tabel}$. Uji Reliabilitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui bahwa suatu alat ukur tersebut konsisten jika pengukuran tersebut diulang. Metode yang digunakan untuk melakukan uji realibilitas menggunakan *Cronbach's Alpha*. Instrumen penelitian dilihat dari indikator pengujian reliabilitas dapat dikatakan diterima dan reliabel apabila T hitung lebih dari 0.70. Setelah dilakukan uji reliabilitas menggunakan *software* SPSS ditemukan nilai *cronbach's alpha* sebesar 0.844. Maka kuesioner dinyatakan reliabel karena $0.884 > 0.7$. *Framework* dari model metode UTAUT dibuat ulang menggunakan SMART-PLS dengan total 6 variabel. Terdiri dari 4 variabel terikat yaitu *Performance Expectancy*, *Effort Expectancy*, *Social Influence*, dan *Facilitating condition*. Sedangkan dua variabel lainnya adalah variabel bebas yaitu *behaviour intention* dan *use behaviour*.



Gambar 1. Framework UTAUT

Pada gambar 1 dapat dilihat model yang telah dievaluasi dengan cara mengukur validitas dan reliabilitas model. *Outer model framework* SEM PLS diperoleh dengan cara memasukkan perolehan data yang telah direkapitulasi dan diinput pada *software* SEM PLS. Untuk bentuk dari framework telah disesuaikan seperti rancangan hipotesis berdasar model UTAUT. Hasil dari validitas dan reliabilitas model dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Validitas dan Realibilitas

Variabel	Cronbach Alpha	Composite Reliability	AVE
Behaviour Intention	0.764	0.864	0.681
Effort Expectancy	0.873	0.913	0.724
Facilitating Condition	0.774	0.898	0.815
Performance Expectancy	0.898	0.929	0.766
Social influence	0.843	0.894	0.679
Use Behaviour	0.778	0.900	0.818

Pada hasil uji outer model ditemukan bahwa semua variabel terbukti valid dan reliabel. Hal ini dikarenakan karena nilai AVE lebih dari 0.5 dan telah melewati parameter indikator lolos uji validitas yaitu nilai AVE di atas 0.5 (Hair Jr, Howard, & Nitzl, 2020).

Hasil Uji Hipotesis (*Path Coefficient*)

Tabel 4. Uji Hipotesis

Variabel	T Statistics	P Values
BI>UB	2.036	0.042
EE>BI	5.052	0.000
FC>UB	2.755	0.006
PE>BI	1.477	0.140
SI>BI	3.195	0.001

Pada uji T ditemukan 1 hipotesis yang tidak dapat dibuktikan yaitu pengaruh variabel *Performance Expectancy* (PE) terhadap *Behavioural Intention*(BI) dikarenakan nilai t hitung sebesar $1.477 < \text{nilai T tabel}$ yaitu 1.96. Evaluasi melalui teknik *bootstrapping* diatas berpengaruh pada penerimaan hipotesis dalam penelitian ini. Berikut adalah penjelasan hasil temuan diatas:

H1: *Performance Expectancy*(PE) tidak memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Behavioural Intention*(BI)

Berdasarkan perhitungan nilai statistik, dapat diketahui bahwa hubungan variabel PE dengan variabel BI memperoleh nilai $T_{\text{statistik}}$ sebesar 1.477 dan nilai P_{value} sebesar 0,140. Hasil tersebut tidak memenuhi kriteria penerimaan parameter $T_{\text{statistik}} \geq T_{\text{tabel}}$ (1,96) dan $P_{\text{value}} \leq \text{level signifikansi}$ (0,05). Hal ini membuktikan bahwa sistem *Performance Expectancy* tidak berpengaruh positif yang signifikan terhadap *Behavioural Intention*. Artinya, harapan pengguna terhadap kinerja aplikasi tidak cukup kuat untuk mempengaruhi niat mereka dalam menggunakan aplikasi Halodoc.

H2: *Effort Expectancy*(EE) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Behavioural Intention*(BI)

Berdasarkan perhitungan statistik diatas, hubungan variabel EE dengan variabel BI memperoleh nilai $T_{\text{statistik}}$ sebesar 5.052 dan nilai P_{value} sebesar 0,000. Perolehan nilai tersebut telah memenuhi kriteria penerimaan parameter $T_{\text{statistik}} \geq T_{\text{tabel}}$ (1,96) dan $P_{\text{value}} \leq \text{level signifikansi}$ (0,05). Hal ini membuktikan bahwa *Effort Expectancy* memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Behavioural Intention*. Artinya, kemudahan penggunaan aplikasi Halodoc sangat mempengaruhi niat pengguna untuk menggunakan aplikasi tersebut.

H3: *Social Influence*(SI) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Behavioural Intention*(BI)

Berdasarkan perhitungan statistik pada tabel 4.8, dapat diketahui bahwa hubungan variabel SI dengan variabel BI memperoleh nilai $T_{\text{statistik}}$ sebesar 3,195 dan nilai P_{value} sebesar 0,001. Perolehan nilai tersebut telah memenuhi kriteria penerimaan parameter $T_{\text{statistik}} \geq T_{\text{tabel}}$ (1,96) dan $P_{\text{value}} \leq \text{level signifikansi}$ (0,05). Hal ini *Social Influence* memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Behavioural Intention*. Artinya, pengaruh sosial, seperti dukungan dari teman, keluarga, atau komunitas, berperan penting dalam mempengaruhi niat pengguna untuk menggunakan aplikasi Halodoc.

H4: *Facilitating Conditions*(FC) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Use Behaviour*(UB)

Berdasarkan perhitungan statistik dapat diketahui bahwa hubungan variabel FC dengan variabel UB memperoleh nilai $T_{\text{statistik}}$ sebesar 2.775 dan nilai P_{value} sebesar 0,006. Perolehan kedua nilai tersebut telah memenuhi kriteria penerimaan parameter $T_{\text{statistik}} \geq T_{\text{tabel}}$ (1,96) dan $P_{\text{value}} \leq \text{level signifikansi}$ (0,05). Hal ini membuktikan bahwa *Facilitating Conditions* memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Use Behaviour*. Artinya, ketersediaan infrastruktur dan dukungan teknis yang memadai sangat mempengaruhi penggunaan aplikasi Halodoc oleh pengguna.

H5: *Behaviour Intention*(BI) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Use Behaviour*(UB)

Berdasarkan perhitungan statistik dapat diketahui bahwa hubungan variabel BC dengan variabel T memperoleh nilai $T_{\text{statistik}}$ sebesar 2.036 dan nilai P_{value} sebesar 0,042. Perolehan kedua nilai tersebut telah memenuhi kriteria

penerimaan parameter $T_{\text{statistik}} \geq T_{\text{tabel}}$ (1,96) dan $P_{\text{value}} \leq \text{level signifikansi}$ (0,05). Hal ini membuktikan bahwa *Behaviour Intention* memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap *Use Behaviour*. Artinya, niat pengguna untuk menggunakan aplikasi Halodoc secara signifikan mempengaruhi seberapa sering dan seberapa banyak mereka menggunakan aplikasi tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

System Usability Scale (SUS)

Untuk menilai skor usability dari aplikasi Halodoc digunakan metode System Usability Scale (SUS). Metode SUS adalah alat yang sederhana namun efektif untuk mengukur usability secara keseluruhan dengan menggunakan skala Likert. Skala ini mencakup 10 item pertanyaan yang mengevaluasi berbagai aspek usability, seperti kemudahan penggunaan, konsistensi antarmuka, dan kepuasan keseluruhan pengguna. Skor akhir usability dari aplikasi Halodoc adalah 76,2, yang menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki tingkat usability yang baik. Metode SUS menilai usability berdasarkan tiga aspek utama: *acceptability ranges*, *grade scale*, dan *adjective ratings*. *Acceptability ranges* menunjukkan seberapa dapat diterimanya sebuah sistem oleh pengguna. Tabel 5 menunjukkan hasil dari *acceptability ranges*:

Tabel 5. Acceptability Ranges

<i>Not Acceptable</i>	0-50
<i>Marginal</i>	50-70
<i>Acceptable</i>	70-100

Berdasarkan penilaian *acceptability ranges*, dengan skor akhir 76,2 maka aplikasi Halodoc masuk ke kategori *Acceptable*. Artinya, sebagian besar pengguna merasa bahwa aplikasi ini dapat diterima dan layak digunakan. *Grade scale* memberikan penilaian yang lebih spesifik tentang kualitas usability dengan memberikan peringkat huruf:

Tabel 6. Grade Scale

A	80.3-100
B	68-80.3
C	68
D	51-68
F	0-51

Berdasarkan penilaian *grade scale*, skor akhir 76,2 menempatkan Halodoc di kategori grade B. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki kualitas usability yang baik, meskipun masih ada ruang untuk perbaikan agar mencapai grade A.

Adjective ratings memberikan deskripsi kualitas usability. Berdasarkan penilaian *adjective ratings* pada table 7, dengan hasil skor akhir 76.2 maka aplikasi halodoc masuk ke kategori *Excellent*. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna secara umum sangat puas dengan pengalaman penggunaan aplikasi ini.

Tabel 7. Adjective Ratings

<i>Best Imaginable</i>	85-100
<i>Excellent</i>	74-85
<i>Good</i>	53-74
<i>Ok</i>	39-53
<i>Poor</i>	25-39
<i>Worst Imaginable</i>	0-25

Melalui tiga kategori penilaian tersebut, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Halodoc telah memenuhi keempat komponen tersebut dengan baik. Skor usability sebesar 76,2 yang masuk ke dalam kategori *acceptable* menunjukkan bahwa aplikasi ini mudah dipelajari, efisien, mudah diingat, memiliki tingkat kesalahan yang rendah, dan memberikan kepuasan kepada pengguna. Hasil ini juga didukung oleh penelitian Sauro and Lewis (2011) yang menyatakan bahwa skor SUS yang telah melewati nilai ≥ 65 dapat dianggap *acceptable*. Halodoc juga

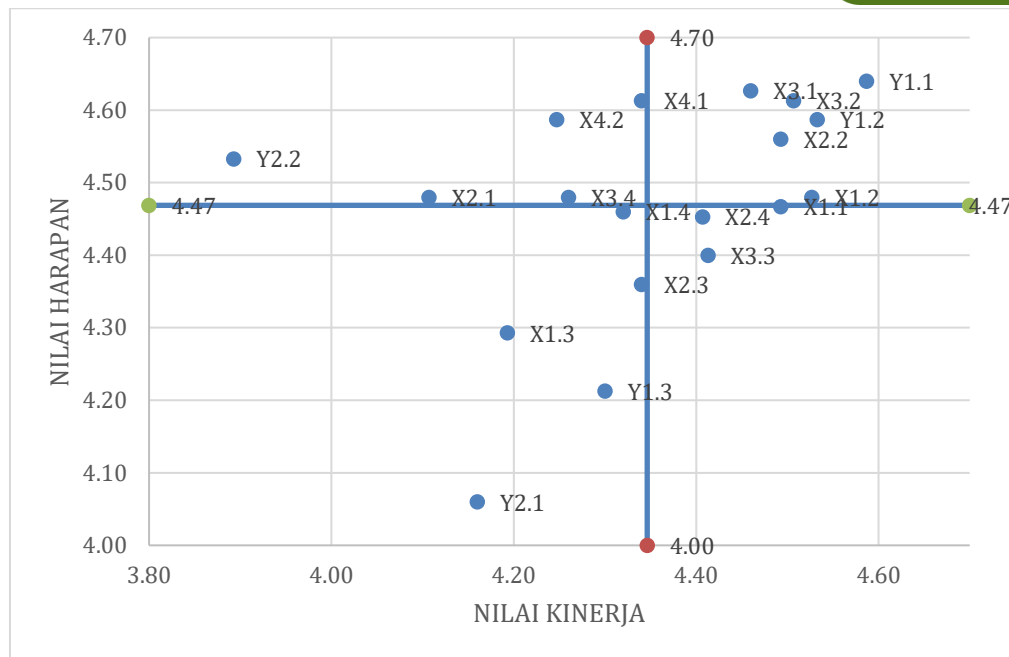
berada di kategori kelas B pada grade scale dan kategori excellent pada *adjective ratings* yang semakin memperkuat bahwa aplikasi ini memiliki tingkat usability yang tinggi (Brooke, 2013).

Perhitungan Skor IPA

Langkah selanjutnya menghitung nilai Gap antara kinerja halodoc dengan harapan pengguna yaitu dengan cara rata-rata nilai kinerja dikurangi dengan rata-rata nilai harapan. Berikut tabel keseluruhan hasil nilai gap setiap atribut antara kinerja halodoc dengan harapan pengguna :

Tabel 8. Perhitungan IPA

Atribut	Rata-rata Nilai Kinerja	Rata-rata Nilai Harapan	GAP
X1.1	4,49	4,47	-0,03
X1.2	4,53	4,48	-0,05
X1.3	4,19	4,29	0,10
X1.4	4,32	4,46	0,14
X2.1	4,11	4,48	0,37
X2.2	4,49	4,56	0,07
X2.3	4,34	4,36	0,02
X2.4	4,41	4,45	0,05
X3.1	4,46	4,63	0,17
X3.2	4,51	4,61	0,11
X3.3	4,41	4,40	-0,01
X3.4	4,26	4,48	0,22
X4.1	4,34	4,61	0,27
X4.2	4,25	4,59	0,34
X4.3	4,59	4,64	0,05
X4.4	4,53	4,59	0,05
X4.5	4,30	4,21	-0,09
X5.1	4,16	4,06	-0,10
X5.2	3,89	4,53	0,64
X5.3	4,49	4,47	-0,03
X5.4	4,53	4,48	-0,05
X5.5	4,19	4,29	0,10
X6.1	4,32	4,46	0,14
X6.2	4,11	4,48	0,37
X6.3	4,49	4,56	0,07
X7.1	4,34	4,36	0,02
X7.2	4,41	4,45	0,05
X7.3	4,46	4,63	0,17



Gambar 2. Matrix IPA

Gambar 2 di atas merupakan Matrix IPA yang digunakan untuk menjelaskan indikator-indikator penilaian layanan kualitas Halodoc. Terdapat 4 kuadran pada gambar tersebut. Kuadran 1, di bagian kiri atas, menunjukkan indikator yang sangat penting bagi kepuasan pelanggan. Kuadran 2, di bagian kanan atas, menunjukkan tingkat relevansi yang cukup tinggi. Indikator di kuadran ini harus dipertahankan karena semula berkontribusi pada daya tarik konsumen dan daya saing layanan. Kuadran 3, di bagian kiri bawah, menunjukkan hasil yang kurang signifikan bagi pengguna. Kuadran 4, di bagian kanan bawah, menunjukkan hasil yang tidak penting bagi pelanggan. Perusahaan harus tetap mempertimbangkannya karena berdampak pada kepuasan pelanggan.

1. Kuadran A (Keep Up the Good Work)

Aspek yang penting bagi pengguna dan memiliki kinerja yang baik. Halodoc perlu mempertahankan kinerja tinggi pada aspek-aspek ini karena sudah memenuhi harapan pengguna dengan baik. Atribut pada kuadran ini yaitu Y2.2, X2.1, X3.4, X4.2, X4.1. Pengguna berencana untuk terus menggunakan aplikasi Halodoc untuk memesan obat lagi (Y2.2) karena mereka merasa aplikasi ini mudah digunakan untuk layanan telemedicine (X2.1). Teman-teman pengguna juga menggunakan aplikasi Halodoc untuk memesan obat (X3.4), menunjukkan adanya kepercayaan kolektif terhadap layanan ini. Konten pada aplikasi Halodoc mudah dibaca dan dipahami (X4.2), serta pengguna merasa bahwa mereka memiliki sumber daya yang memadai untuk memanfaatkan layanan Halodoc baik untuk telemedicine maupun pemesanan obat (X4.1)

2. Kuadran B (Concentrate Here)

Aspek yang penting bagi pengguna tetapi kinerja masih perlu ditingkatkan. Halodoc perlu meningkatkan kinerja pada aspek-aspek ini karena penting bagi pengguna tetapi saat ini belum memenuhi harapan. Atribut pada kuadran ini yaitu X3.1, X2.2, X1.1, X3.2, Y1.2, Y1.1, dan X1.2. Pengguna mengharapkan rekomendasi dari orang-orang penting atau akrab untuk layanan telemedicine (X3.1) dan pemesanan obat (X3.2) lebih sering. Mereka juga merasa bahwa aplikasi ini perlu lebih mudah digunakan untuk memesan obat (X2.2). Fleksibilitas dalam melakukan konsultasi kesehatan (X1.1) dan pesan obat (X1.2) perlu ditingkatkan untuk memenuhi harapan pengguna. Selain itu, meskipun niat pengguna untuk menggunakan kembali layanan telemedicine (Y1.1) dan pemesanan obat (Y1.2) tinggi, Halodoc harus memastikan kualitas layanan tetap tinggi untuk mempertahankan niat tersebut.

3. Kuadran C (Low Priority)

Aspek yang kurang penting bagi pengguna dan memiliki kinerja yang cukup baik. Aspek-aspek ini kurang penting dan memiliki kinerja yang cukup baik sehingga tidak perlu menjadi fokus utama perbaikan. Atribut pada kuadran

ini yaitu X2.4 dan X3.3. Pengguna merasa bahwa Halodoc sudah cukup fleksibel untuk memesan obat (X2.4) dan teman-teman mereka menggunakan aplikasi ini untuk telemedicine (X3.3), sehingga tidak memerlukan perhatian utama.

4. Kuadran D (Possible Overkill)

Aspek yang memiliki kinerja tinggi tetapi tidak terlalu penting bagi pengguna. Halodoc mungkin mengalokasikan sumber daya yang berlebihan pada aspek-aspek ini yang tidak terlalu penting bagi pengguna. Atribut pada kuadran ini yaitu X2.3, X1.4, Y1.3, X1.3, dan Y2.1. Pengguna merasa Halodoc sudah cukup fleksibel untuk layanan telemedicine (X2.3) dan mampu menghemat waktu saat melakukan pesan obat (X1.4) serta telemedicine (X1.3). Meskipun mereka memprediksi akan menggunakan aplikasi Halodoc dalam waktu dekat (Y1.3) dan berencana untuk menggunakan layanan telemedicine lagi (Y2.1), Halodoc perlu menyeimbangkan alokasi sumber daya untuk mempertahankan aspek-aspek ini.

Analisa

Hasil dari penelitian ini terdapat beberapa indikator yang memengaruhi keinginan pengguna untuk menggunakan sebuah aplikasi. Tiga indikator utama yang diidentifikasi dalam model UTAUT adalah *Effort Expectancy* dengan nilai 5.052, *Social Influence* dengan nilai 3.195, dan *Facilitating Condition* dengan nilai 2.755. Ketiga indikator ini memiliki potensi untuk diteliti lebih lanjut, karena pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor ini dapat membantu pengembang aplikasi untuk mengetahui apa yang dicari oleh pengguna. Pemahaman ini berpotensi meningkatkan traffic aplikasi dan volume transaksi dalam sistem aplikasi tersebut (Luo, Zhang, & Duan, 2013).

Effort Expectancy sangat memengaruhi keinginan pengguna karena di era yang serba cepat ini, manusia cenderung melakukan pekerjaan secara multitasking (Addison, 2021). Masyarakat memerlukan aplikasi yang mudah digunakan dan tidak membutuhkan usaha berlebih ((Dennison, Morrison, Conway, & Yardley, 2013). *Effort Expectancy* mengukur sejauh mana pengguna merasa bahwa menggunakan aplikasi tersebut akan mudah dan tidak membebani mereka. Dalam konteks Halodoc, kemudahan penggunaan fitur-fitur seperti telemedicine dan pemesanan obat memberikan kontribusi signifikan terhadap penerimaan pengguna terhadap aplikasi ini.

Social Influence juga berpengaruh karena individu di era modern seringkali merasa takut tertinggal oleh tren atau perkembangan baru (Hodkinson, 2019). *Social Influence* mengukur sejauh mana pengguna merasa bahwa orang-orang penting di sekitar mereka (seperti keluarga, teman, atau rekan kerja) mendorong mereka untuk menggunakan aplikasi tersebut. Dalam penelitian ini, *Social Influence* terbukti berperan penting dalam mendorong adopsi aplikasi Halodoc, karena rekomendasi dari orang-orang terdekat dapat meningkatkan kepercayaan dan keinginan pengguna untuk mencoba dan terus menggunakan aplikasi ini.

Facilitating Condition adalah aspek penting yang harus diperhatikan oleh pengembang dalam menciptakan aplikasi. Variabel ini mencakup ketersediaan infrastruktur yang mendukung penggunaan sistem (Venkatesh, Thong, & Xu, 2012). *Facilitating Condition* mengukur sejauh mana pengguna merasa bahwa sumber daya dan dukungan teknis yang diperlukan untuk menggunakan aplikasi tersedia dan memadai. Dalam kasus Halodoc, ketersediaan infrastruktur seperti jaringan internet yang andal dan dukungan teknis yang responsif sangat penting untuk memastikan pengguna dapat menggunakan aplikasi tanpa hambatan.

Penelitian ini juga menemukan bahwa *indikator Performance Expectancy* tidak memengaruhi keinginan pengguna untuk menggunakan sebuah sistem atau aplikasi. Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan gender, di mana mayoritas responden penelitian adalah perempuan, sementara laki-laki cenderung lebih dipengaruhi oleh manfaat teknologi itu sendiri. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya oleh Purwanto and Loisa (2020) yang menunjukkan bahwa persentase responden perempuan lebih besar daripada laki-laki. Penelitian lain oleh Kwateng, Atiemo, & Appiah (2018) juga menunjukkan bahwa *Performance Expectancy* tidak memengaruhi keinginan pengguna di Iran untuk menggunakan aplikasi m-bank. Variabel *Performance Expectancy* sering menghasilkan hasil yang inkonsisten tergantung pada demografi setiap daerah (Hoque & Sorwar, 2017). Misalnya, penelitian oleh (Mei-Ying, Pei-Yuan, & Weng, 2012) menemukan bahwa *Performance Expectancy* tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap *Behavioural Intention* dalam *electronic ticketing* pada layanan kereta api di Taiwan.

Berdasarkan hasil analisis *Importance-Performance Analysis (IPA)*, terdapat beberapa aspek yang penting bagi pengguna namun kinerjanya masih perlu ditingkatkan oleh Halodoc. Halodoc perlu memperbaiki kinerja pada aspek-aspek ini karena, meskipun pengguna memiliki harapan tinggi, kinerja saat ini belum memadai.

Pertama, rekomendasi dari orang-orang penting atau akrab untuk menggunakan layanan telemedicine Halodoc (X3.1) sangatlah penting. Rekomendasi ini dapat meningkatkan kepercayaan pengguna baru dan memperluas basis pengguna. Namun, hasil yang kurang baik menunjukkan bahwa pengguna mungkin merasa layanan telemedicine masih belum memuaskan untuk direkomendasikan, mungkin karena masalah teknis, kualitas konsultasi, atau pengalaman pengguna yang belum optimal. Kemudian, kemudahan penggunaan aplikasi Halodoc untuk layanan pemesanan obat (X2.2) juga merupakan aspek krusial yang perlu diperbaiki. Pengguna merasa bahwa aplikasi ini perlu lebih mudah digunakan untuk memesan obat. Hasil yang kurang baik mungkin disebabkan oleh masalah dalam desain antarmuka, navigasi yang membingungkan, atau proses pemesanan yang terlalu rumit, sehingga pengguna merasa kesulitan.

Fleksibilitas dalam melakukan konsultasi kesehatan (telemedicine) tanpa mengorbankan aktivitas dan kewajiban yang sedang dikerjakan (X1.1) juga perlu ditingkatkan. Pengguna menganggap fleksibilitas ini sangat penting agar mereka dapat mengakses layanan medis kapan saja tanpa terganggu aktivitas sehari-hari. Namun, pengguna mungkin menghadapi kendala teknis, seperti koneksi internet yang tidak stabil, jadwal dokter yang terbatas, atau proses yang memakan waktu. Rekomendasi dari orang-orang penting atau akrab untuk menggunakan Halodoc untuk memesan obat (X3.2) juga menunjukkan hasil yang perlu ditingkatkan. Rekomendasi ini dapat meningkatkan kepercayaan terhadap layanan pemesanan obat dan mendorong lebih banyak pengguna untuk mencoba layanan tersebut. Hasil yang kurang baik mungkin disebabkan oleh proses pemesanan obat yang tidak konsisten, masalah dalam pengiriman, atau kualitas obat yang diterima tidak memadai.

Niat pengguna untuk memesan obat lagi menggunakan aplikasi Halodoc di kemudian hari (Y1.2) sangat penting untuk retensi pelanggan dan menciptakan pengguna yang loyal. Meskipun niat ini tinggi, hasil yang kurang baik menunjukkan bahwa pengalaman pemesanan obat mungkin belum memuaskan, seperti masalah dalam proses pemesanan, pengiriman yang lambat, atau kendala dalam pembayaran. Demikian pula, niat pengguna untuk melakukan telemedicine lagi menggunakan aplikasi Halodoc di kemudian hari (Y1.1) perlu ditingkatkan. Niat untuk menggunakan kembali layanan telemedicine penting untuk memastikan keberlanjutan penggunaan dan kepuasan jangka panjang. Hasil yang kurang baik mungkin disebabkan oleh masalah dalam kualitas konsultasi, waktu tunggu yang lama, atau kendala teknis yang mengganggu pengalaman telemedicine. Fleksibilitas dalam melakukan konsultasi pesan obat dimana saja dan kapanpun tanpa mengorbankan aktivitas dan kewajiban yang sedang dikerjakan (X1.2) juga perlu diperbaiki. Fleksibilitas ini penting agar pengguna dapat dengan mudah mengatur kebutuhan obat mereka tanpa terganggu aktivitas lainnya. Hasil yang kurang baik menunjukkan bahwa pengguna mungkin menemukan proses pemesanan obat masih mengganggu aktivitas mereka, mungkin karena sistem yang lambat, navigasi yang membingungkan, atau waktu respon yang lama.

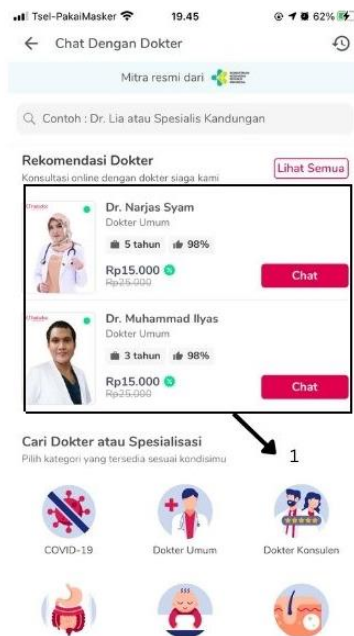
Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat empat rekomendasi utama yang dapat diberikan pada aspek kemudahan penggunaan. Berikut adalah pembahasan dari masing-masing rekomendasi:

1. Menu Utama

Pada menu utama telemedicine seperti gambar 3 terdapat tab rekomendasi dokter dan mayoritas yang ditampilkan adalah dokter umum. Masalahnya adalah tidak semua pengguna selalu membutuhkan rekomendasi dari sistem mengenai dokter umum. Tab rekomendasi dokter sebaiknya diletakkan pada tiap-tiap kategori dokter sesuai spesialisasinya agar pencarian dokter yang sesuai lebih tepat sasaran. Apabila fungsi dan fitur telah tepat sasaran maka hal ini telah memenuhi kriteria dari variabel *Effort Expectancy*, yaitu kemudahan penggunaan yang diharapkan pengguna (Venkatesh et al., 2012).

Effort Expectancy merupakan salah satu variabel kunci yang memengaruhi keinginan pengguna untuk menggunakan aplikasi. Rancangan user interface yang dirancang dengan mempertimbangkan aspek ini akan meningkatkan kemudahan penggunaan (*ease of use*) bagi pengguna, sehingga meningkatkan kepuasan dan kemungkinan pengguna akan terus menggunakan aplikasi. Sesuai dengan standar ISO 9241:11 (1998), desain ini juga akan meningkatkan efisiensi dan memorabilitas, dua komponen penting dalam usability (Bevan, Carter, & Harker, 2015).



Gambar 3. Menu Utama Halodoc

Selain itu, memfasilitasi pencarian yang lebih spesifik sesuai kebutuhan pengguna akan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari informasi, sehingga membuat pengalaman pengguna lebih efisien dan menyenangkan. Pengembang dapat menambahkan fitur filter atau pencarian lanjutan yang memungkinkan pengguna untuk menemukan dokter berdasarkan kriteria tertentu seperti spesialisasi, lokasi, dan waktu ketersediaan.

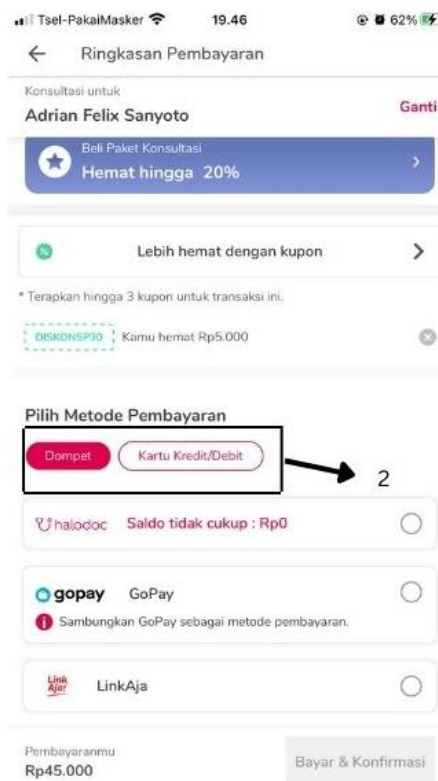
Dengan menyediakan tutorial singkat atau panduan pengguna yang menjelaskan cara menggunakan fitur-fitur ini dapat membantu meningkatkan ease of use. Fitur filter yang lebih rinci akan memungkinkan pengguna untuk dengan cepat menemukan dokter yang sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka, mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari dan meningkatkan efisiensi pengalaman pengguna.

Saran tambahan termasuk penyempurnaan antarmuka pengguna dengan ikon dan label yang jelas untuk fitur filter, serta menambahkan feedback visual atau audio saat pengguna menerapkan filter untuk meningkatkan keterlibatan. Dengan menyediakan opsi bagi pengguna untuk menyimpan preferensi pencarian mereka juga akan meningkatkan kenyamanan dan efisiensi.

Integrasi teknologi AI untuk memberikan rekomendasi dokter berdasarkan riwayat pencarian dan preferensi pengguna dapat memberikan pengalaman yang lebih personal dan relevan. Selain itu, memastikan bahwa semua data pengguna yang digunakan dalam fitur filter dilindungi dengan baik, menjaga privasi dan keamanan informasi pribadi pengguna.

2. Menu Pembayaran

Pada menu pembayaran telemedicine seperti gambar 4 terdapat tab pilih metode pembayaran yang diletakkan di sebelah kiri layar. Tab metode pembayaran sebaiknya diletakkan pada sisi kanan layar karena mayoritas pengguna menggunakan tangan kanan sehingga jari-jari pengguna tidak membutuhkan energi yang banyak untuk menjangkau tab menu. Hal ini didukung oleh penelitian Petrinovich (1977) yang menyatakan bahwa manusia dengan kebiasaan kidal hanya sekitar 10% dari populasi dunia. Rancangan user interface ini juga sesuai dengan komponen usability pada ISO 9241:11 (1998), yaitu efisiensi dan memorabilitas. Jika fungsi dan fitur telah tepat sasaran, hal ini akan memenuhi kriteria dari variabel Effort Expectancy dan meningkatkan ease of use dari pengguna aplikasi (Venkatesh et al., 2012). Selain itu, hal ini juga akan memenuhi kriteria variabel Behavioural Intention, yang menunjukkan bahwa pengguna memiliki keinginan untuk terus menggunakan aplikasi secara berkelanjutan (M.-C. Lee, 2010).



Gambar 4. Menu Pembayaran

Penggunaan aplikasi secara terus menerus akan meningkatkan traffic pengguna dan, pada akhirnya, meningkatkan transaksi dan keuntungan (Luo et al., 2013). Selain meningkatkan efisiensi penggunaan, penempatan yang lebih intuitif ini juga dapat mengurangi frustrasi pengguna, terutama bagi pengguna baru, sehingga meningkatkan tingkat adopsi dan loyalitas pengguna. Pengembang dapat mempertimbangkan untuk menambahkan opsi pembayaran otomatis atau pembayaran sekali klik untuk memudahkan proses transaksi. Selain itu, menambahkan pilihan metode pembayaran yang lebih beragam dan kompatibel dengan preferensi lokal dapat meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pengguna.

Opsi pembayaran otomatis atau sekali klik akan mempercepat proses transaksi dan mengurangi langkah-langkah yang diperlukan oleh pengguna, sehingga membuat pengalaman lebih efisien dan menyenangkan. Pengguna tidak perlu lagi mengisi informasi pembayaran setiap kali melakukan transaksi, yang juga dapat mengurangi kemungkinan kesalahan input. Saran tambahan termasuk integrasi dengan berbagai macam dompet digital untuk memberikan kemudahan lebih bagi pengguna di Indonesia, yang sudah terbiasa dengan metode pembayaran ini. Untuk memastikan bahwa aplikasi mendukung pembayaran dengan berbagai jenis kartu kredit dan debit, termasuk yang dikeluarkan oleh bank lokal, akan memperluas aksesibilitas bagi pengguna. Dengan menambahkan opsi untuk pembayaran cicilan atau bertahap bagi layanan medis yang lebih mahal dapat membantu pengguna mengelola keuangan mereka dengan lebih baik dan tetap mendapatkan layanan yang diperlukan.

Selain itu, meningkatkan keamanan transaksi dengan menggunakan teknologi enkripsi dan otentikasi dua faktor untuk memastikan bahwa informasi pembayaran pengguna terlindungi dengan baik sangat penting. Dengan memberikan notifikasi real-time untuk setiap transaksi yang berhasil atau gagal dapat membantu pengguna melacak aktivitas pembayaran mereka dan memberikan rasa aman. Pengembang juga dapat menyediakan opsi bahasa lokal dalam proses pembayaran untuk memastikan semua pengguna dapat memahami dan mengikuti langkah-langkah transaksi dengan mudah juga akan meningkatkan kenyamanan pengguna.

3. Menu Pembelian Resep Obat

Pada menu utama terdapat tab "unggah resepmu" seperti gambar 5 yang diletakkan di sebelah bagian bawah setelah tab search box, kategori obat, dan promo obat. Sebagai saran, tab unggah resep dapat diletakkan di bagian atas menu sebelum tab kategori obat karena tab unggah resep merupakan fitur penting bagi pengguna yang telah

diberi resep oleh dokter. Memindahkan tab unggah resep ke bagian atas akan meningkatkan efisiensi pengguna yang akan mengunggah resep obat yang diberikan oleh dokter. Ini melibatkan dua komponen usability sesuai ISO 9241:11 (1998), yaitu efisiensi dan kepuasan.



Gambar 5. Menu Pembelian Resep Obat

Apabila fungsi dan fitur telah tepat sasaran, hal ini akan memenuhi kriteria dari variabel Effort Expectancy, meningkatkan ease of use dari pengguna aplikasi dan memenuhi kriteria variabel Behavioural Intention, yang menunjukkan bahwa pengguna memiliki keinginan untuk terus menggunakan aplikasi secara berkelanjutan (Ghalandari, 2012). Penggunaan aplikasi secara terus menerus akan meningkatkan traffic pengguna dan, pada akhirnya, meningkatkan transaksi dan keuntungan. Penempatan tab unggah resep di posisi yang lebih strategis juga dapat mempercepat proses pemesanan obat, mengurangi kesalahan dalam pengunggahan resep, dan meningkatkan kepuasan pengguna karena kemudahan akses terhadap fitur yang paling sering digunakan.

Pengembang juga dapat mempertimbangkan untuk menambahkan fitur pengenalan teks otomatis pada resep yang diunggah untuk mengurangi kesalahan input dan mempercepat proses pemesanan obat. Selain itu, menyediakan fitur notifikasi atau pengingat bagi pengguna yang belum mengunggah resep mereka dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kepuasan pengguna. Fitur pengenalan teks otomatis (OCR) dapat secara langsung mengenali dan memasukkan informasi dari resep yang diunggah, sehingga mengurangi beban pengguna dalam memasukkan data secara manual dan mengurangi risiko kesalahan yang mungkin terjadi.

Pengguna akan merasakan proses yang lebih cepat dan akurat, yang pada gilirannya akan meningkatkan kepercayaan mereka terhadap aplikasi. Saran tambahan termasuk memastikan teknologi OCR yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan dapat mengenali berbagai format tulisan tangan dokter untuk meminimalisir kesalahan pembacaan. Selain itu, menyediakan opsi verifikasi manual oleh apoteker untuk memastikan bahwa informasi yang dihasilkan oleh OCR benar sebelum obat disiapkan, sehingga menjamin keamanan dan ketepatan obat yang diberikan kepada pasien. Dengan mengimplementasikan fitur pengingat terjadwal yang dapat disesuaikan oleh pengguna untuk mengingatkan mereka mengunggah resep atau mengambil obat mereka pada waktu yang telah ditentukan juga sangat penting.

Integrasi pengingat dengan aplikasi kalender yang sudah ada di perangkat pengguna dapat mempermudah pengelolaan jadwal pemesanan dan pengambilan obat. Pengembang juga dapat menyediakan fitur dalam berbagai bahasa untuk memastikan bahwa pengguna dari berbagai latar belakang dapat memanfaatkan pengenalan teks

otomatis dan fitur pengingat dengan mudah, yang akan meningkatkan aksesibilitas. Pengembang dapat juga mengumpulkan feedback dari pengguna mengenai keefektifan dan kemudahan penggunaan fitur OCR dan pengingat, penting untuk terus melakukan perbaikan dan penyesuaian yang diperlukan.

Manajerial Implikasi

Penelitian ini menggunakan instrumen UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) dan SUS (System Usability Scale) untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan dan kualitas layanan aplikasi Halodoc. Data dikumpulkan melalui survei online yang melibatkan 175 responden pengguna aplikasi Halodoc. Instrumen UTAUT mengukur enam variabel utama: Performance Expectancy (PE), Effort Expectancy (EE), Social Influence (SI), Facilitating Conditions (FC), Behavioral Intention (BI), dan Use Behavior (UB). Sedangkan instrumen SUS mengukur aspek usability secara global. Kemudian Matrix Importance-Performance Analysis (IPA) digunakan untuk mengidentifikasi aspek-aspek layanan yang perlu ditingkatkan berdasarkan pentingnya dan kinerja saat ini.

Dari hasil analisis, ditemukan bahwa Effort Expectancy (EE) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Behavioural Intention (BI) dengan nilai T-statistik sebesar 5.052 dan P-value sebesar 0.000. Social Influence (SI) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Behavioural Intention (BI) dengan nilai T-statistik sebesar 3.195 dan P-value sebesar 0.001. Facilitating Conditions (FC) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Use Behaviour (UB) dengan nilai T-statistik sebesar 2.775 dan P-value sebesar 0.006. Behavioural Intention (BI) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Use Behaviour (UB) dengan nilai T-statistik sebesar 2.036 dan P-value sebesar 0.042. Sedangkan Performance Expectancy (PE) tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap Behavioural Intention (BI) dengan nilai T-statistik sebesar 1.477 dan P-value sebesar 0.140. Dari analisis IPA, ditemukan bahwa variabel Effort Expectancy, Social Influence, dan Facilitating Conditions memiliki prioritas tinggi untuk ditingkatkan karena penting bagi pengguna dan memiliki kinerja yang signifikan terhadap niat dan perilaku penggunaan aplikasi.

Manajerial implikasi adalah kontribusi teoritis yang diberikan oleh peneliti terhadap manajemen perusahaan. Variabel-variabel yang memiliki t-value terbesar akan dijadikan acuan untuk melakukan manajerial implikasi. Analisa manajerial implikasi ini juga dapat dijadikan bahan pertimbangan oleh pelaku dalam industri sejenis yaitu industri *e-health* dan *telemedicine*. Manajerial implikasi dari penelitian ini sangat penting untuk meningkatkan aplikasi Halodoc dan platform e-health sejenis. Pertama, skor tinggi pada variabel Effort Expectancy menunjukkan bahwa pengguna menemukan aplikasi ini mudah digunakan (Foon & Fah, 2011). Oleh karena itu, mempertahankan dan meningkatkan fitur yang user-friendly harus menjadi prioritas bagi pengembang. Penyederhanaan antarmuka pengguna dan memastikan navigasi yang intuitif dapat lebih meningkatkan kepuasan pengguna dan meningkatkan kemungkinan penggunaan yang berkelanjutan. Pelatihan dan dukungan untuk pengguna yang kurang terampil dalam teknologi juga dapat membantu meningkatkan aksesibilitas secara keseluruhan (D. Lee, Moon, Kim, & Mun, 2015).

Kedua, pentingnya *Social Influence* sebagai variabel mengimplikasikan bahwa strategi pemasaran harus fokus pada keterlibatan komunitas dan promosi dari mulut ke mulut (Chu & Kim, 2011). Hal ini dapat dilakukan dengan mendorong pengguna saat ini untuk membagikan pengalaman positif mereka dengan Halodoc dapat menarik pengguna baru. Kolaborasi dengan tokoh-tokoh berpengaruh di sektor kesehatan dan kampanye media sosial juga dapat memperluas jangkauan dan dampak dari upaya promosi (Korda & Itani, 2013). Pengembang juga harus memastikan bahwa aplikasi memenuhi kebutuhan dan harapan penggunanya akan membangun reputasi positif dan meningkatkan tingkat adopsi.

Ketiga, peran *Facilitating Conditions* menyoroti perlunya infrastruktur teknis dan sistem dukungan yang kuat. Investasi dalam kapasitas server yang andal, memastikan waktu henti yang minimal, dan menyediakan layanan pelanggan yang cepat dapat meningkatkan kepercayaan dan ketergantungan pengguna pada aplikasi (Venkatesh, Brown, Maruping, & Bala, 2008). Selain itu, pemantauan dan pembaruan aplikasi secara berkelanjutan untuk memperbaiki bug dan menambahkan fitur baru berdasarkan umpan balik pengguna akan membantu mempertahankan standar layanan yang tinggi (Maalej & Nabil, 2015). Dengan menangani aspek-aspek manajerial ini, Halodoc dapat memperkuat posisinya di pasar e-health dan berkontribusi pada tujuan yang lebih luas untuk meningkatkan akses dan kualitas layanan kesehatan melalui teknologi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis usability aplikasi Halodoc menggunakan dua metode utama: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) dan System Usability Scale (SUS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Halodoc memiliki skor usability sebesar 76.2, yang masuk dalam kategori acceptable. Variabel dengan skor tertinggi adalah *Effort Expectancy*, *Social Influence*, dan *Facilitating Conditions*, menunjukkan bahwa pengguna merasa aplikasi ini mudah digunakan, dipengaruhi oleh rekomendasi sosial, dan didukung oleh infrastruktur teknis yang memadai. Skor tinggi pada variabel *Effort Expectancy* mengindikasikan pentingnya mempertahankan dan meningkatkan fitur yang *user-friendly*. Strategi pemasaran yang berfokus pada keterlibatan komunitas dan promosi dari mulut ke mulut dapat meningkatkan adopsi pengguna baru, sementara investasi dalam infrastruktur teknis dan sistem dukungan yang kuat akan meningkatkan kepercayaan dan ketergantungan pengguna pada aplikasi. Hasil analisis Importance-Performance Analysis (IPA) menunjukkan bahwa meskipun Halodoc telah memenuhi beberapa harapan pengguna dengan baik, ada beberapa aspek penting yang masih perlu diperbaiki, terutama terkait kemudahan penggunaan, fleksibilitas layanan, dan rekomendasi dari orang-orang terdekat. Saran dari penelitian ini menekankan pentingnya menyederhanakan antarmuka pengguna, memastikan navigasi yang intuitif, dan menyediakan dukungan teknis yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Addison, S. (2021). Impact of advancement of technology, competitive pressure, user expectation on continuous digital disruption: mediating role of perceive ease of use. *Open Journal of Business and Management*, 9(4), 2013-1079.
- Artanti, Y. (2022). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Penggunaan Telemedicine saat Pandemi COVID-19. *Business Innovation and Entrepreneurship Journal*, 4(1), 1-11.
- Baker, J., & Stanley, A. (2018). Telemedicine technology: a review of services, equipment, and other aspects. *Current allergy and asthma reports*, 18, 1-8.
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.
- Bevan, N., Carter, J., & Harker, S. (2015). *ISO 9241-11 revised: What have we learnt about usability since 1998?* Paper presented at the Human-Computer Interaction: Design and Evaluation: 17th International Conference, HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings, Part I 17.
- Brooke, J. (2013). SUS: a retrospective. *Journal of usability studies*, 8(2).
- Chu, S.-C., & Kim, Y. (2011). Determinants of consumer engagement in electronic word-of-mouth (eWOM) in social networking sites. *International journal of Advertising*, 30(1), 47-75.
- Da Fonseca, M. H., Kovaleski, F., Picinin, C. T., Pedroso, B., & Rubbo, P. (2021). *E-health practices and technologies: a systematic review from 2014 to 2019*. Paper presented at the Healthcare.
- Dennison, L., Morrison, L., Conway, G., & Yardley, L. (2013). Opportunities and challenges for smartphone applications in supporting health behavior change: qualitative study. *Journal of medical Internet research*, 15(4), e2583.
- Foon, Y. S., & Fah, B. C. Y. (2011). Internet banking adoption in Kuala Lumpur: an application of UTAUT model. *International Journal of Business and Management*, 6(4), 161.
- Ghalandari, K. (2012). The effect of performance expectancy, effort expectancy, social influence and facilitating conditions on acceptance of e-banking services in Iran: The moderating role of age and gender. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 12(6), 801-807.
- Hair Jr, J. F., Howard, M. C., & Nitzl, C. J. J. o. B. R. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *109*, 101-110.

- Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Telemedicine for healthcare: Capabilities, features, barriers, and applications. *Sensors international*, 2, 100117.
- Hodkinson, C. (2019). 'Fear of Missing Out'(FOMO) marketing appeals: A conceptual model. *Journal of Marketing Communications*, 25(1), 65-88.
- Hoque, R., & Sorwar, G. (2017). Understanding factors influencing the adoption of mHealth by the elderly: An extension of the UTAUT model. *International journal of medical informatics*, 101, 75-84.
- Kaba, B., & Touré, B. (2014). Understanding information and communication technology behavioral intention to use: Applying the UTAUT model to social networking site adoption by young people in a least developed country. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(8), 1662-1674.
- Korda, H., & Itani, Z. (2013). Harnessing social media for health promotion and behavior change. *Health promotion practice*, 14(1), 15-23.
- Lee, D., Moon, J., Kim, Y. J., & Mun, Y. Y. (2015). Antecedents and consequences of mobile phone usability: Linking simplicity and interactivity to satisfaction, trust, and brand loyalty. *Information & Management*, 52(3), 295-304.
- Lee, M.-C. (2010). Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: An extension of the expectation–confirmation model. *Computers & education*, 54(2), 506-516.
- Luo, X., Zhang, J., & Duan, W. (2013). Social media and firm equity value. *Information Systems Research*, 24(1), 146-163.
- Maalej, W., & Nabil, H. (2015). *Bug report, feature request, or simply praise? on automatically classifying app reviews*. Paper presented at the 2015 IEEE 23rd international requirements engineering conference (RE).
- Mei-Ying, W., Pei-Yuan, Y., & Weng, Y.-C. J. A. P. M. R. (2012). A study on user behavior for i pass by UTAUT: Using taiwan's MRT as an example. 17(1).
- Nittari, G., Khuman, R., Baldoni, S., Pallotta, G., Battineni, G., Sirignano, A., . . . Ricci, G. (2020). Telemedicine practice: review of the current ethical and legal challenges. *Telemedicine and e-Health*, 26(12), 1427-1437.
- Petrinovich, L. F. (1977). Left-handedness. *Psychological Bulletin*, 84(3), 385-404.
- Purwanto, E., & Loisa, J. (2020). The intention and use behaviour of the mobile banking system in Indonesia: UTAUT Model. *Technology Reports of Kansai University*, 62(06), 2757-2767.
- Sari, G. G., & Wirman, W. (2021). Telemedicine sebagai Media Konsultasi Kesehatan di Masa Pandemic COVID 19 di Indonesia. *Jurnal Komunikasi*, 15(1), 43-54.
- Sauro, J., & Lewis, J. R. (2011). *When designing usability questionnaires, does it hurt to be positive?* Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems.
- Simatupang, J. R., & Fahmi, S. (2023). Efektivitas Penggunaan Media Telemedicine Berdasarkan Hukum Indonesia dan Malaysia. *Jurnal Hukum Samudra Keadilan*, 18(1), 15-32.
- Venkatesh, V., Brown, S. A., Maruping, L. M., & Bala, H. (2008). Predicting different conceptualizations of system use: The competing roles of behavioral intention, facilitating conditions, and behavioral expectation. *MIS quarterly*, 483-502.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
- Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly*, 157-178.

ANALISIS PERBEDAAN PENGETAHUAN, SIKAP DAN MOTIVASI DALAM PEMERIKSAAN KESEHATAN BERKALA PADA PEGAWAI BPJS KESEHATAN CABANG KUPANG

(Analysis Of Differences In Knowledge, Attitudes And Motivation In Periodic Health Examinations Of Employees Of BPJS Kesehatan Kupang Branch)

Ariasto Bau¹, Anderias U. Roga², Noorce Ch. Berek³, Jacob M. Ratu⁴, Luh Putu Ruliati⁵
¹²³⁴⁵Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Nusa Cendana

E-mail: ariasto300854@gmail.com

ABSTRAK

Kesehatan pegawai adalah aset utama yang mendukung pelaksanaan tugas-tugas tersebut. Pemeriksaan kesehatan berkala bagi pegawai BPJS Kesehatan bukan hanya kewajiban, tetapi juga investasi dalam kesejahteraan dan produktivitas. Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan perbedaan pengetahuan, sikap dan motivasi dalam pemeriksaan kesehatan berkala pegawai BPJS Kesehatan Cabang Kupang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain randomized pretest posttest control group design. Jumlah sampel sebanyak 30 dengan rincian 15 sampel perlakuan, 15 sampel kontrol. Total populasi sebanyak 52 orang. Analisis data menggunakan uji Wilcoxon dan uji Mann Whitney. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, Ada perbedaan pengetahuan, sikap, dan motivasi dalam pemeriksaan kesehatan berkala pegawai BPJS Kesehatan Cabang Kupang sebelum dan sesudah perlakuan promosi kesehatan dengan p value $< 0,05$. Ada perbedaan pengetahuan dalam pemeriksaan kesehatan berkala pegawai BPJS Kesehatan Cabang Kupang antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sesudah promosi kesehatan dengan nilai p value $0,033 < 0,05$. Ada perbedaan sikap dalam pemeriksaan kesehatan berkala pegawai BPJS Kesehatan Cabang Kupang antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sesudah promosi kesehatan dengan nilai p value $0,012 < 0,05$. Ada perbedaan motivasi dalam pemeriksaan kesehatan berkala pegawai BPJS Kesehatan Cabang Kupang antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sesudah promosi kesehatan dengan nilai p value $0,003 < 0,05$. Simpulan: Pihak BPJS Kesehatan Cabang Kupang diharapkan dapat mengembangkan media video dan flyer menjadi media penunjang pelaksanaan program promosi kesehatan kerja rutin bagi pegawai BPJS Kesehatan untuk meningkatkan pengetahuan, sikap dan motivasi pegawai sehingga memiliki kesadaran untuk melakukan pemeriksaan kesehatan berkala.

Kata kunci: *Pemeriksaan Kesehatan Berkala, Pengetahuan, Sikap, Motivasi*

ABSTRACT

Employee health is the main asset that supports the implementation of these tasks. Regular health checks for BPJS Health employees are not only an obligation, but also an investment in welfare and productivity. The aim of this research is to explain differences in knowledge, attitudes and motivation in periodic health checks for BPJS Health Kupang Branch employees. This research is an experimental research with a randomized pretest posttest control group design. The number of samples was 30 with details of 15 treatment samples, 15 control samples. The total population is 52 people. Data analysis used the Wilcoxon test and Mann Whitney test. The results of the research show that, There are differences in knowledge, attitudes and motivation in the periodic health examinations of BPJS Health Kupang Branch employees before and after health promotion treatment with a p value < 0.05 . There are differences in knowledge in the periodic health examinations of BPJS Health Kupang Branch employees between groups. treatment and control groups after health promotion with a p value of $0.033 < 0.05$, There is a difference in attitude in the periodic health examination of BPJS Health Kupang Branch employees between the treatment group and the control group after health promotion with a p value of $0.012 < 0.05$, There is a difference motivation in periodic health checks for BPJS Health Kupang Branch employees between the treatment group and the control group after health promotion with a p value of $0.003 < 0.05$. Conclusions: It is hoped that the BPJS Health Kupang Branch can develop video and flyer media to become supporting media for the implementation of routine occupational health promotion programs for BPJS Health employees to increase employee knowledge, attitudes and motivation so that they have the awareness to carry out regular health checks.

Keywords: *Medical Check Up, Knowledge, Attitude, Motivation*

PENDAHULUAN

Pemeriksaan kesehatan berkala penting untuk pemantauan kesehatan pegawai secara rutin. Hal ini diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia nomor per.02/MEN/1980 tentang pemeriksaan kesehatan tenaga kerja dalam penyelenggaraan keselamatan kerja yang menyebutkan bahwa

pegawai yang berusia di atas 18 tahun sebaiknya melakukan pemeriksaan kesehatan berkala satu kali dalam setahun. Peraturan tersebut memiliki peran sebagai kontrol untuk pelaksanaan pemeriksaan kesehatan berkala bagi pegawai. Pemeriksaan kesehatan berkala wajib dilaksanakan kepada pegawai sehingga kerugian yang tidak diharapkan dapat dicegah.

Data *International Labour Organization (ILO, 2018)* menunjukkan bahwa setiap tahun sekitar 380.000 pegawai atau 13,7% dari 2,78 juta pegawai meninggal akibat kecelakaan di tempat kerja atau penyakit akibat kerja. Angka kematian karena kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja cukup tinggi. 374 juta pegawai mengalami cedera, luka atau jatuh sakit setiap tahun akibat kecelakaan di tempat kerja (Ulfa Monalisa et al., 2022).

Laporan terintegrasi tahun 2021 dari Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan (BPJS Ketenagakerjaan) menyebutkan bahwa di Indonesia tahun 2021 ada 234.370 klaim dari peserta terkait kecelakaan kerja, bertambah 61,32% dari tahun 2020 sebanyak 90.646 klaim. Nilai klaim yang dibayarkan mencapai Rp1.790,26 miliar, meningkat 14,99% dari tahun 2020 sebesar Rp1.556,94 miliar. Jumlah klaim termasuk 1.131 PAK karena *COVID-19*, dengan nilai klaim Rp21.304.891 miliar (BPJS Ketenagakerjaan, 2021).

Rutinitas Pekerjaan pegawai BPJS Kesehatan tergolong kompleks karena mencakup urusan administrasi, proses verifikasi klaim dari fasilitas kesehatan, kemitraan dengan pemangku kebijakan, supervisi ke fasilitas kesehatan hingga penanganan keluhan dari peserta. Rutinitas ini dilakukan dalam ruangan ber-AC dengan posisi statis yaitu duduk. BPJS Kesehatan kantor pusat telah menetapkan untuk setiap hari kerja melaksanakan senam 3 menit pada jam 10.00 dan jam 14.00. Sebagian besar pegawai memiliki kebiasaan mengkonsumsi makanan dari rumah makan. Kebiasaan konsumsi makanan dari rumah makan dan aspek pekerjaan yang banyak melibatkan kemampuan berpikir, pengendalian emosi serta tekanan dari internal maupun eksternal dapat menyebabkan gangguan kesehatan fisik maupun mental. Gangguan kesehatan fisik dapat meliputi kelelahan, penyakit jantung, penyakit hati, penyakit hipertensi, penyakit diabetes melitus hingga gangguan mental atau penyakit kejiwaan. Kurniawidjaja (2023) dalam buku ajar penyakit akibat kerja dan surveilans menyebutkan bahwa banyak kasus Penyakit Akibat Kerja (PAK) yang tidak terdiagnosis menjadi tambahan biaya pelayanan kesehatan BPJS Kesehatan karena pekerja berobat melalui pelayanan kesehatan penyakit umum, yang seharusnya ditanggung oleh BPJS Ketenagakerjaan.

Dampak dari tidak dilakukan pemeriksaan kesehatan berkala yaitu menurunnya produktivitas dalam bekerja sehingga mengganggu pelayanan prima kepada peserta. Pegawai BPJS Kesehatan harus menjadi teladan dalam menjaga kesehatan pribadi. Pemeriksaan kesehatan berkala menunjukkan komitmen pegawai terhadap kesejahteraan dan kesehatan. BPJS Kesehatan memiliki tanggung jawab besar dalam menyediakan layanan kesehatan bagi masyarakat. Kesehatan pegawai adalah aset utama yang mendukung pelaksanaan tugas-tugas tersebut. Pemeriksaan kesehatan berkala bagi pegawai BPJS Kesehatan bukan hanya kewajiban, tetapi juga investasi dalam kesejahteraan dan produktivitas. Dengan menjaga kesehatan, pegawai dapat memberikan pelayanan yang lebih baik kepada masyarakat.

Pemeriksaan kesehatan berkala pada pegawai BPJS Kesehatan menjadi bagian integral dari upaya pemeliharaan kesehatan dan pencegahan penyakit. Perbedaan pengetahuan, sikap, dan motivasi pegawai terhadap pemeriksaan kesehatan berkala dapat memengaruhi pelaksanaan program ini. Pengetahuan yang kurang memadai tentang manfaat pemeriksaan kesehatan berkala dapat menghambat kepatuhan. Kepatuhan pegawai berdampak pada kualitas pekerjaan yang diberikan oleh BPJS Kesehatan. Penelitian yang dilakukan oleh Solikhah tahun 2018 tentang Analisis Ketaatan Pegawai dalam Pemeriksaan Kesehatan Berkala di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa tingkat kepatuhan pegawai dalam mengikuti pemeriksaan kesehatan berkala cukup baik, mencapai 65%. Faktor-faktor seperti kurangnya sosialisasi dari manajemen kepada pegawai, perilaku pegawai, dan ketidakadaan sanksi bagi yang tidak mengikuti program mempengaruhi keberhasilan pelaksanaan program pemeriksaan kesehatan berkala. Penelitian yang dilakukan oleh Fridayanti, dkk (2017) menunjukkan bahwa promosi tentang tes IVA dengan menggunakan leaflet dapat meningkatkan pengetahuan, sikap dan perilaku pada wanita usia 20-59 tahun di Puskesmas Sukoharjo I Kabupaten Wonosobo.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan *randomized pretest posttest control group design*. Lokasi penelitian dilakukan di Kantor BPJS Kesehatan Cabang Kupang pada bulan Februari 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pegawai BPJS Kesehatan di Kantor Cabang Kupang sebanyak 52 orang dengan kriteria inklusinya adalah pegawai dengan umur <40 tahun dan belum pernah melakukan pemeriksaan berkala dalam tahun 2023. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah

probability sampling berupa *simple random sampling* dengan jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 15 orang pada kelompok kontrol dan 15 orang pada kelompok intervensi. Analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan uji *Wilcoxon* dan uji *Mann Whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Umum Responden

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Karakteristik Umum Pegawai BPJS Kesehatan Cabang Kupang Tahun 2024

No	Karakteristik	Kelompok Kontrol		Kelompok Perlakuan	
		n	%	n	%
1	Umur				
	25-30 tahun	7	46,7	7	46,7
	31-40 tahun	8	53,3	8	53,3
2	Pendidikan				
	D3	3	20,0	0	0
	D4/S1	10	66,7	14	93,3
	S2	1	6,7	0	0
3	Profesi	1	6,7	1	6,7
	Jenis Kelamin				
4	Laki-laki	4	26,7	3	20,0
	Perempuan	11	73,3	12	80,0
4	Masa Kerja di BPJS Kesehatan				
	1-5 tahun	6	40	7	46,7
	6-10 tahun	6	40	5	33,3
5	11-15 tahun	3	20	3	20
	Masa Kerja di BPJS Kesehatan cabang Kupang				
	1-5 tahun	9	60	12	80
6	6-10 tahun	5	33,3	1	6,7
	11-15 tahun	1	6,7	2	13,3

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa, usia sebagian besar pegawai BPJS berada pada rentang usia 31-40 tahun (53,3%) baik pada kelompok kontrol maupun perlakuan. Jika dilihat berdasarkan tingkat pendidikan sebagian besar pegawai BPJS Kesehatan memiliki tingkat pendidikan D4/S1 sebanyak 10 orang (66,7%) pada kelompok kontrol dan 14 orang (93,3%) pada kelompok perlakuan. Sebagian besar pegawai BPJS kesehatan berjenis kelamin perempuan yaitu 11 orang (73,3%) pada kelompok kontrol dan 12 orang (80%) pada kelompok perlakuan. Jika dilihat berdasarkan masa kerja pegawai di kantor BPJS Kesehatan cabang kupang, sebagian besar pegawai memiliki masa kerja 1-5 tahun yaitu sebanyak 9 orang (60%) pada kelompok kontrol dan sebanyak 12 orang (80%) pada kelompok perlakuan.

Perbedaan pengetahuan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sesudah promosi kesehatan

Pengetahuan merupakan suatu bentuk dari manusia yang diperolehnya dari pengalaman, perasaan, akal pikiran, dan intuisinya setelah orang melakukan penginderaan terhadap suatu objek tertentu. Pengetahuan atau *kognitif* merupakan domain yang sangat penting dalam pembentukan tindakan seseorang (*over behavior*). Pengetahuan timbul karena adanya sifat ingin tahu yang merupakan salah satu sifat umum yang dimiliki manusia, dan identik dengan keputusan yang dibuat seseorang terhadap sesuatu (Triwibowo and Pusphandani, 2015). Pengetahuan pegawai dalam pentingnya melakukan pemeriksaan berkala perlu dimiliki pegawai mengingat ruginya apabila tidak melakukan pemeriksaan kesehatan berkala tahunan oleh perusahaan. Pegawai perlu mengetahui kerugian dan bahaya yang dapat ditimbulkan apabila tidak melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin. Dengan demikian, pengetahuan yang timbul akibat rasa takut akan sesuatu yang mungkin terjadi, maka diharapkan pegawai akan meluangkan waktu untuk melakukan pemeriksaan kesehatan berkala (Elfrida, 2022).

Hasil uji perbedaan pengetahuan mengenai pemeriksaan kesehatan pada kelompok intervensi sesudah pemberian promosi kesehatan pada pegawai BPJS Kesehatan cabang Kupang dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbedaan Pengetahuan Antara Kelompok Perlakuan Dan Kelompok Kontrol Sesudah Promosi Kesehatan

Responden	Mean	SD	P value
-----------	------	----	---------

Kelompok Kontrol	85,83	12,60	
Kelompok Perlakuan	94,58	4,64	0,033

Hasil uji statistic dengan uji man whitney menunjukkan nilai p 0,033, artinya pda alpha 5% terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata pengetahuan responden yang mendapatkan intervensi dengan responden yang tidak mendapatkan intervensi pada pengukuran akhir. Peningkatan pengetahuan tentang pemeriksaan kesehatan berkala pada kelompok perlakuan dikarenakan kelompok ini mendapatkan intervensi berupa promosi kesehatan dengan alat bantu berupa video dan flyer.

Peningkatan pengetahuan yang efektif memerlukan alat bantu media yang berfungsi untuk membantu praktisi kesehatan dalam menyampaikan bahan promosi kesehatan dan menarik perhatian sasaran. Pemilihan dan penggunaan alat bantu media merupakan salah satu komponen yang penting dilakukan, agar dapat membantu penggunaan indera sebanyak-banyaknya. Seseorang mendapat pengetahuan melalui panca inderanya, dimana sebagian besar diperoleh melalui indera penglihatan (mata) yaitu sebesar 83% dan indera pendengar (telinga) yaitu sebesar 11%, sedangkan sisanya melalui indera perasa 1%, indera peraba 2%, dan indera penciuman 3% (Depkes RI, 2008, Notoatmodjo, 2003.). Kolaborasi penggunaan media video dan flyer dilakukan agar informasi yang ditangkap oleh penginderaan mata dan telinga lebih banyak, sehingga informasi akan lebih mudah diterima oleh pegawai sebagai sasaran promosi (Mastuti, Ulfa and Nugraha, 2023).

Media video memiliki beberapa manfaat diantaranya adalah mudah diingat seseorang yang menjadikan suatu kontribusi besar bagi pengetahuan seseorang dan penggunaan media video menggunakan ilustrasi berupa gambar, grafik, diagram maupun cerita yang menyebabkan seseorang akan lebih berkonsentrasi untuk mengingatnya, karena merangsang indera penglihatan sekaligus pendengaran (Dewi, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mastuti, Ulfa, dan Nugraha (2023) pada pekerja sektor swasta menyatakan bahwa, penggunaan audiovisual sebagai media penyuluhan efektif meningkatkan pengetahuan pegawai dalam pencegahan hipertensi dari rata-rata pengetahuan 7,96 sebelum intervensi menjadi 9,66 setelah dilakukan intervensi. Hasil penelitian lain yang turut mendukung adalah penelitian yang dilakukan oleh Yunarti (2021) pada petugas promosi kesehatan di Puskesmas Kota Banjarbaru yang menyatakan bahwa, terdapat pengaruh pada pemberian media Video AVA (Audio Visual Aids) terhadap peningkatan pengetahuan tenaga promosi kesehatan tentang indikator keberhasilan dalam pelaksanaan promosi kesehatan di Puskesmas, yang meningkat dari 90% menjadi 100% pada kelompok perlakuan.

Media lain yang turut memegang peranan penting untuk meningkatkan pengetahuan pegawai tentang pemeriksaan kesehatan berkala adalah media flyer. Menurut Resnatika et al. (2018) flyer adalah media yang memuat infografis berupa visualisasi data, gagasan, grafik, bagan, dan sebagainya yang mempunyai efek visual yang kuat dan menarik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Syarafina & Tsuroyya (2023) pada karyawan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk yang menyatakan bahwa, media internal flyer adalah media komunikasi yang tepat digunakan oleh PT Semen Indonesia (Persero) Tbk untuk menyampaikan informasi dan dapat meningkatkan pemahaman karyawan terkait pembelajaran internal dengan presentase sebesar 79,8%. Penelitian lain yang turut mendukung adalah penelitian Mariyani & Sinurat (2022) pada ibu di RSUD Pademangan Jakarta yang menyimpulkan flyer dapat meningkatkan pengetahuan dan berpengaruh kuat dalam mengedukasi pengetahuan ibu tentang penanganan kejang demam balita yang dilihat dari adanya perbedaan rata-rata pengetahuan pada kelompok intervensi sebesar 73,85 dengan rata-rata pengetahuan pada kelompok kontrol sebesar 52,75.

Pengetahuan pegawai BPJS Kesehatan cabang Kupang tentang pemeriksaan kesehatan berkala dapat meningkatkan kesadaran dan mempengaruhi pegawai dalam kecakapan hidup (*life skill*) terkait kesehatan dalam mengenali, memelihara, serta memantau kondisi kesehatan, serta mencegah atau menghindari komplikasi dari sesuatu penyakit yang timbul akibat kerja. Bagi perusahaan, pemeriksaan kesehatan berkala pegawai memainkan peran penting dalam mencegah risiko pegawai yang tidak sehat bekerja di perusahaan, yang melibatkan pengendalian risiko perekrutan dan pekerjaan pegawai yang tidak sehat serta risiko timbulnya penyakit akibat kerja, cedera, dan kecelakaan serta menjaga kesehatan tenaga kerja dan hubungan antarpribadi yang sehat dalam perusahaan (Hakro and Jinshan, 2019).

Perbedaan sikap antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sesudah promosi kesehatan

Sikap merupakan tanggapan reaksi seseorang terhadap objek tertentu yang bersifat positif atau negatif yang biasanya diwujudkan dalam bentuk rasa suka atau tidak suka, setuju atau tidak setuju terhadap suatu objek

tertentu. Sikap pegawai tentang pemeriksaan kesehatan berkala merupakan kumpulan dari pikiran, keyakinan dan pengetahuan yang dimiliki terkait pentingnya pemeriksaan kesehatan berkala.

Sikap merupakan bagian dari perilaku. Perilaku itu sendiri merupakan faktor dominan yang akan berpengaruh terhadap status kesehatan pegawai karena perilaku adalah satu bentuk respon yang bergantung pada faktor lain dari individu yang bersangkutan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Meimurti (2015) dengan judul “pengaruh faktor psikologis terhadap keputusan konsumen menggunakan jasa medical check up” menyatakan adanya hubungan antara sikap dengan perilaku karyawan dalam melaksanakan pemeriksaan kesehatan. Penelitian lain yang mendukung adalah penelitian yang dilakukan oleh Oktafia (2016) pada karyawan di PT. X menyatakan bahwa, terdapat hubungan yang bermakna antara sikap terhadap perilaku karyawan dalam melakukan pemeriksaan kesehatan dengan nilai odd ratio sebesar 4,511.

Sikap merupakan wujud dari kemauan pegawai untuk melakukan perubahan yang baik dan dari hasil proses sosialisasi seseorang terhadap rangsangan yang diterimanya. Hasil uji perbedaan sikap mengenai pemeriksaan kesehatan pada kelompok intervensi sesudah pemberian promosi kesehatan pada pegawai BPJS Kesehatan cabang Kupang dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perbedaan Sikap Antara Kelompok Perlakuan Dan Kelompok Kontrol Sesudah Promosi Kesehatan

Responden	Mean	SD	P value
Kelompok Kontrol	48,73	4,23	0,012
Kelompok Perlakuan	52,13	3,46	

Hasil uji statistik dengan uji *man whitney* menunjukkan nilai p 0,012, artinya pada alpha 5% terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata sikap responden yang mendapatkan intervensi dengan responden yang tidak mendapatkan intervensi pada pengukuran akhir. Pegawai BPJS Kesehatan memiliki sikap yang baik terkait pemeriksaan kesehatan berkala dikarenakan sudah mendapat pengetahuan dari kegiatan promosi kesehatan dengan media video dan flyer, dibandingkan dengan kelompok yang tidak mendapatkan promosi kesehatan tentang pemeriksaan kesehatan berkala.

Merubah sikap sangatlah sulit dilakukan, tetapi dengan menggunakan media edukasi yang tepat dan efektif, perubahan sikap yang diinginkan dapat tercapai. Media video terbukti efektif karena video dapat dilihat berulang kali. Selain itu media video menciptakan pengalaman emosional yang dapat mempengaruhi sikap responden. Hal ini disebabkan karena video dapat memberikan penjelasan yang jelas dan dapat diterima oleh para pekerja. Selain itu, media video juga mampu menangani terbatasnya waktu, ruang, tempat, dengan kemampuan untuk memutar ulang video sesuai kebutuhan sehingga timbul kesadaran dan motivasi pegawai untuk melakukan tindakan pemeriksaan kesehatan berkala sebagai deteksi dini penyakit akibat kerja. Penelitian ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya oleh Anita (2023) pada masyarakat di wilayah kerja Puskesmas Tirawuta yang menyatakan bahwa, terdapat pengaruh media video terhadap peningkatan sikap masyarakat terkait penyakit sebesar 92% setelah dilakukan posttest. Penelitian lain yang juga turut memperkuat hasil penelitian tersebut dilakukan oleh Wahyuni (2019) yang menunjukkan bahwa, peningkatan yang signifikan dalam sikap pencegahan penyakit paling baik setelah responden menerima intervensi melalui video.

Penggunaan flyer sebagai media dalam intervensi promosi kesehatan terkait pemeriksaan kesehatan berkala juga tepat dalam menyampaikan informasi secara ringkas dan mudah dipahami responden. Temuan ini sejalan dengan konsep yang terdapat dalam teori Sunarmi dan Kurdaningsih (2019) yaitu frekuensi pemberian informasi mempengaruhi sikap. Semakin sering seseorang menerima informasi, maka sikapnya dapat berubah. Penelitian ini juga sejalan dengan teori Maulidah (2022) yang menyatakan bahwa sikap responden dipengaruhi oleh pengetahuan yang mereka miliki. Jika jumlah informasi semakin banyak didapatkan baik melalui media video maupun flyer, akan membuat responden semakin sadar dan cenderung mengadopsi sikap positif yang ditunjukkan dengan adanya perubahan sikap yang dilihat dari hasil evaluasi post-test.

Sikap pegawai merupakan komponen psikologis konsumen baik itu dalam proses pengambilan keputusan pembelian maupun perilaku dalam hal keputusan untuk tidak lagi menggunakan produk. Secara sadar maupun tidak tindakan pegawai dipengaruhi oleh sikap. Jika konsumen memiliki sikap yang positif terhadap suatu merek tertentu maka secara sadar maupun tidak, pegawai akan cenderung melakukan pembelian bahkan akan loyal pada produk layanan tersebut. Hal ini menunjukkan apabila sikap yang dimiliki pegawai semakin baik maka akan meningkatkan keputusan pegawai untuk melakukan pemeriksaan kesehatan berkala (Meimurti, 2015).

Sikap pegawai yang positif untuk melakukan pemeriksaan kesehatan berkala memberi berbagai manfaat bagi tenaga kerja untuk mendapatkan tenaga kerja yang produktif serta mencegah penyakit akibat kerja, sebagai upaya deteksi dini penyakit akibat kerja, sebagai data dasar dan pembanding untuk mendeteksi kemungkinan penyakit akibat pajanan di tempat kerja yang dialami pegawai dan sebagai data dasar untuk pengembangan kegiatan promosi kesehatan perusahaan.

Perbedaan motivasi antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sesudah promosi kesehatan

Motivasi memiliki arti mendasar sebagai inisiatif penggerak perilaku seseorang secara optimal, hal ini disebabkan karena motivasi merupakan kondisi internal, kejiwaan dan mental manusia seperti aneka keinginan, harapan, kebutuhan, dorongan dan kesukaan yang mendorong individu untuk berperilaku kerja untuk mencapai tujuan yang dikehendakinya atau mendapatkan kepuasan atas perbuatannya. Motivasi terbentuk karena adanya stimulus atau rangsangan yang akan menyebabkan pengenalan kebutuhan (*need recognition*) (Meimurti, 2015). Hasil uji perbedaan motivasi mengenai pemeriksaan kesehatan pada kelompok intervensi sesudah pemberian promosi kesehatan pada pegawai BPJS Kesehatan cabang Kupang dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbedaan Motivasi Antara Kelompok Perlakuan Dan Kelompok Kontrol Sesudah Promosi Kesehatan

Responden	Mean	SD	P value
Kelompok Kontrol	30,60	4,33	0,003
Kelompok Perlakuan	34,80	3,70	

Hasil uji statistic dengan uji *man whitney* menunjukkan nilai p 0,012, artinya pda alpha 5% terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata motivasi responden yang mendapatkan intervensi dengan responden yang tidak mendapatkan intervensi pada pengukuran akhir.

Rangsangan dapat diperoleh melalui intervensi promosi kesehatan. Promosi kesehatan mengenai pemeriksaan kesehatan berkala membuat pegawai mengenal kebutuhan fisiologis mereka untuk tetap sehat dengan melakukan pemeriksaan kesehatan berkala, sehingga menimbulkan dorongan yang kuat atau motivasi untuk melakukan usaha-usaha demi memenuhi kebutuhan tersebut. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Warti (2014) yang menyatakan bahwa, semakin tinggi tingkat pengetahuan yang didapatkan melalui edukasi kesehatan maka semakin tinggi pula motivasi untuk melakukan medical check up di Siloam Hospitals Kebun Jeruk. Penelitian lain yang turut mendukung dilakukan oleh Meimurti (2015) bahwa, semakin baik motivasi yang dimiliki konsumen, akan meningkatkan keputusan konsumen dalam melakukan medical check up di laboratorium Trans Medikal Nganjuk.

Video mampu menampilkan gambar bergerak dan efek suara bersamaan, sehingga terasa lebih hidup, realistis dan merangsang panca indera seseorang. Kelebihan dari media promosi kesehatan berupa video adalah (1) Sudah dikenal masyarakat; (2) Mengikutsertakan semua panca indra; (3) Lebih mudah dipahami; (4) Lebih menarik karena ada suara dan gambar bergerak; (5) Bertatap muka; (6) Penyajian dapat dikendalikan; (7) Jangkauan relatif lebih besar; (8) Sebagai alat diskusi dan dapat diulang-ulang (Larasati, Dwi Susanti and Bakti Prasetyo, 2015).

Media lain yang turut berkontribusi dalam proses promosi kesehatan tentang pemeriksaan kesehatan berkala pada pegawai adalah flyer. Pemberian media flyer merupakan salah satu pemberian informasi secara non informal yang sering digunakan di dunia kesehatan. Stimulus (rangsangan) yang diberikan diterima oleh pegawai, dengan adanya flyer yang dibagikan dapat dibaca berulang-ulang, dapat diperoleh dengan mudah, ekonomis, serta efektif digunakan sebagai media informasi. Sebagai media informasi, gambar atau foto dipilih atau digunakan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dengan adanya gambar atau foto dapat membangkitkan motivasi untuk menafsirkan serta mengingat pesan yang berkenaan dengan gambar atau foto tersebut. Asumsi akan adanya pengulangan dalam membaca flyer yang dibagikan, dapat lebih meningkatkan intensitas pemberian informasi tentang pemeriksaan kesehatan berkala. Sehingga motivasi untuk melakukan pemeriksaan kesehatan berkala lebih tinggi pada kelompok pegawai yang diberikan promosi kesehatan.

KESIMPULAN

Kesehatan pegawai adalah aset utama yang mendukung pelaksanaan tugas-tugas tersebut. Pemeriksaan kesehatan berkala bagi pegawai BPJS Kesehatan bukan hanya kewajiban, tetapi juga investasi dalam kesejahteraan dan produktivitas. Dengan menjaga kesehatan, pegawai dapat memberikan pelayanan yang lebih baik kepada masyarakat. Penelitian menemukan bahwa, berdasarkan hasil intervensi terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata pengetahuan responden yang mendapatkan intervensi dengan responden yang tidak mendapatkan intervensi pada pengukuran akhir. Peningkatan pengetahuan tentang pemeriksaan kesehatan berkala pada kelompok perlakuan dikarenakan kelompok ini mendapatkan intervensi berupa promosi kesehatan dengan alat bantu berupa video dan flyer. Penelitian juga menemukan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata sikap responden yang mendapatkan intervensi dengan responden yang tidak mendapatkan intervensi pada pengukuran akhir. media video menciptakan pengalaman emosional yang dapat mempengaruhi sikap responden. Hal ini disebabkan karena video dapat memberikan penjelasan yang jelas dan

dapat diterima oleh para pekerja. Selain itu, terdapat perbedaan motivasi yang signifikan antara sekelompok kontrol dan perlakuan setelah mendapat promosi kesehatan. Promosi kesehatan mengenai pemeriksaan kesehatan berkala membuat pegawai mengenal kebutuhan fisiologis mereka untuk tetap sehat dengan melakukan pemeriksaan kesehatan berkala, sehingga menimbulkan dorongan yang kuat atau motivasi untuk melakukan usaha-usaha demi memenuhi kebutuhan tersebut.

Pihak BPJS Kesehatan Cabang Kupang diharapkan dapat mengembangkan media video dan flyer menjadi media penunjang pelaksanaan program promosi kesehatan kerja rutin bagi pegawai BPJS Kesehatan untuk meningkatkan pengetahuan, sikap dan motivasi pegawai sehingga memiliki kesadaran untuk melakukan pemeriksaan kesehatan berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan bagi pihak BPJS Kesehatan Cabang Kupang yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan pengambilan data pegawai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, A., Salma, W.O. and Nurmaladewi, N. (2023) 'Pengaruh Media Video Dan Leaflet Terhadap Pengetahuan Dan Sikap Masyarakat Tentang Hipertensi Di Wilayah Kerja Puskesmas Tirawuta Kabupaten Kolaka Timur Tahun 2023', *Jurnal Wawasan Promosi Kesehatan*, 4(3), pp. 188–196. doi:10.37887/jwins.v4i3.46500.
- BPJS Ketenagakerjaan. 2023. *Laporan Terintegrasi tahun 2021 dengan judul transformasi digital untuk tingkatkan layanan unggul*. <https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/kinerja-badan.html>. diakses tanggal 30 September 2023
- Fridayanti, W. and Laksono, B., 2017. *Keefektifan promosi kesehatan terhadap pengetahuan, sikap dan perilaku tentang tes IVA pada wanita usia 20-59 tahun*. *Public Health Perspective Journal*, 2(2).
- Hakro, S. and Jinshan, L. (2019) 'Workplace Employees' Annual Physical Checkup and During Hire on the Job to Increase Health-care Awareness Perception to Prevent Disease Risk: A Work for Policy-Implementable Option Globally', *Safety and Health at Work*, 10(2), pp. 132–140. doi:10.1016/j.shaw.2018.08.005.
- Kurniawidjaja, D.D.L.M. and Ok, S., 2012. *Teori dan aplikasi kesehatan kerja*. Universitas Indonesia Publishing.
- Larasati, E.D., Dwi Susanti, H. and Bakti Prasetyo, Y. (2015) 'Efektivitas Penggunaan Media Promosi Kesehatan Video Yoga Dalam Meningkatkan Motivasi Kesehatan Wanita Usia Subur Tentang Kesehatan Reproduksi', *Jurnal Keperawatan*, 6(2), pp. 88–101.
- Mariyani and Sinurat, L. (2022) 'Pengaruh Edukasi Flyer Terhadap Pengetahuan Ibu Mengenai Penanganan Kejang Demam Balita Usia 1-5 Tahun di RSUD Pademangan Jakarta', *Manuju: Malahayati Nursing Journal*, 4(4), pp. 826–839.
- Mastuti, S., Ulfa, L. and Nugraha, S. (2023) 'Efektivitas Media Audio Visual dalam Perilaku Pencegahan Hipertensi pada Pekerja Sektor Swasta', *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 12(03), pp. 253–258. doi:10.33221/jikm.v12i03.2160.
- Maulidah, K., Neni, N. and Maywati, S. (2022) 'Hubungan Pengetahuan, Sikap Dan Dukungan Keluarga Dengan Upaya Pengendalian Hipertensi Pada Lansia Di Wilayah Kerja Puskesmas Cikampek Kabupaten Karawang', *Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia*, 18(2), pp. 484–494. doi:10.37058/jkki.v18i2.5613.
- Meimurti, H.M. (2015) 'Pengaruh Faktor Psikologis Terhadap Keputusan Konsumen Menggunakan Jasa Medical Check Up', *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen*, 4(3), pp. 1–16.
- Monalisa, U., Subakir, S., & Listiawati, R. (2022). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Tidak Aman Pada Pegawai Service Pt. Agung Automall Cabang Jambi*. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(10), 3391-3398.

- Notoadmodjo, S. (2018) *Promosi Kesehatan Teori dan Aplikasi*. 3rd edn. Edited by S. Notoadmodjo. Jakarta: Rineka Cipta.
- Oktafia, R. (2016) *Dukungan Perusahaan Dengan Perilaku Pegawai Pt . X Untuk Melakukan Pemeriksaan Kesehatan (Medical Check Up)*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indonesia Maju.
- Resnatika, A. *et al.* (2018) 'Peran Infografis Sebagai Media Promosi Dalam Pemanfaatan Perpustakaan', *Jurnal Kajian Informasi Dan Perpustakaan*, 6(2), pp. 183–196. Available at: [http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=865104&val=8351&title=Peran infografis sebagai media promosi dalam pemanfaatan perpustakaan](http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=865104&val=8351&title=Peran%20infografis%20sebagai%20media%20promosi%20dalam%20pemanfaatan%20perpustakaan).
- Sunarmi and Kurdaningsih, S.V. (2019) 'Pengaruh Diet Ekstrim Pada Kesehatan', *Jurnal Ilmiah Multi Science Kesehatan*, 1(1), pp. 06–10.
- Syarafina, W.N. and Tsurayya (2023) 'Efektifitas Media Internal Flyer Terhadap Tingkat Pemahaman Pegawai PT Semen Indonesia (Persero) Tbk .', *Commercium*, 7(2), pp. 38–48.
- Triwibowo, C. and Pusphandani, M.E. (2015) *Pengantar Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat : Untuk Mahasiswa Kesehatan Masyarakat, Keperawatan Dan Kebidanan*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Wahyuni, A.S. *et al.* (2019) 'The difference of educational effectiveness using presentation slide method with video about prevention of hypertension on increasing knowledge and attitude in people with the hypertension risk in amplas health center', *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(20), pp. 3478–3482. doi:10.3889/oamjms.2019.450.
- Warti, N.W. (2014) *Hubungan Tingkat Pengetahuan Pasien dengan Motivasi Untuk Melakukan Medical Check Up, di Siloam Hospitals Kebon Jeruk, Jakarta Barat*. Universitas Esa Unggul.
- Yunarti, A. *et al.* (2021) 'Pengaruh Pemberian Video Audi Visual AIDS (AVA) Terhadap Motivasi Kerja dan Pengetahuan Petugas Promosi Kesehatan di Puskesmas Kota Banjarbaru', *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2), pp. 152–160. Available at: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/ANN/article/view/5725%0APENGARUH>.

DESAIN ULANG KURSI PENUMPANG KERETA API EKSEKUTIF

RE-DESIGN EXECUTIVE TRAIN-PASSENGER

Rahmaniyah Dwi Astuti¹, Bambang Suhardi², Rifa'atul Jazilah³, Ainun Rahmansyah Gaffar⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret

Jl.Ir. Sutami 36A, Surakarta, Indonesia, 57126

E-mail: rahmaniyahdwi@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Kereta api eksekutif merupakan salah satu transportasi massal yang sering digunakan oleh masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan kereta api eksekutif memiliki fasilitas yang baik. Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian dijelaskan bahwa sistem perkeretaapian nasional bertujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang dalam jumlah besar dengan selamat, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien, serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong, dan penggerak pembangunan nasional. Namun, desain kursi penumpang kereta api eksekutif yang ada saat ini masih kurang nyaman. Hal ini dapat dilihat dari skor REBA kursi tersebut adalah 6 yang berarti bahwa kursi penumpang tersebut masih memiliki resiko sedang untuk terjadinya cedera otot sehingga perlu dilakukan perbaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan desain kursi penumpang yang ergonomis dan sesuai dengan antropometri orang Indonesia. Metode yang digunakan dalam mendesain ulang kursi penumpang adalah EFD. Dari penelitian ini didapatkan hasil pengukuran baru yaitu tinggi kursi 31 cm, kedalaman kursi 40 cm, lebar kursi 51,2 cm, tinggi sandaran kursi 54,8 cm, sudut sandaran 110°-130°, tinggi sandaran tangan 10,8 cm, ruang gerak kaki 96 cm, jarak jok 136,3 cm, bahan polyurethane, warna coklat tua dan *bridge*, tinggi sandaran tangan yang dapat diatur, dan tinggi jok yang dapat diatur. Selain itu, kursi yang didesain ulang ini memperoleh skor REBA 3 yang berarti memiliki tingkat risiko cedera yang rendah bagi penggunaannya.

Kata kunci: Kursi Penumpang, Antropometri, *Nordic Body Map*, Ergonomi, Ergonomic Function Deployment

ABSTRACT

Executive trains are one of the mass transportation methods often used by Indonesians. This is because Executive Train has good facilities. Law No. 23/2007 of the Republic of Indonesia on Railways describes that the national railway system has the aim of facilitating the movement of people and/or goods in bulk safely, comfortably, quickly and smoothly, precisely, orderly and regularly, efficiently, and supporting equitable distribution, growth, stability, and drivers of national development. However, the existing executive train passenger seat design must still be comfortable. This can be seen in the REBA score of the seat, which is 6, which means that the passenger seat still has a medium risk for muscle injury and needs to be repaired. This study aims to provide an ergonomic passenger seat design based on Indonesia's anthropometry. The method used in redesigning passenger seats is EFD. This study got a new measurement: seat height 31 cm, seat depth 40 cm, seat width 51,2 cm, seat back height 54,8 cm, backrest angle 110°-130°, armrest height 10,8 cm, legroom 96 cm, pitch 136,3 cm seat, polyurethane material, dark brown and bridge, adjustable armrest height, and adjustable seat height. In addition, the redesigned chair obtained a REBA score of 3, which means it has a low level of injury risk for its users.

Keywords: Passenger seat, Anthropometric, *Nordic Body Map*, Ergonomic, Ergonomic Function Deployment

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu jasa yang berguna untuk memindahkan atau membawa orang atau barang dari satu tempat ke tempat lain, Dwi Rita Nova & Novi (2019). Transportasi sangat berguna bagi kehidupan manusia (Mendez et al., 2023). Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan transportasi semakin meningkat. Salah satu transportasi massal yang ada saat ini adalah kereta api. Kereta api adalah suatu bentuk transportasi kereta api yang terdiri dari serangkaian kendaraan yang ditarik sepanjang jalur kereta api untuk mengangkut barang atau penumpang, Alfeno & Devi (2017). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian menjelaskan bahwa sistem perkeretaapian nasional memiliki tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang dalam jumlah besar dengan selamat, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien, serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, dan pendorong pembangunan nasional.

Kereta api di Indonesia dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan waktu tempuhnya, yaitu kereta api jarak dekat, kereta api jarak menengah, dan kereta api jarak jauh. Kereta api jarak dekat adalah kereta api yang memiliki waktu tempuh 30 menit hingga 1 jam, kereta api jarak menengah adalah kereta api yang memiliki waktu tempuh 1,5 jam hingga 3,5 jam, dan kereta api jarak jauh adalah kereta api yang memiliki waktu tempuh 4 jam atau lebih.

Pada tahun 2022 kereta api jarak menengah yang paling banyak digunakan adalah KA Eksekutif Joglosemarkerto. Kereta Api Eksekutif Joglosemarkerto diproduksi oleh PT INKA (Persero). Untuk mendesain kereta api yang baik perlu diperhatikan aspek ergonomis dari kursi penumpang. Dengan memperhatikan hal ini diharapkan penumpang dapat merasa puas dan tetap menggunakan kereta api sebagai alternatif transportasi, Alghofari & Haryanto (2017). Salah satu komponen yang dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan penumpang adalah kursi penumpang kereta api.

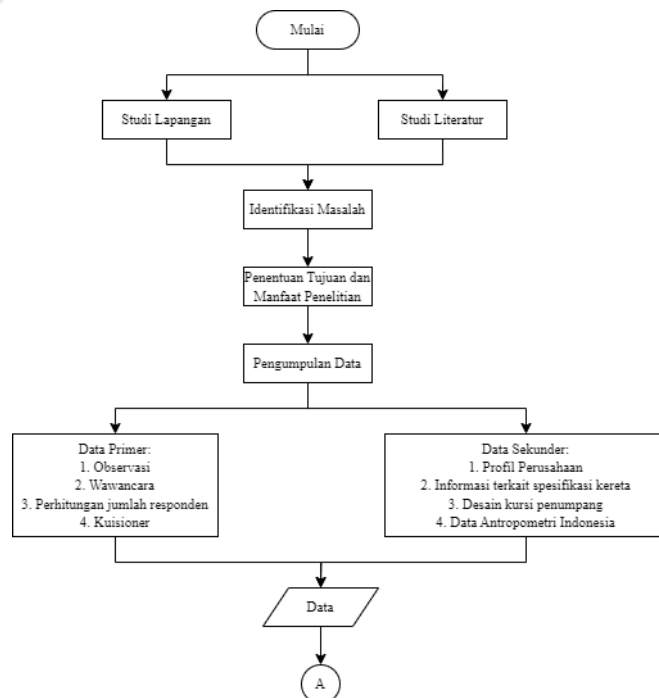
Kursi penumpang yang ada saat ini masih belum memperhatikan aspek ergonomi. Hal ini dapat dilihat dari kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang telah disebarakan kepada 104 responden. Dari hasil kuesioner tersebut, dapat diketahui bahwa skor NBM pada kursi eksisting adalah sebesar 57 yang berarti responden masih memiliki resiko sedang untuk mengalami cedera otot. Sehingga kursi yang ada saat ini perlu didesain ulang. Selain itu, kursi eksisting memiliki skor REBA sebesar 6. Skor tersebut menunjukkan bahwa tingkat resiko cedera fisik pada kursi penumpang adalah sedang, yang berarti postur yang dilakukan oleh penumpang masih belum memenuhi aspek kenyamanan penumpang dan dapat membahayakan penumpang dalam jangka waktu yang lama. Karena semakin lama duduk dengan posisi yang sama dapat membuat ketidaknyamanan bagi penumpang.

Berdasarkan hasil kuesioner ditemukan bahwa penumpang mengalami keluhan tertinggi pada bagian kaki dan leher saat duduk di kursi penumpang. Salah satu hal yang paling penting dalam mendesain ulang kursi adalah menghitung ukuran kursi, dengan mempertimbangkan antropometri penumpang dan kebutuhan penumpang. Dengan mengetahui faktor yang membuat ketidaknyamanan pada kursi penumpang dan mengetahui apa yang harus dilakukan untuk mendesain ulang kursi dapat mengurangi ketidaknyamanan dan kelelahan penumpang. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat kursi kereta api yang ergonomis untuk penumpang berdasarkan EFD. Metode yang digunakan untuk mendesain ulang kursi penumpang kereta api yang ergonomis adalah *Ergonomic Function Deployment* (EFD). EFD merupakan sebuah metode untuk mempermudah proses perancangan dan pengambilan keputusan dalam bentuk matriks yang berfokus pada ergonomi, kenyamanan, dan kepuasan konsumen (Wibowo et al., 2017). Rumusan masalah yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang kursi penumpang kereta api eksekutif Joglosemarkerto yang ergonomis sesuai dengan kebutuhan pelanggan sehingga dapat memberikan rasa nyaman berdasarkan metode EFD.

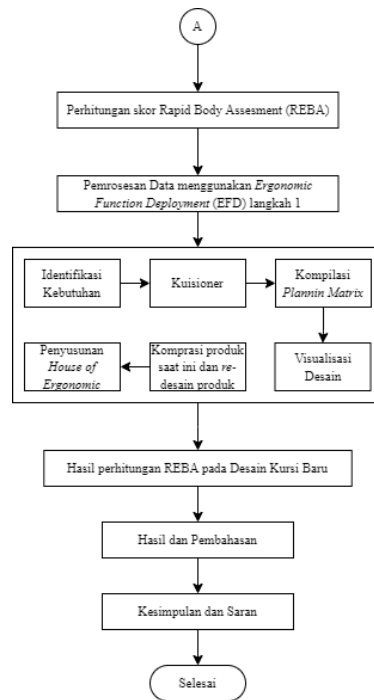
Data-data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mendesain kursi penumpang kereta api agar sesuai dengan antropometri orang Indonesia. Untuk menyederhanakan prosedur perancangan dan pengambilan keputusan digunakan metode kuesioner dan pengukuran antropometri (Wibowo et al., 2017).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan melalui Gambar 1 berikut:



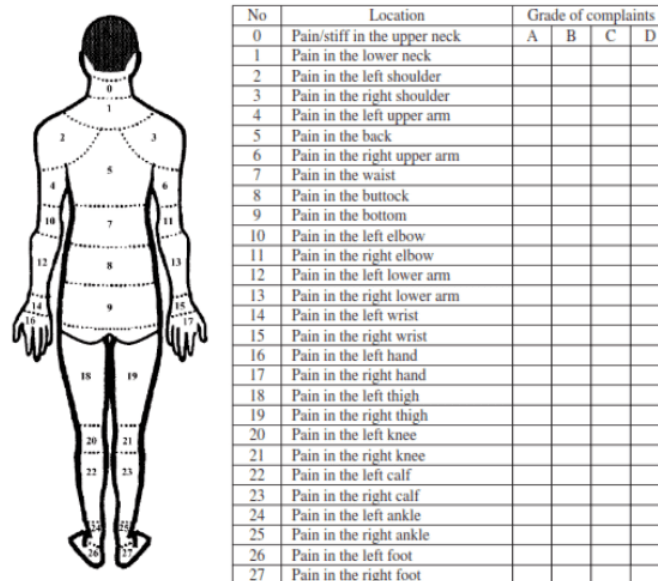
Gambar 1. Proses Penelitian



Gambar 1. Proses Penelitian (lanjutan)

Langkah pertama dari proses ini adalah penelitian dan tinjauan literatur untuk mengetahui permasalahan yang ada. Setelah mengetahui masalah yang ada, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi masalah. Setelah mengidentifikasi masalah yang ada, dilanjutkan dengan mengumpulkan data. Penelitian ini membutuhkan 2 jenis data yaitu data primer dan data sekunder.

Data primer dilakukan dengan cara observasi untuk mengukur ukuran kursi kereta api, wawancara dengan staff komponen desain dan PIC *Project Engineer* di PT INKA untuk mengetahui standar yang digunakan oleh PT INKA dalam pembuatan kursi penumpang kereta api eksekutif dan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain kursi penumpang kereta api eksekutif di PT INKA, menyebarkan kuesioner kepada 104 responden pengguna kereta api kelas eksekutif. Kuesioner ini berupa *Nordic Body Map* (NBM) yang digunakan untuk mengetahui keluhan, kepentingan, dan kepuasan konsumen terhadap kursi penumpang yang ada saat ini. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kuesioner *Nordic Body Map*

Data sekunder terdiri dari profil perusahaan, informasi spesifikasi kereta api, desain kursi penumpang kereta api, dan data antropometri orang Indonesia. Setelah semua data terkumpul, langkah selanjutnya adalah mengukur skor REBA untuk mengetahui risiko cedera otot. Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) digunakan

dalam penelitian ini untuk mencapai kebutuhan pelanggan. Metode EFD dengan melakukan beberapa langkah yaitu:

1. Identifikasi kebutuhan
2. Mengidentifikasi kepuasan pelanggan terhadap kursi kereta api menggunakan kuesioner
3. Membuat *planning matrix*
4. Visualisasi desain
5. Membandingkan antara produk yang sudah ada dengan produk yang didesain ulang
6. Menyusun *House of Ergonomic*

Kuesioner dikembangkan dengan mempertimbangkan beberapa literatur (Wibowo et al., 2018). Hasil tinjauan literatur tersebut kemudian dirangkum dan digunakan sebagai persyaratan pembuatan kursi penumpang kereta api eksekutif. Persyaratan tersebut kemudian dievaluasi untuk menentukan jenis persyaratan mana yang diperlukan dan lebih besar pengaruhnya terhadap kepuasan pelanggan. Persyaratan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Pembuatan Kereta Api Eksekutif

No	Kebutuhan
1.	Sandaran kursi dapat disesuaikan
2.	Kursi memiliki bantalan yang nyaman
3.	Kursi kereta yang luas
4.	Ketinggian kursi yang optimal
5.	Ruang kaki yang luas
6.	Kursi memiliki sandaran kepala
7.	Sandaran tangan dapat disesuaikan
8.	Ketinggian kursi dapat disesuaikan

Aspek penilaian dari kriteria didasarkan pada dimensi kualitas yang ditetapkan oleh, Panero & Zelnik (2014). Pemilihan aspek-aspek tersebut disesuaikan dengan kondisi saat ini. Berdasarkan kondisi produk, aspek-aspek tersebut adalah efektif, aman, nyaman, sehat, dan efisien.

Pertanyaan yang diberikan meliputi keluhan (tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan) penumpang terhadap kursi penumpang kereta api eksekutif. Pertanyaan-pertanyaan tersebut menggunakan skala penilaian Likert dengan rentang 1-5. Skala yang digunakan adalah skala Likert (1 = tidak penting hingga 5 = sangat penting). Kuesioner tingkat kepuasan dirancang untuk menilai tingkat kepuasan pelanggan terhadap produk. Skala yang digunakan adalah skala Likert (1 = tidak puas hingga 5 = sangat puas), (Prima et al., 2020).

Hasil tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan berdasarkan kebutuhan dihitung dengan menjumlahkan hasil skor kemudian dibagi dengan jumlah responden.

Langkah selanjutnya adalah membandingkan skor REBA antara produk eksisting dengan produk hasil perancangan ulang untuk mengetahui risiko produk hasil perancangan ulang terhadap cedera otot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi dan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah penumpang kereta api eksekutif. Berdasarkan hal tersebut, jumlah sampel dari penelitian ini sangat besar dan selalu berubah-ubah. Maka, metode Lemeshow dapat digunakan untuk memutuskan berapa jumlah sampel yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan rumus Lemeshow, diperoleh jumlah $n = 96,04 \approx 96$ responden. Jadi, penelitian ini setidaknya perlu mengambil data dari 96 responden.

Hasil dari pertanyaan NBM menjelaskan bahwa skor NBM adalah 57, yang menjelaskan bahwa terdapat risiko kelelahan otot yang sedang. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Rekapitulasi Persentase Tingkat Kelelahan Otot

Keluhan	Persentase
Sakit pada pergelangan tangan kiri	31%
Sakit pada pergelangan tangan kanan	30%
Sakit pada tangan kiri	31%
Sakit pada tangan kanan	31%
Sakit pada paha kiri	76%
Sakit pada paha kanan	75%
Sakit pada lutut kiri	34%
Sakit pada lutut kanan	34%
Sakit pada betis kiri	80%

Tabel 2. Rekapitulasi Persentase Tingkat Kelelahan Otot (lanjutan)

Keluhan	Persentase
Sakit pada betis kanan	80%
Sakit pada pergelangan kaki kiri	33%
Sakit pada pergelangan kaki kanan	33%
Sakit pada kaki kiri	75%
Sakit pada kaki kanan	76%
Sakit pada atas leher	85%
Sakit pada bawah leher	85%
Sakit pada kiri bahu	29%
Sakit pada kanan bahu	29%
Sakit pada kiri atas lengan	29%
Sakit pada punggung	75%
Sakit pada kanan atas lengan	31%
Sakit pada pinggang	29%
Sakit pada pantat	72%
Sakit pada bagian bawah pantat	30%
Sakit pada kiri siku	29%
Sakit pada kanan siku	29%
Sakit pada kiri lengan bawah	74%
Sakit pada kanan lengan bawah	75%

Tabel 3. Hasil NBM

Hasil Kuisioner NBM	
Total	5852
Rata Rata	57
Hasil Tingkat Kelelahan	Sedang
Tingkat Perbaikan	Diperlukan Tindakan di kemudian hari

Berikut ini merupakan data antropometri yang diperoleh dari antropometri Indonesia, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Sudut Saat Duduk

Bagian Tubuh	Persentil	
	Posisi Tegak	Posisi Rileks
<i>Neck</i>	45,2°	19,3°
<i>Trunk</i>	32,2°	65,5°
<i>Legs</i>	96,7°	92,2°
<i>Upper Arm</i>	16,5°	27,6°
<i>Lower Arm</i>	71,3°	67,4°
<i>Wrist</i>	52°	44,1°

Skor REBA menjelaskan bahwa kursi yang ada saat ini memerlukan investigasi lebih lanjut dan kemungkinan akan segera diganti. Langkah selanjutnya adalah menentukan tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan penumpang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Sudut Saat Duduk

Kebutuhan	Persentil	
	Tingkat Kepentingan	Tingkat Kepuasan
Sandaran kursi dapat disesuaikan	4,63	2,20
Kursi memiliki bantalan yang nyaman	4,3	2,29
Kursi kereta yang luas	4,17	2,22
Ketinggian kursi yang optimal	4,89	2,01
Ruang kaki yang luas	4,13	2,21
Kursi memiliki sandaran kepala	4,14	2,20

Sandaran tangan dapat disesuaikan	4,26	2,20
Ketinggian kursi dapat disesuaikan	4,76	2,02

Langkah berikutnya adalah menerjemahkan kebutuhan pelanggan terhadap kursi penumpang kereta api eksekutif yang akan dikembangkan ke dalam karakteristik teknis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Teknis dari Kebutuhan dan Keinginan Pelanggan

Kebutuhan	Karakteristik Teknis
Sandaran kursi dapat disesuaikan	Ukuran sandaran punggung menggunakan ukuran tinggi dalam posisi duduk, diberi reclining, & sandaran dapat mengikuti posisi tubuh.
Kursi memiliki bantalan yang nyaman	Menggunakan bahan cover kursi yang memiliki sirkulasi udara yang baik & desain lebar kursi menggunakan ukuran lebar bahu
Kursi kereta yang luas	Ukuran panjang kursi sesuai dengan ukuran panjang popliteal
Ketinggian kursi yang optimal	Ukuran tinggi kursi menggunakan tinggi popliteal
Ruang kaki yang luas	Menambah area ruang kaki
Kursi memiliki sandaran kepala	Ukuran sandaran kepala sesuai dengan lebar kepala & menambahkan bantalan pada sandaran kepala
Sandaran tangan dapat disesuaikan	Menambahkan <i>stepper</i> untuk menyesuaikan ketinggian sandaran tangan
Ketinggian kursi dapat disesuaikan	Menambahkan <i>stepper</i> untuk menyesuaikan ketinggian kursi

Langkah selanjutnya adalah interaksi antara kebutuhan yang dirancang untuk mengidentifikasi konflik desain dan karakteristik yang saling melengkapi. Hal ini juga berguna untuk melihat bagaimana tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan saling mempengaruhi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

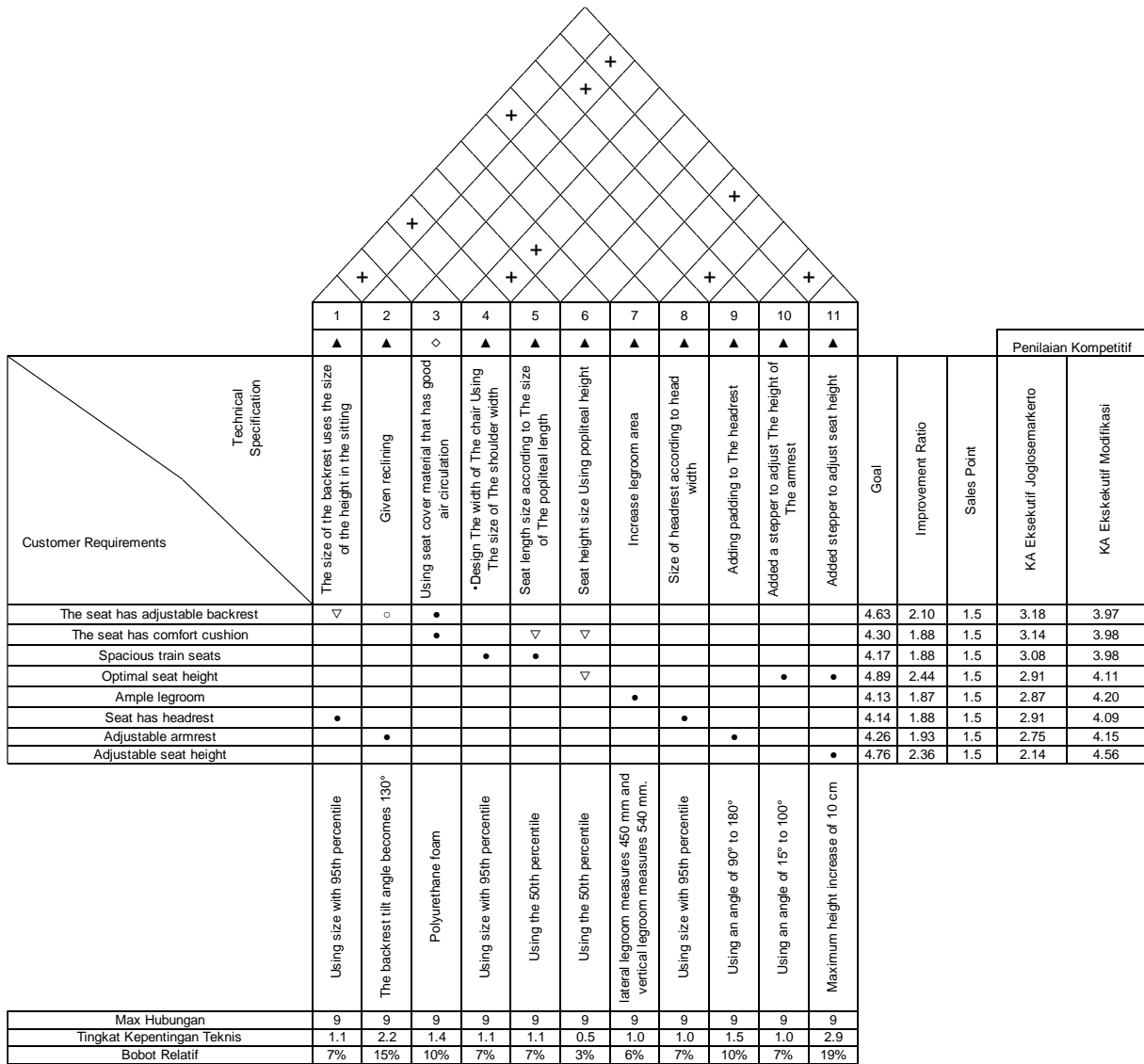
Relationships	
Strong	●
Moderate	○
Weak	△

Gambar 3. Simbol *Relation Matrix*

Correlations	
Positive	+
Negative	-
No Correlation	

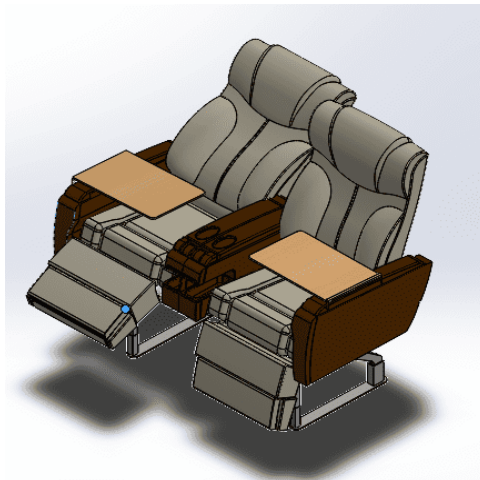
Gambar 4. Simbol *Correlation*

Langkah selanjutnya adalah mendesain ulang kursi berdasarkan *House of Ergonomic*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. House of Ergonomic

Berdasarkan Gambar tersebut, hal yang paling penting untuk mendesain ulang kursi yang ada adalah menambahkan *stepper* untuk menyesuaikan ketinggian kursi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain Baru dari Kursi Penumpang

Berikut ini adalah perbedaan antara kursi baru dan kursi yang sudah ada yang dijelaskan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbedaan Kursi Saat ini dengan Kursi Baru

Karakteristik Teknis	Ukuran (cm)	
	Saat ini	Baru
Ketinggian kursi	44	31
Kedalaman kursi	46	40
Lebar kursi	47	51,2
Tinggi sandaran punggung	65	54,8
Tinggi sandaran tangan	20,5	24,6
Ruang kaki	55	96
Tempat duduk	113	136,3
Sudut Sandaran	107°	110°
	125°	125°
Bahan Bantalan	PVC	<i>Polyurethane</i>
Sandaran kepala	-	√
Ketinggian kursi yang dapat disesuaikan	-	√
Ketinggian kursi	44	31
Kedalaman kursi	46	40
Lebar kursi	47	51,2
Tinggi sandaran punggung	65	54,8
Tinggi sandaran tangan	20,5	24,6

1. Ketinggian Kursi

Persentil yang digunakan dalam desain ulang kursi adalah persentil ke-5th. Persentil 5th digunakan karena ketinggian kursi dapat memberikan kenyamanan bagi seseorang yang bertubuh kecil dan bertubuh besar, Panero & Zelnik (2014).

2. Kedalaman Kursi

Persentil 50th dipilih karena kursi yang memiliki alas yang lebih lebar akan memberikan tempat yang baik untuk kaki dan tubuh dengan hal ini dapat meminimalisir cedera pada tubuh akibat sempitnya ruang gerak, Peniarsih & Sinaga (2014).

3. Lebar Kursi

Persentil 95th digunakan karena ruang pada lebar kursi kedua masih mendapatkan ukuran dimensi lebar bahu sehingga lebar alas duduk pada kursi kedua masih nyaman untuk digunakan, Suryatman & Ramdani (2019).

4. Tinggi Sandaran

Ukuran ini didapatkan dari besarnya tinggi bahu duduk. Persentil yang digunakan adalah persentil ke-50th. Penggunaan persentil 50th agar sandaran dapat menopang seluruh lebar bahu seluruh operator dengan nyaman, (Agustriyanti et al., 2020).

5. Sudut Sandaran

Pilihan sudut ini dilihat dari posisi berbaring atau semi-telentang menjadi pilihan yang lebih disukai untuk merilekskan seluruh tubuh. Sudut 130° antara kursi dan sandaran adalah posisi yang paling efektif untuk merelaksasi otot, Panero & Zelnik (2014).

6. Tinggi Sandaran Tangan

Dimensi ini diambil dari tinggi siku duduk pada persentil ke-50th. Persentil 50th dipilih karena komponen sandaran pada kursi yang tidak terlalu tinggi memiliki kontribusi yang besar dalam mengurangi beban pada panel kursi dan mengurangi tekanan pada tulang belakang dan struktur lainnya. Pemilihan sandaran tangan dengan persentil 50th bertujuan agar ketika pengguna duduk, tangan pengguna tidak cepat lelah karena adanya penopang, Andhini (2018).

7. Ruang kaki

Penambahan ruang kaki yang lebih luas bertujuan untuk memberikan ruang gerak yang cukup bagi kaki sehingga kaki dapat bergerak lebih fleksibel dan kenyamanan pun meningkat, (Cascioli et al., 2011).

8. Kursi yang lebih tinggi

Penambahan jarak antar kursi bertujuan untuk memberikan kenyamanan lebih bagi penumpang karena jarak pandang yang luas. Selain itu, jarak antar kursi yang sempit akan membuat penumpang merasa tidak nyaman, (Anjani et al., 2020).

Material yang digunakan sebagai penutup jok pada Kereta Api Eksekutif sebelumnya adalah PVC (*Polyvinyl Chloride*). Pada desain ulang ini menggunakan bahan *polyurethane*. Material ini dipilih karena memiliki fleksibilitas yang tinggi dan daya tahan yang tinggi sesuai dengan standar JIS K640. Bahan *polyurethane* juga memiliki pori-pori yang lebih banyak sehingga bahan ini lebih dingin.

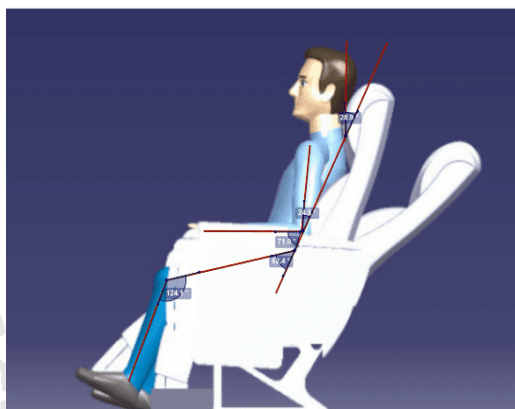
9. Ketinggian yang Dapat Disesuaikan

Tujuan dari ketinggian kursi dapat diatur adalah agar kaki tidak mudah lelah dengan posisi duduk yang lama sehingga memberikan kenyamanan, (Prima et al., 2020).

10. Sandaran Kepala

Kereta eksekutif yang ada saat ini tidak memiliki sandaran kepala yang empuk. Sedangkan pada desain baru, sandaran kepala ditambahkan dengan bantalan yang dapat disesuaikan. Sandaran kepala menggunakan lebar kepala persentil ke-95th. Hal ini untuk memberikan kenyamanan bagi pengguna terkecil hingga terbesar karena duduk di kereta membutuhkan waktu yang lama, (Prima et al., 2020).

Berikut merupakan ilustrasi sudut penggunaan desain baru kursi penumpang kereta api, yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Sudut dalam Posisi Tegak pada Kursi yang Didesain Ulang



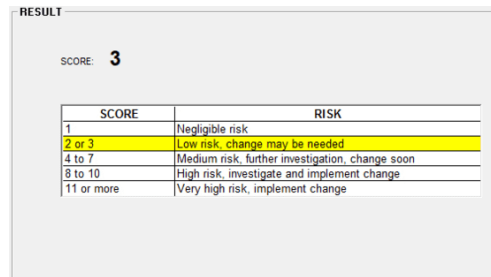
Gambar 8. Sudut dalam Posisi Rileks pada Kursi yang Didesain Ulang

Berikut ini adalah rekapitulasi ukuran sudut yang terbentuk selama posisi duduk tegak dan posisi duduk rileks yang dijelaskan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Sudut pada Kursi yang Didesain Ulang

Bagian Tubuh	Sudut	
	Posisi Tegak	Posisi Rileks
Neck	28,9°	25,9°
Trunk	52,4°	50,4°
Legs	124,1°	126,5°
Upper Arm	24,8°	48,5°
Lower Arm	71°	142,9°
Wrist	0°	0°

Hasil perhitungan skor Reba menggunakan ergofellow ditunjukkan pada Gambar 9.



SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 9. Hasil Perhitungan Skor REBA pada Desain Baru Kursi Penumpang

Kursi yang didesain ulang memiliki skor REBA 3 yang menjelaskan bahwa kursi yang didesain ulang memiliki risiko rendah dan lebih baik daripada kursi yang ada saat ini.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kursi yang didesain ulang lebih baik daripada kursi sebelumnya karena memiliki skor REBA yang lebih rendah. Ukuran untuk kursi yang didesain ulang: tinggi kursi 31 cm, kedalaman kursi 40 cm, lebar kursi 51,2 cm, tinggi sandaran kursi 54,8 cm, sudut sandaran 110°-130°, tinggi sandaran tangan 10,8 cm, ruang gerak kaki 96 cm, jarak antar kursi 136,3 cm, bahan poliuretan, warna coklat tua dan braid, tinggi sandaran tangan dapat diatur, dan tinggi kursi dapat diatur. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan biaya pembuatan kursi dan dampak harga tiket kereta api eksekutif dari kursi yang didesain ulang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu penelitian ini, terutama kepada pihak dari PT. INKA, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan wawancara, pengamatan, dan pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustriyanti, R., Lalu, H., & Lubis, M. Y. (2020). Perancangan Stasiun Kerja Operator Pembuat Ulir Musculoskeletal Disorder Dengan Pendekatan Antropometri Di Pt . Sunrise Abadi. *E-Proceeding of Engineering*, 7(2), 6173–6180.
- Alfeno, S., & Devi, R. E. C. (2017). Implementasi Global Positioning System (GPS) dan Location Based Service (LSB) pada Sistem Informasi Kereta Api untuk Wilayah Jabodetabek. *Sisfotek Global*, 7(2), 1–7. <https://doi.org/dx.doi.org/10.38101/sisfotek.v7i2.146>
- Alghofari, A. K., & Haryanto, M. D. (2017). Perancangan Kursi Penumpang Kereta Api Kelas Ekonomi (K-3) dengan Menggunakan Pendekatan Ergonomi (Studi Kasus: PT. XYZ). *Seminar Nasional IENACO - 2017*, 3(2016), 221–228.
- Andhini, V. (2018). Hubungan Antropometri Dengan Kursi Kerja Di Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara Mojokerto. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 7(2), 200. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v7i2.2018.200-209>
- Anjani, S., Li, W., Ruiter, I. A., & Vink, P. (2020). The effect of aircraft seat pitch on comfort. *Applied Ergonomics*, 88(November 2017), 103132. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103132>
- Cascioli, V., Heusch, A. I., & McCarthy, P. W. (2011). Does prolonged sitting with limited legroom affect the flexibility of a healthy subject and their perception of discomfort? *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(5), 471–480. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.06.003>
- Dwi Rita Nova, D., & Novi, W. (2019). Pembentukan Karakter Mandiri Anak Melalui Kegiatan Naik Transportasi Umum. *Jurnal COMM-Edu*, 2, 113–118. <https://doi.org/10.22460/comm-edu.v2i2.2515>
- Mendez, C., Contestabile, M., & Bicer, Y. (2023). Hydrogen fuel cell vehicles as a sustainable transportation solution in Qatar and the Gulf cooperation council: a review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(99), 38953–38975. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.04.194>

- Panero, J., & Zelnik, M. (2014). Human Dimesion & Interior Space. In *Human Dimesion & Interior Space*.
- Peniarsih, & Sinaga, D. (2014). Perancangan Meja Dan Kursi Belajar Ditinjau Dari Aspek Argonomik. *Jurnal Sistem Informasi Universitas Suryadarma*, 9(2). <https://doi.org/10.35968/jsi.v9i2.929>
- Prima, F., Vella, V., Lusi, S., & Hilma Raimona, Z. (2020). Redesign of breastfeeding chair for nursery room. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 20(Specialissue1), 64–71. <https://doi.org/10.37268/MJPHM/VOL.20/NO.SPECIAL1/ART.701>
- Suryatman, T. H., & Ramdani, R. (2019). Desain Kursi Santai Multifungsi Ergonomis Dengan Menggunakan Pendekatan Antropometri. *Journal Industrial Manufacturing*, 4(1), 45. <https://doi.org/10.31000/jim.v4i1.1244>
- Wibowo, R. K. K., Soekarno, S., & Puspitasari, I. (2017). Analysis of Train Passenger Seat Using Ergonomic Function Deployment Method. *International Journal of Transport and Vehicle Engineering*, 11(10), 1747–1751.
- Wibowo, R. K. K., Soekarno, S., Syuhri, A., & Vayendra, D. D. (2018). Analysis and Design of Bus Chair for Economic Class Using Ergonomic Function Deployment (EFD) Method. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(10), 161–167. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2018.32921>



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

PERANCANGAN DAN PENERAPAN ALAT PELINDUNG DIRI UNTUK MEMANJAT POHON KELAPA

Studi Kasus di IKM Kampung Gula, Borobudur

(Design and Application of Personal Protective Equipment for Coconut's Climber: Case Study at IKM Kampung Gula, Borobudur)

Antonius Teguh Siswantoro¹, Josef Hernawan Nudu², RBFXAP Kesuma Yudha³

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

³Alumni Program Studi S1 Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jalan Babarsari 44, Yogyakarta 55281

E-mail: teguh.siswantoro@uajy.ac.id

ABSTRAK

Industri gula kelapa menjadi keunikan yang ditawarkan oleh Desa Wisata Kampung Gula, Dusun Jligudan, Kecamatan Borobudur. Industri ini mengalami permasalahan karena tenaga pengambil nira (penderes) semakin berkurang dan tersisa dua orang saja. Kondisi ini terjadi selain karena tingkat penghasilan penderes yang rendah juga karena bahaya jatuh dari ketinggian yang membuat generasi muda enggan menjadi penderes. Penelitian dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan rasa takut agar proses menderes menjadi lebih aman. Alat pelindung diri (APD) yang dirancang terdiri dari *harness*, *carabiner* dan *webbing*. Penerapan APD pada saat bekerja mampu mengurangi rasa ketakutan penderes. APD yang dikembangkan telah mempertimbangkan kepentingan pemilik/manajemen, penderes, dan generasi muda. Biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 232.680,- sudah sesuai dengan harapan manajemen, namun pihak manajemen belum puas dengan waktu memanjat yang lebih lama saat menggunakan APD. Penggunaan APD menambah lama waktu proses memanjat pohon kelapa sebesar 30,3 detik untuk penderes naik pohon kelapa, 7,5 detik lebih lama untuk penderes turun pohon kelapa, 13,9 detik lebih lama untuk kaum muda naik pohon kelapa, dan 11,1 detik lebih lama untuk kaum muda turun pohon kelapa. APD harus dikembangkan lagi untuk menurunkan waktu bekerja saat menggunakan alat.

Kata kunci: Industri gula kelapa, keselamatan penderes kelapa, alat pelindung diri (APD)

ABSTRACT

Brown sugar industry is a uniqueness offered to tourists that come to Wisata Kampung Gula at Jligudan village. Jligudan is located near to well known Borobudur Temple. The problems arise as the area of coconut tree is lessen and the operator, known as penderes, is diminished due to lack of enthusiasm in young villagers to become penderes. The enthusiasm is low because of low wages and high risk as penderes. The job as penderes is high risk since it has to climb coconut trees without any safety devices. Research was done to elaborate the root cause of the problem and controlling the risk of being penderes. Tool as personal protective equipment (PPE) was designed and implemented for existing penderes and promising young people. The PPE consists of harness, carabiner, and webbing. The proposed PPE could reduce the perceptible fear of falling down. PPE was designed concerning the stakeholders' need. Management was agree with the cost of PPE, as much as Rp. 232.680,-, but they are not happy with the time associated to work using PPE. Penderes' average time to climb up dan to get down increase as long as 30,3 seconds and 7,5 seconds, repectively. Young people's average time to climb up dan to get down increase as long as 13,9 seconds and 11,1 seconds, repectively. Further effort should be done to reduce the climbing time using PPE.

Keywords: brown sugar industry, tree climber (penderes) safety, personal protective equipment (PPE)

PENDAHULUAN

Kecamatan Borobudur memiliki obyek wisata terkenal berupa candi. Candi Borobudur adalah candi Budha terbesar di dunia yang dibangun antara 780-840 Masehi pada masa Dinasti Sailendra (PT Taman Wisata Candi Borobudur, 2024). Untuk menunjang pariwisata Candi Borobudur dan meningkatkan ekonomi masyarakat sekitar Candi Borobudur maka dikembangkan destinasi wisata lain, salah satunya adalah pengembangan kawasan berbasis keunikan lokal (desa wisata) di Dusun Jligudan.

Dusun Wisata Kampung Gula dikembangkan di Dusun Jligudan dengan konsep menyesuaikan kondisi setempat yang memproduksi gula kelapa. Dalam perkembangannya, IKM Kampung Gula didirikan tahun 2022 dengan tujuan untuk menaikkan pendapatan pembuat gula kelapa di Dusun Jligudan. Beberapa kendala yang terjadi pada proses pembuatan gula di IKM Kampung Gula antara lain: kendala air nira (bahan baku gula kelapa) karena luas lahan pertanian yang semakin sempit dan kurangnya tenaga kerja pengambil/pengumpul air nira. Hal

ini berpengaruh pada volume produksi gula kelapa menjadi kecil dan usaha pembuatan gula kelapa sulit berkembang. Salah satu inovasi yang dilakukan untuk mengantisipasi kapasitas produksi yang tidak memadai secara skala ekonomi adalah dengan mengemas pembuatan gula kelapa sebagai obyek wisata dan produk gula kelapa sebagai bentuk *souvenir*.

Permasalahan ketersediaan air nira selain dipengaruhi oleh luas lahan perkebunan kelapa juga dipengaruhi oleh kondisi para pekerja pengambil/pengumpul air nira (penderes). Tahapan kerja penderes adalah memanjat pohon kelapa, naik ke pelepah pohon kelapa, mengiris bunga kelapa, meletakkan wadah untuk tetesan nira, mengambil wadah tetesan nira, turun dari pohon kelapa. Pekerjaan ini memiliki risiko jatuh dari ketinggian (Asshaf, 2020)(Naresti et al., 2022). Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu penderes di IKM Kampung Gula, pada tahun 2005 terjadi kecelakaan kerja, yaitu penderes yang jatuh saat memanjat pohon kelapa. Peristiwa ini memberikan trauma pada penderes lain, meskipun tidak menimbulkan korban jiwa. Dampak yang dialami IKM Kampung gula adalah para pemuda enggan menjadi penderes karena risiko pekerjaan (jatuh dari ketinggian); disamping penghasilan yang tidak memadai. Penderes yang tersisa berusia lanjut dan memiliki ketakutan yang sama yaitu risiko jatuh dari ketinggian. Dari kajian pustaka, upaya untuk memperbaiki kondisi keselamatan kerja penderes kelapa juga telah diteliti oleh Asmuji dan Wakit (2021) serta Imran et al.(2019) sehingga diputuskan untuk melakukan penelitian dengan tujuan mengurangi rasa takut jatuh kepada para penderes.

METODE

Penelitian ini dikembangkan dengan konsep keterlibatan semua pemangku kepentingan agar diperoleh solusi yang dapat diterapkan dan bertahan lama. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *system thinking* dalam intervensi ergonomi (Lee et al., 2017). Observasi di lapangan dan wawancara yang dilakukan bersama dengan *stakeholder* (penderes, generasi muda, dan IKM) menunjukkan bahwa bahaya jatuh adalah salah satu aspek yang menonjol dan perlu diselesaikan. Diagram *fishbone* digunakan untuk mencari akar permasalahan seperti dilakukan oleh Kuswardana et al. (2017) pada penelitian di PT PAL Indonesia. Dari berbagai akar permasalahan dilakukan analisis berbagai upaya pengendalian resiko, yaitu: eliminasi sumber bahaya, substitusi dengan sistem/proses lain, pengendalian berbasis rekayasa, pengendalian berbasis administratif, dan paling akhir penggunaan alat pelindung diri (Manuele, 2014). Hasil analisis diterapkan di IKM Kampung Gula.

Data utama pada tahap awal penelitian ini adalah hasil observasi serta hasil wawancara keinginan pengguna. Setelah dilakukan analisis terhadap hasil wawancara dan diperoleh kebutuhan merancang APD maka dikumpulkan data perancangan yang berupa: wawancara kebutuhan user, data antropometri penderes (tinggi pinggul, tebal paha, dan lebar pinggul), berat tubuh penderes, dan diameter pohon kelapa. Data antropometri persentil ke-5 dan persentil ke-95 digunakan untuk penentuan ukuran rancangan APD. Berat badan maksimum digunakan sebagai acuan perancangan kekuatan APD agar kuat menahan penderes terberat saat terjatuh. Aspek ergonomi yang dipertimbangkan dalam rancangan ini adalah antropometri dan kognitif (Lehto dan Landry, 2013)(Guastello, 2023). Hasil perancangan alat bantu kemudian disosialisasikan kepada penderes dan generasi muda dan diuji untuk aspek: persiapan, proses memanjat, proses turun, dan persepsi penderes terhadap alat hasil rancangan.

Kondisi sebelum penggunaan alat dan kondisi sesudah penggunaan dibandingkan dengan menggunakan hipotesis H_0 : tidak ada perbedaan kondisi sebelum penggunaan alat dan sesudah penggunaan alat. H_0 diuji secara statistik menggunakan persamaan sebagai berikut (Walpole et al., 2016):

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{s_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- t = nilai uji yang akan dibandingkan dengan nilai distribusi- t
- \bar{x}_1 = nilai rata-rata kelompok data pertama
- \bar{x}_2 = nilai rata-rata kelompok data kedua
- n_1 = jumlah data kelompok pertama
- n_2 = jumlah data kelompok kedua
- s_p = deviasi standar gabungan dua kelompok data

$$s_p^2 = \frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- s_1 = deviasi standar kelompok data pertama
- s_2 = deviasi standar kelompok data kedua

Hipotesis H_0 tidak cukup bukti untuk ditolak jika:

$$-t_{\alpha/2, n_1+n_2-2} < t < t_{\alpha/2, n_1+n_2-2} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

$t_{\alpha/2, n_1+n_2-2}$ = nilai tabel distribusi- t untuk tingkat kepercayaan dan derajat kebebasan tertentu

Setelah uji coba penggunaan rancangan alat pelindung diri dilakukan wawancara pengguna. Hasil wawancara digunakan untuk menentukan apakah perancangan berhasil menyelesaikan permasalahan dan hal-hal yang harus dilakukan untuk perbaikan selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

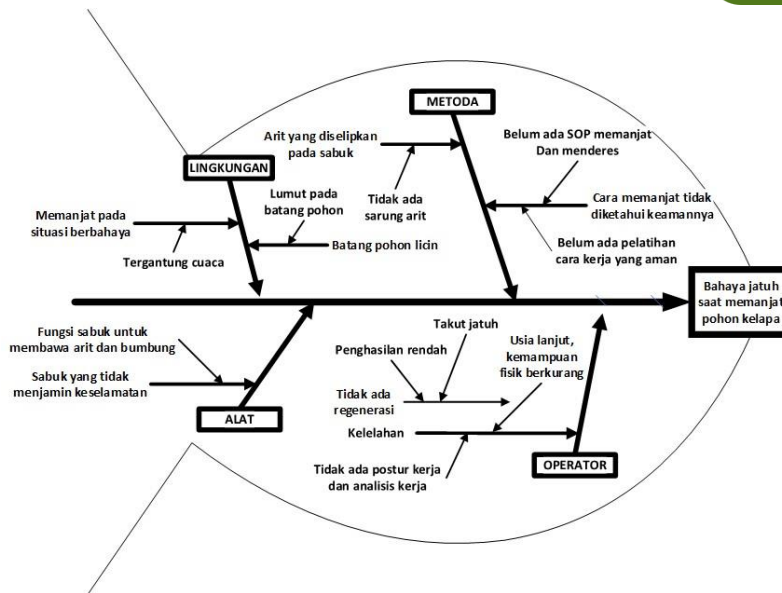
Hasil observasi dan wawancara dengan penderes dirumuskan pada **Tabel 1**. Sejak awal koordinator IKM, penderes, dan kaum muda dilibatkan untuk memperoleh solusi yang mencakup seluruh pihak yang terlibat. Dari hasil wawancara terlihat ada beberapa masalah yang perlu diselesaikan yaitu Standar Operasional Prosedur (SOP) menderes nira, faktor peralatan, pelatihan kerja, dan alat pengaman.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil observasi dan wawancara.

Permasalahan	Kategori	Penyebab
Cara memanjat dan menderes yang dilakukan oleh penderes belum diketahui keamanannya	METHOD	Belum adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) terkait dengan memanjat serta menderes yang baik dan benar
		Belum adanya pelatihan kepada penderes dan generasi muda terkait dengan cara memanjat serta menderes yang aman
Arit yang dibawa penderes saat memanjat hanya diselipkan pada sabuk penderes		Tidak adanya sarung pada arit yang digunakan saat menderes
Penggunaan sabuk yang belum menjamin keselamatan kerja	MACHINE /TOOLS	Sabuk yang hanya berfungsi untuk membawa arit dan buntung saat menderes
Proses memanjat pohon kelapa dilakukan secara situasional atau bergantung pada cuaca	ENVIRON MENT	Cuaca yang tidak menentu antara hujan atau tidak
Batang dari pohon kelapa yang dipanjat terasa licin		Terdapat lumut yang tumbuh pada batang pohon kelapa
Kelelahan yang dialami oleh penderes	MAN	Belum adanya analisis postur kerja yang baik bagi penderes dalam proses memanjat
		Usia dari penderes yang sudah lanjut atau tidak produktif yakni 60 tahun dan 70 tahun
Belum adanya regenerasi bagi penderes		Adanya rasa takut akan jatuh pada saat memanjat dan menderes dari generasi muda
		Belum adanya implementasi keselamatan kerja

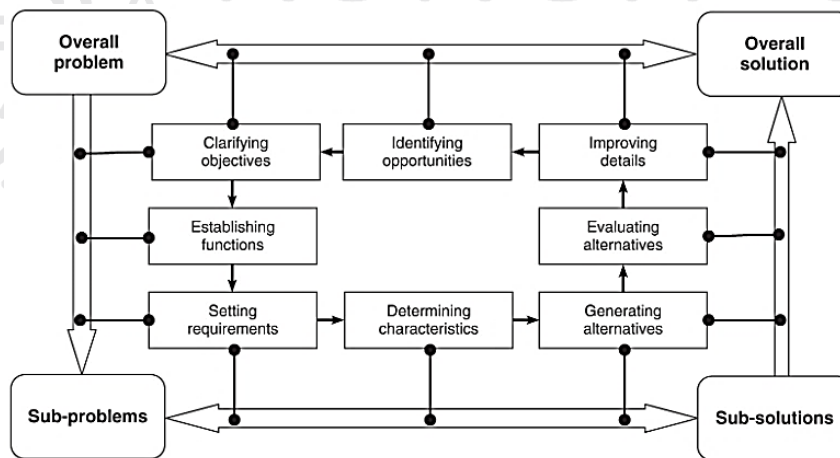
Hasil observasi dan wawancara dengan penderes kemudian dipetakan menggunakan diagram *fishbone* seperti pada **Gambar 1** untuk mencari kaitan sebab-akibatnya. Dari diagram *fishbone* terlihat keterkaitan masalah ketakutan jatuh dari pohon kelapa dengan tiadanya sistem atau prosedur yang menjamin keselamatan penderes, kondisi lingkungan kerja, pelatihan, dan ketiadaan alat untuk keselamatan penderes.

Akar masalah di IKM Kampung Gula dianalisis dengan pendekatan piramida pengendalian resiko. Empat tahapan pertama pengendalian resiko (eliminasi sumber bahaya, substitusi dengan sistem/proses lain, pengendalian berbasis rekayasa, pengendalian berbasis administratif) tidak dapat dilakukan pada kasus di IKM Kampung Gula. Pengendalian bahaya berupa eliminasi tidak bisa dilakukan karena sampai dengan saat penelitian dilakukan belum ditemukan cara untuk memproduksi gula kelapa tanpa menderes nira. Substitusi juga tidak dapat dilakukan karena ukuran pohon kelapa yang tinggi sehingga tidak bisa diganti dengan menderes pada ketinggian yang rendah. Pengendalian berbasis rekayasa dan administratif tidak dapat dilakukan karena keterbatasan biaya dan kualitas sumber daya penderes. Pada akhirnya disepakati alternatif penggunaan alat pelindung diri (APD) untuk mengurangi resiko akibat jatuh saat menderes.



Gambar 1. Diagram fishbone akar masalah penderes di IKM Kampung Gula, Borobudur.

Upaya untuk memperbaiki kondisi keselamatan kerja penderes kelapa dalam bentuk perancangan alat bantu telah dilakukan oleh Yamani dan Munang (2019), Sardino et al. (2018) dan Suwandi et al. (2017). Berdasarkan hasil penelitian atau alat bantu panjat sebelumnya, telah diperoleh gambaran awal mengenai alat pelindung diri yang akan dirancang. Karena itu, perancangan dilakukan menggunakan metoda rasional dengan tahapan seperti pada Gambar 2. Untuk menyelesaikan tahapan perancangan digunakan tool dari metoda perancangan lain, misalnya: *House of Quality*; rumah pertama dari metode *Quality Function Deployment (QFD)*, konsep persentil dari data antropometri, dan konsep perancangan ekstrim maksimum dari berat tubuh dan diameter pohon kelapa.



Sumber: Cross (2021)

Gambar 2. Skema tahapan metoda rasional.

Alat yang dirancang bertujuan mengurangi rasa takut terjatuh saat menderes. Fungsi alat yang dirancang adalah menjaga agar penderes tidak terhempas ke tanah saat terjatuh. Setelah menentukan tujuan dan fungsi APD yang dirancang maka di evaluasi kebutuhan user dan hasilnya disajikan pada Tabel 2. Wawancara yang dilakukan tidak mengarah kepada suatu jenis rancangan tertentu melainkan kepada hal-hal yang menjadi kebutuhan user.

Wujud dari alat bantu keselamatan kerja yang akan dirancang didiskusikan bersama stakeholder. Diperoleh tiga alternatif solusi yaitu: alat bantu *hanger*, alat bantu katrol, dan alat bantu *weebing*. Alat bantu *hanger* berupa penahan jatuh yang ditancapkan pada batang pohon kelapa dengan jarak tertentu. *Hanger* berfungsi sebagai kait yang menahan pekerja agar tidak terhempas ke tanah saat jatuh. Pemasangan *hanger* melukai pohon kelapa. Mekanisme alat bantu berupa katrol adalah dengan cara memasang katrol pada bagian atas pohon. Penderes tergantung pada katrol menggunakan *harness* yang dikaitkan dengan tali *carmantel* dan ditarik/diturunkan oleh orang lain (biasa disebut *belayer*) dari bawah. Cara ini membutuhkan setidaknya dua orang pekerja. Alat bantu berupa *weebing* beroperasi dengan cara melingkarkan *weebing* ke pohon. *Weebing* berfungsi menahan penderes

ketika jatuh. Posisi *webbing* akan bergerak sesuai dengan ketinggian penderes saat memanjat. Metoda ini memerlukan penyesuaian cara memanjat dari cara memanjat tanpa *webbing*. Ide awal penggunaan penggunaan *harness* untuk APD jatuh dari ketinggian diperoleh dari *website* Scandia (2023). Dengan mempertimbangkan aspek dampak terhadap pohon kelapa dan ketersediaan tenaga kerja, dipilih sistem *webbing* yang akan dikembangkan. Koordinator IKM memberikan batasan biaya APD maksimal Rp. 500.000,- (lima ratus ribu rupiah).

Tabel 2. Rekapitulasi wawancara kebutuhan *user*.

<i>Stakeholder</i>	Keinginan
Koordinator IKM Kampung Gula	Fleksibel, nyaman, aman, dan biaya terjangkau Fleksibel dimana mudah untuk disimpan dan digunakan. Aman dimana mampu menahan berat badan penderes. Nyaman dimana alat bantu keselamatan kerja yang dirancang tidak lebih dari 2 kg. Biaya pembuatan alat bantu keselamatan kerja yang menyesuaikan kemampuan IKM Kampung Gula tidak lebih dari Rp500.000,-.
Penderes	Ringkas, aman, dan nyaman Ringkas dimana mudah dibawa berpindah tempat. Aman di mana tidak membuat penderes tergelincir. Nyaman dari segi berat dari alat bantu keselamatan kerja yang tidak berlebih dengan berat tidak lebih dari 3 kg.
Generasi Muda	Kenyamanan dan keamanan Kenyamanan dari segi ukuran yang dapat menyesuaikan ukuran tubuh dari pengguna alat bantu keselamatan kerja. Keamanan di mana alat bantu keselamatan kerja dapat menjamin keselamatan ketika digunakan.

Untuk perancangan *weebing* agar sesuai dengan fungsi dan kenyamanan pengguna maka dikumpulkan data berupa data antropometri berupa Tinggi Pinggul, Lebar Pinggul, dan Tebal Paha. Persentil 5 dan persentil 95 untuk Tinggi Pinggul masing-masing adalah [55,33 cm ; 119,27 cm], Lebar Pinggul adalah [21,65 cm ; 43 cm], Tebal Paha [3,75 cm ; 25,65 cm] (Perhimpunan Ergonomi Indonesia, 2013). Data berat badan dari 5 (lima) reponden adalah Pak X = 65 kg, Pak Y = 65 kg, Pak Z = 50 kg, Pak K = 54 kg, Mas L = 60 kg. Data diameter pohon kelapa diperoleh dengan sampel 10 pohon kelapa dari dua lokasi seperti pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil pengukuran diameter pohon kelapa di lokasi milik Pak K dan Pak Z.

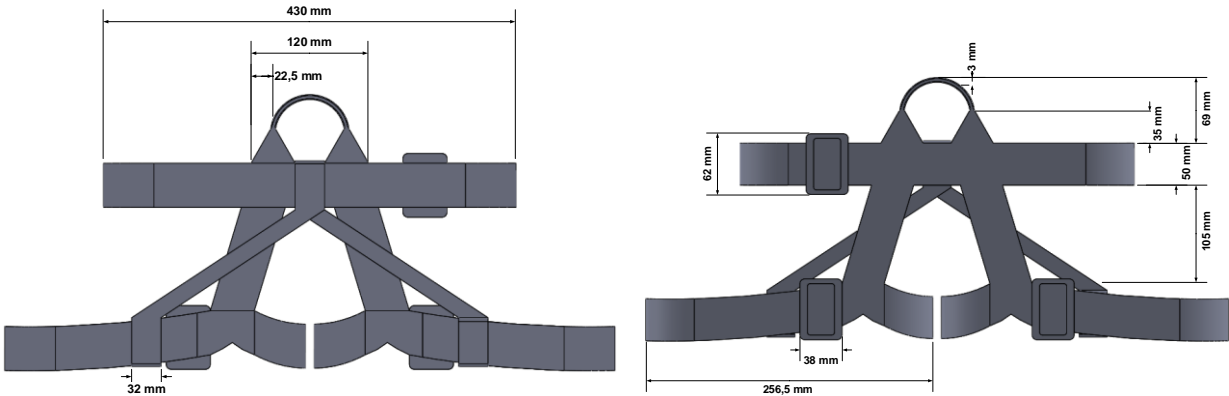
Data No	Ukuran diameter Pohon kelapa (cm)	
	Lokasi milik pak K	Lokasi milik pak Z
1	94	104,5
2	102,5	82
3	91,5	111,5
4	135	102
5	99	108
6	100	91
7	109,5	106,5
8	116	101
9	100,5	93
10	97,5	76

Tahapan perancangan berikutnya adalah penetapan spesifikasi. Berdasarkan pada fungsi dan tujuan perancangan serta data-data antropometri, beban (berat badan), data diameter pohon kelapa, dan batasan biaya alat dari koordinator IKM maka ditetapkan spesifikasi seperti pada **Tabel 4**.

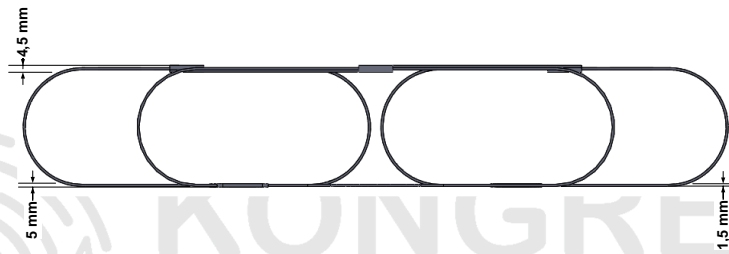
Tabel 4. Spesifikasi APD yang dirancang.

No	Aspek	Kriteria
1	Kekuatan	Mampu menahan berat badan pengguna minimal 65 kg
2	Biaya Produk	Biaya pembuatan produk maksimal Rp. 500.000,-
3	Ukuran	a. Bagian <i>webbing</i> memiliki ukuran panjang 131,33 cm sampai 254,27 cm b. Bagian <i>harness</i> memiliki ukuran lingkaran pinggul 67,98 cm sampai 135,02 cm dan ukuran lingkaran paha atas 11,78 cm sampai 80,54 cm
4	Berat	Berat produk maksimal 2 kg
5	Aman	Pemberian anti slip pada <i>webbing</i> dengan panjang 38 cm
6	Fleksibel	Produk dapat dilipat atau digulung Produk dapat digunakan sendiri tanpa orang lain

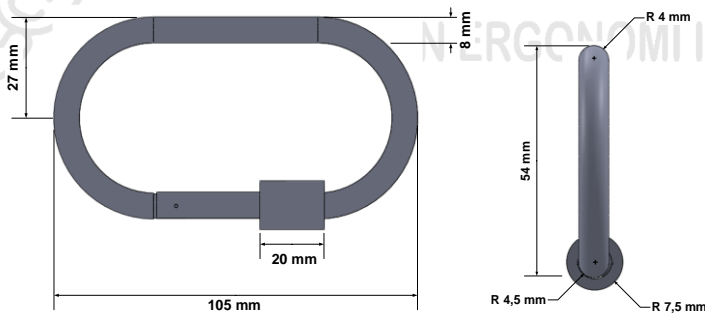
Hasil rancangan yang diujikan pada penderes dan kaum muda di IKM Kampung gula berupa *harness* yang berfungsi menahan beban tubuh pekerja jika jatuh, *carabiner* yang berfungsi menyambungkan tali penahan, dan *webbing* yang berfungsi mengunci APD ke batang pohon agar pekerja hanya tergantung dan tidak terhempas ke tanah saat terjatuh. Dimensi *harness* disajikan pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**, dimensi *carabiner* dapat dilihat pada **Gambar 5**, dimensi *weebing* dapat dilihat pada **Gambar 6**. Gambar susunan ditampilkan pada **Gambar 7**.



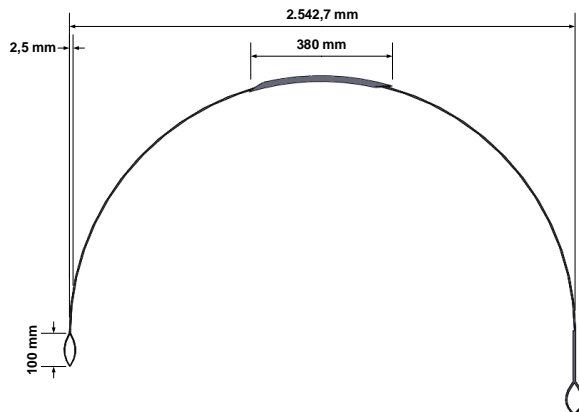
Gambar 3. Desain *harness*, tampak depan dan tampak belakang.



Gambar 4. Desain *harness*, tampak atas.

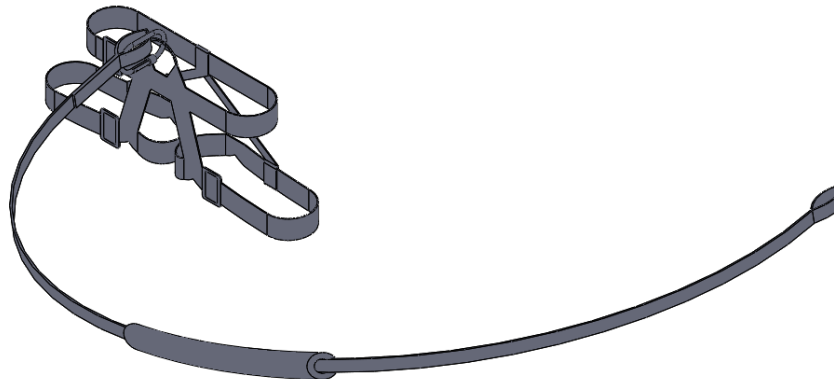


Gambar 5. Spesifikasi *carabiner*.





Gambar 6. Desain *webbing*, tampak depan dan tampak atas.



Gambar 7. Gambar susunan *harness*, *carabiner* dengan *webbing*.

Sesuai permintaan dari pemilik/pengelola IKM Kampung Gula, biaya perolehan/pembuatan APD tidak boleh melebihi Rp. 500,000,- (lima ratus ribu rupiah). Setelah melakukan beberapa kali perancangan ulang menggunakan metoda *Value Engineering* seperti yang dilakukan Cahyono dan Trisunarno (2012), diperoleh hasil biaya pembuatan seperti pada Tabel 5. Total biaya pembuatan sebesar Rp. 232.680,- dan sudah memenuhi batasan yang diharapkan oleh pemilik.

Tabel 5. Perhitungan biaya pembuatan APD (*harness*, *carabiner*, *webbing*).

No	Kebutuhan	Jumlah	Vendor	Biaya	Keterangan
1	Pembelian " <i>Carabiner for Hammock 25 KN</i> "	1 buah	Naverro Safety	Rp. 35.000,-	Kebutuhan untuk <i>Part Buy "Carabiner"</i>
2	Pembelian " <i>Webbing L26 hitam</i> "	6 meter	Anak Rimba Adventure	Rp. 30.000,-	Kebutuhan untuk <i>Raw Material "Webbing"</i>
3	Pembelian " <i>Bisban L47 A</i> "	4 meter	Liman	Rp. 8.800,-	Kebutuhan untuk <i>Raw Material "Harness"</i>
4	Pembelian Pengatur Ukuran Tali	6 buah	Bengkel Las	Rp. 12.000,-	Kebutuhan untuk <i>Raw Material "Harness"</i>
5	Pembelian " <i>Bisban L26T</i> "	1,2 meter	Liman	Rp. 2.880,-	Kebutuhan untuk <i>Raw Material "Harness" dan "Webbing"</i>
6	Pembuatan " <i>Harness</i> " dan " <i>Webbing</i> "	1 buah	Penjahit Khusus	Rp. 128.000,-	Penjahitan " <i>Harness</i> " dan " <i>Webbing</i> " dari <i>Raw Material</i>
7	Pembelian " <i>Superlon 3/8 inchi</i> "	1,8 meter	Udin Jaya Teknik	Rp. 16.000,-	Kebutuhan untuk <i>Raw Material "Webbing"</i>
Total Biaya				Rp. 232.680,-	

Hasil perancangan kemudian diujicobakan dengan tahapan: pengujian kekuatan alat, tutorial penggunaan alat, pembiasaan, dan percobaan penggunaan alat oleh penderes. Pada tahapan pengujian alat, alat diuji dengan dijatuhkan dan menahan beban seberat 100 kg. Penderes dan pihak IKM melihat langsung proses pengujian kekuatan APD. Hasil pengujian terbukti aman (tidak putus atau melorot) sehingga memberi rasa aman pada penderes. Hasil pengujian kekuatan alat ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji Kekuatan APD saat diberi beban.

No	Percobaan ke-	Beban (kg)	Kondisi	
			Rusak	Baik
1	Percobaan ke-1	100		v
2	Percobaan ke-2	100		v
3	Percobaan ke-3	100		v
4	Percobaan ke-4	100		v

Setelah penderes yakin akan keamanan rancangan APD dan mampu menggunakan rancangan APD maka dilakukan pengujian langsung penggunaan APD. Pengujian penggunaan APD dilakukan untuk dua kondisi, yaitu: kondisi naik pohon kelapa dan kondisi turun pohon kelapa. Pengujian dilakukan oleh dua orang yang terdiri dari 1 (satu) orang penderes dan 1 (satu) orang generasi muda (bukan penderes). Masing-masing sampel melakukan 10 kali percobaan naik pohon kelapa dan turun pohon kelapa tanpa APD, 10 kali percobaan naik pohon kelapa dengan APD dan 10 kali percobaan turun pohon kelapa menggunakan APD. Antara turun pohon kelapa dengan naik pohon kelapa berikutnya diberikan waktu istirahat yang cukup, minimal 5 menit.

Proses pengujian naik dan turun oleh penderes dan generasi muda, baik tanpa APD maupun menggunakan APD dicatat dan disajikan pada **Tabel 7**. Selanjutnya dilakukan pengujian *t-Test* menggunakan **Persamaan 1**, **Persamaan 2**, dan **Persamaan 3**. Hasil yang diperoleh adalah semua parameter berbeda bermakna secara statistik baik untuk penderes dan generasi muda. Hasil pengujian secara statistik ditampilkan pada **Tabel 8**.

Tabel 7. Data waktu aktivitas memanjat oleh responden penderes dan generasi muda.

Pengguna	Persiapan Alat (s)	Naik tanpa alat (s)	Naik dengan alat (s)	Turun tanpa alat (s)	Turun dengan alat (s)
Penderes	81	35	71	43	45
	85	38	76	47	51
	90	41	56	37	40
	99	49	82	37	51
	96	44	75	38	48
	81	38	62	35	50
	82	35	77	36	41
	95	42	76	35	47
	78	39	63	35	42
	80	34	60	36	39
Rata-rata	86.7	39.5	69.8	37.9	45.4
StdDev	7.66	4.65	8.82	3.98	4.65
Generasi muda	76	16	36	18	34
	77	15	40	17	27
	64	20	31	22	28
	78	21	34	24	31
	77	22	36	19	34
	77	27	33	21	32
	74	25	34	20	30
	75	20	36	21	31
	72	24	34	18	32
	73	20	35	19	31
Rata-rata	74.3	21	34.9	19.9	31
StdDev	4.11	3.74	2.38	2.13	2.26

Tabel 8. Hasil uji hipotesis; H_0 : tidak ada perbedaan antar kelompok data, $\alpha = 5\%$.

Kelompok data 1	Kelompok data 2	t_{hitung}	t_{tabel}	Kesimpulan	Makna
Waktu persiapan penderes	Waktu persiapan kaum muda	22.410	2,101	Tolak H_0	
Waktu naik penderes tanpa alat	Waktu naik kaum muda tanpa alat	33.434	2,101	Tolak H_0	
Waktu naik penderes dengan alat	Waktu naik kaum muda dengan alat	63.073	2,101	Tolak H_0	
Waktu naik penderes tanpa alat	Waktu naik penderes dengan alat	54.759	2,101	Tolak H_0	Untuk seluruh pengujian, rata-rata dua kelompok data berbeda secara statistik
Waktu naik kaum muda tanpa alat	Waktu naik kaum muda dengan alat	25.121	2,101	Tolak H_0	
Waktu turun penderes tanpa alat	Waktu turun kaum muda tanpa alat	32.530	2,101	Tolak H_0	
Waktu turun penderes dengan alat	Waktu turun kaum muda dengan alat	26.024	2,101	Tolak H_0	

Waktu turun penderes tanpa alat	Waktu turun penderes dengan alat	13.554	2,101	Tolak H_0
Waktu turun kaum muda tanpa alat	Waktu turun kaum muda dengan alat	20.060	2,101	Tolak H_0

Dari hasil analisis nilai t di **Tabel 8** terlihat bahwa perbandingan waktu persiapan, kecepatan naik dan turun antara penderes dengan generasi muda, baik dengan alat maupun tanpa alat, konsisten lebih cepat generasi muda. Hal ini dikarenakan kondisi fisik generasi muda lebih baik daripada penderes. Pada saat persiapan, generasi muda lebih cekatan dibandingkan penderes. Kecepatan naik dan turun penderes tanpa alat konsisten lebih baik jika dibandingkan kecepatan naik dan turun penderes menggunakan alat. Kondisi yang sama terjadi pada responden generasi muda. Kecepatan naik dan turun generasi muda tanpa alat konsisten lebih baik jika dibandingkan kecepatan naik dan turun generasi muda menggunakan alat.

Selanjutnya dilakukan pendalaman dengan mengajukan pertanyaan/kuesioner setelah pengujian/pemakaian APD. Pertanyaan yang diberikan bertujuan untuk mengetahui persepsi dan pengalaman pengguna terhadap APD yang dirancang. Rekapitulasi jawaban responden disajikan pada **Tabel 9**. Kuesioner yang diberikan terdiri dari lima buah pertanyaan, yaitu:

1. Apakah produk hasil perancangan sudah memenuhi kriteria fleksibel dimana produk mudah untuk dibawa, mudah untuk digunakan, dan mudah untuk disimpan?
2. Apakah produk hasil perancangan sudah terasa nyaman untuk digunakan dimana terasa ringan dan sudah sesuai dengan ukuran tubuh?
3. Apakah produk hasil perancangan sudah terasa aman untuk digunakan dimana terasa kuat?
4. Apakah biaya pembuatan produk hasil perancangan sudah sesuai dengan batas kemampuan pembiayaan IKM Kampung Gula?
5. Apakah ada evaluasi terkait dengan produk hasil perancangan?

Tabel 9. Rekapitulasi respon *stakeholder* terhadap penggunaan APD.

Stakeholder	Fleksibilitas	Berat dan ukuran	Persepsi (Rasa aman)	Biaya	Evaluasi
Penderes	APD mudah digunakan, dibawa, disimpan	APD ringan, tidak terasa beban menggunakan alat, ukuran nyaman digunakan, bahan lentur	Merasa aman karena kuat menahan beban 100 kg	Terserah pengurus IKM	Perlu waktu mempelajari cara penggunaan APD
Generasi muda	APD fleksibel saat digunakan	APD nyaman karena tidak mengganggu saat memanjat	Merasa aman karena kuat menahan beban 100 kg	Terserah pengurus IKM	Produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan harapan dan tidak mengganggu.
Pengurus IKM	Tergantung pemakai	Tergantung pemakai	Merasa aman karena kuat menahan beban 100 kg	Sudah sesuai, tidak lebih 500 rb	Kecepatan naik dan turun saat memanjat ditingkatkan agar mendekati proses tanpa APD

Dari tanggapan *stakeholder* terhadap penggunaan APD terungkap bahwa penderes dan generasi muda tidak terganggu aktivitasnya saat memanjat pohon kelapa dan merasa aman. Responden juga merasa nyaman dengan rancangan APD yang dibuat. Sementara itu, pengurus IKM menerima besaran biaya pembuatan sebesar Rp.232.680,- karena sudah memenuhi batasan yang diajukan sebesar Rp. 500,000,- , namun masih merasa keberatan karena kecepatan naik dan turun pohon kelapa berkurang akibat penggunaan APD. Pada sampel penderes, waktu rata-rata memanjat pohon kelapa menggunakan APD bertambah menjadi 30,3 detik lebih lama; waktu rata-rata menuruni pohon kelapa menggunakan APD juga bertambah menjadi 7,5 detik lebih lama. Pada sampel kaum muda, waktu rata-rata memanjat pohon kelapa menggunakan APD bertambah menjadi 13,9 detik lebih lama; sedangkan waktu rata-rata menuruni pohon kelapa menggunakan APD juga bertambah menjadi 11,1 detik lebih lama.

KESIMPULAN

Kesimpulan diperoleh dari penelitian ini adalah proses perancangan yang melibatkan *stakeholder* dengan mempertimbangkan aspek antropometri dan kognitif menghasilkan alat pelindung diri yang mampu mengurangi perasaan takut yang dialami penderes saat bekerja. APD yang dirancang dapat digunakan dengan baik dan nyaman oleh penderes yang telah terbiasa bekerja mengambil air nira maupun generasi muda non penderes yang potensial menjadi penderes. Penggunaan APD memberikan harapan bahwa ada generasi muda yang akan meneruskan pekerjaan menderes. Alat yang dirancang dan dibuat sudah memenuhi batasan biaya yang ditentukan pihak IKM Kampung Gula. Salah satu kekurangan dari rancangan APD adalah kecepatan memanjat pohon kelapa (naik dan turun) menggunakan APD belum dapat menyamai kecepatan memanjat tanpa APD. Karena itu, masih diperlukan pengembangan APD yang menghasilkan waktu memanjat yang mendekati waktu memanjat tanpa APD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih disampaikan kepada:

- Departemen Teknik Industri UAJY yang telah membuka kesempatan untuk melakukan penelitian di Kampung Gula, Borobudur. IKM Kampung Gula untuk ijin penelitian dan publikasi.
- Kepada Fakultas Teknologi Industri yang telah memberikan bantuan dana.
- Seluruh pihak yang telah membantu dan tidak disebutkan satu-persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmuji, A., Wakit, S. (2021). Peningkatan keselamatan kerja penderes kelapa di sentra gula merah Desa Lojejer, Kecamatan Wuluhan. *Jurnal Suluah Komunitas*, 2(1), 1-4.
- Asshaf, M.N.R. (2020). Analisis faktor risiko kecelakaan kerja pada petani penyadap pohon aren atau *arenga pinnata* menggunakan metode *hazard identification risk assessment and risk control*. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(3), 325-336.
- Cahyono, M.J.N., Trisunarno, L. (2012). Penerapan Metode *Value Engineering* Pada Pengembangan Desain Jamban Sehat dan Ekonomis (Studi Kasus : Pengusaha Sanitasi Jawa Timur). *Jurnal Teknik ITS*, (1), A-506 – A.509.
- Cross, N. (2021). *Engineering design methods strategies for product design*. Wiley.
- Guastello, S.J. (2023). *Human Factors Engineering and Ergonomics: A Systems Approach*, 3rd edition. Boca Raton, FL: CRC Press
- Imran, R.A., Purnamasari, A.D., Sibarani, A.A. (2019). Analisis postur kerja posisi memanjat pada petani gula kelapa Kabupaten Banyumas. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, 3(2) : 49-58.
- Kuswardana, A., Mayangsari, N.E., Amrullah, H.N. (2017). *Analisis penyebab kecelakaan kerja menggunakan metode RCA (fishbone diagram metode and 5-why analysis) di PT PAL Indonesia*. Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application. Vol. 1. Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja – Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Lee, J. D., Wickens, C.D., Liu, Y., Boyle, L.Ng. (2017). *Designing for People: An Introduction to Human Factors Engineering*, 3rd Edition, Revision 1. Charleston, SC: CreateSpace
- Lehto, M., Landry, S.J. (2013). *Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers*, 2nd edition. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Manuele, F.A. (2014). *Advanced safety management focusing on Z10 and serious injury prevention*, 2nd ed. Wiley.
- Naresti, A., Irawan, A., Fatin, N.A., Qisthani, N.N. (2022). Identifikasi kecelakaan pada penderes gula kepala guna menggunakan metode *HIRARC* (studi kasus di Banyumas). *Jurnal Trinistik*, 1(1), 22-28.
- Perhimpunan Ergonomi Indonesia. (2013). *Rekap Data Antropometri Indonesia*. Retrieved from https://antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri. [26 Juni 2024]
- PT Taman Wisata Candi Borobudur, Prambanan & Ratu Boko (2024). Borobudur, sejarah. Retrieved from <https://borobudurpark.com/temple/borobudur/> [31 Mei 2024]
- Sardino, Ilham, H.A., Saputra, A., Syahta, R., Herdian, F., Jamaluddin. (2018). Rancang bangun alat panjat kelapa portable. *Jurnal of Applied Agricultural Science and Technology*, 2(2), 72-82.
- Scandia. (2023). *EN 361 – Personal Protective Equipment Against Falls From A Height*. Retrieved from <https://www.scandiagear.com/quality/norms-and-standards/personal-protection/en-361-personal-protective-equipment-against-falls-from-a-height-full-body-harnesses/> [12 September 2023]
- Suwandi, A., Rizki, T.M., Yandra, F. (2017). Rancang bangun alat bantu panjat pohon kelapa untuk meningkatkan produktivitas petani kelapa. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., Ye, K. (2016). *Probability & statistics for engineers & scientists*, 9th edition, global edition. England: Pearson Education Limited.
- Yamani, A.Z., Munang, A. (2019). Rancang bangun alat panjat untuk penderes nira kelapa di Kabupaten Banyumas. *Jurnal Spektrum Industri*, 17(1), 87-91.

PERANCANGAN DESAIN ANTARMUKA WEBSITE LABORATORIUM DESAIN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI UNIVERSITAS TRISAKTI MENGUNAKAN METODE DOUBLE DIAMOND

*(Website Interface Design of Work System Design Laboratory and Ergonomics Trisakti University
Using the Method Double Diamond)*

Nadya Azzahra¹, Dian Mardi Safitri^{2*}, Novia Rahmawati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

²Pusat Kajian Ergonomi Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa No. 1 Grogol – Jakarta 11440, Indonesia

*E-mail penulis korespondensi: dianm@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Branding universitas dilakukan untuk menciptakan persepsi publik terhadap institusi. Kualitas proses pembelajaran berkontribusi terhadap tingkat kesuksesan lulusan. Selain itu, peningkatan citra institusi dapat didukung oleh keberadaan website yang user-friendly. Laboratorium Desain Sistem Kerja & Ergonomi di Universitas Trisakti juga mencerminkan capaian akreditasi unggul dan internasional yang dapat didukung melalui kelengkapan fasilitas dan peralatan, keterlibatan dalam penelitian dan kolaborasi, serta publikasi dan kontribusi akademis. Namun, saat ini, tampilan dan fitur dari website Laboratorium DSKE masih kurang memadai dikarenakan desainnya yang membingungkan dan tata letak yang tidak terstruktur, serta fitur yang tidak user-friendly sehingga penggunaan belum optimal. Dengan desain yang terbatas dan fitur yang minim, pengguna tidak dapat mengakses beberapa fitur seperti publikasi jurnal terkait dengan Laboratorium DSKE. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan ulang user interface Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi. Metode Double Diamond digunakan sebagai kerangka kerja, terdiri dari tahap Discover, Define, Develop, dan Deliver yang bertujuan untuk mengeksplorasi dan menemukan solusi terhadap permasalahan yang ada pada user interface website. Tahap Discover memahami masalah dan kebutuhan pengguna, "Define" menetapkan fokus desain secara jelas, "Develop" menghasilkan gagasan dan konsep, dan "Deliver" mengembangkan solusi menjadi produk yang siap digunakan. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa dari 58 responden, 33 diantaranya mengungkapkan ketidaknyamanan saat menggunakan website. Penelitian menunjukkan kebutuhan untuk meningkatkan kenyamanan dan kegunaan website bagi pengguna. Hasil pengujian menunjukkan penilaian SUS berada pada skor akhir 82,4 dan mendapat grade A, peringkat persentil berada pada 90 – 95, masuk dalam kategori excellent dan kategori marginal untuk tingkat penerimaannya (Acceptable) untuk nilai NPS tergolong dalam Promoter.

Kata kunci: Double Diamond, System Usability Scale (SUS), Rancangan Antarmuka, Branding, User Experience

ABSTRACT

University branding is crucial in shaping public perception of the institution, with the quality of the learning process significantly impacting the success rate of graduates. Enhancing the institution's image can be further supported by having a user-friendly website. The Work System Design & Ergonomics Laboratory (DSKE) at Trisakti University aims to reflect its superior and international accreditation through comprehensive facilities, research involvement, collaborations, and academic contributions. However, the current DSKE Laboratory website suffers from a confusing design, unstructured layout, and non-user-friendly features, limiting optimal usage. Essential features, such as access to journal publications related to the DSKE Laboratory, are difficult to navigate. This research aims to redesign the user interface of the DSKE Laboratory website using the Double Diamond method as a framework to explore and solve the existing problems. The process includes four stages: Discover, Define, Develop, and Deliver. The Discover stage involves understanding the problems and user needs; Define sets a clear design focus; Develop generates ideas and concepts; and Deliver develops solutions into ready-to-use products. Questionnaire survey revealed that out of 58 respondents, 33 experienced discomfort when using the current website. This finding underscores the need to enhance the website's convenience and usability. The subsequent testing showed significant improvements, with the System Usability Scale (SUS) assessment achieving a final score of 82.4, earning grade A. The percentile rank was between 90 - 95, categorizing it as excellent, and it fell into the acceptable range for user acceptance (Acceptable) for the Net Promoter Score (NPS), classified as Promoter. These results indicate a successful redesign, markedly improving the website's user experience.

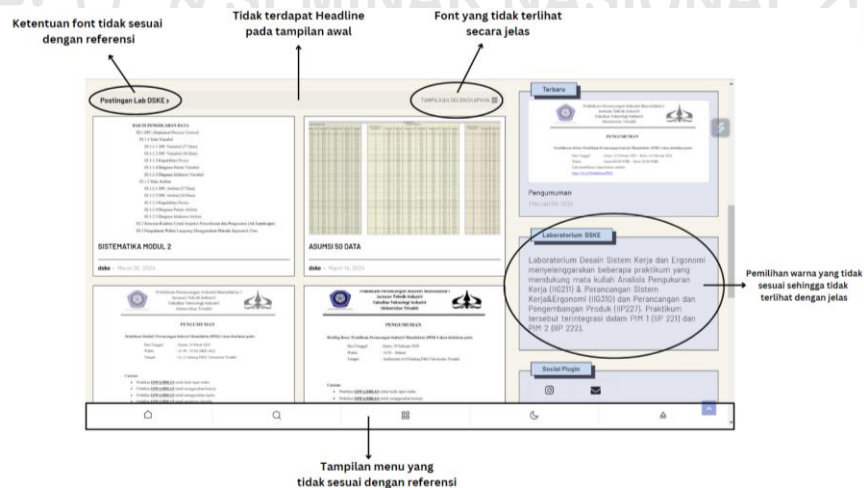
Keywords: Double Diamond, System Usability Scale (SUS), Interface Design, Branding, User Experience

PENDAHULUAN

Perguruan tinggi dianggap unggul apabila memiliki citra yang baik. Usaha yang dilakukan oleh perguruan tinggi untuk mendapat pandangan tersebut adalah dengan melakukan upaya branding. Branding pada perguruan tinggi perlu dilakukan dalam rangka memperkuat reputasi. Branding merupakan sebuah upaya dalam menciptakan sebuah persepsi publik terhadap suatu brand atau merk, berlaku pula untuk universitas yang membutuhkan pandangan baik (Setyanto et al., 2017). Branding yang dilakukan universitas dapat dilakukan dengan menyoroti beberapa aspek salah satunya proses pembelajaran. Proses pembelajaran dikategorikan dalam hal yang mempengaruhi branding karena proses pembelajaran mempengaruhi lulusan dan itu akan berdampak pada citra atau branding universitas (Purwani, 2015). Ketika sebuah universitas memiliki fasilitas yang memadai dan mencukupi kebutuhan mahasiswanya, maka akan tercipta kualitas pendidikan yang baik dan lulusan yang berkualitas. Contoh fasilitas berbasis teknologi yang harus ada di sebuah universitas adalah website laboratorium. Website merupakan salah satu revolusi dalam bidang informasi berbasis teknologi internet, yang memudahkan mahasiswa dalam mengenal alat, bahan, dan mekanisme laboratorium (Afifah & Astuti, 2013)(Valentino Adhy Nuantra et al., 2022).

Berbagai macam website dapat dijadikan sebagai penunjang menyediakan berbagai macam fitur yang ditawarkan kepada penggunanya (Muhammad Hilmy Ashshiddiq & Darmawan, 2022). Dalam pelaksanaan praktikum yang mendukung berbagai mata kuliah yang ada di Jurusan Teknik Industri, terdapat website sebagai salah satu platform informasi antara Dosen, Asisten Laboratorium, dan Praktikan. Pada website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi yang sekarang digunakan tidak bisa dijadikan branding universitas dikarenakan hanya terdapat fitur-fitur seperti informasi mengenai sistematika laporan, pembagian asisten, Tugas Sebelum Praktikum (TSP), serta pengumuman praktikum. Namun terdapat kekurangan dalam hal tampilan dan fitur website yang kurang memadai. Namun terdapat kekurangan dalam hal tampilan dan fitur website yang kurang memadai yaitu dengan keterbatasan fitur sehingga mengurangi kenyamanan dan kepuasan pengguna, serta membatasi fungsionalitas yang dapat diakses oleh pengguna.

Langkah ini diusulkan sebagai upaya perbaikan untuk meningkatkan pengalaman pengguna serta memfasilitasi akses yang lebih efektif terhadap sumber daya dan informasi yang tersedia di website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi. Berikut gambar tampilan depan dari Blogspot Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi:



Gambar 1. Tampilan Depan Blogspot Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi.

Penelitian terdahulu dilakukan untuk identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan melalui daring dengan 58 responden, terdiri dari 40 Mahasiswa Angkatan Aktif Teknik Industri, 7 Dosen Teknik Industri dari Universitas Trisakti, dan 11 masyarakat awam dari luar Universitas Trisakti, menyimpulkan bahwa desain website yang memiliki fitur terbatas dapat menghambat kemudahan akses informasi serta pengalaman pengguna, khususnya mahasiswa. Sebanyak 56.9% dari responden menyatakan bahwa mereka merasa tidak nyaman saat menggunakan website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi. Hal ini mengindikasikan adanya masalah signifikan dalam pengalaman pengguna yang perlu diperbaiki. Rata-rata responden memilih opsi ketidakpuasan pada tampilan visual website, seperti penggunaan warna, font, dan elemen grafis, fitur dan navigasi pada website, serta ketidakmampuan website untuk memberikan pengalaman pengguna yang memuaskan. Hal ini menyulitkan mahasiswa dalam memanfaatkan variasi fitur secara efektif dan efisien, serta mengurangi nilai tambah dari

penggunaan website. Berdasarkan permasalahan tersebut Perbaikan pada tampilan dan fitur website menjadi urgensi dalam meningkatkan kemudahan akses informasi dan pengalaman pengguna bagi mahasiswa Jurusan Teknik Industri di Universitas Trisakti. Perbaikan pada tampilan dan fitur website menjadi urgensi dalam meningkatkan kemudahan akses informasi dan pengalaman pengguna bagi mahasiswa Jurusan Teknik Industri di Universitas Trisakti.

Perancangan ulang user interface bertujuan menyediakan informasi terkait laboratorium kepada masyarakat luar dan mahasiswa serta memberikan kenyamanan dan pengalaman yang lebih pada pengguna website. Perancangan kembali website dapat meningkatkan efektivitas berdasarkan tingkat kenyamanan pengguna dan dampak dari penyediaan informasi laboratorium yang relevan dan mendalam di website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi (Hamdanuddinsyah et al., 2023). Penelitian memanfaatkan tiga website sebagai benchmark, yakni <https://quality.ie.ui.ac.id/>, <https://ewdpi.ub.ac.id> dan <https://pp1mesin.ub.ac.id/>. Tujuan utamanya adalah menilai kelebihan dan kekurangan masing-masing website tersebut. Ketiga website tersebut dipilih sebagai benchmark karena mereka mewakili standar atau model yang dianggap relevan atau ideal dalam konteks yang diteliti.

Hasil analisis perbandingan dari ketiga website menjadi dasar dalam merancang website yang responsif, mudah digunakan, dan dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif. Penilaian dilakukan terhadap ketiga website yang terbagi menjadi indikator Efektivitas, Efisiensi dan Kenyamanan. Penilaian dilakukan terhadap mahasiswa terhadap pengamat sebanyak 20 orang. Indikator penilaian ini dilakukan oleh mahasiswa dikarenakan sudah mempelajari ilmu ergonomi mengenai user interface, sehingga memiliki pemahaman yang mendalam tentang aspek-aspek kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan kesesuaian desain antarmuka dengan kebutuhan pengguna. Menggunakan skala 1-5 dengan keterangan nilai 1 yaitu tidak baik dan 5 yaitu sangat baik. Berikut tabel indikator penilaian benchmark terhadap mahasiswa :

Tabel 1. Indikator Penilaian Benchmark.

Indikator	Penilaian (1-5)		
	https://ewdpi.ub.ac.id	https://pp1mesinub.ac.id/	https://quality.ie.ui.ac.id/
Efektivitas			
1. Ketersediaan Informasi	4	4	5
2. Interaktivitas	5	3	4
Efisiensi			
1. Kecepatan Loading	4	5	4
2. Navigasi yang Efisien	5	3	4
3. Responsif	3	4	5
Kenyamanan			
1. Desain Visual	5	3	4
2. Kesesuaian dengan Pengguna	4	4	5
Rata - rata	4,3	3,7	4,4

Berdasarkan penilaian keseluruhan aspek penilaian pada tiga indikator yaitu efektivitas, efisiensi dan kenyamanan diperoleh hasil penilaian rata-rata rating pada ketiga website yaitu 4,1 (baik). Hasil penilaian website benchmark pertama menghasilkan nilai rating sebesar 4,3 (baik) yang menunjukkan bahwa keseluruhan faktor penilaian dianggap telah memenuhi kebutuhan pengguna dalam menggunakan website. Penilaian benchmark website kedua memperoleh nilai sebesar 3,7 (cukup baik) dikarenakan masih dibutuhkan peningkatan dalam faktor interaktivitas, navigasi yang efisien, dan desain visual. Kemudian hasil penilaian benchmark website ketiga diperoleh nilai rating sebesar 4,4 yang menunjukkan keseluruhan aspek baik fungsional maupun visual telah memenuhi kebutuhan pengguna.

Penelitian ini memilih website sebagai alat branding universitas karena website memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pembuatan sosial media. Website dapat memberikan kesan profesional dan terstruktur yang lebih kuat kepada pengguna, memungkinkan laboratorium untuk menyajikan informasi secara terperinci tentang visi, misi, fasilitas, dan informasi berbagai konten yang dicakup dengan lebih komprehensif.

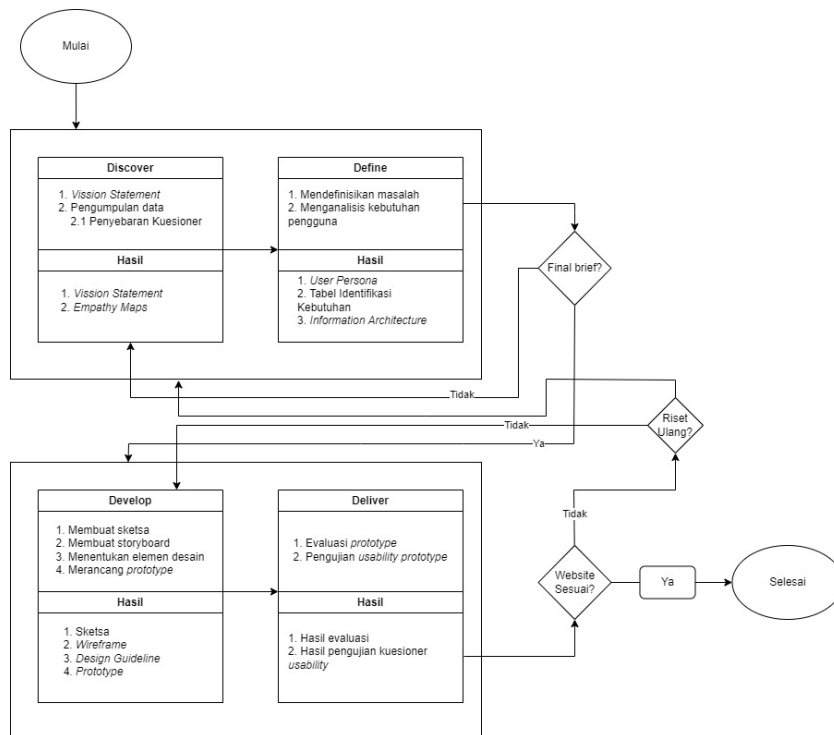
Dengan memiliki kontrol penuh atas desain dan konten, website memungkinkan laboratorium untuk mempertahankan identitas branding secara konsisten dan menyesuaikan pengalaman pengguna sesuai dengan kebutuhan dan tujuan branding. Selain itu, website juga dapat dioptimalkan untuk SEO (Search Engine Optimization), memungkinkan laboratorium untuk meningkatkan visibilitas dalam menjangkau audiens potensial dengan lebih efektif. Website juga dapat terintegrasi dengan berbagai platform online lainnya, termasuk media sosial, sehingga tetap memungkinkan laboratorium untuk berinteraksi dengan pengguna tanpa kehilangan kesatuan branding yang penting. Dengan demikian, pemilihan website sebagai alat branding universitas memberikan fondasi yang kokoh dan terukur untuk membangun citra dan reputasi yang kuat di dunia digital.

Website yang berkualitas adalah website yang kredibel dan valid (Rismayanti & Sarah, 2021). Kualitas website harus terus diperbaharui, namun dalam peningkatan kualitasnya atau upgrading website perlu mempertimbangkan beberapa hal, contohnya adalah benchmark. Benchmark adalah tolak ukur untuk menilai atau membandingkan suatu hal, biasanya digunakan oleh perusahaan. Benchmarking adalah upaya untuk mengukur dan membandingkan performa produk, strategi, atau program dengan kompetitor di bidang yang sama. Tujuan digunakannya benchmark adalah untuk mengevaluasi performa perusahaan dengan cara menjadikan kompetitor sebagai patokan capaian sehingga perusahaan dapat meningkatkan daya saingnya dengan lebih baik (Tjandra et al., 2020).

Penelitian ini berfokus pada perancangan user interface (UI) website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi. User interface (UI) (Safitri et al., 2022) merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi. Dalam hal ini, metode Double Diamond menjadi pendekatan yang berguna untuk mengeksplorasi dan menemukan solusi terhadap permasalahan yang ada pada user interface website. Metode double diamond adalah kerangka kerja berbentuk berlian yang dapat membantu perancangan user interface dan user experience dalam sebuah alur pengembangan produk untuk membantu sebuah tim desainer hingga tim non-desainer dalam fokus pengembangan desain produk dan pengembangan pengalaman pengguna yang lebih baik. Metode Double Diamond melibatkan empat tahap utama: Discover, Define, Develop, dan Deliver (Arifin & Sagirani, 2023).

Usability adalah ukuran keberhasilan dari suatu produk teknologi (Septiani et al., 2024). Usability juga merupakan bagian dari sistem penerimaan (Septiani et al., 2024). Dalam konteks penelitian ini, penggunaan metode SUS (System Usability Scale) dalam mengukur kebergunaan diperhatikan, yang melibatkan lima kriteria umum kebergunaan: kemampuan pembelajaran, efisiensi, kemampuan diingat, tingkat kesalahan, dan kepuasan pengguna. Metode SUS telah diterapkan dan diuji selama beberapa dekade dan terus terbukti sebagai metode yang andal untuk menilai usability suatu sistem sesuai dengan standar industri (Kosim et al., 2022).

METODE



Gambar 2. Framework Penelitian.

Dapat dilihat pada gambar di atas merupakan tahapan pada penelitian ini dari awal sampai akhir penelitian. Tahapan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

Tahap Discover

Tahapan ini merupakan tahapan awal yang dilakukan oleh peneliti untuk menggali informasi tentang objek penelitian sehingga mendapatkan permasalahan. Tahapan ini berfokus pada penentuan masalah yang dialami oleh pengguna serta memahami pengguna. Peneliti mengumpulkan data dari *Vission Statement* serta penyebaran kuesioner.

Tahap Define

Setelah melalui tahapan discover, maka tahapan selanjutnya adalah define. Tahapan ini berupa analisis dari permasalahan yang didapatkan dari tahapan sebelumnya sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tujuan dilakukan tahapan ini adalah peneliti dapat memahami yang dirasakan oleh pengguna sehingga menciptakan solusi dari setiap permasalahan. Hasil pada tahapan ini adalah user persona dan tabel identifikasi kebutuhan.

Tahap Develop

Pada tahapan ini peneliti akan merancang desain serta gambaran secara detail dari solusi yang didapatkan. Proses yang dilakukan pada tahap ini adalah penyusunan sketsa, *wireframe*, elemen-elemen desain dan penyusunan rancangan *prototype*.

Tahap Deliver

Pada tahapan ini, dilakukannya evaluasi terhadap desain yang sudah dibangun. Tahapan ini akan dilakukan usability testing terhadap pengguna. Sebelum dilakukannya evaluasi, peneliti Menyusun task scenario, sehingga pengguna dapat menggunakan aplikasi sesuai dengan scenario yang sudah disusun oleh peneliti dan mendapatkan hasil evaluasi yang optimal. Setelah itu, peneliti akan menyebarkan kuesioner untuk mengukur usability testing menggunakan metode System Usability Scale (SUS), sehingga mendapatkan hasil apakah rancangan desain yang sudah dibuat sesuai dengan kebutuhan pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

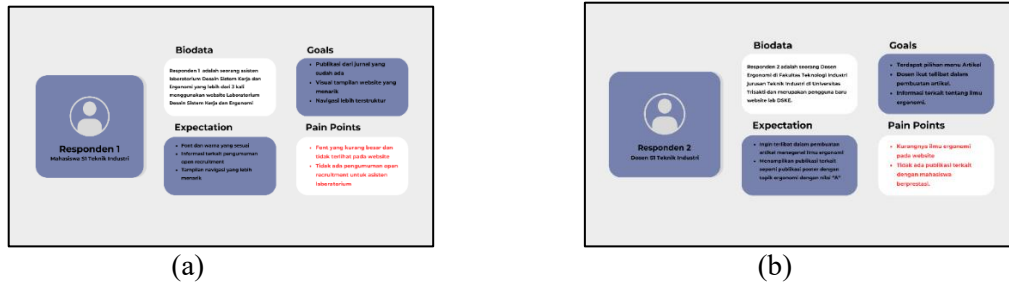
Tahap Discover

Pada tahap discover, dilakukan analisis guna mencari tahu permasalahan yang ada. Pada tahapan pertama dilakukan pengumpulan data berupa studi literatur, wawancara, dan penyebaran kuisisioner kepada responden menggunakan platform google form yang melibatkan 58 responden yang terdiri dari 40 Mahasiswa Angkatan Aktif Teknik Industri, 7 Dosen Teknik Industri Trisakti, dan 11 masyarakat umum. Berdasarkan hasil kuesioner mengenai evaluasi website Laboratorium DSKE Teknik Industri, diperoleh hasil yaitu sebanyak 87,9% responden pernah menggunakan website <https://dskeusakti.blogspot.com/>, sementara 12,1% lainnya belum pernah menggunakan. Mayoritas responden, yaitu 86,2%, menyatakan bahwa website ini mendukung informasi dan kegiatan mengenai laboratorium DSKE, dan 100% dari mereka merasa bahwa adanya website khusus untuk Laboratorium DSKE memang diperlukan. Kenyamanan penggunaan website dinilai kurang baik dengan 43,1% responden yang merasa nyaman, sedangkan 56,9% menyatakan tidak nyaman. Sebanyak 53,4% responden menganggap website ini mudah dipelajari, tetapi 46,6% merasa sebaliknya. Ketika ditanyakan apakah website ini sesuai dengan kebutuhan mereka, 48,3% menjawab ya dan 51,7% menjawab tidak. Kepuasan terhadap konten yang disampaikan mengenai informasi laboratorium cukup rendah, dengan 24 responden menyatakan kurang puas. Navigasi dan tata letak (layout) website juga kurang memuaskan, dengan 23 responden merasa kurang puas. Fitur-fitur seperti pencarian internal, dropdown, atau filter juga dinilai kurang memadai oleh 21 responden. Terakhir, dalam hal tampilan visual website yang mencakup penggunaan warna, font, dan elemen grafis, 23 responden menyatakan kurang puas. Terkait dengan preferensi warna keseluruhan, 39,7% responden memilih tema warna DSKE (Biru dan Merah). Secara keseluruhan, meskipun mayoritas responden melihat manfaat adanya website khusus untuk laboratorium, banyak aspek dari website yang perlu ditingkatkan, termasuk kenyamanan

penggunaan, kemudahan navigasi, dan kepuasan visual.

Tahap Define

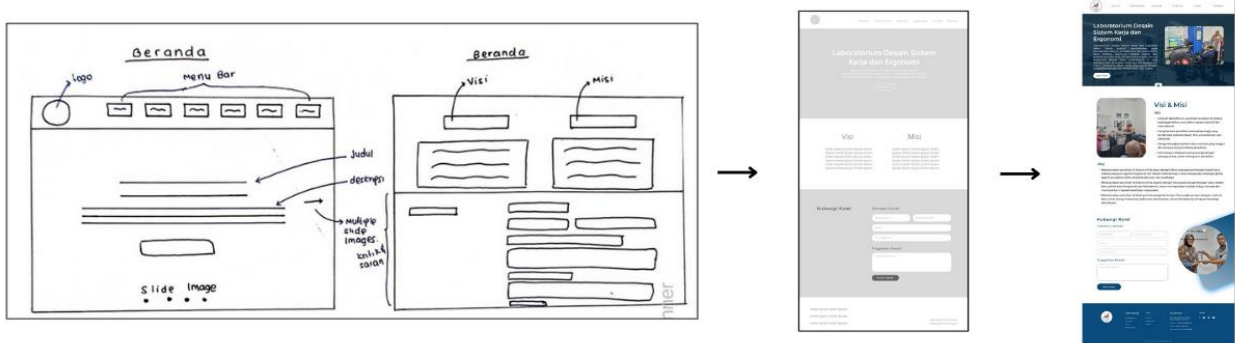
Pada tahap define, dilakukan analisa informasi dan data yang telah didapatkan dari tahap discover. Dengan membandingkan hasil catatan, memahami dan mengelola persepsi responden melalui wawancara yang dilakukan kepada 4 mahasiswa dan 8 dosen jurusan Teknik Industri Universitas Trisakti. Pada tahap ini dilakukan untuk mendefinisikan masalah berdasarkan data yang dimiliki pada tahap discover. Hasil dari tahap define ada 3 yaitu user persona, tabel identifikasi dan tabel konsep desain.



Gambar 3. User Persona (a) Pengguna Lama (b) Pengguna Baru.

Mengacu pada Gambar 3, Terdapat 4 mahasiswa dan 7 dosen Teknik Industri Universitas Trisakti yang dijadikan sampel user persona melalui wawancara. Dari responden tersebut, dipilih satu mahasiswa sebagai pengguna lama dan satu dosen sebagai pengguna baru untuk fokus utama yang mengacu pada Gambar 3. Pendekatan ini bertujuan memahami kebutuhan dan preferensi pengguna yang berbeda secara mendalam. Dengan contoh representatif ini, pola umum, masalah, dan preferensi pengguna dapat diidentifikasi, sehingga solusi yang dihasilkan dapat lebih akurat dan efektif.

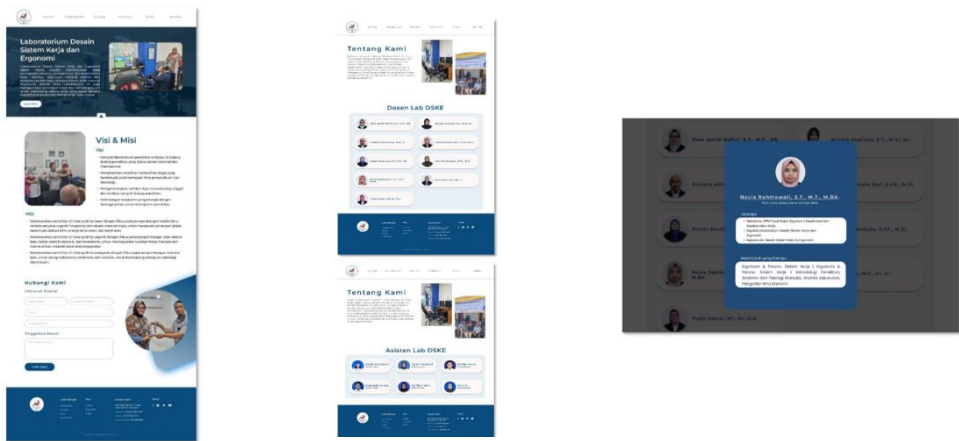
Tahap Develop



Gambar 4. Proses Develop.

Mengacu pada Gambar 5, tahap develop dimulai dengan pembuatan sketsa menggunakan gambaran kasar. Tahapan ini penting dalam visualisasi penggambaran ide-ide awal secara praktis dan fleksibel. Sketsa berperan sebagai tahapan awal untuk mengawali tahapan berikutnya yaitu perancangan *Wireframe*.

Tahapan dilanjutkan dengan implementasi wireframe dari sketsa sebelumnya. Di dalamnya terdapat *header* yang menampilkan Nama Laboratorium beserta penjelasan tentang laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi. Selanjutnya, terdapat konten yang memuat visi dan misi dari laboratorium. Wireframe juga dilengkapi dengan menu "Hubungi Kami" yang berfungsi untuk memberikan komentar atau saran kepada pihak laboratorium. Tahapan develop diakhiri dengan pembuatan *prototype* hasil pengembangan dari wireframe, pembuatan *prototype* didasari oleh tabel identifikasi kebutuhan dan tabel konsep desain. Berikut merupakan hasil rancangan website :



(a) (b) (c)

Gambar 5. Prototype (a) Beranda (b) Tentang Kami (c) Pop Up Profil Dosen.



(d) (e) (f)

Gambar 6. Prototype (d) Aktivitas (e) Penelitian (f) Pop Up Penelitian.



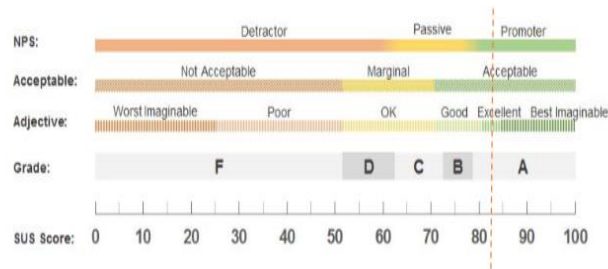
(g) (h)



(i) (j)
Gambar 7. Prototype (g) Artikel (h) Pop Up Artikel (i) Fasilitas (j) Perancangan Fasilitas.

Tahap Deliver

Pada tahap deliver ini, hasil penelitian yang berfokus pada responden dalam pengujian prototype dengan menggunakan metode System Usability Scale (SUS). Dengan menggunakan SUS maka akan memperoleh skor yang mencerminkan seberapa baik desain baru diterima oleh pengguna, mengidentifikasi navigasi atau fitur yang perlu diperbaiki, dan memastikan bahwa solusi yang dikembangkan benar-benar meningkatkan kenyamanan dan kegunaan website. Hasil penilaian skor SUS adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Ketentuan Penilaian Skor SUS.

Tabel 2. Hasil Akhir Skor SUS.

Grade	SUS	Percentile range	Adjective	Acceptable	NPS
A	80.8 - 84.0	90 - 95	Excellent	Acceptable	Promoter

Berdasarkan hasil akhir pada penelitian System Usability Scale (SUS) prototype website Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi mendapatkan hasil grade "A", rentang skor SUS adalah 80,8 hingga 84,0, yang berada di persentil ke-90 hingga ke-95. Skor ini digambarkan sebagai "Excellent" atau sangat baik, dan dianggap "Acceptable" atau dapat diterima.

Rekomendasi Pemeliharaan Untuk Berkelanjutan Website

Tabel ini mencakup berbagai aspek pemeliharaan website yang perlu dilakukan secara rutin untuk memastikan situs tetap berfungsi dengan baik, aman, dan relevan bagi penggunaannya. Setiap komponen disertai deskripsi, frekuensi pelaksanaan, dan tindakan yang perlu diambil (Jaenudin et al., 2016).

Tabel 3. Usulan Pemeliharaan Website.

Komponen Pemeliharaan	Deskripsi	Frekuensi	PIC	Tindakan
Pembaruan Konten	Mengupdate artikel, berita, dan informasi lainnya untuk memastikan konten tetap relevan dan terbaru.	Mingguan	Asisten DSKE (Div.Multimedia)	Menambahkan berita dan artikel terbaru.
Peningkatan Keamanan	Menginstal pembaruan keamanan untuk sistem dan perangkat lunak yang digunakan oleh website.	Bulanan	Laboran	Menginstal patch keamanan.
Optimasi Performa	Memastikan website berfungsi dengan baik dan cepat diakses oleh pengguna.	Bulanan	Laboran	Mengoptimalkan gambar dan file media.
Backup Data	Membuat cadangan rutin untuk menghindari kehilangan data penting.	Mingguan	Laboran	Menyimpan cadangan di lokasi aman (cloud atau server terpisah).

Komponen Pemeliharaan	Deskripsi	Frekuensi	PIC	Tindakan
Uji Kegunaan (Usability Test)	Memeriksa navigasi dan desain situs untuk memastikan intuitif dan ramah pengguna.	Setahun	Asisten DSKE (Div.Multimedia)	Mengumpulkan feedback pengguna untuk perbaikan.
Pemantauan Performa dan Error	Memantau situs untuk error dan downtime untuk memperbaikinya sesegera mungkin.	Mingguan	Laboran	Menganalisis dan memperbaiki error log server.
SEO dan Analytics	Mengoptimalkan situs untuk mesin pencari dan menganalisis kinerja situs.	Bulanan	Laboran	Menganalisis laporan trafik dan membuat laporan analitik.
Manajemen Pengguna	Mengelola hak akses pengguna dan memastikan tidak ada akses yang tidak sah.	Bulanan	Laboran	Meninjau dan memperbarui hak akses pengguna.
Kompatibilitas Browser	Memastikan situs bekerja dengan baik di berbagai browser dan perangkat.	Setahun	Laboran	Menguji situs di berbagai browser dan perangkat.
Dokumentasi dan Log	Menyimpan catatan aktivitas pemeliharaan dan perubahan yang dilakukan.	Berkelanjutan	Laboran	Menyimpan catatan pemeliharaan rutin dan perbaikan.
Sosial Media	Mengupdate konten secara rutin terkait perkembangan website.	Mingguan	Asisten DSKE (Div.Multimedia)	Mengupdate konten terkait pembaharuan informasi yang ada pada website.

KESIMPULAN

Perancangan ulang desain antarmuka pada website menghasilkan tampilan fitur yang lebih lengkap, seperti penambahan fitur pada publikasi jurnal dan tugas akhir, alat yang tersedia di laboratorium, dan profil dosen laboratorium. Selain itu, perubahan pada desain visual seperti animasi pada headpage, peletakkan konten, dan font yang menarik juga telah ditambahkan pada website. Penambahan fitur Pop Up dalam perancangan ulang antarmuka juga menjadi nilai tambah dalam visualisasi penampilan pada konten yang tersedia dalam website. Penelitian ini juga menggunakan metode double diamond sebagai kerangka kerja, penelitian ini berhasil mengidentifikasi permasalahan yang ada pada user interface website, memahami kebutuhan pengguna, mengembangkan gagasan dan konsep, serta menghasilkan solusi yang siap digunakan. Tahapan yang terdapat pada metode double diamond membantu menghasilkan desain antarmuka website yang efektif dan user friendly. Hasil penilaian prototype website berhasil meraih nilai "Excellent" menggunakan System Usability Scale (SUS) menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan pengalaman pengguna dan efektivitas website laboratorium. Diharapkan perancangan ulang ini dapat memberikan kontribusi positif dalam mendukung kegiatan praktikum dan pengajaran di Jurusan Teknik Industri Universitas Trisakti, serta meningkatkan citra universitas dalam bidang teknologi dan akademis secara keseluruhan. Berdasarkan hasil perancangan desain antarmuka yang sudah dirancang dapat meningkatkan branding karena mendukung informasi kegiatan laboratorium, mudah digunakan dan dipelajari, serta memenuhi kebutuhan pengguna. Selain itu, kepuasan pengguna terhadap konten, navigasi, fitur-fitur, dan tampilan visual menunjukkan bahwa desain antarmuka ini efektif dalam menyampaikan informasi dan menciptakan pengalaman yang positif bagi pengguna.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis branding terlebih dahulu seperti melakukan penyebaran kuesioner branding. Selanjutnya disarankan untuk berfokus terhadap pengembangan dan implementasi dalam versi mobile.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, K., & Astuti, A. P. (2013). *PENGARUH KONDISI LABORATORIUM TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA NEGERI 11 SEMARANG (DESKRIPTIF KUALITATIF) Abstrak*. 0–6.
- Arifin, M., & Sagirani, T. (2023). Pendekatan Double Diamond Untuk Meningkatkan Ketertarikan Pengguna Pada Portal Akademik. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 10(2), 228–240.
- Hamdanuddinsyah, M. H., Hanafi, M., & Sukmasetya, P. (2023). Perancangan UI/UX Aplikasi Buku Online Mizanstore Berbasis Mobile Menggunakan User Centered Design. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1464–1475. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3850>
- Jaenudin, A., Wahyuningtyas, D., & Pamungkas, P. D. A. (2016). Sistem Pemantauan Dan Pemeliharaan Perangkat Teknologi Informasi Berbasis Web Pada Departemen IT PT Denso Indonesia Bekasi. *Jurnal Mahasiswa Bina Insani*, 1(1), 119–134.
- Kosim, M. A., Aji, S. R., & Darwis, M. (2022). Pengujian Usability Aplikasi Pedulilindungi Dengan Metode System Usability Scale (Sus). *Jurnal Sistem Informasi Dan Sains Teknologi*, 4(2), 1–7. <https://doi.org/10.31326/sistek.v4i2.1326>
- Muhammad Hilmy Ashshiddiq, & Darmawan, K. Z. (2022). Artsteps.Com Sebagai Media Apresiasi Karya Foto. *Bandung Conference Series: Journalism*, 2(2), 111–116. <https://doi.org/10.29313/bcsj.v2i2.4466>
- Purwani, D. A. (2015). STRATEGI PROGRAM STUDI UNTUK (Studi Pada Prodi Ilmu Komunikasi Fakultas Ilmu Sosial Humaniora UIN Sunan Kalijaga). *KRITIS Jurnal Sosial Ilmu Politik Universitas Hasanuddin*, 1(1), 121–131.
- Rismayanti, M., & Sarah, I. S. (2021). Pengaruh Kualitas Informasi Dalam Ulasan Online dan Kualitas Situs Web Terhadap Kepercayaan Konsumen Pada Situs Web Perjalanan Wisata (Studi Pada Traveloka). *Jurnal Riset Bisnis Dan Investasi*, 7(1), 33–42. <https://doi.org/10.35313/jrbi.v7i1.2568>
- Safitri, D. M., Septiani, W., Azmi, N., Rizani, N. C., & Rahmawati, N. (2022). *Ergonomika*. Nas Media Pustaka.
- Septiani, W., Rahmawati, N., & Safitri, D. M. (2024). *Usability Evaluation for Mobile Health Application: Systematic Literature Review*. 28(2), 287–304. <https://doi.org/10.2196/preprints.44758>
- Setyanto, Y., Anggarina, P. T., & Valentina, A. (2017). Branding yang Dilakukan Humas pada Perguruan Tinggi Swasta. *Jurnal Muara Ilmu Sosial, Humaniora, Dan Seni*, 1(1), 171. <https://doi.org/10.24912/jmishumsen.v1i1.347>
- Tjandra, M. C., Andjarwirawan, J., & Palit, H. N. (2020). Benchmarking Software dan Website Report untuk Memudahkan Kategorisasi Device Berbasis Android Berdasarkan Performa. *Jurnal Dimensi Utama Teknik Sipil*, 2–7. <https://publication.petra.ac.id/>
- Valentino Adhy Nuantra, Rifki Sacky, M., Wahyu Kristianto, M Reza Fadillah, Mila Jamilatul Mahmudah, Sultan Alvian Chrisanda Hanif, & Ferida Yuamita. (2022). Faktor Usability Testing Terhadap Penggunaan Presensi Di Web SIA UTY. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(3), 173–182. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i3i3.36>

PERBAIKAN DESAIN KANTIN TRUK DENGAN KANSEI *ENGINEERING*

Studi Kasus di Institut Teknologi Bandung Kampus Jatinangor

(Design Improvement of Food Truck Canteen Using Kansei Engineering)

Akhdan Irfan Fauzan¹, Yassierli²

^{1,2}Institut Teknologi Bandung

E-mail: akhdanif.515@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan bisnis kuliner yang kian pesat menjadikan kantin di area kampus pun berinovasi dengan menggunakan konsep *food truck*, termasuk di Kampus Jatinangor, Institut Teknologi Bandung. Desain dan kustomisasi kendaraan berbasis *human-centered design* memainkan peran kunci dalam menarik pelanggan dan membedakan dari kompetitor. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penyempurnaan pada desain *food truck* menggunakan desain *human experience* yang dikombinasikan dengan *Principal Component Analysis (PCA)* dan *K-Means Cluster Analysis*. Tahap *expert screening* menghasilkan 15 *Kansei Word* dengan enam alternatif desain *food truck*. Kuesioner disebarkan kepada 32 orang mahasiswa maupun alumni ITB yang pernah mengunjungi kampus Jatinangor. Hasil pengolahan data menggunakan *PCA* menunjukkan bahwa terdapat 3 komponen utama, yakni komponen pertama (45.283% variansi) direpresentasikan sebagai "Aman dan Enak," komponen kedua (14.382% variansi) sebagai "Ekonomis Terjangkau," dan komponen ketiga (6.908% variansi) sebagai "Mobile Instagrammable". Hasil berbeda diperoleh dengan metode *K-Means Cluster Analysis* yakni Komponen 1 tidak memiliki anggota variabel, Komponen 2 berisi variabel seperti "ekonomis," "terjangkau," dan "lokal," dan Komponen 3 mencakup berbagai variabel seperti "unik," "dinamis," "bersih," "aman," "higienis," "ekonomis," "cepat," "terjangkau," "instagrammable," "populer," "mobile," "atraktif," "sehat," dan "enak". Perbedaan hasil antara *PCA* dan *K-Means clustering* disebabkan oleh *PCA* yang menentukan komponen berdasarkan variansi, sedangkan *K-Means clustering* menggunakan jumlah cluster tetap dari awal, yang dapat menyebabkan komponen kurang optimal dan kesulitan memisahkan data homogen.

Kata kunci: Kantin Truk *Kansei Word*, *Principal Component Analysis (PCA)*, *K-Means Cluster Analysis*

ABSTRACT

The accelerated growth of the culinary industry has prompted canteens in campus settings to adopt the *food truck* concept, as evidenced by the example of the Jatinangor Campus at the Bandung Institute of Technology. The design and customization of vehicles based on *human-centered design* principles play a pivotal role in attracting customers and differentiating from competitors. The objective of this research is to enhance the design of *food trucks* by integrating *human experience design* with *Principal Component Analysis (PCA)* and *K-Means Cluster Analysis*. The expert screening stage yielded 15 *Kansei words* and six alternative *food truck* designs. Questionnaires were distributed to 32 ITB students and alumni who had previously visited the Jatinangor campus. The results of the data processing using *PCA* indicate the existence of three principal components. The first component, which accounts for 45.283% of the variance, is represented by the theme "Safe and Delicious." The second component, which accounts for 14.382% of the variance, is represented by the theme "Economically Affordable." The third component, which accounts for 6.908% of the variance, is represented by the theme "Mobile Instagrammable." The *K-Means Cluster Analysis* method yielded disparate results. Component 1 was devoid of variable members, while Component 2 encompassed variables such as "economical," "affordable," and "local." Component 3, in contrast, incorporated a multitude of variables, including "unique," "dynamic," "clean," "safe," "hygienic," "economical," "fast," "affordable," "instagrammable," "popular," "mobile," "attractive," "healthy," and "tasty." The discrepancy in outcomes between *PCA* and *K-Means clustering* can be attributed to the fact that *PCA* identifies components based on variance, whereas *K-Means clustering* employs a fixed number of clusters from the outset, which may result in less than optimal components and challenges in differentiating homogeneous data

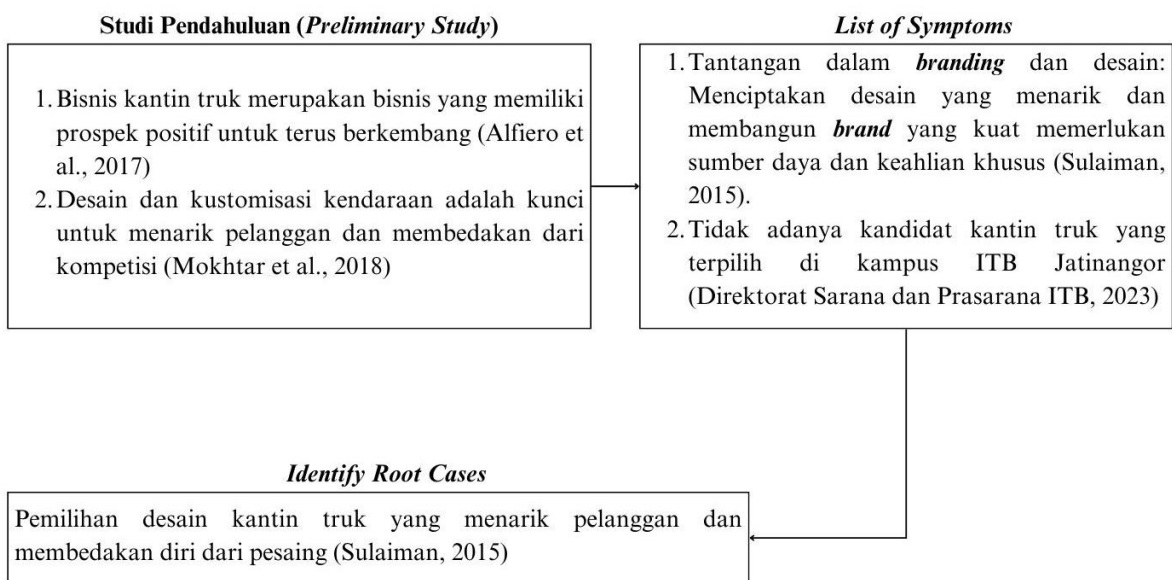
Keywords: *Food Truck*, *Kansei Word*, *Principal Component Analysis (PCA)*, *K-Means Cluster Analysis*

PENDAHULUAN

Fenomena bisnis kantin truk telah berkembang pesat, merepresentasikan sebuah fenomena global yang unik di antara tren kuliner modern. Secara global, industri kantin truk menunjukkan pertumbuhan signifikan, menawarkan berbagai konsep dari makanan tradisional hingga internasional, menggambarkan responsivitas tinggi terhadap tren pasar yang berubah-ubah (Alfiero et al., 2017). Fokus utama pada mobilitas dan adaptasi cepat terhadap tren pasar menjadikan bisnis ini sangat responsif terhadap permintaan konsumen yang berubah-ubah (Destiana, 2020). Menurut hasil penelitian Burhanuddin & Estiyono (2018), desain dan kustomisasi kendaraan memainkan peran kunci dalam menarik pelanggan dan membedakan dari kompetisi. Selain itu, regulasi dan proses perizinan sering menjadi penghalang bagi pemilik kantin truk, termasuk di lingkungan universitas. Selain itu, manajemen kantin truk yang efektif membutuhkan pemahaman logistik yang baik, pengelolaan bahan makanan

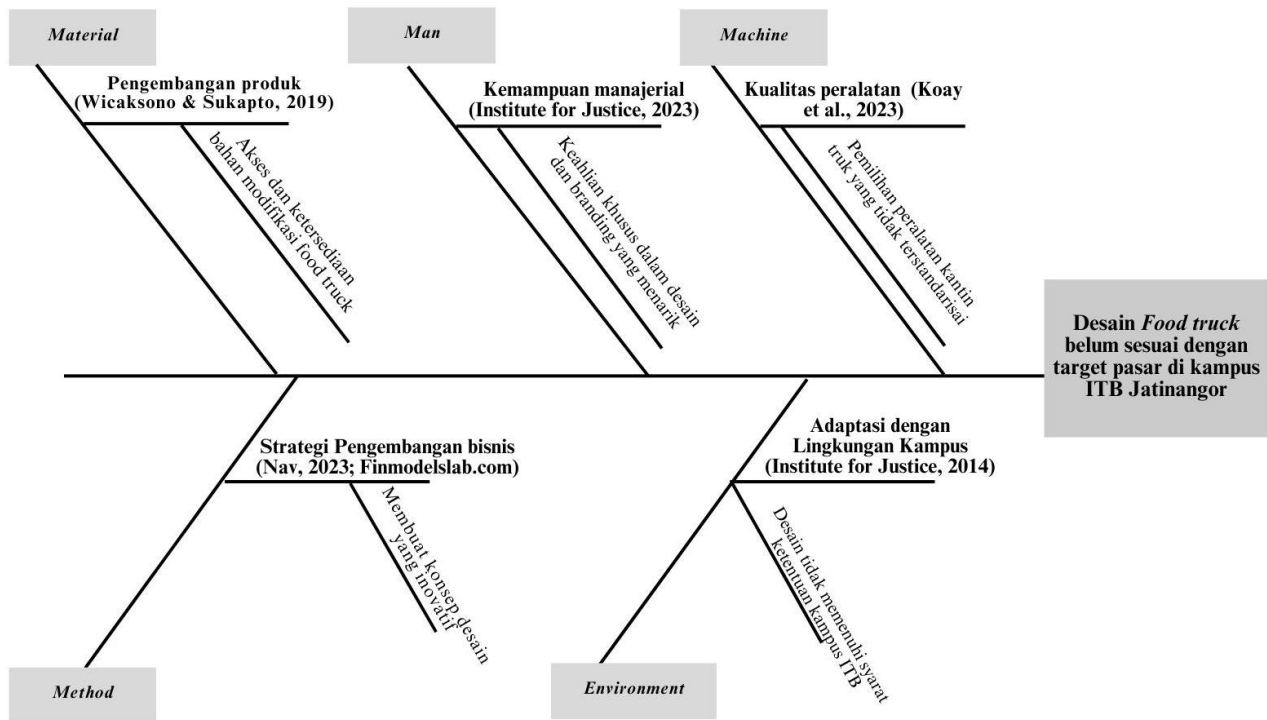
yang efisien, dan keterampilan layanan pelanggan yang baik (Gopalan et al., 2024). Selain itu, Cengiz et al. (2018) mengemukakan pentingnya praktik berkelanjutan dalam operasional kantin truk, termasuk penggunaan bahan makanan lokal dan pengurangan limbah. Studi oleh Mokhtar et al. (2018) menyoroti pentingnya aspek desain sebagai faktor kunci dalam meningkatkan daya tarik bisnis kantin truk. Ini mengindikasikan bahwa penggabungan antara kreativitas dalam desain menjadi kunci keberhasilan bisnis kantin truk. Dengan meningkatnya popularitas dan penerimaan publik terhadap konsep kantin truk, penelitian lebih lanjut menjadi penting untuk mengoptimalkan bisnis serta menangani permasalahan yang ada. Pendekatan multi aspek tersebut diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang dinamika pasar, perilaku konsumen, dan potensi inovasi dalam bisnis kantin truk (Koay et al., 2023).

Di lingkungan kampus seperti ITB Jatinangor, bisnis kantin truk tidak hanya sekadar menawarkan alternatif makanan cepat saji, tetapi juga menjadi bagian penting dari kehidupan sosial dan budaya kampus. Namun, tantangan seperti regulasi, pemilihan lokasi strategis, dan konsistensi dalam menjaga kualitas produk tetap menjadi isu penting yang memerlukan penanganan strategis (Sulaiman, 2015). Kehadiran kantin truk tidak hanya menambah keragaman pilihan kuliner bagi orang disekitarnya tetapi juga menantang konvensionalitas dalam sistem bisnis makanan. Kesuksesan model bisnis ini sangat bergantung pada inovasi, adaptasi, dan pengelolaan tantangan yang muncul. Akan tetapi, kantin truk di ITB Jatinangor mengalami kendala dalam proses pemilihan penyedia karena tidak adanya kandidat yang memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh Direktorat Sarana dan Prasarana ITB (2023). Situasi ini memperkuat pentingnya penelitian untuk mengidentifikasi desain kantin truk yang sesuai dengan lingkungan kampus ITB Jatinangor. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disajikan bingkai formulasi permasalahan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Formulasi Masalah

Hasil analisis lebih dalam terhadap akar permasalahan dijabarkan dengan suatu diagram tulang ikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Tulang Ikan Permasalahan

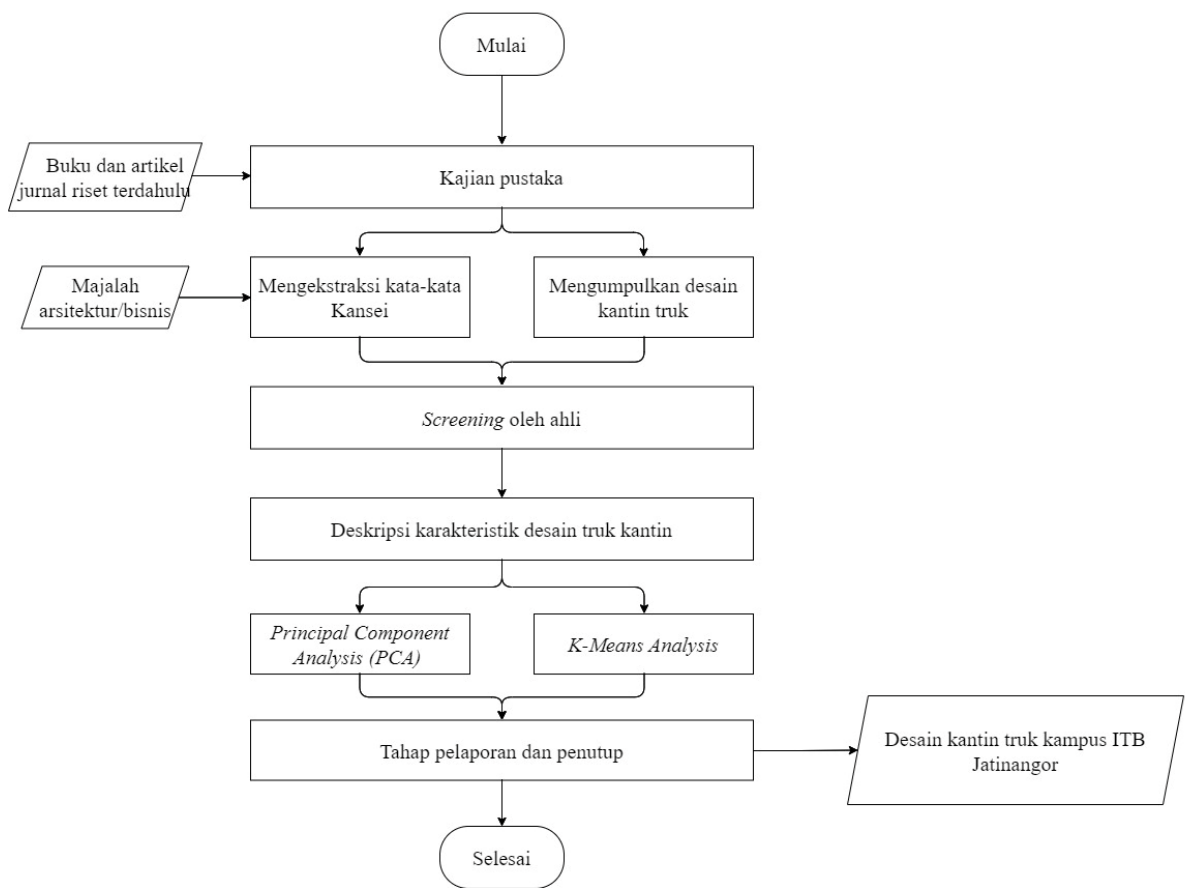
Melalui formulasi masalah di atas, dapat diketahui bahwa terdapat setidaknya lima faktor penyebab permasalahan desain *food truck* yang belum sesuai dengan target pasar di Kampus ITB Jatinangor. Pertama, faktor desain produk truk akibat keterbatasan akses dan ketersediaan bahan modifikasi truk (Wicaksono & Sukapto, 2019). Kedua, faktor sumber daya manusia (*man*) dalam kemampuan manajerial yang masih memerlukan peningkatan keahlian agar desain dan *branding food truck* lebih menarik pasar (Institute for Justice, 2023). Ketiga, faktor peralatan yang menunjang (*machine*) yang menyebabkan pemilihan peralatan kantin truk tidak terstandarisasi (Koay et al., 2023). Keempat, strategi pengembangan bisnis yang belum optimal sehingga berdampak pada sulitnya membuat konsep desain yang lebih inovatif (Qehaja et al., 2017). Kelima, faktor *environmet* yang merupakan adaptasi bisnis *food truck* yang belum sesuai dengan lingkungan kampus sehingga desain yang ditampilkan tidak memenuhi syarat yang ditentukan Kampus ITB Jatinangor.

Dalam merancang desain kantin truk, terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan seperti *Kansei Engineering*, *Principal Component Analysis (PCA)*, dan *Cluster Analysis* (Yekti & Yassierli, 2016). *Kansei Engineering* adalah pendekatan yang mengintegrasikan aspek emosional konsumen ke dalam proses desain, sehingga menghasilkan produk yang tidak hanya fungsional tetapi juga mampu memuaskan keinginan dan perasaan pengguna. Dalam konteks *food truck*, ini berarti desain yang mempertimbangkan kenyamanan, estetika, dan pengalaman keseluruhan yang diinginkan oleh konsumen. Sementara itu, *Principal Component Analysis (PCA)* adalah teknik statistik yang digunakan untuk mengurangi dimensi data tanpa kehilangan informasi penting. Dengan PCA, desainer dapat mengidentifikasi variabel-variabel utama yang mempengaruhi preferensi desain *food truck*, sehingga dapat fokus pada fitur-fitur yang paling signifikan dan relevan bagi konsumen. Ini membantu dalam menyederhanakan kompleksitas desain dan memastikan bahwa elemen-elemen kunci tidak terlewatkan. Berikutnya, pemetaan tersebut dapat diproses lebih lanjut menggunakan *Cluster Analysis*. *Cluster Analysis* adalah teknik pengelompokan yang mengidentifikasi segmen-segmen berbeda dalam data. Dengan menerapkan metode ini, desainer *food truck* dapat mengelompokkan konsumen berdasarkan preferensi desain mereka. Ini memungkinkan pembuatan desain yang lebih spesifik dan personalisasi, serta strategi pemasaran yang lebih terarah untuk setiap segmen pasar. Secara keseluruhan, kombinasi metode ini memberikan pendekatan komprehensif yang menggabungkan analisis emosional, statistik, dan visual untuk menghasilkan desain *food truck*

yang optimal. Pendekatan ini memastikan bahwa desain tidak hanya menarik dan memuaskan kebutuhan konsumen, tetapi juga efisien dalam hal produksi dan pemasaran, serta mampu bersaing di pasar yang kompetitif.

METODE

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan desain *human-center design*. Menurut Waterworth & Hoshi (2016), *human experience design* merupakan pendekatan dalam desain yang menekankan pengalaman manusia sebagai pusatnya. Ini berarti bahwa desain tidak hanya tentang teknologi atau fungsi, tetapi juga tentang bagaimana manusia merasakan, berinteraksi, dan berhubungan dengan lingkungannya melalui desain tersebut. Dengan kata lain, *experiential design* memperhatikan persepsi sensual manusia untuk menciptakan pengalaman yang memikat dan berkesan. Pendekatan ini memungkinkan desainer untuk menciptakan produk, layanan, atau lingkungan yang lebih menarik, relevan, dan bermakna bagi pengguna. Dalam pelaksanaan penelitian dilakukan, metode yang dilakukan terdiri dari penentuan objek penelitian, penyusunan pendahuluan (latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan masalah), penentuan alur penelitian, pengumpulan dan pengolahan data yang meliputi 3 tahapan, analisis data, implikasi manajerial, dan penarikan kesimpulan serta saran. Alur penelitian tersebut divisualisasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Metodologi Penelitian


Seperti yang tertera pada gambar di atas, penelitian ini dirancang dengan mengintegrasikan studi literatur dan penilaian para ahli untuk menentukan pilihan opsi desain *food truck* di Kampus ITB Jatinangor. Dalam tahap awal, peneliti melakukan kajian pustaka dengan mengeksplorasi berbagai sumber informasi untuk menemukan *Kansei Word* dan referensi desain truk. Setelah itu, tahap berikutnya adalah *expert screening*. *Expert screening* merupakan penilaian beberapa referensi truk dan *Kansei Word* sehingga temuan kajian pustaka sebelumnya diseleksi agar menghasilkan pilihan *Kansei Word* dan desain truk yang terbaik. Ahli yang dipilih didasarkan pada keahlian dalam bidang desain dan estetika, di antaranya Dr. Harry Nuriman, M.Si., Dr. Nia Kurniasih, M.Hum., dan Dr. Sutiadi Rahmansyah, S.S., M.Hum. Dalam penilaiannya, tidak ditentukan standar khusus bagi para ahli sehingga desain truk dan *Kansei Word* yang terpilih didasarkan pada penilaian murni dari perspektif para ahli.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pengambilan data, diperoleh data hasil *expert screening* yang terdiri dari *Kansei Word* dan desain truk seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil *expert screening*

Kansei Word		
Unik	Ekonomis	Populer
Dinamis	Cepat (<i>service</i>)	<i>Mobile</i>
Aman	Terjangkau	Atraktif
Bersih	<i>Instagrammable</i>	Sehat
Higienis	Lokal	Enak
Desain		
<p>Desain 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensi truk relatif memanjang di bagian belakang 2. Warna lebih mencolok dengan aksen beberapa motif dan tulisan yang merepresentasikan menu makanan 3. Terdapat 1 pasang jendela berukuran sedang yang dapat dibuka-tutup di bagian samping untuk memfasilitasi transaksi dengan pelanggan 		
<p>Sumber: Popmenu.com (n.d.)</p>		

- Desain 2**
1. Dimensi truk yang lebih kotak
 2. Warna bertema *earth tone* dengan beberapa gambar dan tulisan yang menggambarkan *brand* produk dan kontak penjual
 3. Terdapat 1 papan menu yang terpajang secara terpisah dari truk
 4. Terdapat 1 jendela berukuran cukup luas di bagian samping untuk melakukan transaksi dengan pelanggan



Sumber: Shayana (2023)

- Desain 3**
1. Bagian belakang truk dibuat terbuka dengan dimensi yang luas dan disediakan televisi, peralatan makan, dan menu
 2. Terdapat kursi dan meja yang disediakan di sekitar truk untuk pelanggan yang ingin makan di tempat
 3. Warna truk yang lebih netral dengan beberapa aksan tulisan di bagian depannya



Sumber: Gayanti (2014)

- Desain 4**
1. Dimensi truk lebih tinggi di bagian atas
 2. Warna lebih mencolok dengan paduan tulisan yang lebih mendominasi dibandingkan gambar pada dinding truk
 3. Terdapat 1 papan menu yang terpajang secara terpisah dari truk
 4. Terdapat 4 jendela yang cukup tinggi di bagian samping untuk melakukan transaksi dengan pelanggan



Sumber: Ji-Young (2016)

- Desain 5**
1. Dimensi truk dibuat lebih besar di bagian belakang
 2. Warna yang terang dikombinasikan dengan karakter dari tokoh *brand*
 3. Terdapat jendela dan pintu untuk bertransaksi di bagian belakang truk



Sumber: (Sindo News (2015))

- Desain 6**
1. Dimensi truk berbentuk kotak
 2. Warna yang terang dikombinasikan dengan banyak tulisan dengan berbagai variasi dan sedikit gambar makanan
 3. Terdapat jendela yang lebar di bagian samping untuk bertransaksi dan dilengkapi tangga untuk mempermudah pelanggan mengaksesnya.



Sumber: Samadhan (n.d.)

Pada tabel di atas diketahui bahwa terdapat 6 desain truk dengan 15 Kansei *Word* yang akan dijadikan sebagai item survey bagi responden mahasiswa ITB Kampus Jatiningor. Nantinya, responden akan menilai masing-masing desain berdasarkan 15 Kansei *Word* sesuai dengan skala *likert* yang telah ditentukan.

Berdasarkan *principal component Analysis*, diperoleh koefisien KMO sebesar 0.906 yang berarti bahwa data sudah terpenuhi. Nilai signifikansi Barlett's Test of Sphericity sebesar 0.000 yang berarti bahwa sampel data memiliki faktor yang cukup untuk diekstraksi (Papaioannou et al., 2011). Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai konten pada setiap Kansei *Word* berada pada 3 komponen. Komponen pertama memiliki 45.283% variansi dengan Kansei *Word* yang terdiri dari populer, bersih, atraktif, sehat, enak, higienis, *instagrammable*, dan aman sehingga komponen pertama direpresentasikan sebagai komponen estetika higienis. Beberapa Kansei *Word* tersebut ditentukan berdasarkan factor loading terbesar. Komponen kedua memiliki 14.382% variansi dengan Kansei *Word* yang terdiri dari *mobile*, dinamis, unik, dan cepat sehingga komponen kedua direpresentasikan sebagai komponen dinamis otentik. Komponen ketiga memiliki 6.908% variansi dengan Kansei *Word* yang terdiri dari terjangkau, ekonomis, dan lokal sehingga komponen ketiga direpresentasikan sebagai komponen *affordable*.

Tabel 2. Loading values, variances dan komponen utama Kansei Word

Kansei Word	Komponen Utama		
	1	2	3
Unik	0.789	-0.085	0.153
Dinamis	0.774	-0.284	-0.278
Bersih	0.767	-0.191	0.341
Aman	0.767	-0.023	-0.050
Higienis	0.760	0.124	-0.171
Ekonomis	0.739	-0.247	-0.428
Cepat	0.730	-0.410	0.165
Terjangkau	0.729	-0.228	-0.403
<i>Instagrammable</i>	0.656	0.120	-0.116
Lokal	0.645	-0.083	0.296
Populer	0.630	-0.325	0.533
<i>Mobile</i>	0.630	0.476	-0.078
Atraktif	0.442	0.718	0.064
Sehat	0.465	0.714	0.015
Enak	0.395	0.597	0.137

Tabel 3. Final Cluster K-Means Analysis

Kansei Word	Komponen Utama		
	1	2	3
Unik	1.90	3.19	4.19*
Dinamis	1.90	3.03	4.12*
Bersih	2.00	2.94	4.12*
Aman	2.40	2.94	4.05*
Higienis	2.30	2.91	3.93*
Ekonomis	2.00	3.53	3.62*
Cepat	2.10	3.40	3.97*
Terjangkau	2.30	3.63	3.69*

<i>Instagrammable</i>	2.00	2.83	4.31*
Lokal	1.90	3.37*	3.36
Populer	1.80	3.01	4.04*
<i>Mobile</i>	2.00	3.29	4.23*
Atraktif	1.70	3.00	4.20*
Sehat	1.70	2.76	3.65*
Enak	2.40	3.24	4.00*

Berdasarkan Tabel 3, diketahui terdapat nilai cluster pada setiap Kansei Word untuk menentukan anggota setiap komponen utama. Namun, hasilnya cukup berbeda dengan hasil pada PCA. Komponen 1 tidak memiliki anggota, komponen 2 dari lokal, serta komponen 3 unik, dinamis, bersih, aman, higienis, ekoomis, cepat, terjangkau, *instagrammable*, populer, mobile, atraktif, sehat, dan enak. Hal yang perlu diingat pada metode *K-Means* ini adalah penentuan jumlah komponen utama telah ditentukan sejak awal analisis.

Pembahasan

Penelitian ini ditujukan untuk menentukan desain truk kantin yang tepat sesuai dengan target pasar. Berdasarkan *expert screening*, diperoleh 6 desain truk dan 15 Kansei Word. Hal ini berarti bahwa terdapat 6 pilihan desain truk yang masing-masing karakteristiknya akan diukur sesuai dengan Kansei Word sebagai kata sifat yang merepresentasikan kriteria yang sesuai dengan target pasar. 15 kata Kansei untuk desain food truck di kantin ITB Kampus Jatinangor menunjukkan bagaimana aspek-aspek emosional dan fungsional terintegrasi dalam menciptakan desain yang optimal dan sesuai dengan preferensi pengguna. Berikut makna dari masing-masing Kansei Word yang didasarkan pada riset Bispo & Almeida (2020), Lichy et al. (2022a, 2022b)).

1. Unik: Desain *food truck* harus memiliki elemen unik yang membedakannya dari food truck lain, menarik perhatian mahasiswa dan staf kampus.
2. Ekonomis: Desain harus mempertimbangkan aspek biaya, baik dalam produksi maupun operasional, sehingga harga makanan yang ditawarkan dapat tetap terjangkau bagi mahasiswa.
3. Populer: *Food truck* harus mencerminkan tren dan preferensi kuliner terkini untuk menarik minat konsumen yang lebih luas.
4. Dinamis: Desain yang fleksibel dan dapat dengan mudah disesuaikan dengan berbagai acara atau kebutuhan khusus di kampus.
5. Cepat (*service*): Efisiensi pelayanan menjadi kunci, sehingga food truck harus dirancang agar dapat melayani banyak pelanggan dalam waktu singkat.
6. *Mobile*: *Food truck* harus mudah dipindahkan untuk mendukung berbagai lokasi dan acara di kampus.
7. Aman: Aspek keamanan sangat penting, baik dari segi struktur food truck maupun dalam penyajian makanan.
8. Terjangkau: Harga yang kompetitif dan sesuai dengan daya beli mayoritas mahasiswa.
9. Atraktif: Desain visual yang menarik dan mencolok untuk menarik perhatian mahasiswa yang berlalu lalang.
10. Bersih: Menjaga kebersihan *food truck* dan area sekitarnya untuk memberikan kesan profesional dan higienis.
11. *Instagrammable*: Desain yang menarik untuk difoto dan dibagikan di media sosial, mendukung promosi gratis dari pelanggan.
12. Sehat: Penyajian makanan yang sehat untuk mendukung gaya hidup mahasiswa yang lebih sadar kesehatan.
13. Higienis: Standar kebersihan tinggi dalam penyimpanan dan penyajian makanan untuk mencegah kontaminasi.
14. Lokal: Menyajikan makanan khas lokal yang tidak hanya mendukung perekonomian lokal tetapi juga memperkenalkan budaya kuliner daerah kepada mahasiswa.

15. Enak: Kualitas rasa makanan tetap menjadi prioritas utama untuk memastikan kepuasan pelanggan dan keberlanjutan bisnis.

Analisis dari *screening* ini menunjukkan bahwa desain *food truck* yang ideal di ITB Kampus Jatinangor harus mampu menggabungkan aspek emosional dan praktis yang sesuai dengan kebutuhan pengguna kampus. Desain yang unik dan atraktif dapat menarik perhatian, sementara aspek ekonomis dan terjangkau memastikan bahwa harga makanan sesuai dengan anggaran mahasiswa. Aspek cepat, *mobile*, dan dinamis memungkinkan *food truck* beroperasi dengan fleksibilitas tinggi di berbagai lokasi dan acara kampus. Sementara itu, fokus pada kebersihan, kesehatan, dan rasa makanan memastikan bahwa *food truck* tidak hanya menarik, tetapi juga dapat diandalkan untuk menyediakan makanan berkualitas tinggi dan aman.

Penelitian ini juga bertujuan untuk mengeksplorasi preferensi desain kantin truk berdasarkan persepsi yang diungkapkan melalui kata-kata kansei menggunakan metode *Principal Component Analysis (PCA)*. Metode PCA telah digunakan secara luas dalam rekayasa kansei untuk mengidentifikasi dimensi utama yang memengaruhi persepsi pengguna terhadap suatu produk atau layanan. Dalam penelitian ini, PCA memungkinkan untuk mereduksi sejumlah besar kata-kata kansei menjadi beberapa komponen utama yang mewakili kesan umum yang diinginkan oleh responden. Komponen pertama menjelaskan 6.792% dari variansi total dan mencakup kata-kata kansei seperti populer, bersih, atraktif, sehat, enak, higienis, *instagrammable*, dan aman. Kata-kata ini mencerminkan preferensi responden terhadap kantin truk yang tidak hanya fungsional tetapi juga menarik secara visual dan memberikan kesan kebersihan serta kesehatan. Komponen kedua menjelaskan 2.157% dari variansi total dan mencakup kata-kata kansei seperti *mobile*, dinamis, unik, dan cepat. Hal ini menunjukkan bahwa responden juga menginginkan kantin truk yang dapat bergerak dengan mudah, menawarkan layanan cepat, dan memiliki desain yang unik serta dinamis. Komponen ketiga menjelaskan 1.036% dari variansi total dan mencakup kata-kata kansei seperti terjangkau, ekonomis, dan lokal. Ini mengindikasikan bahwa aspek ekonomi dan ketersediaan produk lokal juga menjadi pertimbangan penting bagi responden. Hasil PCA menunjukkan bahwa desain kantin truk yang populer di kalangan responden adalah yang menggabungkan estetika menarik, kebersihan, kesehatan, mobilitas, kecepatan layanan, keunikan, serta aspek ekonomi. Desain yang mengutamakan kombinasi dari elemen-elemen ini cenderung lebih disukai oleh responden.

Berdasarkan hasil *K-Means Clustering*, Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara hasil *Principal Component Analysis (PCA)* dan metode *K-Means Clustering* dalam menentukan makna dari setiap komponen utama. Dalam PCA, komponen utama diidentifikasi melalui nilai loading factor variabel-variabel Kansei, yang membantu menentukan karakteristik dominan dari setiap komponen. Misalnya, Komponen 1 dalam PCA meliputi variabel seperti populer, bersih, atraktif, sehat, enak, higienis, *instagrammable*, dan aman, yang secara keseluruhan merepresentasikan karakteristik "Estetika Higienis." Komponen 2 menggambarkan variabel seperti *mobile*, dinamis, unik, dan cepat, yang diidentifikasi sebagai "Dinamis Otentik," sedangkan Komponen 3 berisi variabel terjangkau, ekonomis, dan lokal, yang dikenal sebagai "Affordable." Sebaliknya, hasil *K-Means clustering* menunjukkan bahwa Komponen 1 tidak memiliki anggota variabel, Komponen 2 berisi variabel seperti "ekonomis," "terjangkau," dan "lokal," dan Komponen 3 mencakup berbagai variabel seperti "unik," "dinamis," "bersih," "aman," "higienis," "ekonomis," "cepat," "terjangkau," "*instagrammable*," "populer," "*mobile*," "atraktif," "sehat," dan "enak."

Perbedaan hasil ini dapat dijelaskan melalui beberapa faktor utama. Pertama, penentuan jumlah komponen utama yang digunakan dalam PCA dan *K-Means clustering* berbeda secara fundamental. Dalam PCA, jumlah komponen utama didasarkan pada analisis variansi dan nilai eigen, yang menekankan pada bagaimana setiap komponen menjelaskan variasi dalam data. Sebaliknya, dalam *K-Means clustering*, jumlah cluster sudah ditentukan sejak awal, yang bisa menyebabkan penetapan komponen utama yang kurang optimal dan tidak dapat menangkap struktur data yang kompleks. Kedua, dalam *K-Means clustering*, data numerik yang homogen—dengan banyak responden memberikan nilai seragam seperti 3 atau 4 pada skala penilaian—menyulitkan pemisahan yang jelas antara preferensi utama. Dengan banyaknya nilai seragam, perbedaan antara kelompok-kelompok dalam *clustering* menjadi kurang jelas, sehingga variabel-variabel Kansei yang seharusnya terpisah dalam komponen berbeda cenderung tergabung dalam satu komponen dalam hasil *clustering*. Selain itu, metode *K-Means clustering* dapat mengalami keterbatasan dalam membagi data menjadi cluster yang ideal, karena sangat bergantung pada jumlah cluster yang telah ditentukan sebelumnya dan sensitif terhadap outliers. Hal ini berarti bahwa hasil *clustering* bisa tidak mencerminkan struktur data yang sesungguhnya, seperti yang terlihat dalam analisis ini di mana variabel-variabel Kansei yang berbeda dikelompokkan ke dalam komponen yang tidak sesuai dengan interpretasi PCA.

Lebih lanjut, *K-Means clustering* hanya bisa membagi data ke dalam sejumlah cluster yang sudah ditentukan, yang berarti bahwa jika jumlah cluster tidak optimal, hasilnya mungkin tidak mencerminkan struktur data yang akurat. Akan tetapi, hal tersebut juga disebabkan oleh keterbatasan SPSS yang tidak dapat menghitung titik optimum dari jumlah cluster. Dalam studi ini, *K-Means clustering* menghasilkan komponen dengan penekanan yang berbeda dibandingkan PCA, menunjukkan bahwa variabel-variabel seperti "lokal" dan "ekonomis" dikelompokkan dalam Komponen 1 dan 2, sementara variabel-variabel yang lebih luas dan beragam digabungkan dalam Komponen 3. Hal ini menyoroti bahwa *K-Means clustering*, dengan asumsi jumlah cluster yang tetap, tidak selalu mampu menangkap nuansa preferensi variabel Kansei yang lebih kompleks dan beragam. Dengan kata lain, meskipun PCA memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang hubungan antara variabel melalui analisis variansi, *K-Means clustering*, dengan ketergantungannya pada jumlah cluster yang ditentukan, menunjukkan batasan dalam mengidentifikasi komponen utama yang benar-benar mencerminkan kompleksitas data Kansei. Kelemahan ini tercermin dalam cara *clustering* menghasilkan komponen yang sangat berbeda dari hasil PCA, yang dapat disebabkan oleh kesulitan dalam membedakan perbedaan preferensi dalam data homogen, serta keterbatasan intrinsik dari metode *clustering* dalam menangani struktur data yang kompleks.

Secara keseluruhan, analisis ini menunjukkan bahwa meskipun PCA dan *K-Means clustering* adalah metode yang bermanfaat dalam analisis data, mereka memiliki pendekatan dan keterbatasan yang berbeda. PCA lebih mampu menggambarkan hubungan variabel-variabel utama dalam data dengan memfokuskan pada variansi, sementara *K-Means clustering* mungkin lebih terbatas dalam merepresentasikan kompleksitas data jika jumlah cluster tidak ditentukan dengan hati-hati. Oleh karena itu, untuk analisis data Kansei yang lebih mendalam, disarankan untuk menggabungkan metode ini dengan pendekatan lain atau mempertimbangkan kembali jumlah cluster dalam *K-Means clustering* untuk mencapai hasil yang lebih akurat dan representatif.

Beberapa keterbatasan dalam penelitian ini perlu diperhatikan. Penelitian ini hanya melibatkan sampel dari kelompok usia tertentu yang mungkin tidak sepenuhnya mewakili populasi yang lebih luas. Selain itu, mengingat perdebatan yang ada mengenai penggunaan PCA untuk data ordinal, ada kemungkinan bahwa hasilnya dapat berbeda jika menggunakan teknik pemrosesan data lainnya. Hasil penelitian ini mungkin tidak dapat digeneralisasikan ke konteks lain selain desain kantin truk, karena preferensi desain dapat sangat kontekstual dan budaya. Pemilihan kata kansei mungkin terbatas dan tidak sepenuhnya mencakup semua aspek emosional dan perseptual yang relevan bagi responden. Dengan memahami batasan-batasan ini, penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan studi dengan melibatkan sampel yang lebih beragam dan menggunakan metode analisis tambahan untuk memvalidasi temuan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA), desain kantin truk yang paling disukai oleh responden adalah yang menggabungkan beberapa elemen penting. Adapun hasil pengolahan data menggunakan PCA menunjukkan bahwa terdapat 3 komponen utama, yakni komponen pertama (45.283% variansi) direpresentasikan sebagai "Aman dan Enak," komponen kedua (14.382% variansi) sebagai "Ekonomis Terjangkau," dan komponen ketiga (6.908% variansi) sebagai "*Mobile Instagrammable*". Hasil berbeda diperoleh dengan metode *K-Means Cluster Analysis* yakni Komponen 1 tidak memiliki anggota variabel, Komponen 2 berisi variabel seperti "ekonomis," "terjangkau," dan "lokal," dan Komponen 3 mencakup berbagai variabel seperti "unik," "dinamis," "bersih," "aman," "higienis," "ekonomis," "cepat," "terjangkau," "*instagrammable*," "populer," "mobile," "atraktif," "sehat," dan "enak". Perbedaan hasil antara PCA dan *K-Means clustering* disebabkan oleh PCA yang menentukan komponen berdasarkan variansi, sedangkan *K-Means clustering* menggunakan jumlah cluster tetap dari awal, yang dapat menyebabkan komponen kurang optimal dan kesulitan memisahkan data homogen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama keluarga, sahabat, dosen pembimbing Program Studi Manajemen Rekayasa Institut Teknologi Bandung. Penelitian ini tidak akan mungkin terlaksana tanpa bantuan dan kerja sama dari banyak pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiero, S., Lo Giudice, A., & Bonadonna, A. (2017). Street food and innovation: the food truck phenomenon. *British Food Journal*, 119(11), 2462–2476. <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2017-0179>
- Bispo, M. de S., & Almeida, L. L. (2020). Food trucks and food parks as a social innovation of eating out practice: A study in João Pessoa - Brazil. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 20, 100209. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100209>
- Burhanuddin, & Estiyono, A. (2018). Desain Food Truck Zangrandi Sebagai Sarana Pendukung Media Promosi Untuk Kawasan Food Truck Area di Surabaya. *Jurnal Sains Dan Seni*.
- Cengiz, E., Cengiz, F., Demirciftci, T., & Cobanoglu, C. (2018). Do food and beverage cost-control measures increase hotel performance? A case study in Istanbul, Turkey. *Journal of Foodservice Business Research*, 21(6), 610–627. <https://doi.org/10.1080/15378020.2018.1493893>
- Destiana, N. (2020). *Perubahan Perilaku Konsumen Menuntut Bisnis Beradaptasi*. <https://Majoo.Id/Blog/Detail/Perubahan-Perilaku-Konsumen-Menuntut-Bisnis-Beradaptasi>.
- Direktorat Sarana dan Prasarana ITB. (2023). *Pengumuman Pemilihan Penyedia Food Truck Kampus ITB Jatinangor*. <https://Ditsp.Itb.Ac.Id/Pengumuman-Pemilihan-Penyedia-Kantin-Kampus-Itb-Jatinangor-Institut-Teknologi-Bandung-Tahun-2023/>.
- Gayanti, M. D. (2014). *Menikmati Makanan Korea di Pinggir Jalan*. <https://telagaberita.wordpress.com/2014/06/29/menikmati-makanan-korea-di-pinggir-jalan/>
- Gopalan, B., G. S., V., & Tiwary, A. (2024). *Food Supply Chain Management, Logistics, and Ecosystems in the Internet Economy* (pp. 36–62). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2750-0.ch003>
- Institute for Justice. (2023). Food Truck Letter. *Institute for Justice*.
- Ji-Young, S. (2016). *Nongshim Japan's sales rise 22.6% in Q1*. <https://www.koreaherald.com/view.php?ud=20160412000954>
- Koay, K. Y., Cheah, C. W., & Ganesan, N. (2023). The rise of the food truck phenomenon: an integrated model of consumers' intentions to visit food trucks. *British Food Journal*, 125(9), 3288–3303. <https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2022-1092>
- Lichy, J., Dutot, V., & Kachour, M. (2022a). When technology leads social business: Food truck innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 181, 121775. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121775>
- Lichy, J., Dutot, V., & Kachour, M. (2022b). When technology leads social business: Food truck innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 181, 121775. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121775>
- Mokhtar, R., Othman, Z., & Fadzil Ariffin, H. (2018). Brand Equity and Revisit Intention towards Food Truck Business. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.29), 241. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.29.13324>
- Popmenu.com. (n.d.). *Food Truck Design*. <https://get.popmenu.com/post/food-truck-design-101>
- Qehaja, A. B., Kutllovci, E., & Pula, J. S. (2017). Strategic Management Tools and Techniques Usage: a Qualitative Review. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65(2), 585–600. <https://doi.org/10.11118/actaun201765020585>

- Samadhan. (n.d.). *Project Report: Food Truck Bussiness*.
- Shayana. (2023). *Brand Identity Project*. https://www.behance.net/gallery/173837897/SHAYANA-Brand-Identity?tracking_source=search_projects|Food+truck+design&l=1&
- Sindo News. (2015). *Serba serbi Food Truck*. <https://nasional.sindonews.com/berita/993780/149/serba-serbi-food-truck>
- Sulaiman, S. R. (2015). *Pengusaha “Food Truck” Ungkap Sejumlah Tantangan* . <https://Money.Kompas.Com/Read/2015/03/02/063200826/Pengusaha.Food.Truck.Ungkap.Sejumlah.Tantangan>.
- Waterworth, J., & Hoshi, K. (2016). *The Foundations of Human-Experiential Design* (pp. 31–46). https://doi.org/10.1007/978-3-319-30334-5_3
- Wicaksono, & Sukpto. (2019). Analisis persepsi konsumen tentang usulan strategi bauran ritel food truck di kota bandung. *Forum Ekonomi : Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi*, 21(1).
- Yekti, Y. N. D., & Yassierli. (2016). Kansei Engineering Using Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) and Cluster Analysis Methods . *4th SEANES International Conference on Human Factors and Ergonomics in South-East Asia*, 1.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

ANALISIS PERANCANGAN TROLI PERPUSTAKAAN BERDASARKAN STUDI KASUS DI UNIVERSITAS XYZ

(Analysis Of Library Trolley Design Based on A Case Study at XYZ University)

Khalisa Aurelia Listyafaiza¹, Atyanti Dyah Prabaswari²

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Sleman, Yogyakarta Indonesia

E-mail: atyanti.dyah@uii.ac.id

ABSTRAK

Mengangkat beban dalam intensitas dan jangka waktu yang lama dapat menimbulkan risiko cedera. Aktivitas manual dapat terjadi pada lingkup pendidikan, salah satunya di perpustakaan sebuah Universitas. Pada perpustakaan terjadi aktivitas manual seperti pemindahan buku, penyusunan buku pada rak, membawa buku, dan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko cedera pada aktivitas kerja pegawai perpustakaan Universitas XYZ. Selain itu, troli yang tersedia tidak sesuai dengan penggunaannya di perpustakaan. Nordic Body Map (NBM), Manual Material Handling dan Antropometri merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui rasa sakit pada tubuh pekerja. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada subjek menggunakan metode NBM, rasa sakit yang dirasakan dominan pada bagian kanan. Penggunaan metode Manual Material Handling dalam menganalisis beban pekerja serta risiko yang kemudian dapat disesuaikan dengan rancangan produk troli sesuai kebutuhan. Selanjutnya, didapatkan nilai RWL origin sebesar 5,13kg dan RWL destination sebesar 5,98kg. Nilai Lifting Index sebesar $1,012 > 1$ yang artinya dapat menimbulkan risiko cedera, sehingga diperlukan rekomendasi perbaikan. Perhitungan persentil yang didapat menggunakan P5, P50, dan P95 menjadi acuan dalam pengukuran desain troli. Kesimpulan yang didapat, aktivitas manual yang terjadi pada perpustakaan Universitas XYZ dapat menimbulkan risiko dan diperlukannya perbaikan terhadap aktivitas tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini menyediakan rancangan desain troli ergonomis untuk perpustakaan berdasarkan metode antropometri serta melalui hasil aktivitas kerja manual. Menggunakan analisis NBM setelah rancangan produk, terdapat penurunan bagian tubuh yang terasa sakit dari 10 bagian menjadi 5 bagian tubuh.

Kata kunci: *Manual Material Handling, Antropometri, Musculoskeletal Disorder, Troli.*

ABSTRACT

Lifting weights at high intensity and for long periods of time can pose a risk of injury. Manual activities can occur in the educational sphere, one of which is in a university library. In libraries, manual activities occur such as moving books, arranging books on shelves, carrying books, and so on. This study aims to determine the level of injury risk in the work activities of XYZ University library employees. In addition, the available trolleys are not suitable for use in libraries. Nordic Body Map (NBM), Material Handling Manual and Anthropometry are methods used to determine pain in workers' bodies. Based on interviews conducted with subjects using the NBM method, the pain felt was dominant on the right side. Using the Manual Material Handling method to analyze worker loads and risks which can then be adjusted to the trolley product design according to needs. Furthermore, the origin RWL value was 5.13kg and the destination RWL was 5.98kg. The Lifting Index value is $1.012 > 1$, which means it can cause a risk of injury, so recommendations for improvement are needed. The percentile calculations obtained using P5, P50, and P95 become a reference in measuring trolley designs. The conclusion obtained is that manual activities that occur in the XYZ University library can pose risks and require improvements to these activities. Therefore, this research provides an ergonomic trolley design for libraries based on anthropometric methods and through the results of manual work activities. Using NBM analysis after product design, there was a decrease in body parts experiencing pain from 10 parts to 5 parts of the body.

Keywords: *Manual Material Handling, Anthropometry, Musculoskeletal Disorder, Trolley.*

PENDAHULUAN

Memasuki era industri 4.0, menuntut ilmu sangat penting dalam menunjang pendidikan. Dalam berbagai opsi sumber ilmu, buku menjadi opsi pilihan sumber ilmu contohnya seperti di sekolah, universitas, perkantoran, dan lain-lain. Buku dapat menjadi pilihan disebabkan karena dapat dipinjam secara gratis, dapat ditemukan dimana saja, lebih nyaman untuk dibaca, dan lain-lain. Manfaat membaca buku antara lain dapat meningkatkan memori dan pemahaman, meningkatkan kemampuan berpikir, serta menambah pengetahuan (Wisuda Lubis 2020). Opsi untuk mendapatkan buku tanpa dengan membeli, yaitu dengan meminjamnya di perpustakaan.

Perpustakaan merupakan pusat informasi yang memiliki berbagai jenis buku dalam berbagai bidang ilmu. Perpustakaan memiliki peranan dalam meningkatkan gemar membaca untuk mendukung tingkat literasi agar siswa dapat belajar secara mandiri (Iztihana, A. and Arfa 2020). Selain itu, perpustakaan menjadi fasilitas yang dapat ditemukan dimana saja seperti di kampus, sekolah, ataupun perpustakaan kota. Pekerja dan pengunjung perpustakaan harus menyusun buku-buku dengan baik agar memudahkan pengunjung selanjutnya dalam pencarian buku. Perpustakaan yang teratur dan sistematis dapat membantu dalam proses belajar mengajar di perpustakaan tersebut (Mangnga 2015). Beban umumnya tidak berat, namun aktivitas yang dilakukan membutuhkan pengulangan yang berdampak pada postur kerja yang kaku (ASSOCIATION 1998).

Risiko cedera dapat terjadi atau menyebabkan gangguan sistem pada *Musculoskeletal*, khususnya pinggang apabila masih melakukan aktivitas secara manual (Ulfa and Handayani 2018). Membawa dan mengangkat buku secara manual dapat menyebabkan risiko kecelakaan kerja seperti jatuh, nyeri otot, salah posisi pengangkatan, dan lain-lain. Apabila hal tersebut sering terjadi maka dapat menimbulkan penyakit, contohnya MSDs. *Musculoskeletal Disorders* (MSD) adalah penyakit yang gejalanya dapat memengaruhi otot, saraf, tendon, ligamen sendi, tulang rawan, dan sumsum tulang belakang (Shobur, Maksuk, and Sari 2019). Menurut penelitian yang dilakukan di Jerman, gangguan muskuloskeletal menyumbang sebanyak 20% ketidakhadiran dan turut menyebabkan pensiun dini sebanyak 50% (Grandjean, 1993). MSDs timbul dari beberapa faktor seperti tempat, pekerjaan yang berulang, postur yang janggal dan statis, serta diidentifikasi berhubungan dengan nyeri bagian tubuh atas dan ketidaknyamanan yang ekstrem (Meenaxi and Sci, B Sudha - Int Res J Soc 2012). Hampir 75% cedera punggung terjadi saat mengangkat beban, seperti dalam pergudangan, pertanian dan konstruksi, misalnya pekerjaan terus-menerus dalam menangani beban secara manual (Pistolesi and Lazzarini 2020). Pada perpustakaan dalam memindahkan buku masih dengan aktivitas secara manual serta berulang, contohnya perpustakaan yang terdapat di Universitas XYZ.

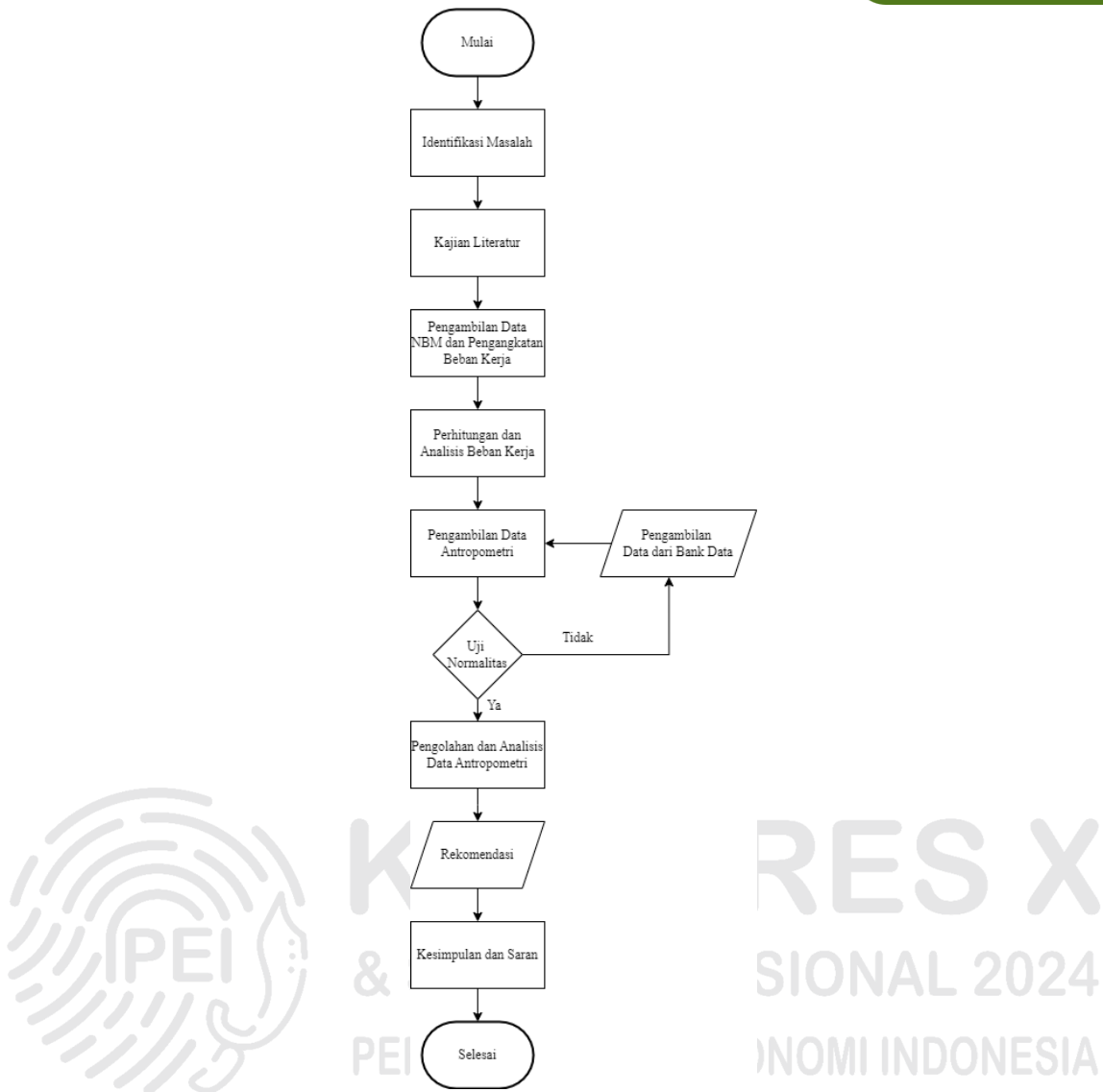
Hal yang dapat membantu untuk mengurangi risiko cedera dapat dengan menggunakan alat bantu saat melakukan aktivitas membawa atau pengangkatan, alat bantu tersebut dapat berupa misalnya troli. Troli adalah alat bantu yang diperuntukan dalam memindahkan barang dengan tujuan meringankan beban bagi pembawa barang (Zyahri and Purnomo 2020). Troli dapat meringankan pekerja perpustakaan dalam penataan buku, seperti ketika membawa buku dalam jumlah banyak. Pembuatan desain troli yang baik perlu memerhatikan aspek ergonomi. Ergonomi merupakan pemikiran seseorang dalam menciptakan suatu model kerja yang sehat, aman dan nyaman bagi penggunanya (Purwo Saputro and Suryati 2023). Lingkup ergonomi memerlukan studi tentang sistem yang melibatkan manusia, ruang kerja, dan lingkungannya berinteraksi satu dengan yang lainnya, dan memiliki tujuan utama untuk menyesuaikan lingkungan kerja dengan orang tersebut (Rochman, Astuti, and Setyawan 2012). Kegiatan tersebut melibatkan aktivitas pengangkatan dan penurunan secara manual. Hal tersebut dapat menimbulkan risiko cedera apabila dilakukan secara berulang.

Perpustakaan Universitas XYZ menyediakan troli yang dapat digunakan oleh pekerja maupun pengunjung. Namun, troli yang disediakan bukan troli yang khusus digunakan untuk mengangkut buku melainkan troli belanja. Berdasarkan hal itu, troli yang tersedia kurang ergonomis dan mengakibatkan pekerja kesulitan mengambil buku ketika menyusunnya pada rak buku. Pengukuran *Nordic Body Map* (NBM) pada responden perpustakaan Universitas XYZ dilakukan untuk mengetahui bagian sakit pada tubuh responden. Didapatkan hasil bahwa terdapat 10 bagian tubuh yang dirasakan, antara lain bahu kanan, lengan kiri atas, lengan kanan atas, pinggang, lengan kiri bawah, lengan kanan bawah, pergelangan tangan kanan, tangan kiri, tangan kanan, dan lutut kiri.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan mengukur risiko *Manual Material Handling* disesuaikan dengan hasil NBM yang didapatkan dalam perancangan troli. Troli akan dibuat sesuai dengan kebutuhan pegawai perpustakaan Universitas XYZ. Untuk itu, perlunya inovasi yang sesuai untuk memudahkan pengelola dalam penataan buku atau dalam membawa buku untuk meningkatkan keefektifitasan dan kefisiensian. Produk troli akan dibuat bersekat agar memudahkan pekerja serta ketinggiannya dapat disesuaikan.

METODE

Berikut merupakan alur penelitian dimana pengambilan data dilakukan di perpustakaan Universitas XYZ:



Gambar 1. Metode Penelitian.

Nordic Body Map

Kuesioner NBM adalah jenis kuesioner spesifikasi ergonomi yang digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan para pekerja dengan menggunakan kuesioner untuk mengetahui ketidaknyamanan yang dilakukan pihak pekerja (Adiyanto et al. 2022). Pada penelitian ini, operator diminta untuk mengisi kuesioner untuk mengetahui tingkat kesakitan pada bagian tubuh yang dirasakan ketika melakukan aktivitas di perpustakaan Universitas XYZ.

Manual Material Handling

Manual Material Handling (MMH) merupakan sebuah aktivitas yang melibatkan pemindahan beban oleh pekerja secara manual dalam durasi tertentu (Supri Adi, Suhardi, and Dwi Astuti 2010). MMH meliputi beberapa kegiatan seperti mendorong (*pushing*), mengangkat (*lifting*), membawa (*carrying*), menarik (*pulling*), memindahkan (*moving*), atau memegang (*holding*) suatu benda (Mindhayani and Purnomo 2016). Pada penelitian ini operator melakukan dua aktivitas, yaitu mengangkat (*lifting*) dan menurunkan (*lowering*). Hasil yang didapat kemudian dianalisis menggunakan *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI). Metode RWL menganalisis usaha seseorang dalam mengangkat atau memindahkan beban, serta memberikan saran batas beban yang dapat diangkat tanpa menimbulkan cedera meskipun dilakukan secara repetisi dalam durasi yang lama (Angraini and Daus 2016). Penulisan rumus RWL adalah sebagai berikut:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

LC (*Load Constant*) = Kontanta beban (maksimal 23 kg)

HM (*Horizontal Multiplier*) = Faktor pengali horizontal (25/H)

VM (*Vertical Multiplier*) = Faktor pengali vertikal [1-(0,00326 | V - 75 |)]

DM (*Distance Multiplier*) = Faktor pengali perpindahan yang dilihat dari jarak beban terhadap lantai [0,82 + (4,5/D)]

AM (*Asymmetric Multiplier*) = Faktor pengali asimetrik dilihat dari sudut simetri putaran yang dibentuk tubuh [1-(0,00326 x A (°))].

FM (*Frequency Multiplier*) = Rata-rata frekuensi pengangkatan

CM (*Coupling Multiplier*) = Faktor pengali kopling, pegangan pada suatu produk termasuk dalam kategori *good* atau *fair* atau *poor*

Berikut merupakan tabel *Frequency Multiplier*:

Tabel 1. Frequency Multiplier.

Frequency Lift/min (F)	Lama Kerja Mengangkat					
	≤ 1 jam		> 1 jam dan ≤ 2 jam		> 2 Jam dan ≤ 8 jam	
	V < 30 inch	V ≥ 30 inch	V < 30 inch	V ≥ 30 inch	V < 30 inch	V ≥ 30 inch
≥ 0,2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0,5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.94	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	75	75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
> 15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Berikut merupakan tabel *Coupling Multiplier*:

Tabel 2. Coupling Multiplier.

Coupling Type	Coupling Multiplier	
	V < 30 inch	V ≥ 30 inch
<i>Good</i>	1.00	1.00
<i>Fair</i>	0.95	1.00
<i>Poor</i>	0.90	0.90

Lifting Index (LI) merupakan indeks yang dapat mengetahui tingkat atau level pengangkatan yang berbahaya (Salim 2020). Apabila nilai LI yang didapatkan melebihi ketentuan aman, maka perlu dilakukannya perbaikan pada pengangkatan tersebut. Penulisan rumus LI adalah sebagai berikut:

$$Lifting Index = \frac{\text{Berat Objek (kg)}}{\text{Recommended Weight Limit}} \dots\dots\dots(2)$$

Setelah perhitungan LI didapatkan, melakukan analisis berdasarkan beberapa klasifikasi risiko cedera tulang. Berikut merupakan klasifikasi LI:

Tabel 3. Klasifikasi *Lifting Index*.

Klasifikasi	Analisis
LI ≤ 1	Aktivitas tidak mengandung risiko cedera tulang belakang
1 < LI ≤ 3	Aktivitas memiliki kemungkinan risiko cedera tulang belakang
LI > 3	Aktivitas mengandung risiko cedera tulang belakang

Antropometri

Antropometri adalah serangkaian pengukuran jumlah otot, tulang, dan jaringan adiposa yang digunakan untuk menilai komposisi tubuh (Rusdiarti, 2019). Antropometri merupakan cabang ilmu ergonomi yang memiliki hubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia yang digunakan dalam merancang fasilitas ergonomis (Iskandar and Janari 2021). Data operator pada penelitian ini berisikan informasi mengenai responden yang mencakup nama, umur, jenis kelamin, dan ukuran dimensi tubuh yang diambil untuk penelitian. Pengambilan data responden 30 dengan 1 responden primer (sebagai responden 1) dan 29 responden sekunder dengan rentan usia 18-22 tahun. Berikut adalah dimensi perancangan troli yang digunakan:

Tabel 4. Data Dimensi Antropometri.

Dimensi Antropometri	Bagian Troli
Lebar Bahu (LB)	Lebar troli
Lebar Maksimum (LBMax)	Panjang pegangan troli (untuk karet pelapis) pada setiap tangan
Tinggi Badan Tegak (TBT)	Tinggi troli
Tinggi Siku Berdiri (TSB)	Tinggi pegangan troli
Panjang Tangan (PT)	Jarak pegangan dan keranjang troli dengan acuan pada diameter pegangan

Berikut tabel berisi data operator yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 5. Data Operator.

Responden	Umur	Dimensi Tubuh				
		Lebar Bahu (LB)	Lebar Maksimum (LBMax)	Tinggi Badan Tegak (TBT)	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	Panjang Tangan (PT)
Responden 1	21	41	14	156	103	17
Responden 2	21	36	19,8	159	105	15,8
Responden 3	20	47	17	165	99	15,5
Responden 4	20	40	19,5	166,5	106	18
Responden 5	20	41	20,1	165,5	109	17,6
Responden 6	22	37	18,8	156,5	100,5	18
Responden 7	20	30,5	16,5	157,5	106	18
Responden 8	20	28,5	19,4	165	93,5	17
Responden 9	21	32,8	20	156	100,5	17,7
Responden 10	21	36,8	19,2	158,5	102	17
Responden 11	21	33,2	20,5	162,3	100,5	18
Responden 12	20	39,2	19,2	160,5	100	16,3
Responden 13	20	34	19,2	157,5	105,5	18,5
Responden 14	22	39	20	163,5	100,5	17,8
Responden 15	20	36	17,8	160	86,5	16,6
Responden 16	20	35,1	19	156,5	99,5	16,9
Responden 17	20	31,4	18	157,5	95,9	17,3
Responden 18	21	43,7	21,3	154	110,5	18,5
Responden 19	19	37	15	172	105,7	17
Responden 20	18	36,6	18,5	166	104,5	16
Responden 21	19	36,7	19,2	160,5	100,5	17,4
Responden 22	20	36,5	18	154,5	100	16
Responden 23	20	41	16	161	101,5	19
Responden 24	21	25	18,4	154	94	17,5
Responden 25	21	36	19	164	95,5	17,8
Responden 26	21	37,8	18,5	160	98	18,3
Responden 27	20	37,9	21,3	157,5	97	18
Responden 28	21	36,6	19,1	153	96	16,9
Responden 29	21	42,5	17,4	161	98	17,7
Responden 30	21	32,7	19	157,5	97	16,7

Sumber: Bank Data Laboratorium DSK&E Universitas XYZ

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nordic Body Map

Berikut merupakan data kuesioner pada operator:

Tabel 6. NBM Operator Sebelum Redesain Troli.

No	Bagian Segmen Tubuh	Tingkat Kesakitan			
		A	B	C	D
0	Upper neck/Atas leher	✓			
1	Lower neck/Bawah leher	✓			
2	Left shoulder/Kiri bahu	✓			
3	Right shoulder/Kanan bahu		✓		
4	Left upper arm/Kiri atas lengan		✓		
5	Back /Punggung	✓			
6	Right upper arm/Kanan atas lengan		✓		
7	Waist/Pinggang		✓		
8	Buttock/Pantat	✓			
9	Bottom/Bagian bawah pantat	✓			
10	Left elbow/Kiri siku	✓			
11	Right elbow/Kanan siku	✓			
12	Left lower arm/Kiri lengan bawah		✓		
13	Right lower arm /Kanan lengan bawah		✓		
14	Left wrist/ Pergelangan tangan Kiri	✓			
15	Right wrist/ Pergelangan tangan Kanan		✓		
16	Left hand/ Tangan Kiri		✓		
17	Right hand/ Tangan Kanan		✓		
18	Left thigh/ Paha Kiri	✓			
19	Right thigh/ Paha Kanan	✓			
20	Left knee/ Lutut Kiri			✓	
21	Right knee/ Lutut Kanan	✓			
22	Left calf/ Betis Kiri	✓			
23	Right Calf/ Betis Kanan	✓			
24	Left Ankle/ Pergelangan Kaki Kiri	✓			
25	Right Ankle/ Pergelangan Kaki Kanan	✓			
26	Left foot/kaki kiri	✓			
27	Right foot/kaki kanan	✓			

Pengukuran *Manual Material Handling* dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko cedera ketika melakukan aktivitas pengangkatan. Berikut merupakan data pengukuran operator pada *layout*:

Tabel 7. Pengukuran Operator pada *Layout*.

Berat Objek (kg)	Lokasi Tangan (cm)				Selisih Jarak Perpindahan (cm)	Sudut Asimetris (°)		Tingkat Frekuensi Lifts/min	Durasi (jam)	Jenis Kopling
	Awal	Tujuan		Awal		Tujuan				
L	H	V	H	V	D	A	A	F		C
5,3	67	0	44	72	72	0	0	5	2	Fair

Dapat dilihat pada tabel (**Tabel 6.**) berat objek adalah 5,3 kg, selisih jarak perpindahan sebesar 72cm, tingkat frekuensi sebesar 5, durasi selama 2 jam, dan jenis kopling adalah *fair*. Pada *layout* awal H didapatkan 67cm, V didapatkan 0cm, dan sudut asimetris sebesar 0°. Pada *layout* tujuan H didapatkan 44cm, V didapatkan 0cm, dan sudut asimetris sebesar 0°.

Recommended Weight Limit (RWL)

Berikut merupakan hasil perhitungan perhitungan RWL *origin* dan *destination* pada operator:

Tabel 8. Pengukuran Operator pada *Layout*.

Faktor Pengali	RWL <i>Origin</i>	RWL <i>Destination</i>
LC	23	23
HM	0,373	0,568
VM	0,755	0,990
DM	0,866	0,866
AM	1	1
FM	0,72	0,72
CM	0,95	0,95
TOTAL	5,1378 kg	5,9858 kg

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah didapatkan pada tabel (lihat **Tabel 7.**) Hasil perhitungan pada RWL *origin* adalah 5,13kg dan RWL *destination* adalah 5,98kg. Dalam melakukan kegiatan, operator tidak mengalami *twist*, sehingga sudut asimetris pada awal dan tujuan adalah 0°. Hasil perhitungan RWL *origin* lebih buruk dibandingkan RWL *destination* karena pada awal kegiatan operator mengambil beban dari lantai yang membuat posisi operator sangat membungkuk dan memberikan beban yang lebih besar dibandingkan ketika peletakan buku, dimana posisi tujuan berada lebih tinggi dibandingkan posisi awal. RWL yang terpilih untuk dilanjutkan dalam perhitungan LI adalah RWL terkecil, yaitu RWL *origin*. Pemilihan RWL terkecil digunakan untuk mengetahui risiko cedera yang lebih besar pada perhitungan.

Lifting Index (LI)

Berikut merupakan hasil perhitungan perhitungan LI pada operator:

$$Lifting\ Index = \frac{\text{Berat Objek (kg)}}{\text{Recommended Weight Limit}} = \frac{3,3}{3,1378} = 1,012$$

Berdasarkan hasil perhitungan LI yang didapat, 1,012 (LI) > 1. Maka nilai LI termasuk dalam kategori yang dapat menimbulkan risiko cedera, sehingga diperlukan rekomendasi perbaikan pada pegawai perpustakaan Universitas XYZ.

Antropometri

Perhitungan antropometri dilakukan untuk menyesuaikan kebutuhan redesain dari produk troli yang sudah ada sebelumnya. Berdasarkan pemilihan dimensi yang telah ditentukan (lihat **Tabel 4.**), selanjutnya dilakukan perhitungan persentil yang sesuai dengan kebutuhan produk troli. Berikut merupakan hasil perhitungan persentil:

Tabel 9. Perhitungan Persentil.

Antropometri	Rata-Rata	Standar Deviasi	P5	P50	P95
LB	36,61	4,52	29,16	36,16	44,06
LBMax	18,62	1,66	15,88	18,62	21,35
TBT	160,4	5,34	151,61	160,4	169,18
TSB	100,37	4,99	92,14	100,37	108,59
PT	17,32	0,86	15,90	17,32	18,74

Berdasarkan perhitungan persentil yang telah dilakukan (lihat **Tabel 8.**), selanjutnya dilakukan pemilihan persentil yang sesuai untuk desain troli. Pada LB digunakan P95 untuk menentukan lebar troli menjadi 44,06 cm. penggunaan P95 agar fitur dapat digunakan oleh orang dengan dimensi terbesar secara optimal serta memuat berbagai buku dengan bermacam ukuran. Pada LBMax digunakan P95 untuk menentukan panjang pegangan troli dimana akan diinovasikan diberi karet pelindung pada pegangan untuk setiap tangan menjadi 21,35 cm. Pada TBT

digunakan P5 untuk menentukan penyesuaian tinggi troli yang dapat di *adjust* hingga 151 cm. Pada TSB digunakan P50 untuk menentukan tinggi pegangan troli menjadi 100,37 cm. Pada PT digunakan P50 untuk menentukan jarak antara pegangan troli dengan keranjang troli dengan acuan pada diameter pegangan menjadi 17,32 cm. Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah didapatkan, maka dilakukan redesain produk troli yang ada di perpustakaan Universitas XYZ. Berikut merupakan desain troli sebelum dan sesudah perbaikan:



Gambar 2. Produk Troli Perpustakaan Sebelumnya.



Gambar 3. Redesain Produk Troli Perpustakaan.

Produk dibuat dengan memerhatikan dimensi tubuh yang telah didapatkan. Fitur tambahan pada produk antara lain pada bagian roda belakang terdapat tiga roda dimana troli dapat digunakan melewati tangga, terdapat delapan tempat rak buku pada sisi kanan dan kiri yang dapat digunakan untuk meletakkan buku sesuai dengan jenisnya, terdapat tablet kecil pada produk yang berfungsi sebagai alat untuk mengetahui letak rak buku sesuai dengan jenisnya dan data dapat diperbarui secara berkala. Selain itu, gagang troli *adjustable* sehingga dapat disesuaikan dengan pengguna.

Tabel 10. Tabel NBM Setelah Redesain Troli.

No	Bagian Segmen Tubuh	Tingkat Kesakitan			
		A	B	C	D
0	Upper neck/Atas leher	✓			
1	Lower neck/Bawah leher	✓			
2	Left shoulder/Kiri bahu	✓			
3	Right shoulder/Kanan bahu		✓		
4	Left upper arm/Kiri atas lengan		✓		
5	Back /Punggung	✓			
6	Right upper arm/Kanan atas lengan		✓		
7	Waist/Pinggang		✓		
8	Buttock/Pantat	✓			
9	Bottom/Bagian bawah pantat	✓			
10	Left elbow/Kiri siku	✓			

No	Bagian Segmen Tubuh	Tingkat Kesakitan			
		A	B	C	D
11	<i>Right elbow</i> /Kanan siku	✓			
12	<i>Left lower arm</i> /Kiri lengan bawah	✓			
13	<i>Right lower arm</i> /Kanan lengan bawah	✓			
14	<i>Left wrist</i> / Pergelangan tangan Kiri	✓			
15	<i>Right wrist</i> / Pergelangan tangan Kanan	✓			
16	<i>Left hand</i> / Tangan Kiri	✓			
17	<i>Right hand</i> / Tangan Kanan	✓			
18	<i>Left thigh</i> / Paha Kiri	✓			
19	<i>Right thigh</i> / Paha Kanan	✓			
20	<i>Left knee</i> / Lutut Kiri		✓		
21	<i>Right knee</i> / Lutut Kanan	✓			
22	<i>Left calf</i> / Betis Kiri	✓			
23	<i>Right Calf</i> / Betis Kanan	✓			
24	<i>Left Ankle</i> / Pergelangan Kaki Kiri	✓			
25	<i>Right Ankle</i> / Pergelangan Kaki Kanan	✓			
26	<i>Left foot</i> /kaki kiri	✓			
27	<i>Right foot</i> /kaki kanan	✓			

Berdasarkan perbandingan kuesioner NBM sebelum dilakukannya redesain produk troli (lihat **Tabel 6.**) dengan kuesioner NBM setelah dilakukannya redesain produk troli (lihat **Tabel 10.**) terlihat terdapat pengurangan letak titik rasa sakit yang dialami oleh operator. Sebelum dilakukan redesain, responden mengalami rasa sakit sebanyak 10 bagian tubuh, setelah perancangan ulang desain troli responden mengalami penurunan letak bagian tubuh menjadi 5 bagian tubuh antara lain kanan bahu, lengan kiri atas, lengan kanan atas, pinggang, dan lutut kiri.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini, risiko *Manual Material Handling* yang didapatkan berdasarkan perhitungan *Lifting Index* (LI) sebesar 1,03 yang artinya nilai LI > 1. Apabila nilai LI > 1 maka aktivitas yang dilakukan pegawai perpustakaan dapat menimbulkan risiko cedera, sehingga diperlukan rekomendasi segera untuk meminimalisir timbulnya risiko yang lebih berbahaya. Rekomendasi yang dapat diberikan berupa perubahan dari desain troli sebelumnya, yaitu ukuran pada lebar troli, tinggi troli, pemberian karet pelapis pada pegangan troli, dan tinggi pegangan troli yang dapat di sesuaikan. Penyesuaian pada dimensi troli tersebut bertujuan agar ukuran troli dapat digunakan oleh sebagian besar masyarakat. Pada desain produk sebelumnya tinggi troli menjadi bagian dimensi troli yang paling memberikan perbedaan karena tinggi troli disesuaikan dengan rata-rata tinggi berdasarkan hasil antropometri. Pemberian karet pelapis pada pegangan troli bertujuan agar pegangan tidak licin serta pegangan troli akan terasa lebih empuk ketika digunakan. Rekomendasi tersebut dapat menurunkan risiko dan meningkatkan produktivitas. Untuk perbandingan *Manual Material Handling*, belum dapat dilakukan karena produk masih berupa prototipe sehingga perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut menggunakan produk dalam ukuran normal dan dapat digunakan sesuai dengan fungsinya

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti yang terlibat mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan artikel penelitian ini. Terhusus kepada panitia Kongres dan Seminar Perhimpunan Ergonomi Indonesia Tahun 2024 yang telah memberikan wadah dan kesempatan bagi peneliti untuk menyalurkan dan berkolaborasi melalui artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanto, Okka, Effendi Mohamad, Rosidah Jaafar, Farid Ma'ruf, Muhammad Faishal, and Anggi Anggraeni. 2022. "Application of Nordic Body Map and Rapid Upper Limb Assessment for Assessing Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Case Study in Small and Medium Enterprises." *International Journal of Integrated Engineering* 14(4):10–19. doi: 10.30880/ijie.2022.14.04.002.
- Anggraini, Denny Astric, and Riko Ahmad Daus. 2016. "Analisis Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode Recommended Weight Limit (RWL) Di PT. Indah Kiat Pulp and Paper. Tbk." *Jurnal Surya Teknika* 2(04):49–55. doi: 10.37859/jst.v2i04.208.
- ASSOCIATION, UNIVERSITIES SAFETY. 1998. "Manual Handling in Libraries A Guide to Reducing Injuries from Manual Handling in Libraries." 1–11.
- Iskandar, Mukhamad Nur, and Dian Janari. 2021. "Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Antropometri Dan Ergonomi Partisipatori (Studi Kasus PT. Mataram Tunggal Garment)." *Industry Xplore* 6(2):57–66. doi: 10.36805/teknikindustri.v6i2.1745.
- Iztihana, A., &, and M. Arfa. 2020. "Peran Pustakawan MTSN 1 Jepara Dalam Upaya Mengembangkan Minat Kunjungan Siswa Pada Perpustakaan." *Ilmu Perpustakaan* 9(1):93–103.
- Mangnga, Alias. 2015. "Peran Perpustakaan Sekolah Terhadap Proses Belajar Mengajar Di Sekolah." *Jupiter* 14(1):38–42.
- Meenaxi, T., and Undefined Sci, B Sudha - Int Res J Soc. 2012. "Causes of Musculoskeletal Disorder in Textile Industry." *Isca.MeT Meenaxi, B SudhaInt Res J Soc Sci, Isca.Me* 1(4):48–50.
- Mindhayani, Iva, and Hari Purnomo. 2016. "Perancangan Sistem Kerja Berkelanjutan: Pendekatan Holistik Untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja." *Jurnal PASTI* 10(1):98–107.
- Pistolesi, Francesco, and Beatrice Lazzarini. 2020. "Assessing the Risk of Low Back Pain and Injury via Inertial and Barometric Sensors." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 16(11):7199–7208. doi: 10.1109/TII.2020.2992984.
- Purwo Saputro, Aziz, and Adelina Suryati. 2023. "Peran Ilmu Ergonomi Terhadap Keselamatan Kerja Di Sebuah Perusahaan." *MUFAKAT: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Dan Akuntansi* 2(2):1–11.
- Rochman, Taufiq, Rahmadiyah Dwi Astuti, and Fuad Dwi Setyawan. 2012. "Perancangan Ulang Fasilitas Fisik Kerja Operator Di Stasiun Penjilidan Pada Industri Percetakan Berdasarkan Prinsip Ergonomi." *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri* 11(1):1–8.
- Salim, Regina Fortunata. 2020. "Evaluasi Aktivitas Manual Lifting Pada Stasiun Kerja Viscose Pendekatan Biomekanika(Studi Kasus : PT. X)." *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC* (November):A05.1-A05.9.
- Shobur, Sherli, Maksuk Maksuk, and Fenti Indah Sari. 2019. "FAKTOR RISIKO MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA PEKERJA TENUN IKAT DI KELURAHAN TUAN KENTANG KOTA PALEMBANG." *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)* 6(2):113–22. doi: 10.36743/medikes.v6i2.188.
- Supri Adi, Puthut, Bambang Suhardi, and Rahmadiyah Dwi Astuti. 2010. "Analisis Manual Material Handling Berdasarkan Prinsip Biomekanika (Studi Kasus CV. Titian Mandiri)." 4(2):93–106.
- Ulfa, Farissa, and Oktia. Woro Kasmini Handayani. 2018. "Indeks Massa Tubuh, Kelelahan Kerja, Beban Kerja Fisik Dengan Keluhan Gangguan Muskuloskeletal." *Higeia Journal of Public Health Research and Development* 2(2):227–38.
- Wisuda Lubis, Silvia Sandi. 2020. "Membangun Budaya Literasi Membaca Dengan Pemanfaatan Media Jurnal Baca Harian." *Pionir: Jurnal Pendidikan* 9(1). doi: 10.22373/pjp.v9i1.7167.
- Zyahri, Moh, and Hari Purnomo. 2020. "Pengembangan Desain Produk Trolley Menggunakan Metode Kano." *Journal Penelitian* 122–29.

PERANCANGAN ALAT BANTU PADA PROSES PEMBUATAN KERUPUK DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PABRIK KERUPUK SINAR PAK JALI

(Designing Of Aid Tools In The Crackers Manufacturing Process Using An Ergonomic Approach to the Sinar Pak Jali Crackers Factory)

Diva Aryastari Kuntala¹, Nur Fajriah², Santika Sari³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Depok

2010312102@mahasiswa.upnvj.ac.id

ABSTRAK

Pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali merupakan usaha yang memproduksi kerupuk di daerah Bekasi. Pada saat proses pembuatan kerupuk, pekerja-pekerja merasakan ketidaknyamanan di berbagai bagian tubuh. Proses pengolahan pada pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali beberapa masih memakai peralatan manual serta tenaga manusia seperti pemindahan adonan, palet, dan kerupuk dengan tangan kosong. Pada pekerja di bagian pencetak kerupuk memiliki postur tubuh pekerja pada posisi yang tidak baik, hingga bisa mengakibatkan risiko cedera jika dilaksanakan dengan terus menerus. Banyak Upaya yang dapat dilakukan misalnya dengan rekonstruksi pabrik, namun tidak dapat menyelesaikan permasalahan MSDs. Maka dari itu, penulis memilih untuk merancang dan membuat alat bantu pekerja menggunakan metode Nordic Body Map (NBM) untuk mengetahui tingkat keluhan sakit yang alami pekerja serta dan Job Strain Index (JSI) untuk mengetahui risiko kerja yang perlu diturunkan. Hasil pengolahan data NBM serta JSI memperlihatkan jika pekerja pada stasiun kerja pencetak kerupuk mempunyai tingkat risiko berbahaya. Usulan perbaikan yang dilaksanakan yakni menggunakan merancang alat bantu menurut perhitungan antropometri berupa alat meja troli yang dapat naik-turun. Hasil perbandingan JSI sebelum serta sesudah perbaikan mengalami tingkat risiko yang menurun melalui alat bantu Troli yang dapat naik-turun.

Kata kunci: Musculoskeletal discomfort, NBM, JSI

ABSTRACT

Sinar Pak Jali Cracker Factory is a business engaged in the production of crackers in Bekasi area. During the cracker production process, workers experience discomfort in various parts of their bodies. The processing at Sinar Pak Jali Cracker Factory still involves the use of manual equipment and human labor, such as moving dough, pallets, and crackers by hand. Workers in the cracker molding section exhibit poor body posture, which can lead to injury if sustained over time. Numerous efforts can be undertaken, such as factory reconstruction, yet these alone may not resolve MSD issues. Therefore, the author opts to design and create ergonomic aids for workers using the Nordic Body Map (NBM) method to assess the level of discomfort experienced by workers, along with the Job Strain Index (JSI) to identify work-related risks that need mitigation. The NBM & JSI data processing results indicate that workers at the cracker molding workstation have a high-risk level. The proposed improvement involves designing assistive tools based on anthropometric calculations, specifically a height-adjustable trolley table. Comparison results between JSI before and after the improvement show a reduction in risk levels.

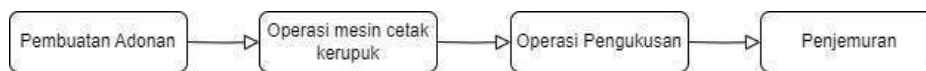
Keywords: Musculoskeletal discomfort, NBM, JSI

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara yang menginjak peringkat pertama sebagai negara dengan UMKM terbanyak di negara ASEAN. Menurut Katadata tahun 2021 kemarin, Indonesia telah menginjak angka 65 juta UMKM. Dengan banyaknya populasi UMKM di Indonesia, penting bagi pelaku usaha untuk mengamati dengan cermat dalam menjaga kesehatan dan kinerja para karyawannya. Namun, semakin banyaknya pekerja juga menimbulkan tantangan besar dalam menjaga kesehatan mereka, terutama untuk mencegah penyakit *musculoskeletal* atau penyakit yang berhubungan dengan otot dan tulang. Sebuah studi *cross sectional* dilaksanakan pada suatu industri minuman di Jawa Tengah dari Mei 2015 hingga Juli 2015. Populasi penelitian adalah 1839 pekerja yang bekerja di perusahaan minuman di Indonesia menghasilkan sebagian besar responden (71,84%) mengeluh menderita MSDs dalam 7 hari terakhir, dan 58,90% pada 12 bulan terakhir (Pramitasari, Pitaksanurat, Teerasak, & Laohasirwong, 2015). Masalah gangguan MSDs adalah keluhan yang banyak dirasakan oleh para karyawan di Indonesia dan memerlukan perhatian khusus. *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) adalah kelainan dan penyakit pada sistem muskuloskeletal yang dapat menyebabkan cuti sakit jangka panjang, perlunya rawat inap, dan klaim kompensasi pekerja yang tentunya memiliki dampak yang signifikan baik pada

individu maupun kelompok pekerja. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya Gangguan Muskuloskeletal (MSDs) dapat dibagi ke dalam empat kategori utama. Pertama, faktor-faktor pekerjaan seperti beban kerja yang diemban, postur kerja yang dipertahankan, durasi kerja yang panjang, dan gerakan yang dilakukan secara berulang-ulang. Kedua, faktor-faktor individu seperti usia, jenis kelamin, masa kerja dalam bidang tertentu, kebiasaan merokok, lamanya bekerja, kebugaran fisik, dan indeks massa tubuh (BMI). Ketiga, faktor-faktor lingkungan seperti suhu tempat kerja, tingkat getaran yang dialami, serta tingkat pencahayaan di lingkungan kerja. Terakhir, faktor-faktor sosial yang meliputi aspek-aspek seperti stres kerja, dukungan sosial di tempat kerja, dan persepsi terhadap beban kerja. Semua faktor ini dapat berperan dalam meningkatkan risiko terjadinya MSDs pada individu yang bekerja (Fahmiawati, 2021).

Kementerian Koperasi dan UKM menyampaikan bahwa provinsi penyumbang UMKM terbanyak adalah Jawa Barat. Jawa Barat kini dipenuhi dengan berbagai UMKM yang bersemangat, menciptakan lapangan kerja yang melimpah. Pabrik Sinar Kerupuk Pak Jali merupakan perusahaan produksi kerupuk putih yang berdiri sejak tahun 1996 di Jl. Pintu Air No.25 di Bekasi, Jawa Barat. Pada proses pembuatan kerupuk di Pabrik Sinar Kerupuk Pak Jali terdapat 4 proses aktivitas pekerjaan yang dilakukan secara manual. Gambaran jalur mekanisme produksi pada Pabrik Sinar Kerupuk Pak Jali ialah sebagai berikut (lihat Gambar 1.).



Sumber: Pengolahan Data (2023)

Gambar 1. Alur Proses Produksi.

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari wawancara kepada pemilik pabrik, pekerja berjumlah 30 karyawan yang terdiri dari 9 orang pekerja pada bagian produksi serta 21 orang pada bagian penjualan. Setiap harinya pabrik menghasilkan kurang lebih 20 ribu butir kerupuk yang siap digoreng. Pabrik sudah ramai di pagi hari untuk melakukan produksi mulai pukul 6:30 WIB hingga selesai pada pukul 14:00 WIB. Pada saat-saat tersebut, banyak proses yang mengharuskan pekerja untuk jongkok, membungkuk, berdiri, duduk, hingga berlari secara berulang. Hal ini disebabkan belum adanya alat *material handling* untuk menunjang perpindahan produk dari satu stasiun ke stasiun lainnya. Para pekerja hanya mengandalkan manual material handling. Penanganan material dengan manual (*Manual Material Handling/MMH*) adalah kegiatan yang melibatkan pengangkatan atau pemindahan barang menggunakan tenaga tangan atau tenaga tubuh manusia. Dalam aktivitas ini, termasuk di dalamnya adalah mengangkat beban dari satu tempat ke tempat lain, menurunkan barang dari tempat yang lebih tinggi, mendorong barang untuk memindahkannya ke lokasi yang diinginkan, menarik barang untuk menggesernya, dan membawa barang untuk disimpan atau digunakan (Agustin et al., 2020).

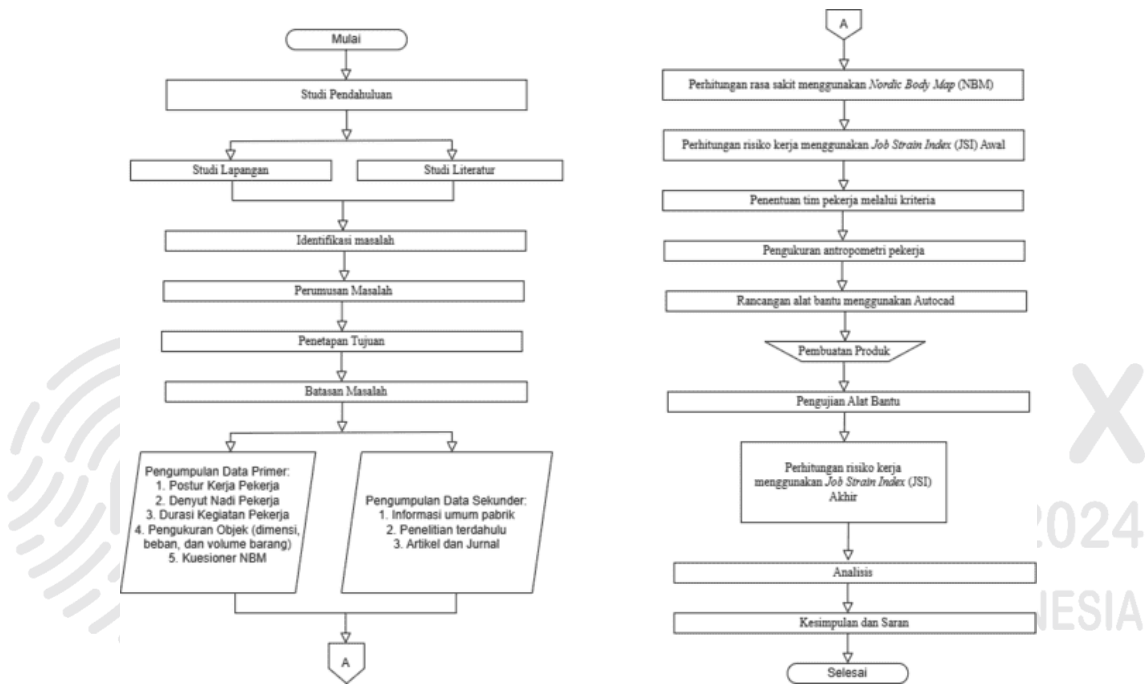
Imbasnya, saat melakukan observasi dan wawancara singkat pada pekerja, banyak pekerja yang mengaku merasa sakit di berbagai bagian tubuh. Banyak jenis upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki proses kerja pada pabrik namun tidak dapat menyelesaikan permasalahan MSDs, misalnya dengan rekonstruksi pabrik. Hal tersebut tidak dapat mengurangi masalah pada Pabrik Sinar pak jali karena pabrik masih menggunakan alat manual material handling, sehingga apabila pabrik direkonstruksi masih akan ada masalah MSDs. Contoh dari usaha yang dapat dikerjakan untuk membantu kendala tersebut ialah dengan membuat rancangan alat berupa *material handling* khusus dalam produksi kerupuk yang dapat digunakan untuk proses perpindahan produk dalam kegiatan produksi kerupuk dalam pabrik. Berangkat dari hal tersebut penulis melakukan pengamatan dan analisis awal pada setiap proses pekerjaan yang ada pada Pabrik Sinar Pak Jali agar dapat menyimpulkan tim mana yang paling memiliki urgensi tertinggi untuk dibuatkan alat bantu. Perancangan alat bantu yang ergonomis dapat diperoleh dengan pendekatan ergonomi dan antropometri yang disesuaikan dengan postur tubuh pengguna, agar memberikan keamanan, kenyamanan, serta efektif dapat mengurangi masalah cedera (Suheri, 2020).

Penelitian yang dijalani penulis memerlukan metode yang dapat menemukan keluhan dan risiko tertinggi pada tim yang akan dibuatkan alat bantu. Maka dari itu, penulis memilih metode Nordic Body Map (NBM) untuk mengetahui tingkat keluhan sakit yang alami pekerja serta dan Job Strain Index (JSI) untuk mengetahui risiko kerja yang perlu diturunkan. Metode Nordic Body Map digunakan untuk mengidentifikasi gangguan muskuloskeletal (MSDs) yang dialami oleh pekerja serta untuk mengetahui dengan lebih rinci bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja. Meskipun bersifat subjektif, kuesioner ini telah memiliki standarisasi dan dianggap valid untuk penggunaan tersebut (Dewi, 2020). Untuk melengkapinya, penulis menggunakan metode Job stain Index, yaitu metode pengukuran besarnya risiko cedera pada suatu pekerjaan dan tidak bersifat subjektif karena memiliki pengukuran yang langsung dalam keadaan aktual (Taufiqul Ihsan,

Mahbubah, & Ismiyah, 2021). Jadi, kedua metode ini saling melengkapi baik secara objektif maupun subjektif. Melalui *material handling* khusus yang dirancang, diharapkan dapat mengurangi cedera pekerja.

METODE

Pengukuran awal rasa sakit dan risiko kerja menggunakan NBM dan JSI, setelah ditentukan tim yang paling memiliki urgensi terbesar akan dibuatkan barang. Barang akan didesain menggunakan Autocad dan diuji kekuatannya dengan Solidoworks. Setelah desain dirancang, alat dibuat sesuai spesifikasi dan digunakan langsung oleh pekerja. Setelah itu, penulis akan menganalisis kembali menggunakan Job Strain Index (JSI) dan Nordic Body Map (NBM) untuk mendapatkan hasil akhir yaitu perubahan dari risiko kerja juga tingkat keluhan rasa sakit pekerja setelah adanya alat bantu rancangan penulis. Berikut merupakan alur metode dalam penelitian ini (lihat **Gambar 2.**)



Sumber: Pengolahan Data (2023)

Gambar 2. Metode Penelitian.

Nordic Body Map

Nordic Body Map (NBM) merupakan sebuah kuesioner yang digunakan untuk mengumpulkan informasi terkait rasa sakit pada tubuh. Partisipan yang mengisi kuesioner (lihat Gambar 2.) diminta memberikan penanda apakah ada ketidaknyamanan pada bagian-bagian tertentu dari tubuh mereka (Tedja Bhirawa Dan Erwin Wijayanto, 2023). Pengukuran ini menggunakan skala Likert sebanyak 4 tingkatan, dengan rentang skala 1 hingga 4. Pada 4 skala tersebut di setiap kategori keluhan mendapatkan skor TS = 1, CS = 2, S = 3, dan SS = 4. Peserta diminta untuk mengisi daftar cek terkait bagian tubuh yang terjadi rasa sakit saat bekerja, dengan menggunakan skala yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah pengisian kuesioner, penulis dapat melakukan perhitungan skor agar dapat melihat tindakan perbaikan yang dibutuhkan (Armanda et al., 2024). Setelah pengisian kuesioner, penulis dapat melakukan perhitungan skor agar dapat melihat tindakan perbaikan (lihat **Tabel 1.**) yang dibutuhkan.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Risiko Berdasarkan Total Skor individu.

Jumlah Nilai NBM	Tingkat Risiko	Tindakan Perbaikan
28-49	Rendah	Belum diperlukan tindakan perbaikan
50-70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari

71-90	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
91-112	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber: Armanda et al. (2024)

Job Strain Index

Job Strain Index (JSI) merupakan alat yang dipergunakan guna menilai tingkat bahaya suatu pekerjaan yang mungkin mampu menimbulkan cedera di tangan bagian atas, pergelangan tangan, lengan atas, ataupun pada bagian siku (Erliana, Irwansyah, Abdullah, Murdani, & Haris, 2022). Langkah-langkah dalam perhitungan Job Strain Index (JSI) yaitu menghitung skor sebagai berikut (Restuputri, Masudin, & Putri, 2020).

1. Menghitung Intensitas Usaha (Intensity of Exertion/IE)
2. Durasi Usaha (Duration of Exertion/DE)
3. Usaha per Menit (Effort per Minute/EM)
4. Posisi Tangan/Pergelangan Tangan (Hand/Wrist Posture/HWP)
5. Kecepatan Kerja (Speed of Work/SW)
6. Durasi Kerja per Hari (Duration of Task per Day/DD)

Setelah didapatkan skor pada masing-masing parameter, maka selanjutnya dilakukan perkalian kepada nilai-nilai tersebut, yaitu sebagai berikut:

$$JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD \dots \dots \dots (1)$$

Sumber : Siska & Suheri (2020)

Dimana:

- IE = Nilai *Intensity of Exertion*
- DE = Nilai *Duration of Exertion*
- EM = Nilai *Effort per Minute*
- HWP = Nilai *Wrist Posture*
- SW = Nilai *Speed of Work*
- DD = Nilai *Duration of Task per Day*



Tahap terakhir adalah mengevaluasi nilai dari JSI dan mencocokkan skor (**lihat Tabel 2.**) ke salah satu dari tiga kategori yang tersedia saat menentukan tingkatan risiko pekerjaan.

Tabel 2. Tabel Tingkat Risiko JSI.

Skor JSI	Keterangan
< 3	Pekerjaan yang diamati cukup aman
3-7	Pekerjaan yang diamati risiko menimbulkan cedera
>7	Pekerjaan yang diamati bahaya

Sumber : Masrikan, Sanjaya, Kalista, Wicaksono, & Suwardana (2022)

Antropometri

Antropometri adalah suatu ilmu yang berfokus untuk mempelajari bentuk tubuh, dimensi tubuh, kekuatan tubuh, dan kapasitas tubuh dalam melakukan pekerjaan yang pada umumnya bertujuan untuk merancang suatu usulan yang disesuaikan dengan kondisi tubuh manusia agar memiliki tingkat kenyamanan yang baik pada saat bekerja (Restu, 2020).

Autocad

Tahapan perancangan alat bantu menggunakan Autocad. Seiring berjalannya waktu, AutoCAD berkembang menjadi aplikasi perangkat lunak komprehensif yang mengatasi semua aspek teknik drafting dan desain (Hamad, 2021). Autocad digunakan untuk mendesain alat bantu menggunakan spesifikasi ukuran yang dibutuhkan sesuai dengan antropometri pekerja. Hasilnya berupa model 3d digital yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan tahan uji menggunakan aplikasi Solidworks.

Solidworks

Pada tahapan uji kekuatan alat dilakukan simulasi menggunakan Solidworks. Salah satu komponen yang penting untuk dilakukan uji kekuatannya adalah kerangka karena kerangka harus menopang beban yang akan dibawa. Maka dari itu, hasil model 3d digital yang didapatkan dari Autocad diuji kekuatannya menggunakan Solidworks.

Uji Prototipe

Alat bantu yang sudah dibuat sesuai spesifikasi kemudian langsung digunakan oleh pekerja selama 14 hari untuk selanjutnya dapat diuji kembali terkait kondisi pekerja setelah penggunaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam upaya pembuatan alat bantu bagi pekerja di Pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali, penulis menganalisis pabrik beserta kesembilan pekerja. Pabrik tersebut merupakan pabrik konvensional yang masih mengandalkan tenaga manusia dalam proses produksinya. Pabrik tersebut memiliki 4 aktivitas pekerjaan Dimana terdapat 9 orang pekerja. Berikut merupakan hasil dari pengumpulan data (lihat **Tabel 3.**)

Tabel 3. Deskripsi Kerja Pabrik.

No	Nama	Stasiun Kerja	Deskripsi Pekerjaan	Umur (Tahun)
1.	Ramlan	Pembuat Adonan	Mengaduk adonan dengan bumbu untuk dicetak.	37
2.	Ruslan	Pembuat Adonan		25
3.	Oyo	Pencetak Kerupuk	Menggunakan mesin pencetak serta menumpuk dan mengangkat palet yang sudah terisi kerupuk.	50
4.	Dani	Pencetak Kerupuk		45
5.	Yanto	Pencetak Kerupuk		35
6.	Aprian	Kukus Kerupuk	Mengukus adonan yang sudah tertumpuk di palet-palet.	22
7.	Ijo	Kukus Kerupuk		24
8.	Bisri	Penjemur Kerupuk	Menjemur kerupuk di papan kerupuk.	24
9.	Hendi	Penjemur Kerupuk		27

Sumber: Pengumpulan Data (2024)

Tentunya setiap pekerja memiliki urgensi yang berbeda-beda pada tingkat rasa sakit dan juga risiko cedera, maka dari itu penulis melakukan Analisa menggunakan NBM dan JSI untuk menentukan tim yang paling memiliki urgensi tertinggi untuk dibuatkan alat bantu.

Nordic Body Map

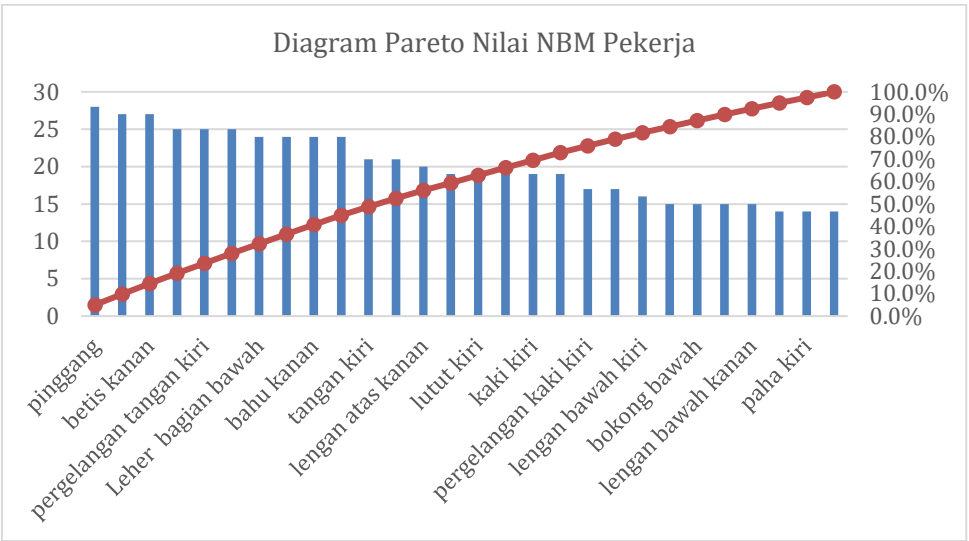
Peserta diminta untuk mengisi kuesioner terkait bagian tubuh yang terjadi rasa sakit saat bekerja, dengan menggunakan skala likert yang telah ditentukan sebelumnya. Berikut hasil kuesioner NBM (lihat **Tabel 4.**).

Tabel 4. Hasil Skor NBM Pekerja.

No.	Nama	Stasiun Kerja	Skor NBM	Tingkat cedera	Tindakan yang diperlukan
1.	Ramlan	Pembuat Adonan	52	Sedang	Mungkin memerlukan tindakan perbaikan di kemudian hari
2.	Ruslan	Pembuat Adonan	42	Rendah	Belum memerlukan tindakan perbaikan
3.	Oyo	Pencetak Kerupuk	93	Sangat Tinggi	Tindakan perbaikan menyeluruh sesegera mungkin
4.	Dani	Pencetak Kerupuk	61	Sedang	Mungkin memerlukan tindakan perbaikan di kemudian hari
5.	Yanto	Pencetak Kerupuk	73	Tinggi	Perbaikan segera
6.	Aprian	Pengukus	53	Sedang	Mungkin memerlukan tindakan perbaikan di kemudian hari
7.	Ijo	Pengukus	62	Sedang	Mungkin memerlukan tindakan perbaikan di kemudian hari
8.	Bisri	Penjemur	54	Sedang	Mungkin memerlukan tindakan perbaikan di kemudian hari
9.	Hendi	Penjemur	72	Tinggi	Perbaikan segera

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Dapat disimpulkan bahwa Pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali memiliki 1 pekerja yang memerlukan tindakan perbaikan menyeluruh sesegera mungkin, 2 pekerja yang memerlukan tindakan perbaikan segera, 5 pekerja yang mungkin memerlukan tindakan perbaikan di kemudian hari, dan 1 pekerja yang belum memerlukan tindakan perbaikan.



Sumber: Pengolahan Data (2023)

Gambar 3. Diagram Pareto Nilai NBM Pekerja

Berdasarkan hasil rekapitulasi kuesioner NBM pekerja, diketahui bahwa nilai keluhan rasa sakit tertinggi yaitu pada anggota tubuh bagian pinggang. Kondisi tersebut disebabkan pekerjaan pada Pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali masih dominan menggunakan manual material handling. Alat bantu yang dapat dirancang diharapkan dapat mengurangi cedera terutama pada pinggang.

Job Strain Index

Job Strain Index (JSI) merupakan alat yang dipergunakan guna menilai tingkat bahaya suatu pekerjaan yang mungkin mampu menimbulkan cedera di tangan bagian atas, pergelangan tangan, lengan atas, ataupun pada bagian siku (Erliana et al., 2022). Setelah mendapatkan skor setiap variable pada kesembilan pekerja, selanjutnya dilakukan pengalihan (lihat Rumus 1.) dan mendapatkan skor akhir JSI sebagai berikut (lihat Tabel 5.).

Tabel 5. Tabel Skor Akhir JSI.

Nama	Stasiun kerja	IE	DE	EM	HWP	SW	DD	JSI	Keterangan
Ramlan	Pembuat Adonan	1	2	0,5	2	1,5	1	3	Pekerjaan yang diamati tidak dianjurkan
Ruslan	Pembuat Adonan	3	2	0,5	1,5	1,5	1	6,7	Pekerjaan yang diamati berisiko
Oyo	Pencetak Kerupuk	6	2	0,5	1	1,5	1	9	Pekerjaan yang diamati bahaya
Dani	Pencetak Kerupuk	3	2	1	1	2	1	12	Pekerjaan yang diamati bahaya
Yanto	Pencetak Kerupuk	3	2	1	1	2	1	12	Pekerjaan yang diamati bahaya
Aprian	Kukus Kerupuk	3	2	0,5	2	1,5	1	9	Pekerjaan yang diamati bahaya
Ijo	Kukus Kerupuk	1	2	0,5	1,5	1,5	1	3,3	Pekerjaan yang diamati termasuk cukup aman

Bisri	Penjemur	1	3	0,5	3	1,5	2	13,5	Pekerjaan yang diamati bahaya
Hendi	Penjemur	1	3	0,5	2	1,5	2	9	Pekerjaan yang diamati bahaya

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Penentuan Tim Kerja Melalui Kriteria

Setelah melangsungkan pengolahan data dengan memakai metode NBM serta JSI, dilakukan komparasi pada ketiga data sehingga dapat diketahui stasiun kerja mana yang menunjukkan risiko tertinggi dan akan dibuatkan alat perbaikannya. Berikut adalah rekapitulasi hasil data NBM dan JSI berdasarkan tingkat risikonya (lihat **Tabel 6.**).

Tabel 6. Komparasi NBM dan JSI.

Nama	Stasiun kerja	NBM	JSI
Ramlan	Pembuat Adonan	Sedang	Tidak dianjurkan
Ruslan	Pembuat Adonan	Rendah	Risiko Cedera
Oyo	Pencetak Kerupuk	Sangat Tinggi	Berbahaya
Dani	Pencetak Kerupuk	Sedang	Berbahaya
Yanto	Pencetak Kerupuk	Tinggi	Berbahaya
Aprian	Kukus Kerupuk	Sedang	Berbahaya
Ijo	Kukus Kerupuk	Sedang	Cukup aman
Bisri	Penjemur	Sedang	Berbahaya
Hendi	Penjemur	Tinggi	Berbahaya

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Stasiun kerja Pencetak kerupuk adalah stasiun kerja yang paling dominan memiliki risiko yang besar baik pada NBM maupun JSI, karena pekerja mengalami sakit pada Leher, Pundak, Pinggang, Lutut kanan serta kiri, Betis kanan serta kiri, serta telapak kaki kanan serta kiri. Selain itu, pekerja stasiun Pencetak Kerupuk juga memiliki pekerjaan yang berbahaya berdasarkan analisis JSI karena pekerjaan mereka mengharuskan jongkok dan berdiri berulang-ulang yang mempengaruhi kenaikan jumlah denyut nadi per menit dan juga dilakukan dalam durasi yang lama. Berdasarkan kondisi tersebut, penulis memilih stasiun kerja pencetak kerupuk menjadi stasiun kerja yang akan dibuatkan alat bantu untuk mengurangi risiko cedera pekerja.

Pengukuran Antropometri Pekerja

Data antropometri tubuh yang dibutuhkan adalah tinggi siku berdiri pekerja untuk mengetahui tinggi meja tertinggi dari alat tersebut, diameter tangan untuk mengetahui ukuran diameter pegangan troli agar lebih nyaman digenggam, dan dimensi tulang ruas untuk mengetahui jangkauan terendah meja agar pekerja tidak perlu jongkok. Berikut merupakan pengolahan data antropometri (lihat **Tabel 7.**).

Tabel 7. Pengolahan Antropometri.

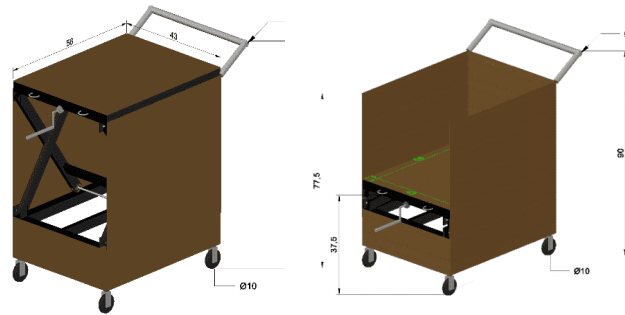
No.	Dimensi Tubuh	Persentil			Persentil yang digunakan	Fungsi Dimensi pada Alat	Ukuran (Pembulatan)
		5	50	95			
1.	Tinggi siku berdiri	89,9	91,7	93,4	5	Tinggi Alat	90
2.	Diameter tangan	4,6	5,0	5,3	50	Tinggi terendah meja	5
3.	Tinggi Tulang Ruas	76,7	77,1	77,5	95	Diameter genggam	77,5

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Pembuatan Produk

Alat bantu yang dirancang (lihat **Gambar 4.**) adalah troli yang dapat naik-turun. Alat ini dapat mempermudah pekerja pencetak kerupuk dalam melakukan kegiatan menumpuk palet tanpa perlu melakukan jongkok dan berdiri berkali-kali, juga mempermudah pekerja untuk memindahkan kerupuk ke stasiun berikutnya tanpa harus diangkat menggunakan tangan kosong. Adanya alat bantu troli yang dapat naik-turun, tentunya ada perubahan cara kerja pada aktivitas operator pencetak kerupuk. Para pencetak kerupuk bertugas menumpuk hasil kerupuk pada palet-palet kerupuk yang disediakan. Pada cara sebelumnya, pekerja operator pencetak kerupuk bekerja dengan cara

jongkok untuk menumpuk palet kemudian bangkit lagi untuk mengambil hasil cetakan dan berlangsung secara berulang-ulang hingga 20-30 kali dalam satu kali siklus. Kemudian setelah pekerja selesai menumpuk hingga kira-kira 20 palet di lantai, pekerja lalu mengangkat tumpukan palet yang berat tersebut dengan tangan kosong



yang diangkat oleh pundak hingga menuju stasiun mengukus dan siklus tersebut berlangsung berulang kali hingga 20-25 kali dalam satu hari. Setelah dibuat alat bantu troli yang dapat naik-turun, pekerja hanya perlu memindahkan palet kerupuk dengan posisi berdiri untuk meletakkan palet-palet kerupuk pada meja yang dapat dinaikkan, setelah sudah mencapai tumpukan tinggi meja dapat diturunkan dengan tuas dan pekerja dapat kembali menumpuk palet dengan posisi tetap berdiri. Selain itu pekerja tidak perlu bolak-balik setiap terkumpul satu tumpukan, karena troli dapat menampung 2 tumpukan dengan kira-kira 40 palet yang cukup untuk dimasukkan kedalam satu mesin kukus. Sehingga pekerja hanya perlu mengantar troli sebanyak 10 kali saja dalam satu hari.

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Gambar 4. Desain Alat Bantu.

Pada sub-bab sebelumnya telah ditentukan persentil dan ukuran yang dipilih untuk pembuatan barang, maka dari itu berikut merupakan spesifikasi ukuran troli (lihat Tabel 8.) yang sudah disesuaikan dengan objek dan antropometri pekerja pada tabel di bawah ini:

Tabel 8. Pengolahan data karakteristik teknis.

No.	Nama Ukuran	Ukuran (cm)
1.	Tinggi Gagang Troli	90
2.	Panjang Meja Troli	56
3.	Lebar Meja Troli	43
4.	Tinggi Meja Troli Tertinggi	77,5
5.	Tinggi Meja Troli Terendah	37,5
6.	Diameter Roda	10
7.	Diameter Pegangan Troli	5

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Pengujian Alat Bantu

Pada penelitian ini, alat bantu yang dibuat berbahan kayu tripleks untuk bagian meja dan berbahan besi untuk bagian kerangka. Uji kekuatan material dilaksanakan dengan menguji kerangka untuk diberi tekanan sejumlah 200N dengan baik menurut warna sesuai pada parameter yang berada di gambar. Penyebaran *Stress* merata dengan tidak adanya perubahan bentuk dan aman untuk digunakan. Berikut merupakan gambar simulasi kekuatan material (lihat Gambar 5.) memakai software Solidworks.



Sumber: Pengolahan Data (2024)

Gambar 5. Uji Kekuatan Material.

Setelah barang sudah berhasil dibuat (lihat **Gambar 6.**), dilakukan uji coba pada alat bantu di Pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali selama 14 hari pada tanggal 29 Mei 2024 hingga tanggal 11 Juni 2024. Selama 14 hari alat bantu troli meja yang dapat naik-turun ini digunakan oleh pekerja pencetak kerupuk secara bergantian, yaitu Oyo, Dani, dan Yanto.



Sumber: Pengolahan Data (2024)

Gambar 6. Hasil Jadi Alat Bantu.

Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berikut merupakan gambaran dokumentasi perbandingan pekerjaan pada aktivitas operator pencetakan kerupuk (lihat **Gambar.7 dan Gambar 8.**) sebelum dan sesudah menggunakan alat:



Sumber: Pengolahan Data (2024)

Gambar 7. Postur kerja sebelum perbaikan.

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Gambar 7. Postur kerja sesudah perbaikan.

Dapat terlihat terdapat perubahan dalam postur kerja sebelum menggunakan alat pekerja harus jongkok untuk dapat menyusun palet dengan sempurna, sedangkan saat pekerja menggunakan alat bantu tidak perlu lagi jongkok karena sudah ada troli meja yang dapat naik-turun.

Perhitungan Risiko Kerja Menggunakan JSI Akhir

Tabel 9. Perhitungan Ulang JSI.

Nama	Skor JSI Sebelum Perbaikan	Skor JSI Sesudah Perbaikan
Oyo	12 (Berbahaya)	1 (Cukup Aman)
Dani	12 (Berbahaya)	2 (Cukup Aman)
Yanto	9 (Berbahaya)	1 (Cukup Aman)

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Berdasarkan hasil perhitungan ulang JSI (lihat **Tabel 9.**) terjadi penurunan skor JSI akhir pada pekerja pelubangan plastik dengan skor awal berkategori berbahaya menjadi cukup aman. Pada Oyo mengalami perubahan dari skor 12 (berbahaya) menjadi 1 (cukup aman). Pada Dani mengalami perubahan dari skor 12 (berbahaya) menjadi 2 (cukup aman). Pada Yanto mengalami perubahan dari skor 9 (berbahaya) menjadi 1 (cukup aman).

KESIMPULAN

Menurut data Nordic Body Map (NBM), keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) yang dirasakan oleh para karyawan Pabrik Sinar Kerupuk Pak Jali nilai keluhan rasa sakit tertinggi yaitu pada anggota tubuh bagian pinggang karena pekerjaan pada Pabrik Kerupuk Sinar Pak Jali masih dominan menggunakan tangan, sering menunduk dalam melakukan aktivitas pekerjaannya, serta berdiri dalam waktu yang lama. Stasiun kerja Pencetak kerupuk adalah stasiun kerja yang paling dominan memiliki risiko yang besar pada JSI karena pekerjaan mereka mengharuskan jongkok dan berdiri berulang-ulang yang mempengaruhi kenaikan jumlah denyut nadi per menit dan juga dilakukan dalam durasi yang lama. Stasiun kerja pencetak kerupuk menjadi stasiun kerja yang dibuatkan alat bantu untuk mengurangi risiko cedera pekerja yaitu berupa alat meja troli yang dapat naik-turun. Alat bantu meja troli digunakan di pabrik selama 2 minggu (14 hari) sejak 29 Mei 2024 hingga tanggal 11 Juni 2024. Hasil perhitungan ulang JSI menunjukkan penurunan dari kategori berbahaya menjadi cukup aman.

Rekomendasi bagi para pekerja pabrik kerupuk sinar pak jali agar memerhatikan postur tubuh ketika bekerja dan selalu menggunakan alat bantu selanjutnya agar risiko keluhan sakit yang berakibat gangguan *musculoskeletal disorder* bisa diminimalkan. Dan untuk pabrik sejenis agar memperhatikan kebutuhan para pekerja terutama pada proses kerja untuk memiliki material handling yang sesuai dan memiliki tempat kerja yang aman dan nyaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih teruntuk pihak-pihak yang sudah memberikan banyak dukungan hingga akhirnya artikel ini dibuat. Terima kasih kepada Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM. ASEAN.Eng. selaku Plt Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta; Ibu Ir. Nur Fajriah S.T., M.T., IPM serta Ibu Santika Sari S.T, M.T selaku dosen pembimbing 1 dan 2, dan seluruh dosen serta staff Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang sudah memberikan ilmu serta bantuan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Artikel dalam Jurnal (Jurnal Primer)

- Agustin, H., Arianto, M. E., Idrus, S. M., Fajrianty, A., Nurrohmah, S., M. N., ... P, A. P. (2020). Edukasi Manual Material Handling Untuk Pencegahan Musculoskeletal Disorders Pada Pekerja Industri. *Jattec*, 1(2), 63–73.
- Armanda, Y., Rahmawati, R., Batubara, H., Industri, J. T., Teknik, F., & Tanjungpura, U. (2024). *REDESAIN MESIN PRESS BATAKO MOVEABLE UNTUK PERBAIKAN POSTUR KERJA MENGGUNAKAN METODE NORDIC BODY MAP (NBM) DAN RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA) INTEGRATE : Industrial Engineering and Management System*. 8(1), 75–80.
- Erliana, C. I., Irwansyah, D., Abdullah, D., Murdani, & Haris, A. (2022). *Measurement of Musculoskeletal Disorders Risk Level with Job Strain Index and Quick Exposure Check Methods at Palm Oil Sorting Operators* (p. 9). p. 9. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*.
- Fahmiawati, N. A. (Univeritas I. K. B. (2021). FAKTOR -FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KELUHAN MUSKULOSKELETAL DISORDER (MSDs) PADA PETANI PADI DESA NEGLASARI KECAMATAN PURABAYA KABUPATEN SUKABUMI TAHUN 2019. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.32832/pro.v4i5.5654>
- Masrikan, M., Sanjaya, K. T., Kalista, A., Wicaksono, N., & Suwardana, H. (2022). IMEJ Industrial Management and Engineering Jurnal Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental pada Karyawan Produksi Es Balok Menggunakan Metode Job Strain Index (JSI) dan Metode Nasa-TLX. *Industrial Management and Engineering Journal*, 1(1), 48–63. Retrieved from <http://journal.unirow.ac.id/index.php/IMEJ>
- Siska, M., & Suheri, F. (2020). *Redesign of Young Coconut Peeler Based on the Job Strain Index Method*(Siska & Suheri, 2020). *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*.
- Tedja Bhirawa Dan Erwin Wijayanto, W. (2023). Perancangan Tempat Tidur Lipat Yang Ergonomis. *Jurnal Teknik Industri*, 90–115.
- Dewi, N. F. (2020). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Perawat Poli RS X. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2). <https://doi.org/10.7454/jsht.v2i2.90>
- Taufiqul Ihsan, M., Mahbubah, N. A., & Ismiyah, E. (2021). Prima Indonesia. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 14.

Pramitasari, R., Pitaksanurat, S., Teerasak, P., & Laohasiriwong, W. (2015). Association Between Ergonomic Risk Factors and Work-Related Musculoskeletal Disorders in Beverage Factory Workers, Indonesia. *International Seminar and Workshop on Public Health Action "Building Healthy Community,"* 12(3), 196–200.

Buku

Hamad, M. M. (2021). *Autocad 2021 3d Modeling*. David Pallai.

Skripsi/Tesis/Disertasi

Suheri, F. E. (2020). *RANCANG ULANG ALAT BANTU PENGUPAS KELAPA MUDA BERDASARKAN METODE JOB STRAIN INDEX* (p. 112). p. 112. Pekanbaru: UIN SUSKA RIAU. Retrieved from <http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/25432%0A>

Naskah Konferensi

Rahadiyanti, A. (2020). Pengukuran Antropometri untuk Obesitas. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2020)*, (Ciastech). Retrieved from <https://ahligizi.id/blog/2020/10/23/pengukuran-antropometri-untuk-obesitas/>

Restuputri, D., Masudin, I., & Putri, A. R. C. (2020). *The comparison of ergonomic risk assessment result using job strain index and OCRA methods* (p. 10). p. 10. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.



KONGRES X
& SEMINAR NASIONAL 2024
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

DESAIN PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS DASHBOARD MENGUNAKAN COGNITIVE ERGONOMICS

DESIGNING PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS DASHBOARD BASED ON COGNITIVE ERGONOMICS

Wini Hardianti Santosa¹, Muhammad Iqbal²

¹Telkom University

²Telkom University

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu Bandung 40257, Jawa Barat, Indonesia

E-mail: winihardiantis@365.telkomuniversity.co.id

ABSTRAK

Pengembangan produk yang sukses seringkali bergantung pada kemampuan untuk mengelola informasi yang kompleks dengan efisien. Dalam konteks ini, perancangan dashboard yang optimal sangat penting karena menjadi jembatan utama antara data yang ada dengan keputusan strategis. Penggunaan prinsip-prinsip cognitive ergonomics dalam desain dashboard sangat relevan dalam upaya meningkatkan kualitas pengalaman pengguna. Misalnya, pengenalan pola membantu pengguna untuk mengidentifikasi tren dan pola penting dari data yang tersedia dengan lebih cepat. Sementara itu, konsep chunking memungkinkan informasi yang kompleks untuk diorganisir dalam bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih mudah diingat, yang dapat membantu pengguna untuk memproses informasi dengan lebih efektif. Selain itu, penerapan mental models dalam desain dashboard dapat membantu dalam menyediakan struktur kognitif yang konsisten bagi pengguna. Hal ini memungkinkan mereka untuk lebih mudah mengerti bagaimana informasi disajikan dan bagaimana mereka seharusnya menafsirkan data yang ada. Dengan demikian, desain dashboard yang mempertimbangkan cognitive ergonomics tidak hanya meningkatkan kegunaan, tetapi juga mengurangi kesalahan interpretasi dan meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan. Makalah ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih dalam bagaimana prinsip-prinsip ini dapat diterapkan secara efektif dalam konteks pengembangan produk, dengan harapan dapat memberikan panduan yang bermanfaat bagi praktisi dan peneliti di bidang ini. Dalam konteks pengembangan produk yang kompleks dan berkelanjutan, integrasi prinsip-prinsip cognitive ergonomics dalam desain dashboard menjadi semakin krusial. Ini tidak hanya membantu dalam menyederhanakan kompleksitas informasi, tetapi juga membuka peluang untuk inovasi lebih lanjut dalam cara kita memahami dan menggunakan data untuk tujuan pengembangan produk. Dengan demikian, memahami bagaimana prinsip-prinsip ini dapat diterapkan secara praktis dalam desain dashboard pengembangan produk adalah langkah penting menuju pengambilan keputusan yang lebih cerdas dan berbasis data.

Kata kunci: Cognitive Ergonomics, Perancangan Produk, Dashboard, DSS

ABSTRACT

Successful product development often relies heavily on the efficient management of complex information. In this context, well-designed dashboards serve as pivotal bridges between existing data and strategic decision-making processes. The integration of cognitive ergonomics principles in dashboard design is paramount for enhancing the quality of user experience. For instance, pattern recognition aids users in swiftly identifying crucial trends and patterns from available data. Similarly, chunking facilitates the organization of complex information into smaller, more digestible segments, thereby improving users' information processing efficiency. Moreover, employing mental models in dashboard design establishes a consistent cognitive framework for users, enhancing their understanding of data presentation and interpretation. Consequently, dashboards that incorporate cognitive ergonomics principles not only enhance usability but also minimize interpretation errors and accelerate decision-making processes. This paper aims to explore these principles in depth within the realm of product development, offering practical insights for both practitioners and researchers in the field. In the realm of complex and ongoing product development endeavors, the incorporation of cognitive ergonomics principles into dashboard design becomes increasingly critical. This approach not only simplifies information complexity but also fosters innovation in how data is comprehended and utilized for advancing product development goals. Thus, understanding the

practical application of these principles in designing product development dashboards is essential for fostering smarter, data-driven decision-making practices.

Keywords: *Cognitive Ergonomic, New Product Development, Dashboard, DSS*

PENDAHULUAN

Banyak perusahaan manufaktur yang mengandalkan kemampuan mereka untuk mengembangkan produk baru dan menyempurnakan produk yang sudah ada. Aktivitas Desain dan Rekayasa Produk (PDE) mewakili hubungan antara riset perusahaan dan aktivitas manufaktur. Pengembangan Produk adalah serangkaian aktivitas yang dimulai dengan persepsi peluang pasar dan diakhiri dengan produksi, penjualan, dan pengiriman produk (Ulrich & Eppinger, 2015). Aktivitas ini biasanya dilakukan oleh tim (atau bahkan unit organisasi tertentu) yang terdiri dari 4 fungsi utama yang menjadi pusat aktivitas pengembangan produk, yaitu *marketing*, desainer, manufaktur dan *purchasing*. *Marketing* memediasi interaksi antara perusahaan dan pelanggan, biasanya memfasilitasi identifikasi peluang pengembangan produk, mendefinisikan segmentasi pelanggan dan mengidentifikasi kebutuhan pelanggan. Desainer memainkan peran dalam mendefinisikan bentuk fisik dari produk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Manufaktur bertanggungjawab untuk mendesain, mengoperasikan dan mengkoordinasikan sistem produksi untuk menghasilkan produk. Sedangkan, *purchasing* berperan dalam pengadaan barang yang diperlukan untuk pengembangan produk. Selain fungsi inti, terdapat pula *extended team* yang terdiri dari pemasok, *finance*, penjualan dan legal. Pengembangan produk melibatkan pengelolaan proyek, jadwal, sumber daya, dan kolaborasi yang kompleks di antara anggota tim. Tim pengembangan produk sering kali mengalami kesulitan dengan banyaknya informasi dan alur kerja yang tidak efisien. Kenyataannya, sangat sedikit produk yang dapat dikembangkan dalam waktu kurang dari 1 tahun, banyak diantaranya yang memerlukan waktu 3 hingga 5 tahun, dan ada pula yang membutuhkan waktu hingga 10 tahun. Biaya pengembangan produk sebanding dengan jumlah orang di tim proyek dan durasi proyek. Tingkat keberhasilan produk baru berada di sekitar 60%, dan hanya 50% dari produk baru yang dikomersialisasikan berhasil memperoleh keuntungan (Barczak, Griffin, & Kahn, 2009). Terjadi penurunan persentase penjualan dan keuntungan yang berasal dari produk baru, dengan kurang dari sepertiga total penjualan dan keuntungan dihasilkan oleh produk baru (Barczak dkk., 2009). Kenyataan ini mendorong perusahaan untuk terus mencari cara meningkatkan efisiensi pengembangan produk baru (misalnya, pengurangan biaya, percepatan waktu ke pasar) dan efektivitas, seperti, peningkatan kualitas produk baru, dan keberhasilan pasar yang lebih besar. Keunggulan kompetitif dari inovasi perusahaan sangat bergantung pada keluaran kegiatan-kegiatan PDE, dan kegiatan-kegiatan tersebut memerlukan biaya yang cukup besar dan berisiko, sehingga diperlukan usaha untuk meningkatkan produktivitas kegiatan pengembangan produk (Grimaldi dkk., 2021).

Salah satu cara untuk meningkatkan hasil pengembangan produk baru (NPD) adalah dengan memanfaatkan alat teknologi informasi (TI) (Nambisan, 2003). Lebih dari 90% eksekutif senior yang disurvei oleh Accenture menyatakan bahwa TI memungkinkan inovasi (O'Mahony, Padmore, & Suh, 2003). Pernyataan ini mendorong perusahaan untuk menggunakan TI guna mendukung dan meningkatkan proses NPD mereka (Cooper, 2007). Namun, penelitian empiris yang mendukung klaim tentang efek positif penggunaan TI terhadap hasil NPD masih terbatas (Dewett & Jones, 2001). Makalah ini bertujuan untuk mengisi beberapa kekosongan dalam penelitian tersebut.

Dashboard pengembangan produk merupakan sebuah alat untuk memvisualisasikan informasi dan data terkait dengan seluruh proses pengembangan produk. Dengan menggunakan dashboard yang efektif, tim pengembangan produk dapat dengan lebih efisien melacak kemajuan proyek mereka, mengidentifikasi potensi masalah yang muncul selama proses pengembangan, dan mengambil keputusan yang lebih tepat waktu dan berbasis data. Dashboard ini tidak hanya menyediakan gambaran visual yang jelas tentang status proyek dan metrik kunci yang relevan, tetapi juga memungkinkan para pengambil keputusan untuk memahami secara cepat dan rinci mengenai kondisi terkini dari setiap fase pengembangan produk. Dengan demikian, keberadaan dashboard tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tim pengembangan produk, tetapi juga mendukung transparansi dan akuntabilitas dalam pengambilan keputusan strategis.

Cognitive ergonomics, atau ergonomi kognitif, adalah bidang ilmu yang mendalami bagaimana manusia berinteraksi dengan teknologi, khususnya dalam konteks penggunaan sistem dan alat bantu yang kompleks. Dalam desain dashboard, penerapan prinsip-prinsip *cognitive ergonomics* berfokus pada pengoptimalan antarmuka

pengguna agar mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna akhir. Dengan menyediakan tata letak yang intuitif, navigasi yang jelas, serta visualisasi data yang efektif, desain dashboard yang mengikuti prinsip-prinsip ini dapat mempermudah pengguna dalam memahami informasi kompleks sekaligus meningkatkan efisiensi dalam pengambilan keputusan. Misalnya, pengguna dapat dengan cepat mengidentifikasi tren dan pola penting dari data pengembangan produk, serta merespons perubahan atau masalah yang muncul dengan lebih cepat dan tepat. Selain itu, penggunaan warna, simbol, dan representasi grafis lainnya yang sesuai dengan prinsip-prinsip *cognitive ergonomics* dapat membantu mengurangi kesalahan pengguna dan meningkatkan tingkat akurasi dalam interpretasi data. Dengan demikian, desain dashboard yang mempertimbangkan aspek-aspek ini tidak hanya memperbaiki pengalaman pengguna secara keseluruhan, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap efektivitas tim pengembangan produk dalam mencapai tujuan mereka secara efisien dan efektif.

Perancangan *dashboard* pengembangan produk yang efektif memerlukan pemahaman yang mendalam terhadap prinsip-prinsip *cognitive ergonomics*. Ergonomi kognitif menekankan pentingnya desain antarmuka yang mempertimbangkan cara kerja kognitif manusia, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengolah informasi kompleks dan membuat keputusan yang tepat. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini, dashboard dapat dirancang untuk menyajikan informasi secara visual dengan cara yang lebih intuitif dan *user-friendly*. Misalnya, pengguna dapat dengan cepat melihat grafik, diagram, dan indikator yang menggambarkan kinerja produk secara jelas dan terstruktur.

Prinsip-prinsip *cognitive ergonomics* juga mencakup penggunaan warna, simbol, dan representasi visual lainnya yang mempermudah pengguna dalam memahami dan menginterpretasi data. Pengaturan tata letak yang baik dan navigasi yang intuitif akan membantu pengguna untuk menavigasi dashboard dengan lancar dan efisien. Selain itu, desain dashboard yang mempertimbangkan kebutuhan dan preferensi pengguna akan meningkatkan kepuasan pengguna dan mengurangi tingkat kesalahan saat mengoperasikan sistem.

Dalam konteks pengembangan produk, dashboard yang efektif dapat berperan sebagai alat yang memungkinkan tim untuk melacak progres pengembangan, mengidentifikasi tantangan yang mungkin muncul, dan merespons perubahan pasar atau kebutuhan pelanggan dengan lebih responsif. Dengan visualisasi data yang baik, tim dapat mengambil keputusan berdasarkan informasi yang akurat dan relevan, yang pada gilirannya meningkatkan kemampuan perusahaan untuk mencapai tujuan bisnisnya.

Penerapan prinsip-prinsip *cognitive ergonomics* tidak hanya berdampak pada kemudahan penggunaan dashboard, tetapi juga pada efektivitas dan efisiensi tim dalam mengelola pengembangan produk secara keseluruhan. Dengan demikian, kesadaran yang kuat terhadap ergonomi kognitif dalam perancangan dashboard tidak hanya menjadi faktor pendukung keberhasilan pengembangan produk, tetapi juga memberikan nilai tambah yang signifikan bagi perusahaan dalam menghadapi persaingan pasar yang semakin ketat.

METODE

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menyelidiki penelitian sebelumnya yang relevan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang implementasi dan metode pengembangan dashboard yang efektif. Kajian ini mencakup analisis jurnal-jurnal dan artikel ilmiah terkait, dengan tujuan untuk mensintesis pengetahuan yang ada dan mengidentifikasi praktik terbaik dalam desain dan pengembangan dashboard. Dengan menggali penelitian sebelumnya, studi ini bertujuan untuk mengungkap wawasan tentang perkembangan teknologi dashboard, dampaknya terhadap proses pengambilan keputusan organisasi, serta metodologi yang digunakan untuk meningkatkan kegunaan dan fungsionalitasnya. Selain itu, penelitian ini juga mengeksplorasi bagaimana berbagai industri dan sektor telah menyesuaikan solusi dashboard untuk memenuhi kebutuhan spesifik, memberikan landasan penting untuk mengusulkan pendekatan inovatif dalam implementasi dashboard di masa depan.

2. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses pengembangan produk di perusahaan, dengan tujuan utama untuk mendalami alur kerja yang terjadi, mengidentifikasi kebutuhan yang muncul, serta memetakan berbagai masalah yang timbul di lapangan. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana setiap tahap dalam pengembangan produk dilaksanakan secara praktis, serta menangkap tantangan yang dihadapi oleh tim pengembang dalam kegiatan sehari-hari mereka. Wawancara

2.1 Wawancara dilakukan dengan pihak terlibat dalam proses pengembangan produk, termasuk:

- *Research and Development*: Untuk mengumpulkan informasi mengenai tahapan pengembangan produk secara keseluruhan mulai dari pembentukan ide hingga komersialisasi.
- *Manufaktur*: Untuk memahami proses pengembangan produk yang dilakukan oleh tim manufaktur mulai dari desain dan instalasi alat dan mesin yang digunakan untuk memproduksi produk baru, pembuatan prosedur kerja untuk penjaminan kualitas produk, melakukan percobaan produksi, hingga produksi massal.
- *Purchasing*: Untuk mengidentifikasi peran mereka melakukan pengadaan barang (*parts, direct indirect materials*), peralatan dan mesin untuk produksi.

3. Pengembangan

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah prototyping, sebuah pendekatan yang telah terbukti efektif dalam konteks pengembangan produk. Prototyping memungkinkan tim pengembang untuk membuat versi awal dari sistem atau aplikasi dengan fitur-fitur dasar yang direncanakan. Kemudian, prototipe ini diberikan kepada pengguna untuk dievaluasi, sehingga pengembang dapat menerima umpan balik langsung mengenai kegunaan dan kesesuaian sistem dengan kebutuhan mereka. Dengan menerapkan metode ini, pengembang dapat memperbaiki dan meningkatkan prototipe berdasarkan umpan balik yang diterima sebelum memulai pengembangan penuh. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi risiko kesalahan desain yang mahal, tetapi juga mempercepat proses pengembangan dengan memungkinkan perbaikan yang cepat berdasarkan umpan balik pengguna. Selain itu, prototyping mempromosikan keterlibatan pengguna secara lebih aktif dalam tahap awal pengembangan, yang dapat meningkatkan akseptabilitas dan adopsi sistem pada akhirnya.

4. Komunikasi dan Perencanaan

Melakukan komunikasi dengan pengguna adalah langkah kritis dalam pengembangan sistem untuk memastikan bahwa kebutuhan mereka dipahami dengan baik. Proses ini meliputi analisis mendalam terhadap kebutuhan yang ada, menetapkan tujuan yang jelas untuk pengembangan perangkat lunak, dan mengidentifikasi persyaratan yang diperlukan secara spesifik. Dengan berinteraksi langsung dengan pengguna, tim pengembang dapat memperoleh wawasan yang mendalam tentang bagaimana sistem harus berfungsi sesuai dengan harapan dan kebutuhan mereka, serta memastikan bahwa semua aspek yang penting telah dipertimbangkan sejak awal.

5. Pembuatan Gambaran Model

Membuat desain awal dashboard dan mengembangkan prototipe berdasarkan spesifikasi yang telah diidentifikasi adalah langkah penting dalam proses pengembangan. Prototipe ini meliputi wireframe, mockup, dan model interaktif yang digunakan untuk memvisualisasikan tampilan serta fungsi dasar dari dashboard, menggunakan Microsoft Excel sebagai platform utama. Ini memungkinkan tim pengembang untuk secara langsung menguji konsep, merancang struktur navigasi, dan mengevaluasi ketersediaan informasi yang dibutuhkan, sebelum mengalokasikan sumber daya lebih lanjut untuk pengembangan lanjutan.

6. Penyebaran Sistem dan Umpan Balik

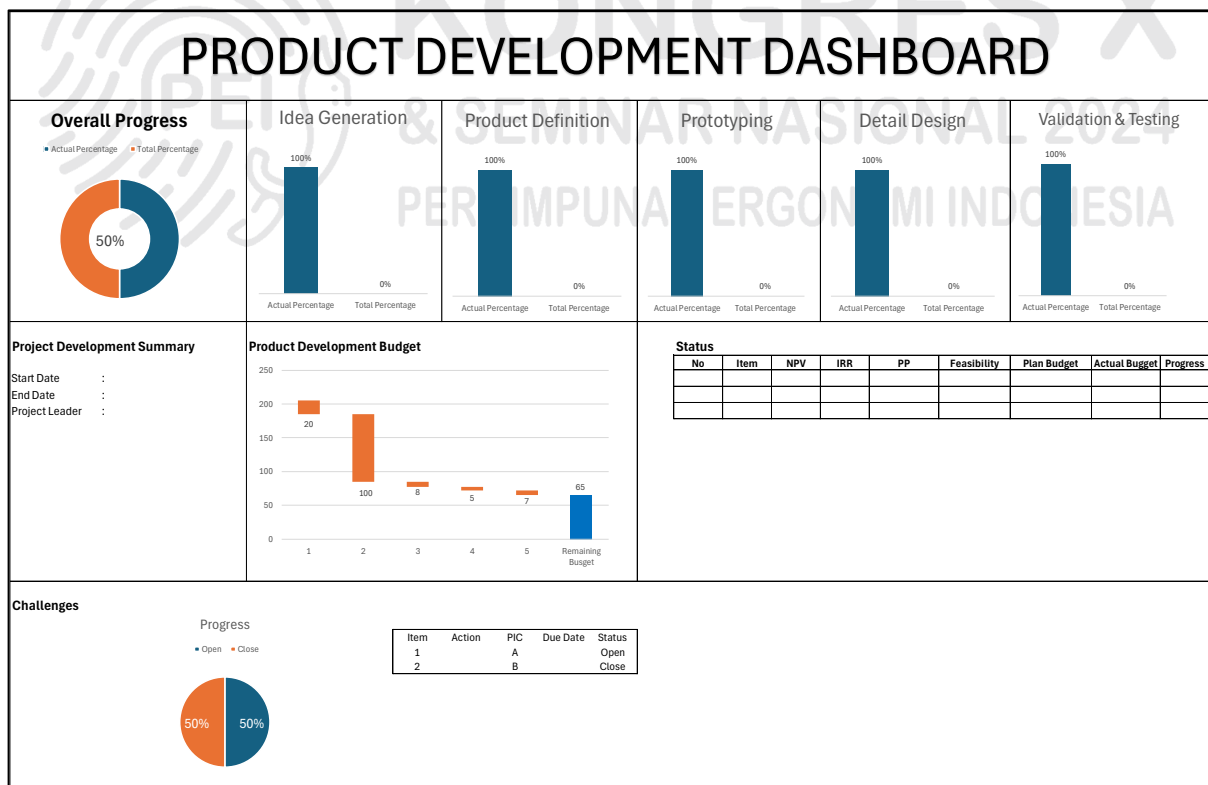
Pengguna memberikan umpan balik untuk memperbaiki model dashboard yang telah dibuat. Umpan balik ini menjadi dasar untuk melakukan penyesuaian dan perbaikan sehingga dashboard yang dikembangkan dapat sepenuhnya memenuhi kebutuhan dan preferensi pengguna. Proses ini penting untuk memastikan

bahwa dashboard tidak hanya berfungsi dengan baik secara teknis, tetapi juga memberikan pengalaman pengguna yang optimal dalam pengambilan keputusan dan analisis data.

Metode pengumpulan data ini dirancang dengan tujuan untuk memperoleh data yang akurat dan komprehensif, yang kemudian digunakan untuk mendukung pengembangan dashboard sesuai dengan kebutuhan dalam pengembangan produk. Metode ini melibatkan langkah-langkah seperti observasi langsung, wawancara mendalam, dan studi literatur untuk memastikan bahwa informasi yang terkumpul tidak hanya relevan tetapi juga dapat diandalkan. Dengan memastikan data yang diperoleh adalah tepat dan lengkap, diharapkan dashboard yang dihasilkan mampu memberikan visualisasi dan analisis yang efektif bagi pengambilan keputusan strategis dalam pengembangan produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dashboard menghadirkan informasi secara visual berdasarkan kebutuhan untuk mencapai hasil yang diinginkan. Selain itu, dashboard menampilkan informasi dalam bentuk diagram, indikator visual, laporan, dan mekanisme peringatan yang dikembangkan berdasarkan data yang relevan. Dashboard juga merupakan aplikasi sistem informasi yang digunakan oleh manajer untuk mempresentasikan kinerja sebuah perusahaan atau organisasi [3]. Langkah terakhir adalah desain dashboard, yang disusun sesuai dengan kebutuhan perusahaan setelah berdiskusi dengan pihak terkait untuk menentukan tujuan dan tampilan visual yang diinginkan. Visualisasi data yang digunakan, seperti bar chart, berbeda dengan yang digunakan dalam penelitian Zahra, dkk. [10], yang menggunakan line chart. Pilihan ini dipilih untuk memudahkan perbandingan data kategorikal yang dominan dalam tampilan dashboard perusahaan. Rancangan dashboard ini ditampilkan dalam gambar berikut.



Gambar 1. Dashboard Pengembangan Produk

Prinsip utama dashboard ini adalah merepresentasikan proses pengembangan produk, yaitu tahapan yang diperlukan dalam pengembangan produk. Pada setiap tahapan diperlukan analisis yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan di tahap tersebut. Dashboard yang dikembangkan merepresentasikan tahapan *idea generation*, *product definition*, *prototyping*, *detail design*, dan *validation & testing*. Dengan adanya dashboard ini, diharapkan dapat mendukung tim pengembang produk dalam

melakukan aktivitas pengembangan produk, dengan memberikan informasi yang relevan terkait dengan proses pengembangan yang berjalan. Visualisasi pada dashboard berfokus pada bagaimana keseluruhan proses dapat dipahami oleh tim pengembang produk. Visualisasi pada dashboard menunjukkan pencapaian proses, anggaran, serta item yang perlu diselesaikan (*challenges*) oleh tim pengembangan produk. Dengan visualisasi ini, diharapkan tim pengembang produk dapat menentukan aktivitas yang akan dilakukan untuk dapat mewujudkan produk yang sedang dikembangkan.

KESIMPULAN

Perancangan dashboard pengembangan produk yang efektif melibatkan banyak faktor, termasuk prinsip-prinsip cognitive ergonomics yang memainkan peran krusial dalam memastikan antarmuka pengguna yang optimal. Cognitive ergonomics, atau ergonomi kognitif, mengacu pada studi tentang interaksi antara manusia dan sistem, dengan fokus pada cara manusia memproses informasi, membuat keputusan, dan bekerja dengan alat atau antarmuka tertentu. Dalam konteks dashboard pengembangan produk, prinsip-prinsip ini diterapkan untuk meningkatkan pengalaman pengguna dengan memastikan dashboard mudah digunakan, dipahami, dan memberikan nilai tambah yang signifikan dalam pengambilan keputusan.

Pertimbangan utama dalam prinsip cognitive ergonomics adalah tata letak informasi. Tata letak yang baik memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menemukan informasi yang mereka butuhkan tanpa perlu melakukan pencarian yang rumit atau panjang. Informasi yang paling penting dan sering digunakan harus ditempatkan dengan strategis, sementara elemen-elemen tambahan dapat diakses dengan navigasi yang intuitif dan efisien.

Navigasi yang intuitif merupakan aspek penting lainnya. Pengguna harus dapat dengan cepat dan mudah menavigasi antara berbagai bagian dashboard tanpa kehilangan arah atau kebingungan. Penggunaan simbol, ikon, dan menu yang jelas dan konsisten membantu memastikan bahwa pengguna dapat dengan lancar berpindah antara modul atau fitur yang berbeda tanpa ada hambatan yang mengganggu.

Presentasi data yang jelas dan mudah dimengerti juga menjadi fokus dalam desain dashboard yang efektif. Ini mencakup penggunaan grafik, diagram, dan visualisasi data lainnya yang sesuai dengan jenis informasi yang disajikan. Misalnya, untuk data kuantitatif, penggunaan grafik batang atau diagram lingkaran bisa lebih efektif daripada presentasi teks mentah dalam membantu pengguna untuk memahami dan menganalisis data dengan cepat.

Dalam konteks pengembangan produk, penting untuk secara terus-menerus mengintegrasikan umpan balik pengguna dalam proses desain dashboard. Ini dapat dilakukan melalui sesi pengujian pengguna, wawancara mendalam, atau survei untuk memahami bagaimana pengguna berinteraksi dengan dashboard dan apa yang mereka harapkan dari sistem ini. Dengan memasukkan perspektif pengguna secara aktif, desain dashboard dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan dan preferensi mereka secara lebih akurat.

Selain itu, penggunaan teknologi yang tepat juga berperan penting dalam memastikan kualitas dashboard. Misalnya, penggunaan platform atau alat yang mendukung visualisasi data yang dinamis dan interaktif, seperti Laravel untuk backend dan Chart.js untuk visualisasi grafik, dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan menawarkan tampilan yang lebih menarik dan informatif.

Langkah-langkah penelitian yang disesuaikan dengan model prototyping memungkinkan iterasi yang berulang dan responsif terhadap umpan balik pengguna. Dengan mengembangkan prototipe dashboard berdasarkan kebutuhan dan spesifikasi yang telah teridentifikasi, pengembang dapat lebih mudah menyesuaikan fitur-fitur dan desain secara langsung berdasarkan umpan balik dari pengguna.

Aspek lain dari perancangan dashboard adalah integrasi data yang tepat dan akurat. Dashboard harus mampu mengintegrasikan data dari berbagai sumber dengan baik dan menghasilkan visualisasi yang konsisten dan dapat dipercaya. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memiliki gambaran yang komprehensif dan real-time tentang kinerja produk, tren pasar, atau indikator kunci lainnya yang penting bagi pengambilan keputusan strategis.

Penerapan prinsip cognitive ergonomics bukan hanya tentang membuat dashboard yang efektif secara teknis, tetapi juga tentang meningkatkan keterlibatan pengguna dan kepuasan mereka terhadap penggunaan dashboard. Dengan meminimalkan kelelahan mental dan meningkatkan efisiensi dalam memahami dan mengelola informasi,

perancangan yang berfokus pada pengguna dapat secara signifikan meningkatkan produktivitas dan efektivitas organisasi dalam merespons dinamika pasar dan tantangan bisnis yang berkembang.

Dengan demikian, integrasi prinsip-prinsip cognitive ergonomics dalam perancangan dashboard pengembangan produk tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan strategis. Ini mengarah pada pencapaian tujuan organisasi dengan lebih efisien dan efektif, dengan memanfaatkan teknologi dan desain yang sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna modern.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian, khususnya pihak yang berkontribusi dalam memberikan data dan informasi untuk menyediakan sumber daya dan wawasan untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ulrich, K. T., Eppinger, S. (2015): *Product Design and Development*, McGraw-Hill Education.
- Grimaldi, M., Greco, M., Cricelli, L., Rogo, F., & Scalvenzi, M. (2024). How Can Productivity in Product Design and Engineering Be Assessed? Guidelines to Build a Dashboard of KPIs. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 560–573. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3131387>
- Sedrakyan, G., Mannens, E., & Verbert, K. (2019). Guiding the choice of learning dashboard visualizations: Linking dashboard design and data visualization concepts. *Journal of Computer Languages*, 50, 19–38. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2018.11.002>
- Nadj, M., Maedche, A., & Schieder, C. (2020). The effect of interactive analytical dashboard features on situation awareness and task performance. *Decision Support Systems*, 135, 113322. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113322>
- Marzi, G., Ciampi, F., Dalli, D., & Dabic, M. (2021). New Product Development During the Last Ten Years: The Ongoing Debate and Future Avenues. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(1), 330–344. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2997386>
- Durmuşoğlu, S. S., & Barczak, G. (2011). The use of information technology tools in new product development phases: Analysis of effects on new product innovativeness, quality, and market performance. *Industrial Marketing Management*, 40(2), 321–330. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2010.08.009>
- Atici, U., Adem, A., Şenol, M. B., & Dağdeviren, M. (2023). A Systematic Review of Cognitive Ergonomics And Safety: General Trends And Application Areas. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 11(4), 1131–1161. <https://doi.org/10.29109/gujsc.1378288>
- Grandi, F., Prati, E., Peruzzini, M., Pellicciari, M., & Campanella, C. E. (2022). Design of ergonomic dashboards for tractors and trucks: Innovative method and tools. *Journal of Industrial Information Integration*, 25, 100304. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100304>
- Barczak, G., Griffin, A., & Kahn, K. B. (2009). PERSPECTIVE: Trends and Drivers of Success in NPD Practices: Results of the 2003 PDMA Best Practices Study *. *Journal of Product Innovation Management*, 26(1), 3–23. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00331.x>
- Nambisan, Satish (2003). Information systems as a reference discipline for new product development. *MIS Quarterly*, 27(1), 1–18.
- O'Mahony, R., Padmore, L., & Suh, B. (2003). The innovator's advantage: Using innovation and technology to improve business performance. White Paper. London, UK: Accenture.
- Cooper, Robert G. (2007). The thought column with Bob Cooper, creator of the StageGate® Idea-to-Launch. Product Development Institute, Working Paper Retrieved from http://www.prod-dev.com/downloads/working_papers/wp_25_2.pdf.
- Dewett, T., & Jones, G. R. (2001). The role of information technology in the organization: A review, model, and assessment. *Journal of Management* 27(3), 313–346. <https://doi.org/10.1177/014920630102700306>

PERANCANGAN JOK PENGENDARA MOBIL OTOMATIS YANG DAPAT MENDETEKSI KELELAHAN DAN STRES PENGENDARA MELALUI PENDEKATAN ERGONOMI

Design Of An Automatic Car Driver Seat That Can Detect Rider Fatigue And Stress Through An Ergonomic Approach

Muhammad Alif Basyariah¹, Hadi Ramadhan² Aji Adinata Firjatullah³, Reyhandi Rachmad Fadila Wicaksono⁴, Chancard Basumerda⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Sleman, Yogyakarta Indonesia

E-mail: chancard.basumerda@uii.ac.id

ABSTRAK

Mobilitas telah menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari, sehingga keamanan berkendara menjadi sangat penting. Salah satu kendaraan yang sering digunakan adalah mobil. Namun terkadang kenyamanan dari penggunaan mobil kurang diperhatikan, khususnya pada bagian kursi mobil atau jok. Pada penelitian ini membahas mengenai inovasi jok mobil yang terintegrasi dengan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk mendeteksi kelelahan dan stres pada pengendara. Penelitian ini menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) dan *NASA Task Load Index* (NASA-TLX) serta pengukuran kerja fisik untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko kecelakaan. Penelitian ini melibatkan pengumpulan data dari beberapa responden dengan menggunakan berbagai alat ukur dengan hasil menunjukkan 5 operator mendapatkan skor REBA sebesar 5 dan hasil Perhitungan NASA-TLX mendapatkan nilai 52.67 hingga 69.67 yang tergolong tinggi. Kemudian peneliti melakukan inovasi untuk membuat jok mobil yang memperhatikan aspek kenyamanan dan keamanan pengguna. Dalam perancangannya, peneliti menggunakan pendekatan antropometri untuk menghasilkan jok yang ergonomis sesuai dengan dimensi tubuh operator sehingga dapat memberikan rasa nyaman dan aman dalam berkendara. Dimensi antropometri yang digunakan adalah Tinggi Duduk Tegak, Lebar Pinggul, Lebar Bahu, Tinggi Popliteal, dan Panjang Popliteal. Selain itu inovasi jok mobil ini berintegrasi dengan teknologi AI yang memberikan kesan otomatis dan praktis ketika diterapkan.

Kata kunci: Antropometri, AI, REBA, NASA-TLX, Jok Mobil

ABSTRACT

Mobility has become an important part of everyday life, so driving safety is very important. One of the vehicles that is often used is a car. However, sometimes the comfort of using a car is not given enough attention, especially the car seat or upholstery. This research discusses car seat innovations that are integrated with artificial intelligence (AI) technology to detect fatigue and stress in drivers. This research uses the Rapid Entire Body Assessment (REBA) and NASA Task Load Index (NASA-TLX) methods as well as physical work measurements to identify and reduce the risk of accidents. This research involved collecting data from several respondents using various measuring tools with the results showing that 5 operators got a REBA score of 5 and the NASA-TLX calculation results got a score of 52.67 to 69.67 which is relatively high. Then researchers innovated to create car seats that pay attention to aspects of user comfort and safety. In its design, researchers used an anthropometric approach to produce an ergonomic seat according to the operator's body dimensions so that it can provide a feeling of comfort and safety when driving. The anthropometric dimensions used are Upright Sitting Height, Hip Width, Shoulder Width, Popliteal Height, and Popliteal Length. Apart from that, this car seat innovation integrates with AI technology which gives an automatic and practical impression when applied.

Keywords: Anthropometry, AI, REBA, NASA-TLX, Car Seats

PENDAHULUAN

Dalam era *modern*, ketika mobilitas telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, keamanan di jalan raya menjadi semakin penting (Rabbani & Najicha, 2023). Keamanan di jalan juga merupakan salah satu aspek yang berhubungan dengan ergonomi yang lebih tepatnya berhubungan dengan keselamatan pengendara.

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu dan teknologi yang secara sistematis menggunakan informasi tentang sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja dan berupaya menyasakan alat, cara, dan lingkungan kerja, sehingga manusia dapat hidup dan bekerja dalam sistem tersebut dengan baik dan dapat tercapainya tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan dengan efektif, aman, sehat, dan nyaman (Purbasari et al., 2019). Pada keilmuan ergonomi di masa kini seharusnya dapat diterapkan pada teknologi yang semakin maju. Meskipun kemajuan teknologi telah membawa banyak manfaat dalam hal kenyamanan dan efisiensi transportasi, kelelahan dan stres tetap menjadi ancaman serius terhadap keselamatan berkendara. Kondisi ini diperparah oleh urbanisasi yang terus meningkat, yang menghadirkan tantangan baru seperti lalu lintas yang padat, tekanan waktu yang tinggi, dan kondisi jalan yang tidak terduga. Salah satu teknologi yang sedang hangat dibicarakan adalah teknologi AI atau *Artificial Intelligence*. Artificial intelligence (AI) adalah cabang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem dan teknologi yang mampu melakukan tugas-tugas yang memerlukan kecerdasan manusia. Tujuan utama dari AI adalah menciptakan mesin atau program komputer yang dapat memikirkan, belajar, dan bertindak seperti manusia (Sobron et al., 2021). Tujuan pengembangan AI adalah untuk memungkinkan komputer untuk mengambil keputusan, menyelesaikan masalah, dan berperilaku secara otonom dalam berbagai konteks, semakin mendekati atau bahkan melebihi kecerdasan manusia dalam beberapa aspek tertentu (Putri & Munawar, 2019).

Hubungan antara ergonomi dan *artificial intelligence* (AI) menawarkan potensi besar untuk meningkatkan desain produk dan lingkungan kerja agar lebih sesuai dengan kebutuhan manusia. AI dapat digunakan untuk menganalisis data antropometri dengan cepat dan akurat, sehingga membantu dalam menghasilkan desain yang lebih disesuaikan dengan variasi ukuran tubuh manusia (Fitria Alayida et al., 2023). Selain itu, teknologi AI dapat mensimulasikan postur dan gerakan tubuh manusia untuk mengidentifikasi posisi yang optimal dan mengurangi tekanan pada bagian tubuh tertentu. Dengan personalisasi pengalaman pengguna berbasis AI, seperti pengaturan kursi yang otomatis menyesuaikan posisi duduk berdasarkan data individu, pengguna dapat merasakan kenyamanan yang lebih baik. AI juga membantu dalam optimasi lingkungan kerja dengan mengatur suhu, pencahayaan, dan kebisingan secara otomatis. Analisis ergonomi kognitif menggunakan AI dapat memperbaiki antarmuka pengguna untuk meningkatkan kemudahan penggunaan. Selain itu, AI dapat membantu dalam pencegahan cedera dengan menganalisis data sensor untuk mendeteksi risiko cedera atau kelelahan. Melalui integrasi ergonomi dengan kekuatan AI, kita dapat menciptakan lingkungan kerja dan produk yang lebih manusiawi, adaptif, dan aman bagi pengguna (Fitrianto et al., 2023).

Kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh kelelahan dan stres telah menjadi masalah global yang membutuhkan solusi inovatif (Fahmi, 2021). Pengemudi yang merasa lelah atau stres cenderung mengalami penurunan kewaspadaan, reaksi motorik yang lambat, dan kesadaran yang berkurang, meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan yang dapat mengakibatkan kerugian jiwa dan ekonomi yang besar (Zuraida, 2015). Karena itu, solusi yang efektif dan inovatif sangat dibutuhkan untuk mengurangi risiko kecelakaan dan melindungi nyawa pengemudi dan juga penumpang. Seringkali kecelakaan tersebut diakibatkan oleh kondisi pengemudi yang mengalami kelelahan dan memaksakan untuk berkendara dalam keadaan mengantuk. Kondisi pekerja yang mengalami kelelahan tersebut juga dapat diakibatkan dari posisi pekerja yang kurang nyaman atau karena menempuh perjalanan yang cukup jauh dalam waktu yang lama. Postur pengemudi yang nyaman dan aman tentunya menjadi salah satu aspek yang penting dalam berkendara. Di sinilah pentingnya pengembangan produk jok mobil ergonomi yang dapat mendeteksi dan merespons secara cepat terhadap tanda-tanda kelelahan dan stres. Pengembangan jok mobil dengan teknologi AI ini dilakukan pada pengemudi karena kursi atau jok mobil merupakan bagian mobil yang seringkali digunakan namun kurang dengan fitur keamanan dan lebih berfokus pada kenyamanan saja. Kemudian, bagian jok mobil ini juga menentukan bagaimana postur seseorang dalam berkendara yang berpengaruh terhadap kondisi kesehatan dari pengemudi apabila menempuh perjalanan yang cukup jauh dan dalam waktu yang lama.

Perkembangan teknologi sensor, pemrosesan data, dan kecerdasan buatan telah membuka peluang baru dalam merancang solusi keselamatan berkendara yang canggih (Afandi & Kurnia, 2023). Dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terintegrasi dalam jok mobil, sistem dapat secara akurat memantau kondisi fisik dan mental pengemudi. Informasi yang dikumpulkan ini kemudian dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal kelelahan atau stres, seperti denyut nadi yang tidak teratur atau gerakan yang tidak stabil, dan dapat memberikan respon yang sesuai (Eka Puji Astutik et al., 2023). Manfaat dari AI itu sendiri yaitu untuk meningkatkan efisiensi dan juga efektivitas pengguna untuk memudahkan dalam mengemudi (Afrita, 2023).

Jok mobil dengan teknologi AI di dalamnya menjadi sebuah solusi keselamatan berkendara yang inovatif. Dibekali dengan sensor yang dapat mendeteksi dan mengumpulkan data aktivitas jantung sebagai indikator dari kelelahan dan kemudian data yang diperoleh akan diolah oleh sistem AI menggunakan algoritma pengenalan pola untuk menganalisis data tersebut dan mengidentifikasi tanda-tanda kelelahan pada pengemudi. Jika tanda-tanda

kelelahan terdeteksi, sistem akan mengeluarkan peringatan kepada pengemudi untuk memperingatkan mereka tentang kondisi tersebut. Selain memberikan peringatan dini kepada pengemudi seperti peringatan suara, produk ini juga dapat mengambil tindakan preventif secara otomatis, seperti dapat memberikan sinyal kepada sistem pengereman otomatis untuk mengurangi kecepatan kendaraan secara bertahap.

Dalam perancangan pembuatan jok mobil otomatis, terdapat beberapa metode ergonomi yang digunakan, diantaranya adalah *Rapid Entire Body Assessment* atau REBA, Beban Kerja Mental atau BKM, dan Antropometri. Metode REBA digunakan untuk menentukan postur dari pengemudi saat mengendarai mobil. Untuk metode BKM atau beban kerja mental digunakan untuk mengukur tingkat beban kerja mental dari pengemudi yang berpengaruh terhadap kondisi pengemudi, seperti menyebabkan rasa lelah atau stres yang memengaruhi tingkat konsentrasi dalam berkendara. Kemudian untuk metode antropometri digunakan dalam pembuatan dimensi dari produk jok mobil yang ergonomis.

Produk ini ditujukan kepada seluruh pengguna mobil secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan kecelakaan lalu lintas pada pengemudi mobil dapat terjadi kepada siapa saja. Pengembangan produk ini bukan hanya merupakan langkah menuju keselamatan yang lebih baik di jalan raya, tetapi juga mencerminkan komitmen industri otomotif terhadap inovasi yang berkelanjutan dalam meningkatkan kesejahteraan dan keselamatan pengguna jalan. Dengan solusi-solusi seperti produk ini, perubahan menuju masa depan yang lebih aman dan lebih berkelanjutan dalam mobilitas manusia akan menjadi lebih cepat.

STUDI LITERATUR

Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu dan teknologi yang secara sistematis menggunakan informasi tentang sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja dan berupaya menyesuaikan alat, cara, dan lingkungan kerja, sehingga manusia dapat hidup dan bekerja dalam sistem tersebut dengan baik dan dapat tercapainya tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan dengan efektif, aman, sehat, dan nyaman (Purbasari et al., 2019). Ergonomi juga berperan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja. Salah satu contohnya adalah dengan mengimplementasikan sistem kerja yang mengurangi kelelahan saat melakukan aktivitas tertentu yang dapat menyebabkan tubuh merasa nyeri dan tegang pada kerangka serta otot manusia secara fisik (Jepisah, 2020).

Antropometri

Metode antropometri merujuk pada proses pengukuran dimensi fisik dan bagian tubuh manusia. Dengan demikian, antropometri dapat dianggap sebagai teknik pengukuran tubuh atau aspek fisik manusia (Ariani et al., 2021)..

Postur Kerja

Postur kerja mengacu pada posisi tubuh saat melakukan pekerjaan, yang melibatkan penggunaan otot, ligamen, tendon, dan tekanan pada sendi. Ini mencakup sikap kerja atau posisi tubuh yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas dengan efisien dan nyaman (Sinaga, 2020).

Rapid Entire Body Assessment (REBA)

REBA atau *Rapid Entire Body Assessment* adalah suatu teknik yang telah ditingkatkan dalam bidang ergonomi yang berguna untuk mengevaluasi postur kerja pada bagian-bagian tubuh seperti leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan bahu, serta kaki (Akbar et al., 2023)..

Beban Kerja Mental (BKM)

Beban kerja mental adalah hasil dari ketidaksesuaian antara persyaratan kerja mental yang diperlukan dengan kapasitas mental individu yang melakukan pekerjaan tersebut (Dewi, 2020)..

Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan kerja fisik merujuk pada semua fasilitas dan infrastruktur yang ada di sekitar pekerja saat menjalankan tugas, yang dapat memengaruhi jalannya pekerjaan tersebut (Fitri & Ferdian, 2021).

Kelelahan

Kelelahan adalah masalah kesehatan dan keselamatan yang harus ditangani dengan serius karena dapat mengakibatkan berbagai masalah seperti penurunan efisiensi, produktivitas, dan kapasitas kerja, serta mengurangi kemampuan tubuh untuk bertahan dan menjaga kesehatan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Kelelahan juga merupakan faktor utama dalam terjadinya kecelakaan kerja dan berdampak negatif pada produktivitas (Innah et al., 2021)..

Stres

Stres adalah reaksi fisik dan emosional yang berpotensi berbahaya yang timbul ketika ada ketidakcocokan antara kemampuan, sumber daya, atau kebutuhan individu dengan tuntutan pekerjaan, dan dapat berpengaruh negatif pada kesehatan dan bahkan menyebabkan cedera (Annisa Vinahapsari & Rosita, 2020).

Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas adalah insiden tak terduga yang terjadi di jalan raya yang melibatkan kendaraan, baik dengan atau tanpa kehadiran pengguna jalan lainnya, dan berakibat pada cedera manusia dan/atau kerugian harta benda. Penyebab umum kecelakaan meliputi pelanggaran atau tindakan tidak hati-hati dari pengguna jalan (termasuk pengemudi dan pejalan kaki), kondisi jalan, kondisi kendaraan, cuaca, dan terganggunya penglihatan (Pradana et al., 2019).

Jok Mobil

Jok mobil adalah komponen penting pada interior kendaraan yang bertujuan untuk memastikan kenyamanan dan keamanan pengemudi dan penumpang. Jok mobil harus dirancang secara ergonomis untuk menyediakan dukungan yang tepat untuk tubuh selama perjalanan, mengurangi kelelahan dan risiko cedera (Setiawan & Sambudi, 2020).

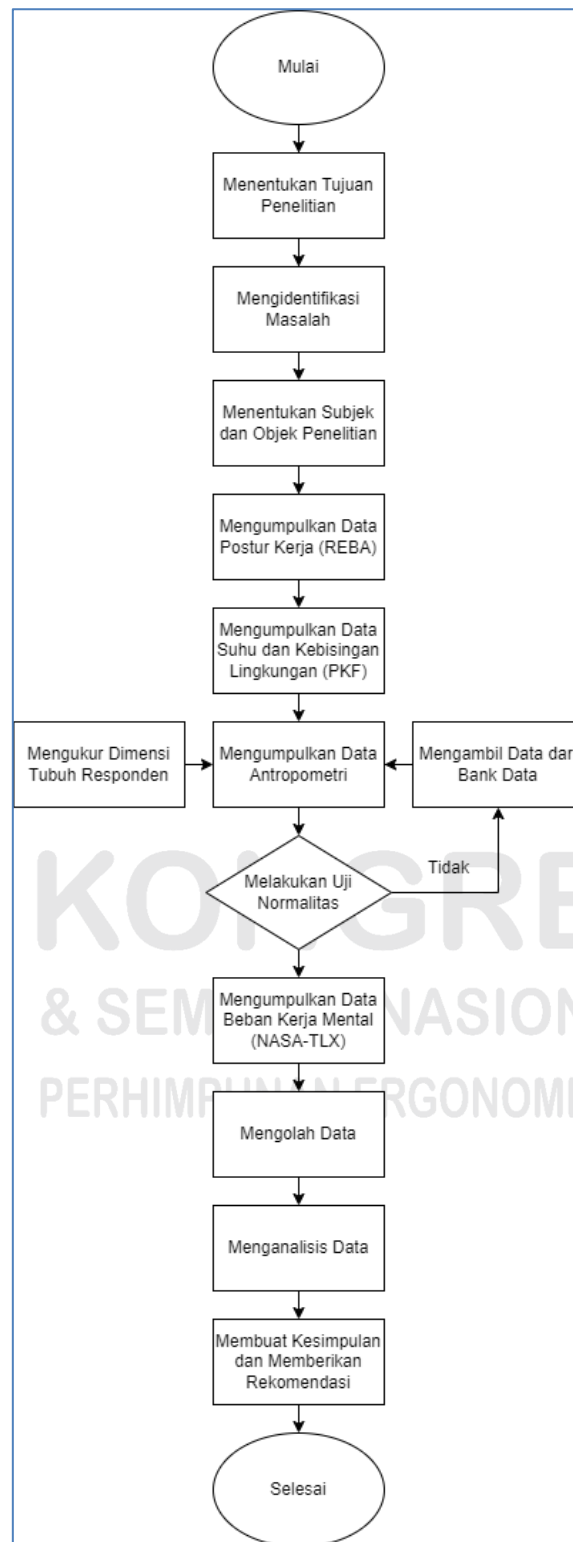
Artificial Intelligence (AI)

Artificial Intelligence (AI) merupakan kecerdasan buatan yang mampu membantu manusia dalam melakukan pekerjaan. AI merupakan sebuah kemampuan sistem untuk memahami data eksternal dengan akurat, belajar dari data tersebut, dan menggunakan pengetahuan yang diperoleh untuk mencapai tujuan dan tugas tertentu dengan adaptasi yang fleksibel (Siahaan et al., 2020).

METODE

Pada penelitian ini dilakukan proses pengumpulan data untuk proses perhitungan pada masing-masing metode yang digunakan. Data yang dikumpulkan berasal dari lima operator yang menggunakan mobil sebagai alat mobilitasnya. Para operator tersebut melakukan aktivitas menyetir untuk mengetahui postur kerja saat berkendara. Selanjutnya dilakukan analisis lebih mendalam menggunakan metode REBA dengan memanfaatkan informasi sudut pada dimensi tertentu sesuai posisi operator ketika menyetir. Selain itu dilakukan pengukuran suhu dan kebisingan saat menyetir dan menghitung beban kerja mental operator menggunakan NASA-TLX untuk mengetahui pengaruh beban kerja mental operator dalam mengendarai mobil.

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan tersebut, dilanjutkan dengan pengukuran beberapa dimensi antropometri dari tubuh operator sebagai acuan untuk pembuatan produk. Metode antropometri tersebut digunakan untuk menentukan ukuran dari dimensi produk yang dibuat agar sesuai dengan ukuran tubuh operator. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa envirometer, meteran jahit, kamera *smartphone*, serta menggunakan *software ergofellow*. Berikut merupakan alur dari penelitian yang dilakukan:



Gambar 1 Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Postur Kerja

Analisis postur kerja dilakukan dengan menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) pada operator saat mengendarai mobil. Pengumpulan data dilakukan secara langsung kepada lima orang operator yang menggunakan mobil sebagai alat mobilitasnya. Data yang diambil berupa foto operator dan dilakukan penentuan sudut pada beberapa bagian tubuh yang sesuai pada metode REBA. Berikut ini merupakan rekapitulasi pengumpulan dan pengolahan yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Perhitungan REBA

<i>Part of The Body</i>	<i>Angle & score Operator 1</i>	<i>Angle & score Operator 2</i>	<i>Angle & score Operator 3</i>	<i>Angle & score Operator 4</i>	<i>Angle & score Operator 5</i>
<i>Neck</i>	70°	68°	79°	94°	83°
<i>Trunk</i>	84°	82°	88°	88°	93°
<i>Shoulder</i>	47°	54°	21°	30°	23°
<i>Upper/lower Arm</i>	50°	47°	79°	56°	58°
<i>Wrist</i>	43°	49°	58°	53°	62°
<i>Force/Load</i>	1	1	1	1	1
<i>Coupling</i>	1	1	1	1	1
<i>Final Score</i>	5	5	5	5	5

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan *software ergofellow*, dapat diketahui bahwa kelima operator memperoleh skor REBA sebesar 5 dimana hal tersebut menunjukkan bahwa operator saat mengendarai mobil memiliki risiko cedera yang sedang. Oleh karena itu diperlukan adanya sebuah perbaikan nantinya.

Beban Kerja Mental (BKM)

Metode Beban Kerja Mental dilakukan untuk menganalisis pengaruh dari beban kerja dan mental seseorang terhadap produktivitas dari pekerjaan yang dilakukan. Pengumpulan data pada BKM menggunakan metode NASA-TLX yang dilakukan untuk mengetahui nilai dan rating atau bobot dari setiap jenis indikator, dimulai dari *Mental demand (MD)* , *Physical Demand (PD)*, *Temporal Demand (TD)*, *Own Performance (OP)*, *Effort*, (EF), hingga *Frustration (FR)*. Indikator yang menunjukkan nilai tinggi berarti memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap pekerjaan yang dilakukan. Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan NASA-TLX, berikut merupakan hasil rekapitulasi skor NASA-TLX yang dilakukan :

Tabel 2. Hasil Perhitungan NASA-TLX

Operator	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total
Operator 1	4.7	18	8	10	9.3	12	62
Operator 2	10	5.3	9.3	14	12	5.3	56
Operator 3	13.3	20	0	16	2.7	0.7	52.7
Operator 4	5.3	18	12	16	12	6.7	70
Operator 5	15	18.7	0	14	17.3	4.7	69.7

Hasil perhitungan dari digunakan untuk mengetahui tingkat beban kerja dan mental masing – masing operator saat mengendarai mobil, untuk rekapitulasi dari hasil perhitungan NASA-TLX adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Klasifikasi NASA-TLX

Operator	Skor	Klasifikasi
Operator 1	62	Tinggi
Operator 2	56	Tinggi
Operator 3	52.7	Tinggi
Operator 4	70	Tinggi
Operator 5	69.7	Tinggi

Hasil klasifikasi dari skor NASA-TLX diperoleh bahwasanya kelima operator termasuk ke dalam klasifikasi tinggi, oleh karena itu operator disarankan untuk mengurangi beban kerja atau mental pada saat mengendarai mobil agar mengurangi risiko kecelakaan. Hasil dari pengukuran beban kerja mental ini digunakan untuk mengidentifikasi kondisi dari pengendara saat mengendarai mobil, pengukuran tersebut dilakukan karena beban kerja mental seseorang itu berpengaruh terhadap kelelahan dan konsentrasi pengendaranya. Sehingga diperlukan sebuah inovasi perancangan kursi mobil atau jok mobil yang dapat memberikan efek relaksasi yang membantu mengurangi beban kerja dan mental saat berkendara untuk mengurangi risiko terjadinya sebuah kecelakaan dan memberikan kenyamanan ketika berkendara dengan menggunakan mobil.

Antropometri

Pendekatan antropometri dilakukan untuk mengukur dimensi tubuh pengguna sebagai acuan ukuran desain jok mobil yang akan diusulkan. Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data sebanyak 30 data operator yang

terdiri dari data primer sebanyak 5 operator dengan melakukan pengukuran secara langsung dan 25 data sekunder yang diambil dari bank data. Dimensi tubuh yang diambil adalah Lebar Bahu (LB), Tinggi Duduk Tegak (TDT), Lebar Pinggul (LP), Tinggi Popliteal (TPO) dan Panjang Popliteal (PPO). Perhitungan antropometri ini menggunakan perhitungan persentil, dan persentil yang digunakan ada 3, yakni persentil 5 atau P5, Persentil 50 atau P50, dan Persentil 95 atau P95. Persentil yang dipilih sesuai dengan dimensi tubuh dari pengendara Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Data Antropometri Pengendara Mobil

Dimensi	Persentil	Ukuran (cm)
LB	P95	47.57
TDT	P50	83.87
LP	P95	40.74
TPO	P5	36.51
PPO	P50	46.33

Berdasarkan data yang tertera pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa untuk setiap ukuran dimensi produk tertentu menggunakan persentil tertentu. Hal ini dilakukan agar setiap pengguna dengan berbagai ukuran dimensi tubuh yang menggunakan produk ini dapat merasa nyaman. Seperti pada tinggi jok dan panjang alas duduk yang menggunakan P50 agar setiap pengguna dapat merasa nyaman terhadap ukuran tersebut karena sudah disesuaikan dengan ukuran rata-rata antropometri. Selanjutnya pada lebar alas duduk dan lebar sandaran yang menggunakan P95 agar pengguna dengan ukuran paling besar masih dapat menggunakan produk ini dengan nyaman. Terakhir, untuk ukuran tinggi jok dari lantai hingga ke alas duduk menggunakan P5 agar untuk pengguna dengan ukuran terkecil masih dapat menggunakan produk ini dengan ketinggian yang pas sehingga kaki pengguna masih dapat menjangkau pedal gas ataupun pedal rem.

Inovasi Produk

Berikut ini merupakan ilustrasi berupa 3d *Design* dari hasil perancangan jok mobil yang terintegrasi dengan AI. Ukuran lebar dan tinggi jok mobil juga disesuaikan dengan ukuran antropometri dimensi tubuh operator.



Gambar 2. Jok Mobil Ergonomis

Pada hasil perancangan jok mobil yang terintegrasi dengan AI, ada beberapa aspek inovasi yang diberikan, diantaranya adalah sebagai berikut:

a) AI yang Terintegrasi dengan *Headunit*

Peran AI dalam sistem *Daddy's Jok* adalah sebagai inti dari sistem yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan ketika pengemudi terdeteksi mengantuk. Deteksi ini dilakukan melalui sensor tekanan yang digunakan, yang kemudian mengaktifkan *speaker* pada sandaran kepala dan lampu hazard

secara bersamaan untuk menghindari kecelakaan. Model AI tersebut mendeteksi tanda-tanda kantuk berdasarkan perubahan variabilitas detak jantung (HRV) dan pola detak jantung.

b) *Headrest* yang dilengkapi dengan *speaker*

Headrest kepala yang dilengkapi dengan *speaker* ini berfungsi sebagai alat peringatan bagi pengemudi jika terdeteksi dalam kondisi mengantuk. Ketika sistem mendeteksi tanda-tanda kantuk pada pengemudi, *speaker* pada sandaran kepala akan memberikan peringatan untuk segera menepi dan beristirahat sebelum melanjutkan perjalanan. Peringatan ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dengan mengurangi risiko kecelakaan yang diakibatkan oleh kelelahan atau kantuk saat berkendara.

c) Sensor tekanan

Sensor tekanan digunakan untuk mendeteksi denyut jantung pengemudi. Perubahan denyut jantung pengemudi dapat diidentifikasi sebagai salah satu indikator awal dari kelelahan. Sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah Sensor Piezoelektrik, yang memiliki kemampuan untuk mengubah tekanan mekanis menjadi sinyal listrik berdasarkan prinsip efek piezoelektrik. Sensor ini berperan penting dalam mengumpulkan data biometrik yang akurat untuk memungkinkan deteksi dini kondisi kelelahan, sehingga dapat diambil tindakan pencegahan yang tepat guna meningkatkan keselamatan berkendara.

d) Kursi dengan Pengaturan suhu

Kursi yang dilengkapi dengan pengaturan suhu dirancang untuk meningkatkan kenyamanan pengemudi selama perjalanan jarak jauh. Dengan adanya fitur pengaturan suhu yang terintegrasi dalam kursi mobil, pengemudi dapat menyesuaikan suhu kursi sesuai kebutuhan, sehingga mengurangi risiko ketidaknyamanan atau kepanasan pada punggung akibat duduk dalam waktu yang lama tanpa berpindah posisi. Fitur ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga berkontribusi terhadap kesehatan dan kesejahteraan pengemudi selama perjalanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Penelitian ini menunjukkan bahwa stres dan kelelahan merupakan faktor utama penyebab kecelakaan. Melalui penggunaan sensor untuk mendeteksi data aktivitas jantung dan postur kerja pengemudi, ditemukan bahwa tingkat kelelahan yang tinggi berkorelasi dengan peningkatan risiko kecelakaan. Data ini diolah oleh sistem AI untuk menganalisis pola-pola kelelahan, mengidentifikasi tanda-tanda awal sebelum kelelahan tersebut menyebabkan kecelakaan. Beberapa faktor lain yang berkontribusi terhadap kecelakaan juga diidentifikasi dalam penelitian ini, seperti tingkat kelelahan dan stres pada pengemudi. Selain itu, beban kerja mental yang tinggi menyebabkan penurunan fokus dan respons yang lebih lambat, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan. Analisis menggunakan metode REBA menunjukkan bahwa postur yang tidak ergonomis meningkatkan kelelahan fisik, yang pada gilirannya mempengaruhi konsentrasi dan kewaspadaan pengemudi yang dibuktikan dengan hasil skor 5 untuk kelima operator yang diuji.

Penelitian ini juga menemukan bahwasanya ada hubungan yang signifikan antara beban kerja mental dan tingkat fokus pengemudi. Pengukuran menggunakan metode NASA-TLX menunjukkan bahwa peningkatan beban kerja mental berhubungan dengan penurunan fokus dan peningkatan kelelahan. Hal ini mengindikasikan bahwa pengelolaan beban kerja mental adalah kunci dalam meningkatkan keselamatan berkendara.

hasil dari pengolahan data tersebut menjadi dasar dibuatnya inovasi produk pada kursi mobil atau jok mobil yang diintegrasikan dengan teknologi AI sehingga produk tersebut memiliki beberapa fitur unggulan yang dapat membantu pengemudi mobil menjadi lebih nyaman dan aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh bagian yang terlibat dalam penyusunan artikel penelitian ini. Khususnya kepada panitia Kongres dan Seminar Perhimpunan Ergonomi Indonesia Tahun 2024 yang telah memberikan wadah dan kesempatan bagi peneliti untuk menyalurkan dan berkolaborasi melalui artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, A. R., & Kurnia, H. (2023). Revolusi Teknologi: Masa Depan Kecerdasan Buatan (AI) dan Dampaknya Terhadap Masyarakat. *AoSSaGcJ*, 3(1). <https://doi.org/10.47200/AoSSaGcJ.v3i1.1837>

Afrita, J. (2023). Peran Artificial Intelligence dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sistem Pendidikan. *COMSERVA: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(12), 3181–3187. <https://doi.org/10.59141/comserva.v2i12.731>

- Akbar, T. M., Erik Nugraha, A., & Eko Cahyanto, W. (2023). Analisis Postur Tubuh Pekerja di Pabrik Roti Riza Bakery Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Journal of Integrated System*, 6(1), 32–41. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.6004>
- Annisa Vinahapsari, C., & Rosita. (2020). Pelatihan Manajemen Waktu Pada Stres Akademik Pekerja Penuh Waktu. *Jurnal Bisnis Darmajaya*, 06(01).
- Ariani, Nurulfuadi, Aiman, U., Nadila, D., & Rakhman, A. (2021). Pelatihan Pengukuran Antropometri Di Kelurahan Lambara. *Jurnal Dedikatif Kesehatan Masyarakat*, 2(1), 12–17.
- Asdyo, B., Kanigoro, B., & Rojali. (2023). Drowsy Detection System by Facial Landmark and Light Gradient Boosting Machine Method. *Procedia Computer Science*, 227, 500–507. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.551>
- Dewi, D. C. (2020). Analisis Beban Kerja Mental Operator Mesin Menggunakan Metode NASA TLX di PTJL. *Journal of Industrial View*, 02(02), 20–28.
- Eka Puji Astutik, Nur Afif Ayuni, & Ayunda Mahdalena Putri. (2023). Artificial Intelligence: Dampak Pergeseran Pemanfaatan Kecerdasan Manusia Dengan Kecerdasan Buatan Bagi Dunia Pendidikan Di Indonesia. *CENDIKIA PENDIDIKAN*.
- Fahmi, K. (2021). Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Dan Perilaku Berkendara Pada Siswa Sekolah Menengah Atas Di Pasir Pengaraian Riau.
- Febrianti, A. (2019). Analisis Tingkat Stres dan Performansi serta Hubungannya pada Kecepatan Respon dan Jumlah Kesalahan Pengemudi Mobil Pribadi di Bandung. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 6(1). <https://doi.org/10.25124/jrsi.v6i1.372>
- Fitri, N. N., & Ferdian, A. (2021). pengaruh lingkungan kerja fisik dan lingkungan kerja non fisik terhadap kinerja karyawan pada pt infrastruktur telekomunikasi indonesia. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi Manajemen*, 6(2), 444–455. <http://jim.unsyiah.ac.id/ekm>
- Fitria Alayida, N., Aisyah, T., Deliana, R., & Diva, K. (2023). Pengaruh Digitalisasi Di Era 4.0 Terhadap Para Tenaga Kerja Di Bidang Logistik.
- Fitrianto, Y., Rakasiwi, S., & Kurnialensya, T. (2023). *Krea-TIF: Jurnal Teknik Informatika Systematic Literature Review: Trend Augmented Reality 2019-2023 dan Peluang Penerapannya di Masa Depan*. 11(2), 95–110. <https://doi.org/10.32832/krea-tif.v11i2.15360>
- Habibi, A. M., Fariqi, M., & Anggriawan, R. (2020). Beware Alat Pendeteksi Kelelahan Berbasis Kecerdasan Buatan dengan Metode Pengolahan Citra untuk Mencegah Kecelakaan Berkendara. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 22(1), 37–46. <https://doi.org/10.25104/jptd.v22i1.1516>
- Innah, M., Alwi, M. K., Gobel, F. A., & Habo, H. (2021). Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Penjahit Pasar Sentral Bulukumba. *Window of Public Health Journal*, 02(01), 56–66.
- Jepisah, D. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Ergonomi Ruang Filling Terhadap Akses Petugas Rekam Medis Di Rsud Siak Tahun 2018. 01.
- Lady, L., & Umyati, A. (2021). Human Error dalam Berkendara Berdasarkan Kebiasaan Pelanggaran oleh Pengemudi. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 08(01).

- Martins, D. R., Cerqueira, S. M., & Santos, C. P. (2024). Combining inertial-based ergonomic assessment with biofeedback for posture correction: A narrative review. In *Computers and Industrial Engineering* (Vol. 190). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110037>
- Pradana, M. F., Intari, D. E., & D, D. P. (2019). Analisa Kecelakaan Lalu Lintas Dan Faktor Penyebabnya Di Jalan Raya Cilegon. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 04(2), 165–175.
- Purbasari, A., Azista, M., & Siboro, B. A. H. (2019). Analisis Postur Kerja Secara Ergonomi Pada Operator Pencetakan Pilar Yang Menimbulkan Risiko Musculoskeletal. *Sigma Teknika*, 2(2), 143–150.
- Putri, N. I., & Munawar, Z. (2019). *MEKANISME UMUM UNTUK SISTEM KECERDASAN BUATAN*.
- Rabbani, D. A., & Najicha, F. U. (2023). *Pengaruh Perkembangan Teknologi terhadap Kehidupan dan Interaksi Sosial Masyarakat Indonesia*. <https://www.researchgate.net/publication/375525102>
- Saito, Y., Itoh, M., & Inagaki, T. (2023). Bringing a Vehicle to a Controlled Stop: Effectiveness of a Dual-Control Scheme for Identifying Driver Drowsiness and Executing Safety Control under Hands-off Partial Driving Automation. *IFAC-PapersOnLine*, 56(2), 8339–8344. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.1024>
- Saputra, C. A., Erwanto, D., Rahayu, P. N., & Kadiri, I. (2021). Deteksi Kantuk Pengendara Roda Empat Menggunakan Haar Cascade Classifier Dan Convolutional Neural Network. *JEECOM*, 3(1).
- Setiawan, H., & Sambudi, S. (2020). Analisis Ergonomi Pada Desain Produk Jok Mobil Pengemudi Tipe Minibus.
- Siahaan, M., Harsana Jasa, C., Anderson, K., Rosiana, M. V., Lim, S., & Yudianto, W. (2020). Penerapan Artificial Intelligence (AI) Terhadap Seorang Penyandang Disabilitas Tunanetra. *Journal of Information System and Technology*, 01, 186–193.
- Sinaga, Si. N. (2020). Hubungan Postur Kerja Dengan Keluhan Nyeri Punggung Bawah Pada Petugas Pengangkut Sampah Kota Medan.
- Sintia, I., Danil Pasarella, M., & Andi Nohe, D. (2022). Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas Pada Kasus Tingkat Pengangguran Di Jawa.
- Sobron, M., Lubis Bidang, Y., Manufaktur, T., Teknik, P., Jurusan, M., Industri, T., & Kunci, K.-K. (2021). Implementasi Artificial Intelligence Pada System Manufaktur Terpadu.
- Zuraida, R. (2015). Fatigue Risk of Long-Distance Driver As The Impact of The Duration of Work.

PERANCANGAN TAS RANSEL DAILYPACK UNTUK PEKERJA BERBASIS KEBERLANJUTAN SOSIAL

(Designing Dailypack Backpacks For Workers Based on Social Sustainability)

Remba Yanuar Efranto¹, Dava Maulana Wachid Efenddi¹, Nur Afia Tri Ningrum¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono 167 Malang, Jawa Timur

E-mail: remba@ub.ac.id

ABSTRAK

Pesatnya pertumbuhan pasar produk tas mendorong produsen untuk bersaing secara ketat dan menciptakan tas yang unik serta sesuai dengan preferensi konsumen agar dapat bersaing dengan para kompetitor. Namun, banyak produsen tas yang masih belum bisa memenuhi keinginan konsumen. Penelitian ini menggunakan metode Analisis Konjoin untuk memahami preferensi konsumen terhadap produk tas ransel *dailypack*. Analisis konjoin adalah metode multivariat yang mengukur preferensi konsumen melalui beberapa atribut dan level yang disusun menjadi beberapa konfigurasi untuk pengukuran preferensi. Hasil penelitian menunjukkan ada 10 atribut dengan masing-masing 3 level yang mempengaruhi preferensi konsumen tas ransel *dailypack*. Atribut terpenting adalah *color*, diikuti oleh volume, zipper type, laptop sleeve, shoulder strap, front pack, side pack, upper flap, pack handle, dan material. Kombinasi atribut yang disarankan adalah tas dengan volume 25 liter, pack handle polos, upper flap dengan clip, shoulder strap dengan strap dada, side pack dan front pack tanpa penutup, laptop sleeve tanpa pengait, zipper tipe two-way water resistant, terbuat dari polyester, dan berwarna polos gelap.

Kata kunci: atribut, analisis konjoin, *dailypack*, preferensi

ABSTRACT

The rapid growth of the bag product market is driving manufacturers to compete fiercely and create unique bags that meet consumer preferences to stay competitive. However, many bag manufacturers still fail to meet consumer desires. This study uses the Conjoint Analysis method to understand consumer preferences for dailypack backpack products. Conjoint analysis is a multivariate method that measures consumer preferences through several attributes and levels arranged into various configurations for preference measurement. The study results show that 10 attributes, each with 3 levels, influence consumer preferences for dailypack backpacks. The most important attribute is color, followed by volume, zipper type, laptop sleeve, shoulder strap, front pack, side pack, upper flap, pack handle, and material. The recommended combination of attributes is a bag with a 25-liter volume, plain pack handle, upper flap with clip, shoulder strap with chest strap, uncovered side pack and front pack, laptop sleeve without fasteners, two-way water-resistant zipper, made of polyester, and dark plain color.

Keywords: attributes, conjoint analysis, *dailypack*, preferences

PENDAHULUAN

Tas merupakan produk yang tidak hanya berfungsi untuk menyimpan barang (Kencana, Herlambang, & Nurhidyat, 2019), namun juga berperan dalam menunjang penampilan individu (Lestari, Susanto, Susanto, Sugiyamin, & Qisti Barriah, 2022). Ada berbagai jenis tas yang populer, termasuk tas ransel, khususnya jenis *dailypack*. Dengan pesatnya pertumbuhan industri tekstil dan produk tekstil, serta berkembangnya pasar tas, produsen tas harus bersaing ketat dengan para pesaing. Oleh karena itu, produsen tas dituntut untuk menciptakan produk yang unik dan sesuai dengan preferensi konsumen agar dapat bersaing di pasar. Fitur atau atribut yang dimiliki oleh suatu produk dapat memengaruhi pilihan konsumen dalam membeli produk tersebut (Wu, Tang, Zhou, & Martínez, 2024). Atribut produk dianggap penting dan menjadi dasar bagi keputusan pembelian. Jika atribut suatu produk tidak dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen, maka produk tersebut akan kalah bersaing di pasar (Kotler & Keller, 2016).

Atribut suatu produk sangat mempengaruhi keberlanjutan sosial karena mencakup aspek-aspek seperti bahan yang digunakan, proses produksi, serta desain dan fungsi produk tersebut. Penggunaan bahan ramah lingkungan dan proses produksi yang etis dapat meningkatkan kesejahteraan pekerja dan komunitas lokal, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, serta memperkuat kepercayaan konsumen. Desain yang mempertimbangkan inklusivitas dan kebutuhan pengguna yang beragam dapat meningkatkan aksesibilitas dan kesejahteraan sosial,

sementara produk yang tahan lama mengurangi limbah dan mendorong konsumsi yang lebih bertanggung jawab. Dengan demikian, atribut-atribut produk yang memperhatikan keberlanjutan sosial dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kesejahteraan individu dan masyarakat secara keseluruhan.

Ditinjau dari beberapa studi literatur, (Cramm, VanDijk, & Nieboer, 2013) menemukan bahwa kohesi sosial lingkungan dan modal sosial memainkan peran penting dalam meningkatkan kesejahteraan orang dewasa yang lebih tua di komunitas. Temuan ini menekankan pentingnya mempertimbangkan faktor-faktor keberlanjutan sosial dalam desain produk seperti tas punggung, terutama untuk orang dewasa yang lebih tua. (Ebrashi, 2013) menekankan pentingnya teori kewirausahaan sosial dan dampak sosial yang berkelanjutan. Wawasan ini menunjukkan bahwa menggabungkan prinsip-prinsip kewirausahaan sosial dan dampak sosial yang berkelanjutan ke dalam desain tas punggung dapat berkontribusi untuk meningkatkan keberlanjutan sosial.

Studi longitudinal tentang prediktor kesejahteraan dan produktivitas di antara para profesional perangkat lunak dilakukan selama pandemi COVID-19. Temuan studi ini bisa relevan dengan desain tas punggung, terutama dalam konteks kerja jarak jauh dan kebutuhan akan desain yang ergonomis dan berkelanjutan secara sosial (Russo, Hanel, Altnickel, & vanBerkel, 2021). (Moorhouse & Moorhouse, 2017) mengeksplorasi prinsip-prinsip desain berkelanjutan, terutama dalam konteks ekonomi sirkular di bidang mode dan tekstil. Meskipun studi ini berfokus pada mode dan tekstil, prinsip-prinsip dasar desain berkelanjutan dapat diterapkan pada desain tas punggung untuk memastikan keberlanjutan sosial.

Praktik manufaktur ramping memberi dampak terhadap kinerja berkelanjutan perusahaan, dengan fokus pada budaya ramping sebagai moderator (Iranmanesh, Zailani, Hyun, Ali, & Kim, 2019). Temuan ini menunjukkan bahwa mengintegrasikan budaya ramping dan praktik berkelanjutan ke dalam proses desain tas punggung dapat meningkatkan keberlanjutan sosial. Peran kecerdasan emosional dan kerja emosional terhadap kesejahteraan dan stres kerja di antara perawat komunitas juga telah diteliti (Karimi, Leggat, Donohue, Farrell, & Couper, 2014). Meskipun studi ini berfokus pada profesional perawatan kesehatan, temuan ini mungkin memiliki implikasi untuk desain tas punggung yang mempertimbangkan kesejahteraan emosional pengguna. Selain itu, dampak pandemi COVID-19 dan periode awal lockdown terhadap kesehatan mental dan kesejahteraan orang dewasa di Inggris menjadi pendukung bahwa kesejahteraan menjadi hal yang sangat penting (White & Van DerBoor, 2020). Memahami dampak faktor eksternal seperti pandemi terhadap kesejahteraan sangat penting untuk merancang tas punggung yang mendukung keberlanjutan sosial pengguna selama masa-masa sulit.

Temuan-temuan ini secara kolektif menunjukkan bahwa ada kebutuhan untuk integrasi yang lebih besar dari pertimbangan keberlanjutan sosial dalam desain tas punggung. Meskipun penelitian yang ada memberikan wawasan berharga, masih ada kesenjangan pengetahuan yang memerlukan penelitian lebih lanjut. Penelitian di masa depan harus fokus pada pengembangan kerangka desain yang secara eksplisit menggabungkan prinsip-prinsip keberlanjutan sosial, melakukan studi berpusat pada pengguna untuk memahami kebutuhan sosial dan emosional dari kelompok pengguna yang beragam, dan mengeksplorasi peran desain tas punggung dalam mempromosikan kesejahteraan dan ketahanan komunitas. Dengan mengatasi kesenjangan pengetahuan ini, penelitian di masa depan dapat berkontribusi pada pengembangan desain inklusif tas punggung yang memprioritaskan keberlanjutan sosial dan meningkatkan kesejahteraan keseluruhan pengguna.

Desain inklusif yang memperhatikan preferensi pengguna sangat penting karena dapat menciptakan produk yang dapat digunakan oleh semua orang, tanpa memandang kemampuan fisik, usia, atau latar belakang mereka. Dengan memahami kebutuhan dan preferensi berbagai kelompok pengguna, desainer dapat menciptakan produk yang lebih fungsional dan nyaman. Hal ini tidak hanya meningkatkan kepuasan pengguna tetapi juga memastikan bahwa produk tersebut dapat diakses oleh sebanyak mungkin orang, mengurangi eksklusi dan meningkatkan kesetaraan dalam penggunaan produk sehari-hari.

Selain itu, desain inklusif juga berperan dalam pemberdayaan sosial. Ketika produk dirancang dengan memperhatikan berbagai kebutuhan pengguna, hal ini memberikan kesempatan bagi individu dengan kebutuhan khusus untuk berpartisipasi penuh dalam masyarakat. Misalnya, tas yang dirancang dengan fitur aksesibilitas seperti pegangan yang mudah digenggam atau tali yang dapat disesuaikan, memungkinkan pengguna dengan keterbatasan fisik untuk menggunakannya dengan lebih mandiri. Dengan demikian, desain inklusif tidak hanya mengakomodasi perbedaan individu tetapi juga menghargai dan memberdayakan mereka.

Terakhir, desain inklusif yang memperhatikan preferensi pengguna dapat meningkatkan loyalitas dan kepercayaan konsumen. Konsumen cenderung lebih percaya dan setia pada merek yang menunjukkan komitmen terhadap inklusivitas dan keberagaman. Dengan menghadirkan produk yang dirancang secara inklusif, perusahaan dapat menunjukkan bahwa mereka peduli terhadap semua pelanggannya dan berusaha untuk memenuhi kebutuhan mereka. Hal ini tidak hanya memperkuat citra merek tetapi juga mendorong peningkatan penjualan dan pangsa pasar, karena lebih banyak orang merasa produk tersebut relevan dan bermanfaat bagi mereka. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu memahami preferensi konsumen dengan tepat sehingga dapat diidentifikasi atribut-atribut yang diinginkan dan dibutuhkan konsumen dari tas ransel.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi atribut yang paling diinginkan oleh konsumen saat memilih tas, khususnya ransel *daily pack*, menggunakan analisis konjoin. Hasilnya mencakup kombinasi atribut yang sesuai dengan preferensi dan kebutuhan konsumen, yang diharapkan dapat memberikan wawasan berharga kepada perusahaan dalam merancang produk mereka.

METODE

Bab ini akan menjelaskan prosedur penyusunan penelitian secara akademis untuk memastikan penelitian berjalan dengan struktur yang terstruktur dan terorganisir. Analisis konjoin digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana preferensi konsumen terkait dengan atribut *daily pack backpack*. (Ardvin et al., 2022) dan (Ihwah, Saputra, Deoranto, Dewi, & Rahmah, 2020) menyatakan bahwa analisis konjoin adalah metode multivariat yang berguna untuk mengukur preferensi konsumen terhadap atribut-atribut produk atau layanan. Metode ini telah banyak diterapkan dalam penelitian pemasaran untuk mengidentifikasi atribut produk yang paling signifikan dalam pengambilan keputusan konsumen. Formulasi dasar dari Analisis Konjoin dapat diringkas sebagai berikut:

$$U(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_{ij} x_{ij} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

$U(X)$ = nilai total kegunaan

a_{ij} = nilai kegunaan dari atribut ke- i ($i=1,2,3,\dots,m$), level ke- j ($j=1,2,3,\dots,k_j$)

k_j = level ke- j dari atribut ke- i

m = banyaknya atribut

x_{ij} = *Dummy variable* atribut ke- i level ke- j

Tujuan dari analisis konjoin ini adalah untuk mengetahui persepsi konsumen ketika memilih suatu produk atau layanan (Rao, 2014). Hasil dari analisis konjoin ini adalah suatu bentuk desain produk dengan atribut tertentu sesuai dengan keinginan dari konsumen sebagai responden.

Data primer yang dibutuhkan oleh peneliti dalam melaksanakan penelitian adalah data jenis kelamin, usia, pekerjaan, dan data tingkat preferensi atribut *Bag volume, Pack handle, Upper flap, Shoulder strap with foam, Side pack, Front pack, Laptop sleeve, Material, Color, Zipper type*, dan *Luggage Strap* dengan tiga level pada masing-masing atribut yang tersusun ke dalam beberapa *stimuli card*. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data atribut tas ransel *daily pack* dari penelitian sebelumnya, penelitian terkait dan artikel yang digunakan dalam perancangan atribut dan level yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Purposive sampling digunakan dalam pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu. Adapun pertimbangan atau kriteria sampel yang akan digunakan adalah pria dan wanita dewasa dengan rentang umur 19-59 tahun menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang pernah menggunakan tas ransel. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 100 sampel guna memenuhi batas minimal sampel analisis konjoin. Untuk mendapatkan preferensi konsumen dapat menggunakan ukuran sampel minimal 50 responden sehingga diputuskan untuk menggunakan jumlah sampel sebesar 100 sampel agar penelitian yang dilakukan memenuhi jumlah minimal dan hasil penelitian yang dihasilkan lebih akurat (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2014).

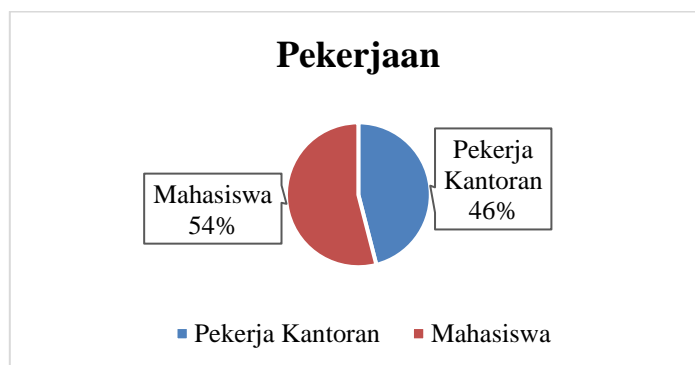
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penentuan atribut dan level dilakukan melalui tinjauan literatur, yang mencakup pengambilan atribut dan level yang digunakan oleh merek-merek ternama yang mengkhususkan diri pada produk tas ransel dailypack. Selain itu, tinjauan literatur juga melibatkan penggunaan atribut dan level yang telah digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Tabel 1 berikut merupakan atribut serta level terpilih pada penelitian ini:

Tabel 1. Atribut dan level terpilih.

Atribut	Level 1	Level 2	Level 3
<i>Volume</i>	23l	25l	28l
<i>Pack handle</i>	Tanpa <i>pack handle</i>	<i>Pack handle</i> polos	<i>Pack handle</i> dengan bantalan
<i>Upper flap</i>	Tanpa <i>upper flap</i>	<i>Upper flap</i> dengan clip	<i>Upper flap</i> dengan Velcro
<i>Shoulder Strap</i>	<i>Shoulder strap</i> polos	<i>Shoulder strap</i> dengan <i>strap</i> dada	<i>Shoulder strap</i> dengan <i>strap</i> dada dan pinggang
<i>Side pack</i>	Tanpa <i>side pack</i>	<i>Side pack</i> tanpa penutup	<i>Side pack</i> dengan penutup
<i>Front Pack</i>	Tanpa <i>front pack</i>	<i>Front pack</i> tanpa penutup	<i>Front pack</i> dengan penutup
<i>Laptop sleeve</i>	Tanpa <i>laptop sleeve</i>	<i>Laptop sleeve</i> tanpa pengait	<i>Laptop sleeve</i> dengan pengait
<i>Zipper type</i>	<i>One way zipper</i>	<i>Two way zipper</i>	<i>Two way zipper water resistant</i>
<i>Material</i>	<i>Polyester</i>	<i>Nylon</i>	Parasut
<i>Color</i>	Polos terang	Polos gelap	Bermotif

Setelah menentukan atribut dan level, langkah berikutnya adalah menyusun Stimuli Card yang akan digunakan untuk mengevaluasi preferensi konsumen terhadap tas ransel dailypack. Penyusunan Stimuli Card ini akan dibantu oleh software statistik. Mengingat banyaknya jumlah atribut, metode orthogonal array akan digunakan untuk mengurangi jumlah Stimuli Card yang perlu disusun. Hasil penyusunan *Stimuli Card* menunjukkan bahwa terdapat 27 *Stimuli Card* yang terbentuk dari 10 atribut dengan masing masing atribut memiliki 3 level. *Stimuli Card* ini akan digunakan untuk mengetahui preferensi konsumen tas ransel *dailypack* dengan bantuan media kuesioner. Kuesioner tersebut akan disebar ke 150 responden yang sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan. Hasil pengolahan data menunjukkan gambaran umum dari responden berdasarkan jenis pekerjaan. Berikut merupakan gambaran umum dari responden penelitian yang diperoleh:



Gambar 1. Sebaran pekerjaan responden.

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa dari jumlah total keseluruhan responden, 54% adalah mahasiswa dan 46% berstatus sebagai karyawan. Setelah data sudah dapat dipastikan valid dan reliabel, maka selanjutnya akan dihitung *Utility Attribute Level Score*, *Importance Score*, dan *Corellation Value*. *Importance Value* merupakan nilai yang menunjukkan atribut mana yang paling dipentingkan oleh konsumen dalam memilih produk tas ransel. *Utility Attribute Level Score* akan menunjukkan taraf mana yang paling disukai konsumen tas ransel pada setiap atribut yang dijadikan amatan penelitian. Sedangkan *Corellation Value* akan menunjukkan korelasi antara nilai estimasi dan nilai aktual dari hasil analisis konjoin. Semakin nilai korelasi mendekati angka 1, maka semakin kuat korelasi antara nilai estimasi dan nilai aktual yang menunjukkan bahwa hasil analisis konjoin bersifat valid dalam memprediksi preferensi konsumen. Perhitungan nilai nilai tersebut akan dilakukan dengan bantuan software statistik. Hasil perhitungan *Utility Attribute Level Score* secara keseluruhan dan berdasarkan pekerjaan dan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Utility Attribute Level Score dari Level Terpilih

Atribut dan level		Mahasiswa	Pekerja
Volume	23 l	-0,267	-0,278
	25 l	0,287	0,261
	28 l	-0,019	0,017
Pack_Handle	tanpa	0,011	-0,037
	polos	0,014	0,039
	dengan bantalan	-0,025	-0,003
Upper_Flap	tanpa	-0,115	-0,078
	dengan clip	0,092	0,137
	dengan velcro	0,023	-0,059
Shoulder_Strap	polos	-0,210	-0,181
	dengan strap dada	0,191	0,168
	dengan strap dada & pinggang	0,019	0,013
Side_Pack	tanpa	-0,038	-0,027
	side pack tanpa penutup	0,213	0,224
	side pack dengan penutup	-0,174	-0,198
Front_Pack	tanpa	0,067	0,083
	front pack tanpa penutup	0,118	0,107
	front pack dengan penutup	-0,185	-0,189
Laptop_Sleeve	tanpa	-0,163	-0,201
	laptop sleeve tanpa pengait	0,176	0,231
	laptop sleeve dengan pengait	-0,012	-0,030
Zipper_Type	one way zipper	-0,178	-0,169
	two-way zipper	-0,117	-0,107
	two-way zipper water resistant	0,295	0,276
Material	polyester	0,045	0,023
	nylon	-0,025	0,005
	parasut	-0,021	-0,028
Color	polos terang	-0,274	-0,302
	polos gelap	0,374	0,374

Atribut dan level	Mahasiswa	Pekerja
bermotif	-0,100	-0,072

Tabel 3. *Importance Score* berdasarkan Pekerjaan

Atribut	Mahasiswa	Atribut	Pekerja
<i>Color</i>	14,191	<i>Color</i>	13,673
<i>Volume</i>	11,030	<i>Volume</i>	11,195
<i>Zipper_Type</i>	10,866	<i>Zipper_Type</i>	10,456
<i>Shoulder_Strap</i>	10,164	<i>Laptop_Sleeve</i>	10,189
<i>Pack_Handle</i>	9,572	<i>Side_Pack</i>	9,911
<i>Laptop_Sleeve</i>	9,381	<i>Front_Pack</i>	9,803
<i>Front_Pack</i>	9,242	<i>Shoulder_Strap</i>	9,236
<i>Side_Pack</i>	9,083	<i>Upper_Flap</i>	9,056
<i>Upper_Flap</i>	8,889	<i>Material</i>	8,643
<i>Material</i>	7,584	<i>Pack_Handle</i>	7,837

Berdasarkan pekerjaan, responden tidak menunjukkan perbedaan dalam preferensi level atribut saat memilih tas ransel dailypack. Hal ini tercermin dari hasil perhitungan utility attribute level score yang ditampilkan pada Tabel 2. Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan preferensi pada level masing-masing atribut. Penyebabnya adalah kebutuhan fungsional yang serupa antara pekerja dan mahasiswa, yaitu kapasitas tas yang memadai untuk membawa barang-barang penting sehari-hari. Selain itu, kenyamanan dan ergonomis menjadi faktor penting karena barang yang mereka bawa cukup berat dalam aktivitas sehari-hari.

Responden penelitian menunjukkan perbedaan prioritas atribut dalam memilih tas ransel dailypack berdasarkan pekerjaan mereka. Perbedaan ini dapat dilihat dari importance score yang tercantum pada Tabel 3. Hasil perhitungan tersebut mengungkapkan bahwa mahasiswa dan pekerja memiliki urutan prioritas yang berbeda. Mahasiswa lebih memprioritaskan atribut shoulder strap, pack handle, laptop sleeve, front pack, side pack, upper flap, dan material di posisi 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10. Sementara itu, pekerja lebih memprioritaskan atribut laptop sleeve, side pack, front pack, shoulder strap, upper flap, material, dan pack handle di urutan yang sama. Dengan demikian, pekerja dan mahasiswa memiliki kesamaan prioritas pada atribut *color*, *volume*, dan *zipper type*.

Untuk rekomendasi kombinasi atribut bagi mahasiswa, disarankan tas dengan *volume* 25 liter tanpa *pack handle*, dilengkapi *upper flap* dengan *clip*, *shoulder strap* dengan *strap* dada, *side pack* dan *front pack* tanpa penutup, *laptop sleeve* tanpa pengait, *zipper tipe two-way water resistant*, terbuat dari bahan *polyester*, dan berwarna polos gelap. Sedangkan untuk pekerja, disarankan tas dengan *volume* 25 liter yang memiliki *pack handle* polos, *upper flap* dengan *clip*, *shoulder strap* dengan *strap* dada, *side pack* dan *front pack* tanpa penutup, *laptop sleeve* tanpa pengait, *zipper tipe two-way water resistant*, terbuat dari bahan *polyester*, dan berwarna polos gelap.

KESIMPULAN

Color merupakan atribut paling penting untuk kedua kelompok, baik mahasiswa maupun pekerja. *Volume* dan *Zipper_Type* juga menjadi atribut dengan prioritas tinggi di kedua kelompok. Mahasiswa lebih mengutamakan *Shoulder_Strap* dan *Pack_Handle* dibandingkan *Laptop_Sleeve* dan *Side_Pack*. Sebaliknya, pekerja lebih mengutamakan *Laptop_Sleeve* dan *Side_Pack* dibandingkan *Shoulder_Strap* dan *Pack_Handle*. Atribut *Material* dan *Pack_Handle* memiliki prioritas paling rendah di kedua kelompok, namun dengan urutan yang berbeda. Perbedaan ini mencerminkan variasi preferensi antara mahasiswa dan pekerja dalam memilih tas ransel dailypack, yang dapat menjadi pertimbangan penting bagi produsen dalam merancang produk yang sesuai dengan kebutuhan spesifik masing-masing kelompok konsumen.

Dalam perancangan produk, pemahaman mengenai preferensi ini sangat penting. Produsen dapat memanfaatkan informasi ini untuk menargetkan pasar yang berbeda dengan lebih efektif. Misalnya, untuk segmen mahasiswa, produsen dapat menonjolkan fitur *Shoulder_Strap* dan *Pack_Handle* yang lebih nyaman, sementara untuk segmen pekerja, penekanan pada *Laptop_Sleeve* dan *Side_Pack* yang lebih fungsional mungkin lebih relevan. Dengan demikian, produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, tetapi juga preferensi spesifik

dari setiap kelompok konsumen, meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan sebagai bagian dari perwujudan keberlanjutan sosial.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardvin, A. K., Prasetyo, Y. T., Chuenyindee, T., Young, M. N., Doma, B. T., Caballes, D. G., ...Bautista, C. S. (2022). Preference analysis on the online learning attributes among senior high school students during the COVID-19 pandemic: A conjoint analysis approach. *Evaluation and Program Planning*, 92(April), 102100. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102100>
- Cramm, J. M., VanDijk, H. M., &Nieboer, A. P. (2013). The importance of neighborhood social cohesion and social capital for the well being of older adults in the community. *Gerontologist*, 53(1), 142–150. <https://doi.org/10.1093/geront/gns052>
- Ebrashi, R.El. (2013). Social entrepreneurship theory and sustainable social impact. *Social Responsibility Journal*, 9(2), 188–209. <https://doi.org/10.1108/SRJ-07-2011-0013>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., &Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (Seventh Ed). Harlow, Essex, England: Pearson Education Limited.
- Ihwah, A., Saputra, H. A., Deoranto, P., Dewi, I. A., &Rahmah, N. L. (2020). ANALISIS KONJOIN UNTUK MENGUKUR PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP ATRIBUT KERTAS SENI DARI SABUT PINANG SIRIH (*Areca catechu* L.) DAN KERTAS KORAN. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(1), 39–48. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2020.021.01.5>
- Iranmanesh, M., Zailani, S., Hyun, S. S., Ali, M. H., &Kim, K. (2019). Impact of lean manufacturing practices on firms' sustainable performance: Lean culture as a moderator. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041112>
- Karimi, L., Leggat, S. G., Donohue, L., Farrell, G., &Couper, G. E. (2014). Emotional rescue: The role of emotional intelligence and emotional labour on well-being and job-stress among community nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 70(1), 176–186. <https://doi.org/10.1111/jan.12185>
- Kencana, D. D. A., Herlambang, Y., &Nurhidayat, M. (2019). Perancangan Tas Backpack Untuk Kebutuhan Pengguna Sepeda Bike To Work Designing Backpack Bags for the Needs of Bicycle Bike To Work. *E-Proceeding of Art & Design*, 6(1), 587–603.
- Kotler, P., &Keller, K. L. (2016). *Marketing Management* (Vol. 15).
- Lestari, F., Susanto, M. R., Susanto, D., Sugiyamin, S., &Qisti Barriah, I. (2022). Aplikasi Teknik Ecoprint Pada Media Kulit Dalam Pembuatan Tas Fashion Wanita Dalam Konteks Liminalitas. *JSRW (Jurnal Senirupa Warna)*, 10(1), 102–113. <https://doi.org/10.36806/v10i1.146>
- Moorhouse, D., &Moorhouse, D. (2017). Sustainable Design: Circular Economy in Fashion and Textiles. *Design Journal*, 20(sup1), S1948–S1959. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352713>
- Russo, D., Hanel, P. H. P., Altnickel, S., &vanBerkel, N. (2021). Predictors of well-being and productivity among software professionals during the COVID-19 pandemic – a longitudinal study. *Empirical Software Engineering*, 26(4). <https://doi.org/10.1007/s10664-021-09945-9>
- White, R. G., &Van DerBoor, C. (2020). Impact of the COVID-19 pandemic and initial period of lockdown on the mental health and well-being of adults in the UK. *BJPsych Open*, 6(5), 1–4. <https://doi.org/10.1192/bjo.2020.79>
- Wu, P., Tang, T., Zhou, L., &Martínez, L. (2024). A decision-support model through online reviews: Consumer preference analysis and product ranking. *Information Processing and Management*, 61(4), 103728. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2024.103728>



ISSN 2088-9488



9 772088 948000