

ISBN 978-623-92057-0-6



PROSIDING

**SEMINAR NASIONAL 2019
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA**

How IoT Can Revolutionize Workplace Ergonomically?

Disponsori Oleh :



Diselenggarakan Oleh :



**Surabaya
7 November 2019**

Didukung Oleh:



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



Buku Prosiding
Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019

“How IoT can Revolutionize Workplace Ergonomically”

Penanggung Jawab:

Anny Maryanni, S.T., M.T

Tim Editor:

Rio Prasetyo Lukodono, S.T., M.T.

Amanda Nur Cahyawati, S.T., M.T.

Astuteryanti Tri Lustyana, S.T., M.T.

Teguh Oktiarso, S.T., M.T.

Tim Reviewer:

Sugiono, ST., MT., PhD (Universitas Brawijaya)

Dr. Eng. Listiani Nurul Huda (Universitas Sumatra Utara)

Dr. Emma Budi Sulistiarini, ST.,MT. (Universitas Widyagama)

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

Dr. dr. I Made Muliarta, M.Kes. (Universitas Udayana)

Dr. Arie Restu Wardhani, ST., MT. (Universitas Widyagama)

Dyah Santhi Dewi, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Ir. Markus Hartono S.T., M.Sc., Ph.D., CHFP., IPM (Universitas Surabaya)

Dr. Ir. Heru Prastawa, DEA (Universitas Diponegoro)

Dr. Dian Kemala Putri (Universitas Gunadarma)

Dr.Eng. Titis Wijayanto, S.T., M.Des. (*Universitas Gadjah Mada*)

Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

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

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc. (*Universitas Islam Indonesia*)

Hak Cipta pada:

Perhimpunan Ergonomi Indonesia

d.a. Sekretariat Semnas dan Workshop PEI 2019

Laboratorium Perancangan Kerja dan Ergonomi, Gedung Teknik Industri Lt.2, Universitas Brawijaya, JL. MT Haryono 167

Malang

Telp. (0341) 587710 ext. 205

E-Mail: ergonomi.indonesia@gmail.com

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

ISBN. 978-623-92057-0-6

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

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat dan karunia-Nya Buku Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 dapat kami terbitkan. Buku prosiding ini merupakan kumpulan makalah seminar nasional PEI 2019 yang diselenggarakan pada tanggal 7 November 2019 di *Ballroom, Best Western Papilio Hotel*, Surabaya oleh Perhimpunan Ergonomi Indonesia koordinator wilayah Jawa Timur. Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 mengambil tema “*How IoT can Revolutionize Workplace Ergonomically*” untuk menjawab peran ergonomi dan keselamatan kerja dalam Industri 4.0 yang erat dengan implementasi *Internet of Things*.

Secara keseluruhan makalah yang dipresentasikan dalam Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 terbagi dalam 5 (lima) sub tema yaitu ergonomi fisik (A), ergonomi kognitif (B), ergonomi lingkungan (C), ergonomi makro (D), ergonomi perancangan produk (E). Kami berharap penerbitan Buku prosiding seminar nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 ini dapat menjadi pendukung data sekunder dalam pengembangan penelitian di masa mendatang, serta memacu para akademisi dan praktisi untuk saling bersinergi dan berkolaborasi demi kemajuan bangsa dan negara. Oleh karenanya kami juga mengharapkan masukan bagi perbaikannya di masa mendatang.

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dari pihak yang telah berkontribusi dalam kegiatan ini, baik sponsor, perhimpunan ergonomi indonesia, pembicara utama, panelis, reviewer, pemakalah, peserta, seluruh panitia yang terlibat, dan pihak-pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu. Kami menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat kekurangan atau kesalahan pada penyusunan buku prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019. Semoga kita bersama dapat berperan dalam memberikan hasil yang positif bagi masing-masing individu, maupun bidang Keilmuan Ergonomi pada khususnya.

Malang, 20 Oktober 2019

Tim Penyusun

SAMBUTAN KETUA PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

Bapak dan Ibu para Ergoers yang saya hormati,
Salam sejahtera untuk kita semua.



Seminar nasional merupakan salah satu agenda rutin Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) yang kita laksanakan setiap tahun dengan dikombinasikan dengan seminar internasional bersama dengan kolega kita di Asia Tenggara melalui network SEANES. Alhamdulillah, setiap tahun PEI selalu memiliki agenda seminar nasional dan/atau seminar internasional.

Pada tahun 2019 ini, kegiatan Seminar Nasional PEI kita sandingkan dengan Workshop Knowledge Sharing yang juga merupakan agenda rutin PEI yang dilaksanakan 2-3 kali setahun. Selain itu, Seminar Nasional tahun ini juga dilanjutkan dengan Workshop Industri, sebagai salah satu upaya kita untuk menjangkau lebih banyak praktisi di industri. Tahun ini kita juga menginisiasi pemberian award tahunan berupa Manuaba Award, Satalaksana Award dan Ketua PEI Award. Manuaba Award dan Satalaksana Award kita dedikasikan untuk perusahaan yang sudah menerapkan ergonomi, sedangkan Ketua PEI Award kita tujukan kepada ergoers yang telah menghasilkan penelitian yang memiliki dampak yang signifikan di industri atau masyarakat.

Saya mengucapkan terima kasih kepada PEI Korwil Jawa Timur (Dr. Sugiono dan tim) yang telah berhasil melakukan konsolidasi dan mempersiapkan segala sesuatu demi terlaksananya rangkaian acara Seminar Nasional dan Workshop ini. Terima kasih juga kepada ITS dan UTM yang bersedia menjadi tuan rumah pelaksanaan acara Seminar dan Workshop. Semoga kerjasama yang telah dibangun dapat terus dipertahankan dan menjadi contoh untuk PEI Wilayah yang lain.

Semoga rangkaian acara Workshop dan Seminar Nasional 2019 ini bermanfaat untuk kita semua dan menginisiasi berbagai kerjasama pendidikan dan penelitian untuk kemajuan Ergonomi di Tanah Air.

Salam Ergonomi,

Yassierli, PhD., CPE

SAMBUTAN KOORDINATOR WILAYAH JAWATIMUR



Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 di Best Western Papilio Hotel, Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 7 November 2019 dapat dilaksanakan.

Pada tahun ini Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 mengambil tema “*How IoT can Revolutionize Workplace Ergonomically*” untuk menjawab peran ergonomi dan keselamatan kerja dalam Industri 4.0 yang erat dengan implementasi *Internet of Things*. Teknologi ini bisa membantu untuk menciptakan tempat kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien asalkan dalam perancangannya mempertimbangkan faktor manusia. Pemanfaatan IoT akan mengembangkan lebih banyak lagi penelitian ke depannya dan memberikan kontribusi yang besar bagi bidang Ergonomi di sektor multidisiplin.

Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 ini bertujuan untuk mengakomodasi berbagai pihak diantaranya perguruan tinggi, para akademisi dan praktisi yang berasal dari seluruh wilayah Indonesia untuk memantapkan dan meningkatkan mutu serta relevansi pendidikan tinggi di Indonesia serta berbagi, berkontribusi, dan memberikan sudut pandang dalam pengembangan ide-ide kreatif, inovatif, dan solutif demi pengembangan keilmuan ergonomik pada khususnya.

Pada kesempatan kali ini, perkenankan kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi baik dari pihak PEI, perguruan tinggi seluruh Indonesia, para pembicara, para pemakalah, peserta workshop dan tentunya pihak sponsorship sehingga acara Seminar Nasional Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) 2019 ini dapat terselenggara. Serta perkenankan pula kami menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat hal yang kurang berkenan bagi Bapak/Ibu sekalian.

Malang, 20 Oktober 2019

Sugiono, ST., MT. Ph.D.

SAMBUTAN KETUA PANITIA WORKSHOP, SEMINAR NASIONAL, DAN PEI AWARDS 2019

Bapak dan Ibu yang terhormat
Salam sejahtera untuk kita semua



Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselenggaranya rangkaian kegiatan PEI tahun 2019 yang dilaksanakan oleh Korwil Jawa Timur. Terdapat empat kegiatan utama yaitu Knowledge Sharing Workshop, Seminar Nasional, Industrial Workshop dan PEI Award yang melibatkan akademisi, profesional dan mahasiswa. Rangkaian kegiatan ini dilaksanakan dengan kerjasama delapan Perguruan Tinggi di Korwil Jawa Timur yaitu Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Universitas Brawijaya (UB), Universitas Trunojoyo Madura (UTM), Universitas Surabaya (UBAYA), Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI), Universitas Kristen Petra (PETRA), Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) dan Universitas Ma Chung.

Pelaksanaan Seminar Nasional PEI tahun 2019 ini mengambil tema *“How IoT Can Revolutionize Workplace Ergonomically?”* dengan mengundang pembicara Prof John Vong sebagai Visiting Professor di RMIT Australia dan Riza Alaudin Syah sebagai IoT Head Department di Bukalapak. Kegiatan Seminar Nasional yang dilaksanakan pada Kamis, 7 Nopember 2019 ini diikuti oleh 2 Biro/Badan, 6 Institut, 2 Kementrian, 1 Pemda, 2 Politeknik dan 31 Universitas baik sebagai peserta pemakalah maupun non-pemakalah.

Tema seminar yang dipilih sangat erat kaitannya dengan kondisi kita saat ini, dimana manusia (*human*) turut menjadi bagian penting dari Industri 4.0 yang sangat erat dengan penggunaan internet dan teknologi informasi. Sekiranya paparan dari pembicara akan memberikan gambaran bagaimana IoT dapat merevolusi tempat kerja menjadi ergonomis. Makalah yang dipresentasikan dalam Seminar Nasional ini semoga dapat memberikan manfaat pada penelitian Ergonomi di Indonesia.

Ucapan terima kasih tidak lupa kami sampaikan kepada Ketua PEI Indonesia Bapak Yassierli dan Koordinator PEI Korwil Jawa Timur atas dukungannya. Terima kasih juga kami sampaikan kepada perusahaan yang mendukung pelaksanaan kegiatan ini.

Semoga seluruh rangkaian kegiatan PEI 2019 yang dikelola PEI Korwil Jawa Timur memberikan manfaat dan mohon maaf atas segala kekurangan.

Surabaya, 28 Oktober 2019

Anny Maryani, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

TIM PENYUSUN	iii
KATA PENGANTAR	v
SAMBUTAN KETUA PEI.....	vii
SAMBUTAN KOORDINATOR WILAYAH JAWA TIMUR.....	viii
SAMBUTAN KETUA PANITIA WORKSHOP, SEMINAR NASIONAL, DAN PEI AWARDS 2019	ix
DAFTAR ISI.....	xi

A. MAKALAH BIDANG ERGONOMI FISIK

Manajemen Stress Berbasis Variabilitas Denyut Jantung (HRV <i>Biofeedback</i>) Pada Operator Industri Manufaktur.....	1
Peningkatan Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan pada Pekerja Pembuatan Atap Alang-Alang di Desa Lodtunduh Gianyar Bali Tahun 2019	13
Peningkatan Beban Kerja Fisik dan Keluhan Muskuloskeletal pada Petani Garam di Pantai Kusamba Klungkung Bali Tahun 2018	19
Analisis Faktor Risiko Ergonomi pada Penjahit Konveksi Baju di Desa Sading Mengwi Badung.....	25
Pengukuran Beban Kerja Mental Pekerja Kefarmasian	31
Analisis Beban Kerja pada Pekerja Koran dengan Menggunakan <i>Cardiovascular Load</i> dan NASA-TLX.....	37
Pendekatan Fisiologis, Kognitif dan Subjektif Terhadap Pengukuran Tingkat Kelelahan Pengendara Motor Wanita	49
Perbaikan Sistem Kerja untuk Mengurangi 'Waste' pada Produksi Alat Rumah Tangga Berbasis Aluminium	59
Memfaatkan Metode <i>Subjective Workload Assessment Technique</i> (SWAT) untuk Menganalisis Beban Kerja Karyawan pada Kantor Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.....	67
Pendekatan <i>Ergo-Mechanical</i> dapat Meningkatkan Kesehatan dan Motivasi Kerja Perajin Ukiran	77

Identifikasi Postur Kerja Proses Pembuatan Tahu pada Pabrik Tahu Pak Utar dengan Metode REBA Dan OWAS	85
Evaluasi Ergonomi Untuk Meminimasi Risiko <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs)	91
Meminimalisasi Gangguan Kelelahan Otot dengan Perancangan Mesin Ergonomis	97
Evaluasi Keawasan dan Beban Kerja Pengemudi Tank Amx-13: Kajian pada Batalyon Armed 4/105 Gs Cimahi	105
Pemberian Istirahat Aktif Menurunkan Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan Serta Meningkatkan Produktivitas Kerja Pada Pekerja Setrika di Cuci <i>House Laundry</i>	113
Evaluasi Kelelahan Bagi Pengemudi Berdasarkan Indikator Okular dan <i>Behavioural-Observer Rated Sleepiness</i>	121
Optimasi Alokasi Tenaga Kerja Berdasarkan Workload Analysis pada Industri Tekstil	129
Perbaikan Sikap Kerja Meningkatkan Konsentrasi Pengrajin Ukiran Cetak Mil di Desa Guwang Gianyar Bali	137
Pengaruh Penggunaan <i>Corset Go</i> Terhadap Kelelahan, Nyeri Muskuloskeletal dan Kenyamanan Kerja Petani	143
Penentuan Waktu Baku Optimal pada Proses <i>Threading Connector</i> Di PT GE Oil and Gas Indonesia.....	151
Perancangan Fasilitas Untuk Mengurangi Keluhan Operator dengan Menentukan Batas Berat Beban Kerja yang direkomendasikan (<i>Recommended Weight Limit/RWL</i>) pada Proses <i>Building</i> Lapisan Atas Ban Tl 98 Di PT BTI.....	159
Analisis <i>Stretching</i> untuk Mengatasi Keluhan pada Tenaga Kerja Berdasarkan Postur Kerja di Ketinggian.....	169
Pengukuran <i>Musculoskeletal Discomfort</i> dengan <i>Nordic Body Map</i> dan Pengaruh <i>Stretching</i> Pada Pekerja Tower Listrik	175
Analisis Faktor Kelelahan Mengemudi pada Awak Mobil Tangki (AMT): Studi Kasus di PT X.....	181
Gambaran Kelelahan Berdasarkan Dimensi <i>Swedish Occupational Fatigue Index</i> (SOFI) Pekerja Garmen di PT Adi Satria Abadi	187
Identifikasi Faktor Risiko Kelelahan pada Pengemudi <i>Truck</i> PT Semen Indonesia Distributor	195

Analisis Beban Kerja Subjektif dan Potensi Human Error pada Tugas Dosen	203
Faktor Pendukung dan Penghambat untuk Kembali Bekerja pada Penderita Kanker: Literatur Review Berbasis Kajian Ergonomi.....	209
Studi Gerak Dinamis Menggunakan <i>Motion Capture</i> dan Simulasi Gerak 3D Berbasis Skeletal System.....	213
Analisis <i>Manual Material Handling</i> dengan Konsep <i>Revised Niosh Lifting Equation</i>	219
Analisis Beban Kerja <i>Operator Loading</i> Produk Akhir dengan Metode <i>Maynard Operation Sequence Technique (MOST)</i>	223
<i>Mental Workload</i> pada Mahasiswa Semester 6 dan 8 Program Studi Teknik Industri Universitas Trunojoyo Madura.....	231
Analisis Keluhan Otot dan Postur Kerja pada Pekerja Area Sortasi PT. PN IX Krumpit.....	237
Analisa Resiko <i>Musculoskeletal Disorders</i> pada Proses Pembuatan Tahu Sumedang.....	243
Analisa Postur Pekerja Tambak dengan QEC (<i>Quick Exposure Check</i>).....	251
Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode RULA (<i>Rapid Upper Limb Assessment</i> dan <i>Plibel Checklist</i> Pada Aktivitas Mencuci Lada di Kabupaten Luwu Timur	257
Sikap Paksa Pada Gamelan Jegog Bali.....	263

B. MAKALAH BIDANG ERGONOMI KOGNITIF

Analisa <i>Usability</i> Aplikasi E-Health pada Pengguna Lanjut Usia	267
Desain <i>Display</i> Gedung Perkuliahan Menggunakan Prinsip <i>Usability</i>	273
Studi Ergonomi <i>Visual</i> dengan <i>Eye Tracking</i> pada <i>Display</i> Menu Rumah Makan.....	279
Evaluasi <i>Mobile Application Sayurbox</i> dengan Pendekatan <i>Usability</i> dan <i>User Acceptance</i>	285
Evaluasi <i>Usability</i> pada Aplikasi Halodoc Terkait Efektivitas, Efisiensi, dan Kepuasan Pengguna.....	295

Kualitas Kehidupan Kerja Ojek Online dan Ojek Konvensional dalam Perspektif <i>Cognitive Ergonomic</i>	303
Analisis Pengaruh Format Penulisan Terhadap Pemahaman Membaca Mahasiswa pada Media Kertas	309
Pengaruh Faktor Konstansi Terhadap Performa Pencatatan Jumlah Pengguna Lahan Parkir Berbasis Ergonomi	319
Perancangan Aplikasi Seluler <i>Find The Temple</i> sebagai Media Informasi Candi di Jawa Timur dengan Mempertimbangkan <i>Usability</i>	325
Mengukur Tingkat <i>Lost in Hyperspace</i> pada <i>Website</i> Perguruan Tinggi di Indonesia	333
Pengaruh Jenis Modalitas <i>Display</i> pada Sistem Navigasi Terhadap <i>Situational Awareness</i> dan Kinerja Mengemudi	339
Penerapan <i>Human Error Assessment Reduction Technique</i> dan <i>Systematic Human Error Reduction Prediction</i> pada PT Sri Rejeki Isman Tbk.....	345
Analisis Perbandingan Indeks Prestasi (IP) dan Angkatan Mahasiswa Terhadap <i>Eye Tracking Metrics</i> pada <i>Website XYZ</i>	353
Pengembangan <i>Line Balancing Mobile Application</i> Guna Meningkatkan <i>Efficiency</i> Lini Produksi Studi Kasus PT.X.....	359
Penerapan Metode NASA-TLX dan <i>SWAT</i> dalam Pengukuran Beban Kerja Mental Pada PT. PI (Persero).....	365
Identifikasi Pola Bertani, Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja sebagai Dasar Perancangan Model Aplikasi K3 pada Petani Sawah Lahan Kering Kepulauan (Studi Di Kabupaten Sumba Tengah NTT)	373
Pemanfaatan <i>Observed Rated Sleepiness (ORS)</i> dalam Mengevaluasi Kantuk Masinis Rute Jakarta-Cirebon	379
Analisa Kognitif Pengaruh <i>Game</i> Interaktif pada <i>Gadget</i> Terhadap Minat Belajar Anak Sekolah.....	387

C. MAKALAH BIDANG ERGONOMI LINGKUNGAN

Analisa Ergonomi Kognitif Pengaruh Game Interaktif pada <i>Gadget</i> Terhadap Minat Belajar Anak.....	395
Analisis Tingkat Kenyamanan <i>Thermal</i> pada Pekerja Pengolahan Tembakau Menggunakan PMY & PPD Index	403
Implementasi Metode 5S pada Produksi Beton untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja	413
Evaluasi Potensi Kecelakaan Kerja dengan Metode <i>Hazard Identification And Risk Assessment</i> (HIRA) pada Proses Pembuatan Bottom Tank di PT XYZ.....	421
Analisis Human Error dengan Metode Sherpa dan Heart pada Produksi Batu Bata di UKM Yasin.....	429
Perkembangan Studi <i>Human Factors Analysis and Classification System</i> (HFACS) pada Sistem Keselamatan Penerbangan: Kajian Pustaka	437
Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Lantai Produksi Perusahaan Pembuat Mesin <i>Vending</i>	443
Waktu Reaksi Petani Hortikultura Terpapar Pestisida	451
Manajemen Penilaian Risiko Ergonomi Kesehatan Kerja di Industri Proses Kimia.....	453
Evaluasi Pencahayaan Ruang Kelas Di Gedung Fakultas Teknik Universitas Pancasila	461
Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja pada Perusahaan Telekomunikasi.....	466
Evaluasi Kondisi Penerangan di Jalur Roda Dua Jembatan Suramadu dengan Metode <i>Job Safety Analysis</i>	475
Aplikasi Iot Pada Pengukuran Temperatur Kulit Termal Manikin.....	481

D. MAKALAH BIDANG ERGONOMI MAKRO

<i>Analisis Customer Experience</i> Wanita Milenial pada Retail Kosmetik X Menggunakan <i>Eye Tracking</i> dan <i>In-Depth Interview</i>	487
Pengembangan <i>Participatory Coaching</i> Pelaku UMKM Berdasarkan Pendekatan <i>Service Experience</i> : Studi Pada Umkm Binaan Kadin Bandung	497
Implementasi Ergotourism Berorientasi Tri Mandala Untuk Menunjang Wisata Rurung di Desa Peliatan Ubud Gianyar.....	507
Konflik Peran Ganda pada Pekerja Wanita di Indonesia.....	515
Implementasi Sinergitas Tri Kaya Parisudha Dengan Ergonomi Pendidikan untuk Meningkatkan Pemahaman Masyarakat Terhadap <i>Socio-Cultural Ergonomic</i>	521
Program Ergonomi Pada Perawat Pelaksana di RS Universitas Udayana.....	529
Mengakomodasi Dimensi Budaya <i>Uncertainty Avoidence Pada Metode Human Factors Analysis Classification System</i> (HFACS) untuk Penerbangan di Indonesia.....	537
Penerapan Ergonomi Sebagai Usaha untuk Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Industri Pengolahan Kayu	545
Rancangan Ergonomic <i>Checklist</i> Fasilitas di Panti Werdha serta Rekomendasi Perbaikan untuk Memenuhi Kebutuhan Lansia.....	551
Gambaran Pengetahuan Pekerja Tentang Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Flows Konveksi Bali.....	559
Usulan Perbaikan Fasilitas untuk Mencegah Kecelakaan Kerja Berdasarkan Kemungkinan Nearmiss di PT XYZ	563
Pengembangan Model <i>Green</i> Teknologi pada Proses Pembuatan Gamalen di Kabupaten Klungkung, Bali.....	569
Pendekatan <i>Ergo-Mechanical</i> dapat Meningkatkan Kesehatan dan Motivasi Kerja Perajin Ukiran	577

E. MAKALAH BIDANG ERGONOMI PERANCANGAN PRODUK

Analisis Ergonomi Desain Troli Barang Untuk Bandar Udara dengan Menggunakan Metode <i>Posture Evaluation Index</i> (PEI) dalam <i>Virtual Environment Modeling</i>	583
--	-----

Analisis Ergonomi Desain Sepeda Motor Bebek Terhadap Pengendara Wanita dengan Metode <i>Posture Evaluation Index</i> (PEI) Dalam <i>Virtual Environment</i>	589
Penentuan Lebar Pinggul (LP) Mahasiswa Teknik Industri Umsida sebagai Dasar Perancangan Dudukan Bangku Kuliah yang Ergonomis.....	597
Nilai Ergonomis pada Bangunan Bale Sakenem	601
Penilaian <i>Load Index</i> Pada Alternatif Rancangan Krat Angkut Buah Untuk Meningkatkan Keselamatan Kerja Dan Efisiensi Kerja	613
Pemilihan Desain Sepatu Voli Mempengaruhi Kemampuan Loncat Tegak dan Keluhan Subyektif	621
Rancang Bangun Alat Pencacah Sampah Organik dengan Pendekatan <i>Ship</i> untuk Meningkatkan Produktivitas Petani Pembuat Kompos	627
Rancang Bangun Mesin Pencuci Rempah-Rempah dengan Pendekatan Ergonomi untuk Meningkatkan Produktivitas Perajin Jamu Tradisional.....	631
Rancang Bangun Alat Pamarut Kelapa Berbasis Ergonomi untuk Mengurangi Kecelakaan Kerja pada Proses Pamarutan Kelapa	635
Rancang Bangun Alat Pembelah Bambu untuk Menurunkan Kelelahan dan Meningkatkan Produktivitas Perajin Bambu	641
<i>Re-Desain</i> Meja Belajar Lesehan Teknik Industri dengan Menggunakan Pendekatan Ergonomi dan Antropometri	645
Perancangan Kursi Pematikan Menggunakan Rekayasa Kansei dan Rekayasa Nilai.....	651
Korelasi Konstansi Terhadap Kenyamanan Pengetikan Lontar <i>Digital</i> dengan <i>Keyboard Smart</i> Berbasis Ergonomi	661
Rancang Bangun Mesin Pemutar Gerabah untuk Meningkatkan Produktivitas Perajin	667
<i>Redesign</i> Meja Bagi Pengguna Kursi Roda Menggunakan Analisis NBM, RULA, dan Antropometri.....	673
Perancangan dan Pengembangan Kursi Bagi Penjahit UMKM dengan Menggunakan	

Metode RULA dan <i>Reverse Engineering</i>	679
Rancangan Alat Bantu untuk Memperbaiki Postur Kerja Di Area <i>Maintenance Dies</i> dengan Metode REBA di PT NJU	685
Desain Kemasan <i>Kid's Engineering Kit</i> Berdasarkan <i>User-Centered Design, Usability,</i> dan <i>Product Emotion</i>	695
Perancangan Desain Kemasan Donat Kentang dengan Metode <i>Conjoint</i>	705
Desain Inovasi Alat Pengasap Ikan <i>On Motorcycle</i> yang <i>Mobile, Portable</i> dan Ergonomis.....	713
Minimasi Tingkat Keluhan Operator Melalui Rancang Ulang <i>Flowrack</i> Menggunakan Data Antropometri (Studi Kasus Bagian PMC Lokal R2 di PT. Suzuki Indomobil <i>Motors</i>).....	719
Penerapan Ergonomi pada <i>Redesain</i> Fasilitas Kerja Cetak Wajan Aluminium Menurunkan Keluhan Muskuloskeletal dan Mempercepat Waktu Kerja.....	725
<i>Re-Design</i> Material Handling Berdasarkan Antropometri Tubuh pada Proses <i>Packaging Oil Filter Tipe Spin On</i> Untuk Mengurangi Waktu Transportasi Di PT SS.....	731

PERANCANGAN FASILITAS UNTUK MENGURANGI KELUHAN OPERATOR DENGAN MENENTUKAN BATAS BERAT BEBAN KERJA YANG DIREKOMENDASIKAN (*RECOMMENDED WEIGHT LIMIT/RWL*) PADA PROSES *BUILDING* LAPISAN ATAS BAN TL 98 DI PT BTI

Irma Agustiningih Imdam¹⁾, Hendrastuti Hendro²⁾, Ernita Rizki Hardiyana³⁾,
Muhamad Agus⁴⁾

Program Studi Teknik Manajemen Industri, Politeknik STMI Jakarta^{1,2,3)}

Abstrak *Material handling* pada industri manufaktur proses pembuatan ban setengah jadi (*green tire*) di PT BTI diperlukan. Proses produksi ban setengah jadi dilakukan di proses *building*, dengan melalui tiga tahap yaitu proses *building*: bando, lapisan atas ban (*top tread*), dan proses ban setengah jadi. Permasalahan terjadi pada proses *building* lapisan atas ban yaitu frekuensi pemindahan bahan yang terlalu sering dan keluhan sakit pada bagian tubuh operator. Kemudian, dilakukan analisis beban kerja operator menggunakan metode analisis pekerjaan pengangkatan tunggal dan berulang. Hasil perhitungan *RWL* maupun *Frequency Independent Recommended Weight Limit (FIRWL)* kondisi awal < berat material, dan selain itu ada 4 nilai *Lifting Index (LI)* maupun *Frequency Independent Lifting Index (FILI)* < 1. Untuk mengatasi hal tersebut dibuat alat bantu, berupa meja troli dengan ukuran tinggi 100cm, lebar 40cm dan panjang 54cm. Hasil penelitian ini terjadi peningkatan nilai *RWL* maupun *FIRWL*, dan penurunan nilai *LI* maupun *FILI* menjadi <1 sebanyak 24 unit.

Kata kunci: *Manual Material Handling*, *RWL*, *FIRWL*, *LI*, *FILI*

1. Pendahuluan

Material handling dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan, pemindahan, pengepakan, penyimpanan, dan pengawasan, dari material dengan segala bentuknya [1]. *Manual material handling* diperlukan untuk membantu operator dalam melakukan pekerjaan terutama untuk pemindahan material/komponen dari satu tempat ke tempat lain. Pemindahan material atau komponen dengan beban yang berat dan sering akan dapat menyebabkan kelelahan pada operator. Kelelahan operator ini dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan keluhan akan rasa sakit pada operator. Untuk mengetahui keluhan dari operator dilakukan survei dengan menggunakan *Nordic Body Map (NBM)* [2] [3]. dan mengurangi keluhan pekerja. PT BTI merupakan perusahaan industri manufaktur untuk pembuatan ban kendaraan setengah jadi (*green tire*).

Pembuatan ban setengah jadi tersebut membutuhkan suatu lapisan atas ban (*top tread*) untuk melapisi bagian permukaan ban. Lapisan atas ban yang dibutuhkan dalam proses pembuatan ban setengah jadi (*building green tire*) dipindahkan secara *manual* dari tempat penyimpanan ke mesin. Hal ini mengakibatkan kelelahan pada operator sehingga operator tidak dapat bekerja secara optimal dalam memenuhi target perusahaan.

Salah satu penyebab kelelahan pada operator yaitu dilakukannya pemindahan bahan lapisan atas ban secara *manual*. *Material* yang dipindahkan memiliki berat yang cukup berat yaitu sebesar 17,5kg, sehingga dalam satu siklus produksi akan terjadi pemindahan yang sering berulang. Pemindahan bahan yang berulang dapat menyebabkan cedera tulang belakang (*back pain*) pada operator[4].

Untuk mengatasi berat beban yang berlebihan, diusulkan adanya alat bantu kerja pemindahan bahan. Diharapkan dengan adanya alat bantu tersebut maka operator dapat melakukan pekerjaannya secara optimal, sesuai dengan Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien (ENASE) [5].

Untuk itu PT BTI, berusaha untuk mengidentifikasi jumlah frekuensi pemindahan

* Corresponding author. Email : irma_ai72@yahoo.com

Published online at <http://www.pei.or.id/>

Copyright ©2019 PEI Publishing. All Rights Reserved

bahan lapisan atas ban pada proses *building* lapisan atas ban (*top tread*). Setelah diidentifikasi kemudian akan didapatkan nilai batas berat beban kerja (*Recommended Weight Limit/RWL*) yang diterima oleh operator untuk kegiatan pengangkatan dengan menggunakan metode RWL. Sehingga dapat dilakukan tindakan perbaikan berupa desain alat bantu pemindahan bahan sebagai bentuk perbaikan dalam kegiatan pemindahan bahan lapisan atas ban.

2. Landasan Teori

2.1 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu "*ergon*" yang berarti kerja dan "*nomos*" yang berarti aturan. Bila kedua kata ini disatukan dan dikaji secara harfiah maka akan didapatkan pengertian bahwa ergonomi adalah suatu ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dengan pekerjaannya. Ergonomi adalah ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menyesuaikan 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 [6]. Ergonomi dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain/ perancangan [5]. Jadi, ergonomi dapat disimpulkan sebagai suatu ilmu dan seni yang mempelajari lingkungan kerja, fasilitas, manusia serta hubungan keseimbangan antara manusia, mesin, dan lingkungan kerja agar tercapainya keefisienan dan keselamatan dalam menjalankan aktifitas pekerjaan.

2.2 Pemindahan Bahan Secara Manual

Manual Material Handling (MMH) dapat diartikan sebagai tugas pemindahan barang, aliran *material*, produk akhir atau benda-benda lain yang menggunakan manusia sebagai sumber tenaga. Selama ini pengertian MMH hanya sebatas pada kegiatan *lifting* dan *lowering* yang melihat aspek kekuatan vertikal. Padahal kegiatan MMH tidak terbatas pada kegiatan tersebut diatas, masih ada kegiatan *pushing* dan *pulling* di dalam kegiatan MMH. Kegiatan MMH [7] yang sering dilakukan oleh pekerja di dalam industri: a. kegiatan pengangkatan benda (*lifting task*), b. kegiatan

pengantaran benda (*caryying task*), c. Kegiatan mendorong, dan benda (*pushing task*), dan d. Kegiatan menarik benda (*pulling task*).

Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan *material* bukanlah tanpa sebab. Penanganan *material* secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut: 1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan, 2. beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan, 3. Untuk beban ringan akan lebih murah bila dibandingkan menggunakan mesin. 4. Tidak semua *material* dapat dipindahkan dengan alat.

2.3 NIOSH Lifting Guidelines

Sebuah lembaga yang menangani masalah kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika, NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*), melakukan analisis terhadap kekuatan manusia dalam mengangkat atau memindahkan beban, dan merekomendasikan batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dalam jangka waktu yang cukup lama. NIOSH tahun 1991 merekomendasikan formulasi persamaan pembebanan atau *lifting equation*, outputnya berupa *Recommended Weight Limit* (RWL), yang merupakan kondisi pembebanan tanpa menimbulkan resiko cedera terutama cedera tulang belakang (*back pain*) [4] [8].

Ada 2 macam perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) yaitu *single task lifting job analysis* dan *multi task lifting job analysis*. Kedua kondisi tersebut dipakai tergantung pada kondisi kerjanya.

2.3.1 Analisis Pekerjaan Pengangkatan Tunggal.

Analisis pekerjaan pengangkatan tunggal adalah metode yang digunakan untuk perhitungan RWL pada kondisi pengangkatan yang tidak berulang dan jarak pengangkatannya tidak berubah-ubah baik vertikal maupun horisontal. RWL merupakan nilai beban yang direkomendasikan untuk diangkat oleh seorang pekerja pada saat melakukan kegiatan pengangkatan beban dan dapat dilihat pada Gambar 1. Persamaan yang digunakan dalam metode analisis pekerjaan pengangkatan tunggal adalah sebagai berikut:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (\text{pers1})$$

Keterangan :

RWL =Batas berat beban yang di rekomendasikan.

LC =Beban konstan

H =Jarak horisontal antara titik tengah mata kaki dengan proyeksi titik tengah benda.

HM = Faktor pengali horisontal

V =Jarak vertikal antara telapak tangan dengan lantai.

VM =Faktor pengali vertikal.

D =Jarak perpindahan vertikal antara titik asal dengan titik tujuan.

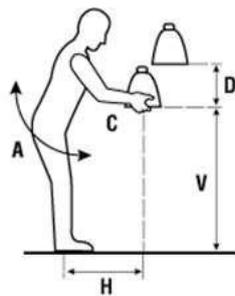
DM =Faktor pengali jarak.

A =Sudut puntir

AM =Faktor pengali asimetri.

FM =Faktor pengali frekuensi.

CM =Faktor pengali kopling.



Gambar 1. Representasi Pengangkatan

2.3.2 Lifting Index (LI)

Lifting Index (LI) menyatakan nilai estimasi relatif dari tingkat tegangan fisik dalam suatu kegiatan pengangkatan *manual*. Nilai estimasi tingkat tegangan fisik tersebut dinyatakan sebagai hasil bagi antara nilai beban-angkat (*load weight*) dengan nilai RWL hasil perhitungan. Jadi nilai persamaan (*LI*) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$LI = \frac{\text{Load Weight}}{RWL} = \frac{L}{RWL} \quad (\text{pers 2})$$

Interpretasi atas nilai LI:

- LI dapat digunakan untuk memprioritaskan perancangan ulang secara ergonomis dengan cara mengurutkan pekerjaan berdasarkan besaran LI.
- LI dapat digunakan untuk mengestimasi besaran relatif dari tekanan fisik suatu tugas.
- Tugas-tugas dengan nilai $LI > 1.0$ mengakibatkan peningkatan risiko cedera punggung bawah (akibat pengangkatan) pada sebagian pekerja.
- RWL dapat digunakan untuk merekomendasikan berat beban yang akan membuat pekerjaan menjadi lebih

aman.

Seiring dengan peningkatan nilai LI, maka tingkat risiko cedera pun meningkat, dan semakin besar persentase pekerja yang mungkin berisiko terkena sakit punggung bawah akibat pekerjaan mengangkat.

Tugas pengangkatan [5] [8] dengan:

- $LI < 1.0$, berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang.
- $LI > 1.0$, berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.
- $LI > 3.0$, memiliki peningkatan resiko sakit punggung bawah bagi sebagian pekerja, sehingga nilai LI yang lebih dari 3 dapat dikategorikan berbahaya bagi pekerja.

2.3.3 Analisis Pekerjaan Pengangkatan Berulang (*Multi Task Lifting Job Analysis*).

Berulang adalah metode yang digunakan untuk perhitungan RWL dan LI pada kondisi pengangkatan yang berulang-ulang (*repetitive*) dan jarak pengangkatannya berubah-ubah baik vertikal maupun horisontal. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung RWL dengan metode *multi task lifting job analysis*:

$$FIRWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM \quad (\text{pers.3})$$

$$STRWL = FIRWL \times FM \quad (\text{pers.4})$$

$$FILI = \frac{L}{FIRWL} \quad (\text{pers.5})$$

$$STLI = \frac{L}{STRWL} \quad (\text{pers.6})$$

Keterangan:

FIRWL : *Frequency Independent Recommended Weight Limit*

L : Beban konstan = 51 lbs

HM : Faktor pengali horisontal = $10 / H$

VM : Faktor pengali vertikal = $1 - 0,0075|V - 30|$

DM : Faktor pengali perpindahan = $0,82 + 1,8/D$

AM : Faktor pengali asimetrik = $1 - 0,00032 \times A$

CM : Faktor pengali kopling

STRWL: *Single Task Recommended Weight Limit*

FM : Faktor pengali frekuensi

FILI : *Frequency Independent Lifting Index*

L : Beban yang diangkat

STLI : *Single Task Lifting Index*

Apabila hasil perhitungan FILI lebih dari 1 maka kegiatan pengangkatan tidak direkomendasikan untuk dilakukan, karena hal

tersebut dapat mengakibatkan cedera kerja.

3. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah sistematis dalam penelitian dibuat untuk mengetahui prosedur dan urutan-urutan yang akan ditempuh guna mendapatkan suatu analisa yang baik. Langkah-langkahnya dimulai dari pengumpulan data pada proses *building* ban setengah jadi melalui *survey* lapangan dan penyebaran kuesioner NBM, melakukan pengukuran antropometri tubuh operator *building*, dan pengukuran tinggi dan jarak pada saat operator melakukan aktivitas pemindahan bahan secara *manual*. Setelah dilakukan pengumpulan data dilakukan pengolahan data dengan menghitung RWL, LI

4. Pembahasan

Pada penelitian ini seperti telah dijelaskan diatas dimulai dari proses produksi yang terjadi di PT BTI. Sebelum memasuki proses *building* lapisan atas ban, karet lembaran sebagai bahan baku diproses pada mesin *extruder* sesuai dengan instruksi produksi, untuk dijadikan lembaran lapisan atas ban (*top tread*). Setelah berbentuk lembaran, lapisan atas ban disimpan dan didinginkan selama ± 4 jam. Lembaran-lembaran atas ban yang sudah didinginkan dipindahkan ke proses selanjutnya yaitu proses *building* lapisan atas ban. Proses produksi yang terjadi pada proses *building* lapisan atas ban sangatlah mudah. Operator lapisan atas ban mengambil lapisan atas ban dari tempat penyimpanan menuju mesin *building*. Kemudian operator memasukkan lapisan atas ban ke dalam mesin *building* secara perlahan. Operator kembali ke tempat penyimpanan untuk mengambil lapisan atas ban yang kedua. Lapisan atas ban yang kedua dimasukan ke dalam mesin *building* agar dapat disatukan dengan lapisan atas ban yang pertama. Proses pemindahan ini dilakukan secara *manual*. Hal ini disebabkan beratnya *material* yang harus dipindahkan dan banyaknya jumlah lapisan atas ban yang digunakan.

4.1 Data Keluhan pekerja

Pengisian kuesioner dilakukan oleh 3 orang operator *building* lapisan atas ban, yaitu Agus, Syamsudin dan Fadli. Keluhan pekerja terdiri dari 24 item keluhan pada bagian tubuh yang dirasakan sakit setelah melakukan pekerjaan pengangkatan pada proses pemindahan bahan. Jawaban dari kuesioner ini

mengindikasikan ada atau tidaknya keluhan pada bagian-bagian tubuh yang sering dikeluhkan akibat bekerja. Kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1. Skala yang digunakan untuk pengisian kuesioner adalah: 1=Tidak Sakit, 2= Agak Sakit, 3=Sakit dan 4=Sangat Sakit.

Berdasarkan hasil pengisian kuesioner dari 24 item keluhan ketiga operator ada 12 jenis keluhan sakit: dibahu kiri dan bahu kanan, (semua operator mengisi 2), untuk dipunggung bawah (Agus: 3, Syamsudin dan Fadli: 4), dipergelangan tangan kanan dan kiri, dipaha kanan dan kiri, dilutut kanan dan kiri (semua operator mengisi 3), dibetis kanan dan kiri (operator Agus dan Fadli mengisi 2, dan syamsudin 3)

4.2. Penentuan Batas Berat Beban Kerja (RWL)

Kapasitas dari tempat penyimpanan (*daisha*) yang berisi lapisan atas ban dengan ukuran 44 x 25 x 2 cm dan berat rata-rata (L_{avg}) 17,5 kg atau 38,61lbs adalah 38 unit. Tempat penyimpanan lapisan atas ban memiliki ukuran 240 x 75 x 151,1 cm dengan ketinggian (v) antar penampang. Jarak horizontal antara mata kaki dan *material* yang akan diangkat (H) adalah 37,5 cm atau 15 inch. Sudut puntir (A) yang dilakukan oleh operator pada saat memindahkan lapisan atas ban dari tempat penyimpanan ke mesin yaitu 90°. Kriteria pegangan (C) pada *material* lapisan atas ban yaitu sedang (*fair*). Representasi pengangkatan yang berhubungan dengan sudut puntir (A), jarak horizontal (H), kriteria pegangan (C), jarak vertikal (V). Data ketinggian antar penampang pada tempat penyimpanan Lapisan atas ban dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketinggian Antar Penampang Pada Tempat Penyimpanan Lapisan Atas Ban.

Shaft	V (cm)	V (inch)
1	151.1	60.44
2	145.7	58.28
3	140.3	56.12
4	134.9	53.96
5	129.5	51.8
6	124.1	49.64
7	118.7	47.48
8	113.3	45.32
9	107.9	43.16
10	102.5	41
11	97.1	38.84
12	91.7	36.68
13	86.3	34.52
14	80.9	32.36

15	75.5	30.2
16	70.1	28.04
17	64.7	25.88
18	59.9	23.72
19	53.9	21.56
20	151.1	60.44
21	145.7	58.28
22	140.3	56.12
23	134.9	53.96
24	129.5	51.8

Berdasarkan hasil perhitungan total nilai yang didapatkan dari keluhan 3 operator pada proses *building* lapisan atas ban seberat 91. Dengan keluhan sakit terbesar terdapat pada keluhan sakit di punggung bawah, dengan total nilai 11, dan keluhan sakit pada pergelangan tangan kanan, pergelangan tangan kiri, paha kanan, paha kiri, lutut kanan, lutut kiri, dan betis kiri dengan total nilai 9. Nilai keluhan seberat 91 memiliki tingkat resiko yang sangat tinggi, sehingga segera diperlukan tindakan untuk mengurangi keluhan pada operator [6].

4.3. Kondisi awal Batas beban kerja yang direkomendasikan (RWL).

Ada 2 macam perhitungan RWL: metode analisis pekerjaan pengangkatan tunggal (*single task lifting job analysis*) dan analisis pekerjaan pengangkatan berulang (*multi task lifting job analysis*). Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan ketinggian vertikal antara pekerjaan posisi awal dengan ketinggian vertikal pekerjaan posisi akhir.

1. FIRWL Posisi Awal dan LI posisi awal (*origin*)

Untuk RWL pada posisi awal, perhitungan RWL menggunakan metode analisa pekerjaan pengangkatan berulang. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ketinggian vertikal pekerjaan posisi awal yang berubah-ubah. Dengan ketinggian vertikal 151,1 cm atau 60,44 inch, ketinggian horizontal 37,5 cm atau 25 inch, berat *material* 38,236 lbs, maka didapatkan nilai FIRWL sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{FIRWL}_{\text{origin}} &= LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM \\ \text{FIRWL}_{\text{origin}} &= 30 \times 0,908 \times (1 - 0,032 \times 90) \times 1 \\ \text{FIRWL}_{\text{origin}} &= 16,96 \text{ lbs} \end{aligned}$$

$$\text{FILI}_{\text{origin}} = \frac{\text{Berat Material}}{\text{RWL}} = \frac{38,236 \text{ lbs}}{16,96 \text{ lbs}} = 2,25$$

Dari perhitungan di atas diperoleh *FIRWL origin* dan *FILI origin* untuk jarak terdekat dari tempat penyimpanan paling atas dan mesin seberat 16,96lbs serta 2,25 untuk nilai FILI.

2. RWL Posisi Akhir dan LI Posisi Akhir (*destination*)

Untuk RWL pada posisi akhir, perhitungan RWL menggunakan metode analisis pekerjaan pengangkatan tunggal. Hal ini disebabkan oleh ketinggian vertikal pekerjaan posisi akhir yang tidak berubah-ubah. Ketinggian vertikal (*v*) dalam perhitungan metode analisis pekerjaan pengangkatan tunggal yang tidak berubah-ubah. Dengan ketinggian vertikal 100cm atau 40inch, ketinggian horizontal 30cm atau 12inch, berat *material* 38,236 lbs, maka didapatkan nilai RWL sebagai berikut:

$$\text{RWL}_{\text{destination}} = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$= 51 \times 10/H \times (1 - 0,0075|V - 30|) \times \left(0,82 + \frac{1,8}{D}\right)$$

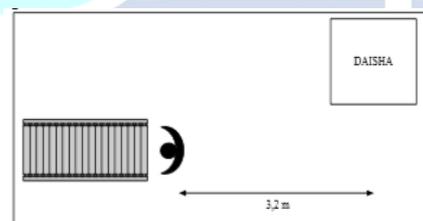
$$\times (1 - 0,0032 \times 0) \times 0,75 \times 1 = 26,77 \text{ lbs}$$

$$\text{LI}_{\text{destination}} = \frac{\text{Berat material rata - rata}}{\text{RWL}}$$

$$\text{LI}_{\text{destination}} = \frac{38,236 \text{ lbs}}{26,77 \text{ lbs}} = 1,42$$

Dari perhitungan di atas diperoleh RWL *destination* dan LI *destination* untuk jarak terdekat dari tempat penyimpanan paling atas dan mesin seberat 26,77 lbs serta 1,42 untuk nilai LI.

Layout dari proses *building* lapisan atas ban sebelum perbaikan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Layout* proses *building* lapisan atas ban sebelum perbaikan

4.4. Perhitungan Persentil

Untuk menghitung persentil, maka kita harus menghitung standar deviasi dan nilai rata-rata dari pengukuran data antropometri. Dari hasil perhitungan didapat standar deviasi $\sigma = 1,52$. Perhitungan persentil yang dilakukan untuk P_5 , P_{10} , P_{50} , P_{90} dan P_{95} , dan akan digunakan untuk perancangan desain alat bantu, dan hasilnya adalah:

1. Lebar bahu menggunakan persentil 95%, didapat hasilnya 40,18cm.
2. Tinggi siku berdiri menggunakan persentil 50%, dengan hasil = 100cm
3. Panjang Telapak Tangan menggunakan

- persentil 5%, dan hasilnya = 14,6cm
4. Jarak dari siku ke ujung jari menggunakan persentil 95%, hasilnya=70,47cm
 5. Tinggi Popliteal menggunakan persentil 50%, hasilnya= 39,67cm.

4.5. Analisis RWL Kondisi Awal

Analisis RWL Sebelum Perbaikan berdasarkan hasil pengolahan data untuk berat *material* lapisan atas ban 17,5 kg atau 38,61 lbs didapat variasi nilai sebagai berikut:

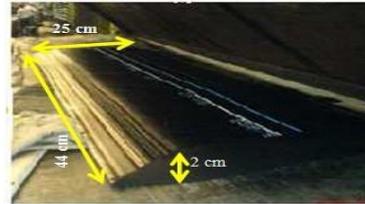
- a. FIRWL posisi awal antara 16,96lbs sampai 58,19lbs.
- b. RWL posisi akhir antara 26,77lbs sampai 77,24 lbs.
- c. FILI posisi awal antara 2,29 sampai dengan 0,66.
- d. LI posisi akhir antara 1,42 sampai 0,5.
- e. Untuk lapisan atas ban pada posisi awal no 1 sampai 18 dan 23 sampai 44, dan 47 sampai 48 dengan nilai $1,0 < \text{FILI} < 3,0$ menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut mengandung risiko pada timbulnya sakit punggung pada sebagian besar operator.
- f. Untuk lapisan atas ban pada posisi awal no 19 sampai 22, dan 45 sampai 46 dengan nilai $\text{LI} < 1$, menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut aman.
- g. Untuk lapisan atas ban pada posisi akhir no 1 sampai 16 dan 25 sampai 44 dengan nilai $1,0 < \text{FILI} < 3,0$ menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut mengandung resiko sakit punggung pada sebagian operator.
- h. Untuk lapisan atas ban pada posisi akhir no 17 sampai 24 dan 45 sampai 48 dengan nilai $\text{LI} < 1$, menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut aman.

Dari nilai yang diperoleh tersebut, dapat diketahui bahwa nilai $\text{LI} > 1$ pada pemindahan *material* lapisan atas ban untuk proses *building* lapisan atas ban ini tidak aman, sehingga dibutuhkan alat bantu perpindahan untuk menopang berat beban *material* dan mengurangi pemindahan bahan yang berulang.

4.6. Usulan Perancangan Alat Bantu Pemindahan Bahan

Perancangan alat bantu diperlukan untuk menringankan beban kerja operator adalah meja troli. Meja troli yang dirancang dibuat berdasarkan karakteristik dari produk lapisan

atas ban yang memiliki sifat mudah lengket, ukuran panjang 44cm atau 440mm, lebar 25cm dan tinggi 2 cm. Berat dari lapisan atas ban 17,55kg atau 38,61lbs dengan bentuk persegi panjang. Ukuran lapisan atas ban dapat dilihat pada Gambar 3.



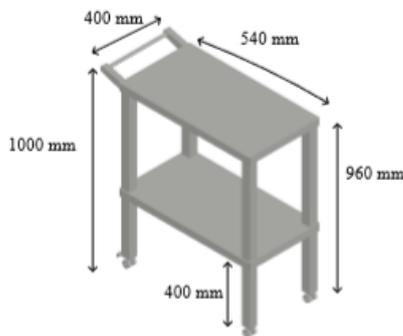
Gambar 3. Lapisan Atas Ban Tipe TL-98

Usulan desain perancangan ban berjalan menggunakan data antropometri dari operator yang diukur, adalah:

1. Tinggi dari Pegangan Meja Troli ke Lantai
Tinggi untuk meja troli disesuaikan dengan tinggi siku berdiri operator, dengan persentil 50%, dengan tinggi meja troli =at 100cm.
2. Lebar Meja Troli
Lebar dari meja troli disesuaikan dengan lebar bahu operator, dengan persentil 95%, didapat lebar meja troli = 40,18cm atau 40cm. Ukuran meja troli lebih besar dari lebar lapisan atas ban dikarenakan pada saat lapisan atas ban yang berada diatas meja troli tidak jatuh saat meja troli digunakan.
3. Panjang Meja Troli
Panjang meja troli disesuaikan dari panjang lapisan atas ban, panjang lapisan atas ban 44cm sehingga meja troli harus melebihi panjang dari lapisan atas ban. Panjang untuk meja troli digunakan seberat 54cm. Ukuran meja troli lebih besar dari panjang lapisan atas ban dikarenakan pada saat lapisan atas ban yang berada diatas meja troli tidak jatuh saat meja troli digunakan.
4. Tinggi dari Penampang Meja Troli Ke Lantai
Tinggi dari penampang meja troli ke lantai disesuaikan dengan tinggi siku berdiri operator dengan persentil 5%, dari penampang meja troli ke lantai yang dipilih seberat 95,65cm atau 96cm.

Tinggi Meja Troli dari Penampang Kedua dengan permukaan lantai pada meja troli disesuaikan dengan tinggi popliteal. Tinggi dari penampang kedua menggunakan persentil 50%.

Tinggi dari penampang meja troli ke lantai yang dipilih seberat 39,67cm atau 40cm. Desain meja troli proses pemindahan *material* lapisan atas ban dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Usulan Meja Troli

4.7 Usulan Perbaikan RWL

Untuk RWL setelah perbaikan pada posisi awal, perhitungan RWL menggunakan metode analisis pekerjaan pengangkatan berulang. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ketinggian vertikal pekerjaan posisi awal yang berubah-ubah, dan pemindahan benda dilakukan di banyak titik. Dengan ketinggian vertikal 98cm atau 39,2inch, ketinggian horizontal 37,5cm atau 25inch, berat *material* 17,55kg atau 38,61lbs, maka didapatkan nilai FIRWL. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh FIRWL *origin* dan FILI *origin* untuk jarak terdekat dari meja troli penampang paling atas dan mesin seberat 31,2kg serta 0,55 untuk nilai FILI. Untuk RWL pada posisi akhir, perhitungan RWL menggunakan metode analisis pekerjaan pengangkatan tunggal. Hal ini disebabkan oleh ketinggian vertikal pekerjaan posisi akhir yang tidak berubah-ubah, dan pemindahan bahan hanya di satu titik. Dengan ketinggian vertikal 100cm atau 40inch, ketinggian horizontal 30cm atau 12inch, berat *material* 17,55kg atau 38,61lbs. Hasil RWL *destination* dan LI *destination* untuk jarak terdekat dari meja troli penampang paling atas dan mesin seberat 35,37kg serta 0,49 untuk nilai FILI. Rekapitulasi nilai RWL dan LI sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel di lampiran.

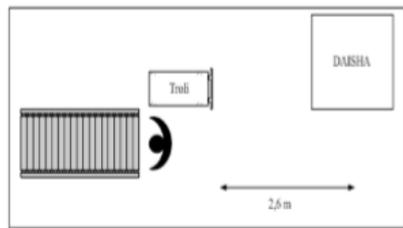
Berdasarkan rekapitulasi FIRWL, FILI, RWL, dan LI (lihat tabel lampiran) dapat dilihat terjadi peningkatan nilai. Hal ini disebabkan adanya alat bantu berupa meja troli, sehingga terjadi penurunan nilai ketinggian vertikal (*v*) pada posisi awal (*origin*) setelah perbaikan. Ketinggian posisi awal sebelum

perbaikan 151,1cm atau 60,44inch turun menjadi 98 cm atau 38,2inch setelah adanya alat bantu meja troli. Penurunan nilai *v* berpengaruh terhadap hasil FIRWL, FILI, RWL, dan LI sebelum perbaikan. Variasi nilai FILI dan LI pada posisi awal dan posisi akhir setelah perbaikan yaitu sebagai berikut:

- Untuk lapisan atas ban pada posisi awal no 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 39, 40, 43, 44, 47, dan 48 dengan nilai $1,0 < \text{FILI} < 3,0$ menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut mengandung risiko pada timbulnya sakit punggung pada sebagian besar operator.
- Untuk lapisan atas ban pada posisi awal no 1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 37, 38, 41, 42, 45, dan 46 dengan nilai $\text{LI} < 1$, menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut aman.
- Untuk lapisan atas ban pada posisi akhir no 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 39, 40, 43, 44, 47, dan 48 dengan nilai $1,0 < \text{LI} < 3,0$ menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut mengandung risiko pada timbulnya sakit punggung pada sebagian besar operator.
- Untuk lapisan atas ban pada posisi akhir no 1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 37, 38, 41, 42, 45, dan 46 dengan nilai $\text{LI} < 1$, menandakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tersebut aman.

Dari nilai yang diperoleh tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat 24 *material* yang memiliki nilai $\text{LI} < 1$. Hal ini disebabkan adanya alat bantu meja troli untuk mengurangi pemindahan bahan yang berulang. Selain itu, dengan adanya meja troli operator tidak lagi melakukan pemindahan bahan secara *manual*. Sehingga diharapkan dapat memperbaiki kerja, memberikan rasa aman dan nyaman, dan operator dapat bekerja secara optimal.

Perbaikan *Layout* Proses *Building* Lapisan Atas Ban Tipe TL 98. Usulan perbaikan yang diberikan untuk posisi akhir (*destination*) ialah dengan cara menambah fasilitas alat bantu yaitu meja troli. Perbaikan *ayout* yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Usulan Perbaikan *Layout* Proses *Building* Lapisan Atas Ban

5. Penutup

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Aktivitas pemindahan bahan kondisi awal pada proses *building* lapisan atas ban dilakukan secara *manual* dan berulang. Aktivitas ini membuat operator mengeluhkan sakit pada beberapa bagian tubuh. Dengan adanya desain alat bantu, aktivitas pemindahan bahan dapat berkurang. Aktivitas pemindahan bahan yang pada kondisi awal dilakukan secara *manual* dan berulang, yaitu sebanyak 2 kali pemindahan/proses. Dengan adanya alat bantu, operator dapat memindahkan 4 *material* lapisan atas ban dalam satu kali proses produksi.
2. Sebelum perbaikan, nilai FIRWL posisi awal antara 16,99lbs (7,72kg) sampai 58,19lbs (26,45kg); RWL posisi akhir antara 12,72lbs (5,78kg) sampai dengan 43,64lbs (19,84kg); FILI posisi awal 2,29 sampai dengan 0,66; dan LI posisi akhir 3,02 sampai dengan 0,88. Setelah perbaikan nilai FIRWL posisi awal 23,94lbs (10,88kg) sampai dengan 69,19lbs (31,45kg); RWL posisi akhir 22,87lbs (10,39kg) sampai dengan 78,44lbs (35,65kg); FILI posisi awal 0,55 sampai dengan 1,6; dan LI posisi akhir 0,48 sampai dengan 1,7. Pada kondisi sebelum perbaikan, terdapat 4 nilai FILI < 1 dan 4 nilai LI < 1. Sedangkan setelah perbaikan, terdapat 24 nilai FILI < 1 dan 24 nilai LI < 1.
3. Untuk perbaikan dalam pemindahan bahan dibuat alat bantu berupa meja troli yang memiliki dua meja penampang. Meja troli tersebut memiliki ukuran tinggi 100cm, lebar 40cm, dan panjang 54cm.

Daftar Pustaka

- A Step By Step Guide To The NIOSH Lifting Equation (Single Task)*. Ergonomic Plus, Think Prevention Pdf. www.ergo-plus.com. Diakses tanggal 15 September 2019, pukul 11.00
- Hendro, H., Imdam, I. A., Karina, R. I. (2016), "Usulan Perancangan Fasilitas Kerja Dengan Pendekatan Ergonomi Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) di PT Z", *Jurnal Riset Industri*, Vol 10 No.1, Hlm 1-11
- Imdam, I. A, Hendro, H., Yulia, D., Agus, M., (2018), "Perancangan Meja Penyimpanan Kaca Sun Roof Untuk Perakitan Mobil Jenis Passenger Car (P/C) Pada Stasiun Kerja Trimming 01 Di PT XYZ", *Prosiding SNTI 2018*, hlm 139-141
- Mc Cormick., Ernest, J., Sanders, M.S. (1982). *Human Factors in Engineering and Design*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Muslimah, E.. (2006), "Analisis Manual Material Handling Menggunakan NIOSH Equation", *Jurnal Teknologi Industri*, Vol. 5 No. 2, Hlm 53 – 60
- Niebel, B. W and Freivalds, Andris. (1999). *Methods, standards and Work design*, 10th, McGraw-Hill, New York
- NIOSH. (1981). *Work Practices Guide for Manual Lifting*, US Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinnati, OH.
- Nurmianto, E. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Surabaya: Guna Widya. Edisi Pertama. Cetakan Keempat, 2004 Madyana., 1996. *Analisa Perancangan Kerja*, Jilid 1. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Prasetyo, H. (2010), "Analisis Sikap Kerja Operator Pengisian Botol Lithos dengan Menggunakan Metode RWL", *Jurnal Seminar Nasional Mesin dan Industri*, hal 1-9
- Sari, Emelia. (2011). "Analisis dan Perancangan Ulang Leaf Trolys Yang Memenuhi Kaidah-Kaidah Ergonomi", *Jurnal TI*, Vol.1 No. 1

Soebroto, S. W. (1996). Tata Letak Pabrik dan Pindahan Bahan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Tarwaka. (2014). Ergonomi Industri Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di tempat Kerja, Revisi Edisi II, Harapan Press.



**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : PROSIDING**

Judul Karya Ilmiah (Paper) : Perancangan Fasilitas Untuk Mengurangi Keluhan Operator Dengan Menentukan Batas Berat Beban Kerja Yang Direkomendasikan (Recommended Weight Limit/RWL) Pada Proses Building Lapisan Atas Ban TL98 di PT BTI
 Nilai Angka Kredit : 6

Jumlah Penulis : 4 orang

Penulis Jurnal Ilmiah : Irma Agustiningasih Imdam, Hendrastuti Hendro, Ernita Rizki Hardiyan, Muhamad Agus

Status Penulis : ~~Penulis Tunggal~~/Penulis pertama/penulis ke-2/penulis korespondensi **

Identitas Prosiding : a. Nama Prosiding : Prosiding Seminar Nasional 2019
 Perhimpunan Ergonomi Indonesia
 b. ISBN/ISSN : ISBN: 978-623-92057-0-6
 c. Tahun terbit, Tempat Pelaksanaan: 07 November 2019 di Surabaya
 d. Penerbit/Organizer : Perhimpunan Ergonomi Indonesia
 e. Alamat Repository PT/web prosiding:
<https://pei.or.id/archives/503>
 f. Terindeks di (jika ada) : -

Kategori Publikasi Makalah : Prosiding Forum Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) Prosiding Forum Ilmiah Nasional

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Prosiding		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional <input type="checkbox"/>	Nasional <input type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi paper (10%)		1	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		3	3
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		3	3
d. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)		3	3
Total (100%)		10	10

Jakarta, April 2023
 Reviewer



Dr. Dewi Auditiya Marizka, ST, MT
 NIP. 197503182001122003
 Unit kerja : Politeknik STMI Jakarta

LEMBAR HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW

Judul Karya Ilmiah (Paper) : Perancangan Fasilitas Untuk Mengurangi Keluhan Operator Dengan Menentukan Batas Berat Beban Kerja Yang Direkomendasikan (Recommended Weight Limit/RWL) Pada Proses Building Lapisan Atas Ban TL98 di PT BTI
 Nilai Angka Kredit : 6

Jumlah Penulis : 4 orang

Penulis Jurnal Ilmiah : Irma Agustiningih Imdam, Hendrastuti Hendro, Ernita Rizki Hardiyani, Muhamad Agus

Status Penulis : ~~Penulis Tunggal~~/Penulis pertama/penulis ke-2/penulis korespondensi **

Identitas Prosiding : a. Nama Prosiding : Prosiding Seminar Nasional 2019 Perhimpunan Ergonomi Indonesia
 b. ISBN/ISSN : ISBN: 978-623-92057-0-6
 c. Tahun terbit, Tempat Pelaksanaan: 07 November 2019 di Surabaya
 d. Penerbit/Organizer : Perhimpunan Ergonomi Indonesia
 e. Alamat Repository PT/web prosiding: <https://pei.or.id/archives/503>
 f. Terindeks di (jika ada) : -

Kategori Publikasi Makalah : Prosiding Forum Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) Prosiding Forum Ilmiah Nasional

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Prosiding		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional <input type="checkbox"/>	Nasional <input type="checkbox"/>	
e. Kelengkapan unsur isi paper (10%)		1	1
f. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		3	3
g. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		3	3
h. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)		3	3
Total (100%)		10	10

Jakarta, April 2023

Reviewer


Indra Yusuf, ST, MT
NIP. 197312302001121002
 Unit kerja : Politeknik STMI Jakarta