

**ANALISIS SISTEM KERJA PADA DIVISI PRODUKSI UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE
*MACROERGONOMICS ANALYSIS AND DESIGN (MEAD)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : R. Hafiz Yuan Harindra
No. Mahasiswa : 19522286

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui bahwa karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan berhak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 13 November 2023



R. Hafiz Yuan Harindra
19522286

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT. WAJA TEKNIK CIKARANG
ENGINEERING , FABRICATION, MACHINING, DIES MAKER
MECHANICAL & ELECTRICAL SOLUTION

Jln. Raya Cibeer RT 003 / 006 - Desa Pasir Gombang - Kec. Cikarang Utara - Kabupaten Bekasi
 Telp : (021) 8983 2376 , 8934 806 - Fax. : (021) 8983 4112
 e-mail : waja_teknik@hotmail.com

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : R. Bambang Suhartadi
 Jabatan : Direktur Operasional
 Alamat : PT. Waja Teknik Cikarang
 Jln. Raya Cibeer Rt. 003/006, Des. Pasir Gombang, Kec. Cikarang Utara,
 Kab. Bekasi.

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa yang beridentitas :

Nama : R. Hafiz Yuan Harindra
 Nim/Npm : 19522286
 Fakultas : Teknologi Industri
 Program Studi : Teknik Industri
 Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah selesai melakukan penelitian dari tanggal 07 September sampai dengan 05 Oktober 2023 di PT. Waja Teknik Cikarang untuk memperoleh data dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul "ANALISIS SISTEM KERJA PADA DIVISI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE MACROERGONOMICS ANALYSIS AND DESIGN".

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya dan untuk dapat digunakan seperlunya,

Terima Kasih.

Cikarang, 06 Oktober 2023

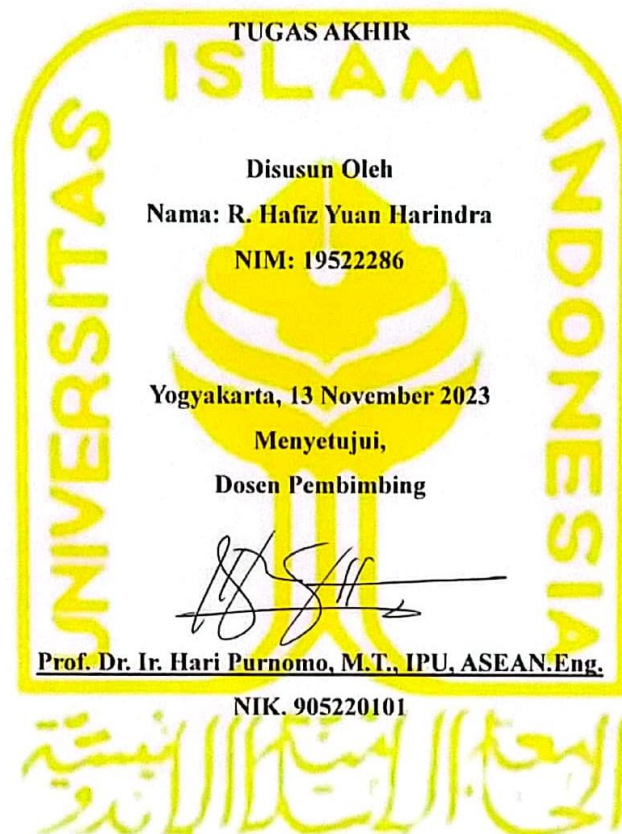


PT. WAJA TEKNIK CIKARANG
 ENGINEERING , FABRICATION, MACHINING, DIES MAKER
 MECHANICAL & ELECTRICAL SOLUTION

R. Bambang Suhartadi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS SISTEM KERJA PADA DIVISI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS DENGAN METODE *MACROERGONOMICS ANALYSIS AND
DESIGN* (MEAD)**



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
ANALISIS SISTEM KERJA PADA DIVISI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS DENGAN METODE *MACROERGONOMICS ANALYSIS AND*
DESIGN (MEAD)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : R. Hafiz Yuan Harindra

No. Mahasiswa : 19 522 286

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 15 Desember – 2023

Tim Penguji

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU,
 ASEAN.Eng.

Ketua

Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

Anggota I

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM.

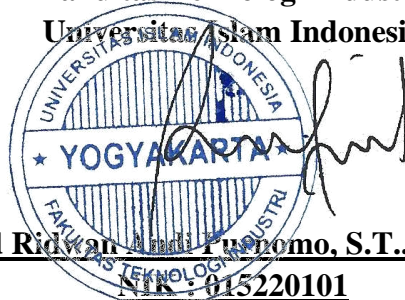
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Hari Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

NIK : 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Sang Pencipta yang melimpahkan segala anugerah di dunia ini, dan dengan penuh rasa terima kasih atas petunjuk-Nya, saya ingin menyampaikan apresiasi yang tulus kepada Keluarga tercinta yaitu ibu, bapak, kakak dan adik atas Dukungan tak terhingga yang mereka berikan selama perjalanan perkuliahan saya sungguh berarti, demikian pula doa mereka yang tak henti-hentinya.

Selain itu, terima kasih kepada semua individu yang memberikan dukungan terbaik dalam hidup saya. Semoga segala kebaikan yang saya terima dapat kembali kepada mereka dengan berlipat ganda.

Jazakumullah Khairan Katsiran.

MOTTO

“Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya
kemudahan dalam urusannya”

QS. At-Talaq [65: 4]

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan segala rasa syukur, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, memungkinkan penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS SISTEM KERJA PADA DIVISI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE *MACROERGONOMICS ANALYSIS AND DESIGN (MEAD)*”**. Shalawat beserta salam tidak lupa semoga selamanya tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabatnya, serta umatnya, dan semoga kita dapat diberikan syafaat oleh beliau kelak. Aamiin.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, kemungkinan tidak akan terwujud tanpa bantuan, saran, dukungan, dan dorongan dari pihak-pihak yang memiliki peran sangat penting dalam perjalanan penulisan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia serta sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, memberi arahan dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M. Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Segenap dosen Teknik Industri yang telah memberikan ilmunya kepada Penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
5. Kedua Orang Tua serta Keluarga penulis yang tiada henti selalu memberikan doa, bimbingan dan motivasi kepada penulis.
6. Bapak R. Bambang Suhartadi selaku direktur operasional PT. Waja Teknik Cikarang yang telah mengizinkan untuk melaksanakan penelitian di PT. Waja Teknik Cikarang.

7. Bapak Nur Usman & Bapak Prih Haryanto selaku mentor di PT. Waja Teknik Cikarang yang telah memberikan pengalaman berharga bagi penulis saat melaksanakan penelitian di PT Waja Teknik Cikarang.
8. Rekan-rekan mahasiswa/i Teknik Industri Angkatan 2019.
9. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan oleh penulis satu per satu.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan oleh mereka menjadi amal sholeh dan mendapatkan ridho Allah SWT, serta senantiasa mendapat balasan dan kebaikan dari-Nya.Amin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini memiliki beberapa kelemahan, baik dari segi materi, tata cara penyusunan, kesiapan, maupun aspek lainnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 13 November 2023



R. Hafiz Yuan Harindra

(19522286)

ABSTRAK

PT. Waja Teknik Cikarang adalah perusahaan yang bergerak dibidang *machining* dan *forging* berlokasi di Jalan Raya Cibeer Rt.03 Rw.006 Desa Pasir Gombang, Kec. Cikarang Utara, Kab. Bekasi. PT. Waja Teknik Cikarang memiliki beberapa divisi yaitu divisi produksi, divisi engineer, divisi QA/QC, divisi HSE dan divisi *maintenance*. Proses produksi pada PT. Waja Teknik Cikarang dilakukan dengan menggunakan mesin yang masih dioperasikan oleh manusia. Maka dari itu, terlihat adanya beban kerja pada operator mesin yang dapat mengurangi produktivitasnya. Selain itu, faktor lingkungan kerja yang tidak nyaman juga dapat mengurangi produktivitas operator dalam menjalankan pekerjaannya. Penelitian ini didasarkan pada faktor peralatan/mesin, faktor kondisi pekerjaan dan faktor organisasi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan usulan perbaikan sistem kerja kepada PT. Waja Teknik Cikarang menggunakan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Berdasarkan analisis dan pengolahan data, diperoleh pengukuran denyut nadi pekerja dengan CVL = 42,2% (memenuhi standar rata - rata CVL 30 - 60%), konsumsi energi istirahat normal =1,705 kkal/menit. Batas konsumsi energi (Pria = 5 kkal/menit, Wanita = 4 kkal/menit), sedangkan waktu istirahat sebesar -97,31 menit (waktu istirahat = waktu istirahat awal - dengan waktu istirahat yang dibutuhkan (R)). Berdasarkan hasil yang diperoleh tidak diperlukan penambahan waktu istirahat karena waktu istirahat yang diberikan sudah cukup. Perbaikan sistem untuk meningkatkan produktivitas yaitu mengoptimalkan kondisi lingkungan kerja di bagian produksi, merancang SOP dan *punishment* terhadap pekerja yang melanggar, membuat indicator kinerja yang berkaitan dengan kualifikasi pegawai dan membuat penjadwalan *delivery* produk yang lebih optimal.

Kata Kunci: *Produktivitas, Beban kerja, Lingkungan kerja, Cardiovascular Load (CVL), Macroergonomics Analysis and Design (MEAD).*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	2
1.6 Sistematika Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Literatur	4
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Sistem Kerja	12
2.2.2 Ergonomi	12
2.2.3 Lingkungan kerja	13
2.2.4 Beban Kerja	13
2.2.5 Produktivitas	14
2.2.6 Macroergonomic Analysis and Design	14
2.2.7 CardioVascular Load (CVL)	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Subjek Penelitian	17
3.2 Objek Penelitian	17
3.3 Populasi dan Sampel	17

3.4	Sumber Data	17
3.5	Metode Pengumpulan Data	17
3.6	Metode Analisis Data	18
3.7	Alur Penelitian	19
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		21
4.1	Pengumpulan Data.....	21
4.2	Pengolahan Data Menggunakan Metode <i>Macroergomics analysis and Design</i> (MEAD).....	21
BAB V PEMBAHASAN		41
5.1	Analisis Perhitungan denyut nadi untuk menentukan waktu istirahat.....	41
5.2	Analisis perbaikan sistem kerja bagian produksi	41
BAB VI PENUTUP		43
6.1	Kesimpulan.....	43
6.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN		47

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kajian Litelatur	11
Tabel 2. Rekapitulasi Data Denyut Nadi.....	21
Tabel 3. Peralatan dan fasilitas kerja.....	23
Tabel 4. Hasil identifikasi varian data.....	24
Tabel 5. Matriks Variansi.....	24
Tabel 6. Hasil varian utama dengan jaringan peran	25
Tabel 7. Objektif Alternatif.....	26
Tabel 8. Data denyut nadi pekerja.....	27
Tabel 9. Hasil Analisis 5 W + 1 H.	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Alur Penelitian.....20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur memiliki peran krusial dalam pembangunan ekonomi suatu negara. Industri ini memberikan kontribusi pada pembangunan ekonomi nasional dengan menciptakan lapangan pekerjaan, industri manufaktur dapat mengurangi tingkat kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Selain itu industri manufaktur memiliki potensi besar yang dimiliki Indonesia dalam menumbuhkan sektor industri manufaktur (Ananda et al., 2023).

Persaingan industri tidak hanya pada tingkat domestik, melainkan berskala global. Persaingan ini dipicu oleh tingginya permintaan konsumen. Oleh karena itu, perusahaan dituntut untuk terus mengembangkan teknologi dan pengetahuan agar mampu memenuhi kebutuhan konsumen serta dapat bersaing secara efektif dengan pesaing-pesaingnya. Ergonomi industri, sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan objek yang digunakan, menjadi kunci penting dalam upaya meningkatkan kualitas produk, peralatan kerja, dan stasiun kerja. Sebuah perusahaan dapat meraih hasil yang lebih baik jika kondisi kerja dikelola dengan baik, dengan dampak positif terutama bagi para operator. (Bahureksa, 2022).

PT. Waja Teknik Cikarang adalah perusahaan yang bergerak dibidang *machining* dan *forging* berlokasi di Jalan Raya Cibeer Rt.03 Rw.006 Desa Pasir Gombang, Kec. Cikarang Utara, Kab. Bekasi. PT. Waja Teknik Cikarang memiliki beberapa divisi yaitu divisi produksi, divisi engineer, divisi QA/QC, divisi HSE dan divisi *maintenance*. Proses produksi pada PT. Waja Teknik Cikarang dilakukan dengan menggunakan mesin yang masih dioperasikan oleh manusia. Maka dari itu, terlihat adanya beban kerja pada operator mesin yang dapat mengurangi produktivitas. Selain itu, faktor lingkungan kerja yang tidak nyaman juga dapat mengurangi produktivitas operator dalam menjalankan pekerjaan.

Dengan adanya permasalahan tersebut, hasil yang diperoleh saat ini belum optimal. Oleh karena itu, perbaikan pada sistem kerja menjadi suatu kebutuhan yang mendesak, dan pendekatan yang digunakan dalam hal ini adalah *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Metode MEAD dianggap memiliki keunggulan dalam analisis permasalahan dalam sistem kerja, dengan harapan dapat meningkatkan produktivitas pekerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa hasil perhitungan kondisi sistem kerja pada bagian produksi di PT. Waja Teknik Cikarang?
2. Apa usulan perbaikan sistem kerja pada bagian produksi di PT. Waja Teknik Cikarang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil perhitungan kondisi sistem kerja pada bagian produksi di PT. Waja Teknik Cikarang.
2. Untuk mengetahui usulan perbaikan sistem kerja pada bagian produksi di PT. Waja Teknik Cikarang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk referensi dalam usaha memperbaiki sistem kerja dan meningkatkan produktivitas dengan menggunakan metode *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)*.
2. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi masukan dan evaluasi untuk pihak perusahaan guna meningkatkan produktivitas pekerja.

1.5 Batasan Penelitian

Agar terhindar dari pelebaran masalah yang akan dibahas maka dilakukan pembatasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada Divisi produksi di PT. Waja Teknik Cikarang
2. Subjek penelitian ini menggunakan metode *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)*.

1.6 Sistematika Penelitian

Penelitian disusun secara terstruktur ke dalam beberapa bab, dan masing-masing bab akan diuraikan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bagian ini akan memberikan gambaran ringkas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka memberikan gambaran tentang hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian saat ini. Selain itu, bab ini juga mencakup konsep dan prinsip dasar yang esensial untuk memahami serta memecahkan masalah yang menjadi fokus penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga ini menyajikan rincian mengenai materi penelitian, peralatan yang digunakan, metode penelitian, serta data yang akan dihimpun. Selain itu, bab ini juga membahas analisis yang akan diterapkan dan sesuai dengan visualisasi data dalam bentuk grafik yang telah disiapkan.

**BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN atau
PEMBANGUNAN SISTEM**

Pada bagian ini diuraikan bahasan di Bab IV Pengolahan Data dan Hasil Penelitian.

BAB V PEMBAHASAN atau PENGUJIAN SISTEM DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini diuraikan bahasan di Bab V Pembahasan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini diuraikan bahasan di Bab VI Kesimpulan dan Saran.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Penelitian mengenai Analisis sistem kerja untuk meningkatkan produktivitas menggunakan metode *Macroergonomics Analysis and Design* (MEAD) sebelumnya telah dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu telah menjadi referensi bagi penulis, memberikan landasan teoritis yang diperlukan untuk melanjutkan penelitian ini. Berikut merupakan beberapa penelitian sebelumnya yang dapat memberikan dukungan untuk penelitian ini:

Penelitian pertama yang dilakukan oleh (Ananda et al., 2023) bertujuan untuk menilai perkembangan industri manufaktur di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sektor manufaktur Indonesia mengalami peningkatan secara konsisten dalam kurun waktu lima tahun terakhir. Fakta ini dapat diperkuat dengan pencapaian pada November tahun 2019, di mana Indonesia berhasil mencapai peringkat ketiga di antara anggota G20, mengindikasikan prestasi positif dalam perkembangan industri manufaktur negara tersebut.

Penelitian selanjutnya membahas mengenai perancangan sistem kerja yang diteliti oleh (Bahureksa, 2022) memiliki tujuan untuk meningkatkan produktivitas pekerja melalui perbaikan sistem kerja menggunakan metode MEAD serta menentukan penurunan tingkat kelelahan setelah perbaikan dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan penurunan yang signifikan dalam tingkat kelelahan, menurun dari 6,07% menjadi 2,10% berdasarkan nilai tertinggi pada tabel *Nordic Body Map*. Hasil dari kuisioner menunjukkan bahwa tingkat kelelahan pada proses penggantian seal packing mencapai 71%, menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut dan perubahan perbaikan yang segera dilakukan

Penelitian berikutnya membahas mengenai perbaikan sistem kerja oleh (Pradini et al., 2019), memiliki tujuan yaitu memperbaiki sistem kerja dengan pendekatan MEAD. Hasil dari penelitian ini adalah diperoleh pengukuran denyut nadi pekerja didapatkan $CVL=38,14\%$ konsumsi energi istirahat normal = 5,5 kkal/menit, didapatkan penambahan waktu istirahat 16 menit, pada pukul 10.00 – 10.16 WIB sehingga total sebesar 76 menit.

Penelitian selanjutnya membahas tentang perancangan sistem kerja oleh (Akbar et al., 2022), tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki dan menganalisis keluhan sistem muskuloskeletal yang dialami oleh operator, serta memberikan rekomendasi untuk perancangan sistem kerja yang ergonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa operator di stasiun kerja

pencetakan mengalami keluhan rasa sakit pada beberapa bagian tubuh, termasuk bahu kiri dan kanan, punggung, pinggang, lengan bawah, pergelangan tangan, lutut, tangan kanan, dan betis. Berdasarkan hasil ini, diajukan usulan perancangan sistem kerja, di mana troli hidroik dirancang dengan mempertimbangkan dimensi tubuh pekerja di stasiun kerja pencetakan, yang diukur menggunakan pendekatan antropometri dengan presentil 95.

Penelitian berikutnya membahas mengenai pengurangan kebisingan oleh (Dan & Sekitar, 2022) mempunyai tujuan untuk mereduksi dampak dari kebisingan. Hasil penelitian ini didapati bahwa persebaran tingkat intensitas kebisingan yang diuji pada titik 1 hingga 7 diperoleh dengan rata – rata masih dibawah 85 dBA.

Penelitian selanjutnya mengenai produktivitas oleh (El-fajriansyah et al., 2023). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki sistem kerja menggunakan metode MEAD guna mengurangi risiko cedera pada pabrik kerupuk subur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja mengalami rasa pegal, postur kerja yang tidak nyaman, dan dehidrasi. Penggunaan alat kerja berhasil mengurangi keluhan otot, terbukti dengan penurunan skor Nordic Body Map (NBM) sebesar 5,833. Alat kerja juga memberikan perbaikan pada postur kerja, dengan penurunan skor Rapid Entire Body Assessment (REBA) dari 9 (sebelum perbaikan) menjadi 3 (setelah perbaikan) untuk postur kerja I dan II, serta dari 10 (sebelum perbaikan) menjadi 3 (setelah perbaikan) untuk postur kerja III

Penelitian ini mengenai perancangan alat oleh (Haripurna & Purnomo, 2017), tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan produktivitas melalui pendekatan holistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain alat memiliki tinggi 1014,70 mm dan lebar 419,9 mm. Alat blower yang dirancang mempermudah pemindahan material air kedelai memiliki spesifikasi hisap sebesar 30 m/s, menggunakan tegangan listrik 220 VA, dan daya 1300 VA, dengan penggunaan pipa galvanis berdiameter 2 inci sebagai penghantar.

Penelitian ini mengenai faktor ergonomi oleh (El-fajriansyah et al., 2023). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi permasalahan ergonomi dalam sistem kerja, baik pada tingkat mikro maupun makro. Hasil penelitian menunjukkan sejumlah permasalahan terkait kesehatan pekerja dan kondisi lingkungan kerja pada penatu. Sebagai respons terhadap temuan ini, beberapa rekomendasi perbaikan diajukan untuk mengatasi masalah-masalah yang diidentifikasi.

Penelitian menganalisis pengelolaan limbah dengan metode MEAD oleh (Utara, 2022). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengoptimalkan keselamatan dan kenyamanan manusia

selama bekerja, dengan harapan dapat meningkatkan produktivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja operator Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) belum optimal, sehingga produktivitas operator mengalami penurunan. Oleh karena itu, disarankan untuk merumuskan *job description* dan melakukan perancangan ulang *Standard Operating Procedure* (SOP) bagi operator IPAL agar dapat beroperasi secara optimal. Selain itu, disarankan juga untuk menyertakan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) guna menghindari kecelakaan kerja.

Penelitian mengenai sistem kerja oleh (Attaqwa et al., 2021), penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis fakta menggunakan uji beda dan uji pembeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan terhadap konsentrasi paparan *xylene* pada pekerja, dengan variabel yang mempengaruhi antara lain usia ($U=13,329$), praktik Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) ($U=26,124$), penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) ($U=9,042$), kebiasaan merokok ($U=85$), jumlah bensin yang tersedia ($U=0,891$), dan jenis instalasi ($U=18,032$). Sebagai solusi perbaikan dalam jangka pendek, disarankan untuk meningkatkan penggunaan APD dan mengatur posisi berdiri sejajar dengan arah angin.

No	Penulis (Tahun)	Judul	Subjek	Metode			
				Sistem Kerja	MEAD	Produktivitas	Industri
1.	(Hanum et al., 2022)	Analisis Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia	Industri di Indonesia				✓
2.	(Mudjiyanto, 2022)	Perancangan Sistem kerja pada Lini Produksi PT.XWZ Menggunakan Macro Ergonomic and Design Untuk Meningkatkan Produktivitas	Divisi Produksi pada PT.XWZ	✓	✓	✓	
3.	(Yusuf & Indrawati, 2019)	Perbaikan Sistem Kerja dengan Pendekatan	Pekerja UD Majid Jaya	✓	✓	✓	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Subjek	Metode			
				Sistem Kerja	MEAD	Produktivitas	Industri
		Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) untuk Meningkatkan Produktifitas					
4.	(Mashadi et al., 2019)	Usulan Perancangan Sistem Kerja dengan Metode MEAD pada Stasiun Kerja Percetakan di UD. Roti Rachmat Purwakarta	Pekerja	✓		✓	
5.	(Fuadi et al., 2020)	Analisis Kebisingan di	Karyawan SPBU		✓		

No	Penulis (Tahun)	Judul	Subjek	Metode			
				Sistem Kerja	MEAD	Produktivitas	Industri
		SPBU Lingke Banda Aceh Menggunakan Metode MEAD Untuk Meningkatkan Kenyamanan Karyawan SPBU dan Penduduk Sekitar					
6.	(Kurnianto & Kharisudin, 2022)	Work System Improvement Using Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)	Karyawan		✓		

No	Penulis (Tahun)	Judul	Subjek	Metode			
				Sistem Kerja	MEAD	Produktivitas	Industri
7.	(Indah Pangesti, Nugroho Arief Setiawan, 2023)	Analisis Faktor Ergonomi pada Bisnis Penatu LaundryLoverz untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja	Pekerja			✓	
8.	(Setyorini & Syahlani, 2019)	Desain Perancangan Alat Penyaring Dalam Proses Pembuatan Tahu Dengan MEAD	Alat Penyaring		✓		
9.	(Rumra, 2023)	Analisis Pengelolaan Limbah Cair pada	Limbah Cair		✓		

No	Penulis (Tahun)	Judul	Subjek	Metode			
				Sistem Kerja	MEAD	Produktivitas	Industri
		Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Metode MEAD					
10.	Yusita, (2021)	Perbaikan Sistem Kerja Berdasarkan Analisis Paparan Xylene Pekerja Kilang Milang Minyak XYZ	Pekerja	✓			

Tabel 1 . Kajian Litelatu

2.2 Landasan Teori

Landasan teori berisikan tentang istilah, teori atau formula yang terkait dengan topik penelitian. Landasan teori disusun dengan bersumber pada jurnal bereputasi dan/atau buku.

2.2.1 Sistem Kerja

Sistem kerja merupakan suatu gabungan subsistem yang melibatkan manusia, alat, energi, bahan, dan informasi, yang dioperasikan dan berinteraksi secara bersama-sama untuk mencapai tujuan serta efisiensi yang optimal (Bahureksa, 2022). Sistem kerja memiliki beberapa proses untuk merancang sebuah sistem kerja, menurut (Tayyari., 1997) proses perancangan system kerja adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tujuan merupakan langkah awal dari tahap ini, di mana output yang diinginkan harus terdefinisi dengan jelas.
2. Menetapkan input yang diperlukan merupakan tahap berikutnya untuk memastikan hasil yang optimal.
3. Merinci proses adalah langkah penting dalam mendefinisikan bagaimana transformasi input dilakukan untuk menghasilkan output yang diinginkan.
4. Pembagian fungsi menjadi tugas-tugas teridentifikasi untuk mencapai tujuan merupakan aspek penting dalam perencanaan.
5. Merencanakan *interface* antar sistem adalah langkah terakhir dari proses ini, di mana hubungan antarbagian sistem diatur untuk memastikan kelancaran dan keselarasan keseluruhan.

Sistem kerja perlu dirancang secara sesuai dengan kebutuhan dan keterbatasan manusia, mengacu pada prinsip *fitting the task to the man*. Selain itu, aspek-aspek budaya organisasi dan teknologi juga harus dimasukkan ke dalam perencanaan agar sistem kerja dapat menghindari dampak negatif seperti kecelakaan kerja. Dengan demikian, pengaturan yang ergonomis pada sistem kerja dapat membawa harmoni antara manusia dan lingkungannya. (Bahureksa, 2022)

2.2.2 Ergonomi

Ergonomi berasal dari Bahasa Yunani, yaitu dari kata "Ergon" yang berarti "kerja atau usaha" dan "nomos" yang berarti "aturan". Secara sederhana, ergonomis dapat diartikan sebagai pengaturan kerja (Yanto & Billy Ngaliman, 2017). Istilah ergonomis diperkenalkan oleh

Wojciech Jastrzeboeski pada tahun 1857. Pada saat itu, dia mengamati dampak manusia dan ekonomi yang muncul akibat pergeseran dari era pertanian menuju era revolusi industri

Ergonomi adalah suatu ilmu multidisiplin yang mengintegrasikan pengetahuan dari berbagai bidang, seperti biologi, psikologi, sosiologi, dan kedokteran. Penerapan ergonomi memiliki tujuan dasar, yaitu menciptakan sistem kerja yang dapat diterima dalam batas tertentu, selama sistem tersebut tidak menimbulkan potensi bahaya terhadap kesehatan dan kehidupan manusia. Sementara itu, tujuan ergonomi yang lebih tinggi adalah mencapai kondisi di mana pekerja dapat menerima kondisi kerja yang ada dengan meningkatkan keterbatasan, baik dari segi teknis maupun organisasi. (Sari, 2007)

2.2.3 Lingkungan kerja

Pekerja membutuhkan lingkungan kerja yang nyaman agar dapat mencapai hasil kerja yang optimal dan produktif (Manuaba, A., 1992). Manajemen perusahaan diharuskan memperhatikan lingkungan kerja, meskipun tidak secara langsung terlibat dalam proses produksi. Meskipun lingkungan kerja bukan bagian dari proses produksi, dampaknya sangat signifikan terhadap karyawan yang terlibat dalam proses tersebut. Lingkungan kerja diartikan sebagai suasana di mana karyawan menjalankan aktivitas sehari-hari mereka. Lingkungan kerja disebabkan dari beberapa faktor yaitu fisik, kimia, biologis dan psikologis (Tarwaka et al. 2004). Lingkungan kerja berdampak pada kesehatan, kinerja dan produktivitas tenaga kerja (Haskari et al, 2008).

2.2.4 Beban Kerja

Menurut (Herrianto, 2010) beban kerja merujuk pada total kegiatan yang perlu diselesaikan oleh seseorang atau kelompok orang dalam suatu periode waktu tertentu dalam kondisi normal. Beban kerja timbul dari interaksi antara kebutuhan pekerjaan, lingkungan kerja, keterampilan, perilaku, dan pemikiran operator. Setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sejalan dengan kesesuaian pengalaman, keahlian, dan motivasi mereka. (Suma'mur, 1987).

Beban kerja yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres kerja, melibatkan dampak negatif secara fisik, psikologis, dan emosional, seperti sakit kepala, gangguan pencernaan, dan mudah marah. Sebaliknya, jika beban kerja terlalu rendah, pekerjaan yang bersifat monoton dan repetitive dapat menyebabkan kebosanan. Rasa bosan ini, yang muncul akibat kurangnya variasi dalam tugas atau pekerjaan sehari-hari, dapat mengakibatkan kurangnya konsentrasi pada pekerjaan dan berpotensi membahayakan kesejahteraan pekerja. (Ninggar, 2018)

2.2.5 Produktivitas

Pengerjaan barang dan jasa melibatkan transformasi sumber daya menjadi produk atau layanan. Tingkat efektivitas dalam melaksanakan proses perubahan tersebut memengaruhi produktivitas, yang mengukur perbandingan antara output (barang dan jasa) dengan input (sumber daya seperti tenaga kerja dan modal). Semakin efektif perubahan tersebut dilakukan, semakin meningkat nilai produktivitas yang dihasilkan (Heizer & Render, 2009).

Produksi dan produktivitas merupakan dua konsep yang berbeda. Produksi diukur berdasarkan jumlah produk yang dihasilkan dalam satu jam, sementara produktivitas dihitung dengan membagi jumlah produksi dengan rata-rata denyut nadi kerja per jam kerja. Produktivitas dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor teknis dan faktor manusia. Faktor teknis melibatkan penggunaan fasilitas produksi yang efisien, penerapan metode kerja yang baik, dan penggunaan bahan baku yang ekonomis. Sementara itu, faktor manusia mencakup dampak usaha yang dilakukan oleh individu dalam menyelesaikan pekerjaan. (Sari, 2007)

2.2.6 *Macroergonomic Analysis and Design*

Macroergonomic Analysis and Design adalah suatu metode implementasi ergonomik makro yang melibatkan serangkaian tahapan. Metode ini digunakan untuk merancang sistem secara menyeluruh, sebagai bentuk usaha yang efisien dalam mencapai tujuan organisasi (Pradini et al., 2019).

Salah satu metode dalam ergonomik makro adalah *Macroergonomics Analysis and Design* (Kleiner, 2005). Metode ini mempunyai beberapa tahapan dalam memperhitungkan dan meningkatkan sistem kerja, yaitu:

1. Tahap pertama melibatkan identifikasi lingkungan dan subsistem organisasi. Ini mencakup analisis visi dan misi perusahaan, peninjauan aspek lingkungan, dan penentuan sistem produksi.
2. Tahap kedua menjelaskan subsistem organisasi, termasuk mereview input, output, pelanggan, proses kerja, dan mekanisme umpan balik dalam konteks visi dan misi. Ini juga melibatkan pemahaman pernyataan resmi tentang visi dan misi, identifikasi stakeholder, serta pengenalan keinginan pekerja dan pemilik.
3. Tahap ketiga menjelaskan jenis alat kerja dan menentukan tingkat kinerja yang diinginkan, termasuk keputusan tentang kunci kinerja yang ingin dicapai.

4. Tahap keempat menjelaskan proses kerja dan melakukan analisis kerja. Ini melibatkan identifikasi unit kerja dalam organisasi, menemukan proses kerja dalam unit-unit tersebut, dan melakukan analisis untuk mengidentifikasi potensi permasalahan koordinasi.
5. Tahap kelima menjelaskan varian aktual dan ideal, dengan menganalisis data dari langkah sebelumnya untuk mengidentifikasi permasalahan yang dapat mengurangi kinerja sistem kerja.
6. Tahap keenam melibatkan pembuatan matriks varian, di mana kesalahan yang muncul pada analisis sebelumnya diidentifikasi untuk mengetahui apakah mempengaruhi kesalahan lainnya.
7. Tahap ketujuh melibatkan analisis peran personel yang bertanggung jawab di unit kerja tempat kesalahan terjadi.
8. Tahap kedelapan melibatkan distribusi fungsi dan penggabungan desain untuk meningkatkan kinerja.
9. Tahap kesembilan menganalisis persepsi dan tanggung jawab di lingkungan kerja.
10. Tahap kesepuluh melibatkan implementasi perubahan dan terus meningkatkan kinerja sistem kerja berdasarkan temuan dan rekomendasi yang diperoleh dari tahap-tahap sebelumnya.

2.2.7 CardioVascular Load (CVL)

Peningkatan denyut nadi memegang peran yang sangat signifikan dalam meningkatkan *cardiac output* dari kondisi istirahat hingga kerja maksimum. Manuaba (2000) mengklasifikasikan beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja dibandingkan dengan denyut nadi maksimum, yang disebut sebagai beban kardiovaskular (Cardiovascular Load = % CVL). Pemilihan beban kerja ini dihitung dengan menggunakan rumus tertentu.:

$$\%CVL = \frac{100X (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

Dimana menurut (Tarwaka, 2004) rumus denyut maksimum yaitu:

- Laki – laki -> Denyut Nadi Maksimum = 220 – umur
- Perempuan -> Denyut Nadi Maksimum = 200 – umur

Dari hasil perhitungan %CVL kemudian dibandingkan dengan klasifikasi sebagai berikut:

$X \leq 30\%$	= tidak ada kelelahan
$30 < X \leq 60\%$	= diperlukan perbaikan
$60 < X \leq 80\%$	= kerja dalam waktu singkat
$80 < X \leq 100\%$	= diperlukan tindakan segera
$X > 100\%$	= tidak diperbolehkan beraktivitas.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian dilakukan pada 10 pekerja di divisi produksi PT. Waja Teknik Cikarang.

3.2 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini dilakukan pada proses produksi PT. Waja Teknik Cikarang yang dalam proses produksinya masih manual sehingga terlihat adanya beban kerja pada operator mesin dan dapat mengurangi produktivitas.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi penelitian ini yaitu pada Divisi Produksi sebanyak 10 orang operator mesin *CNC milling*.

3.3.2 Sampel

Jumlah sampel dalam penelitian diambil 10 pekerja. Pemilihan sampel berdasarkan pada operator yang bertugas di bidang produksi. Kriteria inklusi sampel pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis kelamin laki – laki.
2. Umur pekerja 30 – 45 tahun.
3. Telah bekerja minimal 1 tahun.
4. Pendidikan minimal SMA/Sederajat.

3.4 Sumber Data

Sumber data yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merujuk pada informasi yang diperoleh secara langsung oleh peneliti. Dalam penelitian yang dilakukan, data primer melibatkan pengumpulan informasi langsung mengenai jenis kelamin, usia, dan denyut nadi pekerja.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan faktor penting dalam penyelesaian masalah secara ilmiah. Dalam proses pengumpulan data, peran instansi terkait menjadi penting untuk memberikan dukungan dalam mendapatkan informasi yang diperlukan. Data untuk penelitian ini diperoleh melalui langkah-langkah berikut:

1. Tinjauan Kepustakaan

Tinjauan Pustaka bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan data terkait dengan teori yang berkaitan dengan esensi permasalahan, yang dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti literatur, bahan kuliah, jurnal, media internet, dan sumber informasi lainnya. Studi pustaka juga dimanfaatkan untuk mendapatkan gambaran tentang teori-teori yang dapat diaplikasikan dalam penelitian.

2. Pengamatan Lapangan

Pengumpulan data melalui metode observasi lapangan dilakukan secara langsung saat kegiatan kerja sedang berlangsung.

3. Wawancara

Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan pekerja di divisi produksi dengan bertanya mengenai aspek-aspek yang terkait dengan sistem kerja guna meningkatkan produktivitas.

3.6 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini, data diolah dengan menerapkan metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) yang melibatkan beberapa tahapan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan:

1. Identifikasi Lingkungan dan Subsystem organisasi

Menganalisa visi dan misi, meninjau aspek lingkungan dan menentukan desain organisasi awal.

2. Mengidentifikasi Jenis Sistem Operasi yang Bekerja dan menetapkan tingkat kerja yang diinginkan.

Tahap ini untuk menganalisis suatu sistem kerja yaitu mengetahui komposisi pekerjaan yang terdapat di lapangan.

3. Menentukan unit operasional dan proses kerja

Pada tahap ini mengidentifikasi alat kerja dan jumlah alat kerja yang digunakan pada divisi produksi PT. Waja Teknik Cikarang.

4. Mengidentifikasi data varian

Pada tahap ini menentukan fokus permasalahan yang terjadi pada divisi produksi PT. Waja Teknik Cikarang kemudian dilakukan identifikasi varian data untuk memudahkan dalam menganalisa dan memecahkan masalah tersebut. Varian data dalam penelitian ini

diperoleh melalui wawancara dengan pekerja di bagian produksi PT. Waja Teknik Cikarang.

5. Membuat matriks variansi

Setelah mendapatkan varian tahap selanjutnya melakukan analisa untuk mengetahui hubungan antar masing – masing varian tersebut.

6. Membuat tabel kendali varian dengan jaringan peran

Tahap selanjutnya yaitu menentukan dan mengetahui pengendalian varian yang dimiliki dan juga peran atau tanggung jawab di divisi produksi PT. Waja Teknik Cikarang.

7. Mengalokasikan fungsi dan desain bersama

Tahap berikutnya merancang Analisa perbaikan dengan fungsi alokasi berdasarkan tabel kendali varian yang kemudian diubah menjadi pohon tujuan.

8. Menganalisis peran dan tanggung jawab

Melakukan penilaian dan pembobotan dari setiap alternatif.

9. Merancang subsistem pendukung

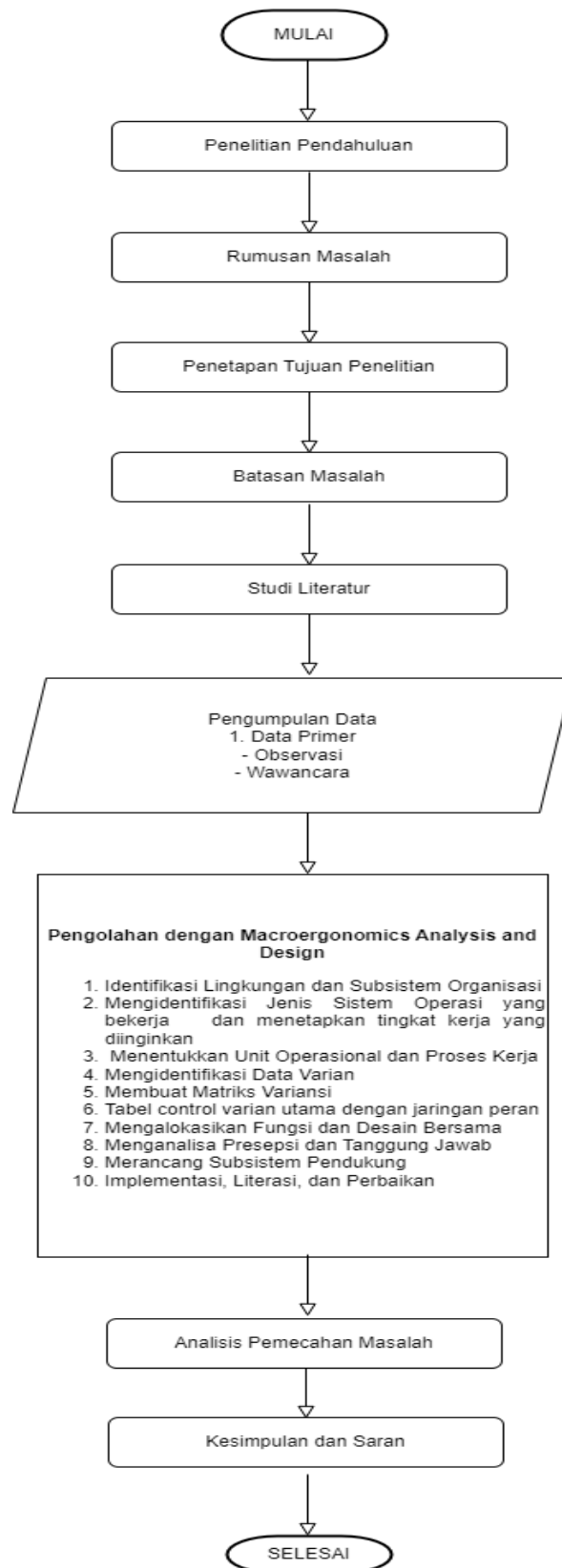
Pada tahap ini merencanakan perbaikan untuk menentukan kebutuhan waktu istirahat karyawan diukur dan dihitung denyut nadi para pekerja dan regangan CVL.

10. Implementasi, literasi dan perbaikan

Tahap terakhir mengimplementasikan perbaikan yang telah dirumuskan pada alternatif terpilih.

3.7 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan bagan alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 1 Alur Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Penelitian ini lebih berfokus terhadap Analisa kerja dan perbaikan yang dilakukan pada pekerja di bagian produksi PT. Waja Teknik Cikarang. Penelitian ini menggunakan data berupa denyut nadi pekerja bagian produksi pada saat melakukan pekerjaan dan beristirahat.

4.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini yang menjadi subjek adalah pekerja bagian produksi PT. Waja Teknik Cikarang sebanyak 10 orang yang bekerja pada proses pengoperasian Mesin *CNC Milling* manual. Aplikasi yang di gunakan untuk mengukur denyut nadi pekerja yaitu *Cardiograph*. Berikut merupakan rekapitulasi denyut nadi yang di tunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Data Denyut Nadi

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Denyut Nadi Istirahat (Detik)	Denyut Nadi Kerja (Detik)		Denyut Nadi Istirahat (Detik)
					I	II	
1	Riyan	Laki - laki	31	80	115	94	104.5
2	Riky	Laki - laki	27	79	111	96	103.5
3	Alpatah	Laki - laki	39	78	109	90	99.5
4	Suroso	Laki - laki	44	83	110	97	103.5
5	Bagus	Laki - laki	25	81	113	99	106
6	Kuatno	Laki - laki	40	63	106	91	98.5
7	Hamdi	Laki - laki	33	77	112	99	105.5
8	Anam	Laki - laki	40	74	116	90	103
9	Edy	Laki - laki	44	80	112	97	104.5
10	Sano	Laki - laki	42	76	120	111	115.5

Dari data yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis dan pengolahan mengenai sistem kerja untuk meningkatkan produktivitas pekerja menggunakan metode *Macroergomics analysis and Design* (MEAD).

4.2 Pengolahan Data Menggunakan Metode *Macroergomics analysis and Design* (MEAD)

Tahapan perbaikan sistem kerja menggunakan metode *Macroergomics analysis and Design* (MEAD) adalah sebagai berikut:

4.2.1 Identifikasi Lingkungan dan Subsistem Organisasi

PT. Waja Teknik Cikarang adalah perusahaan yang bergerak dibidang *machining* dan *forging* berlokasi di Jalan Raya Cibeber Rt.03 Rw.006 Desa Pasir Gombang, Kec. Cikarang Utara, Kab. Bekasi. PT Waja Teknik Cikarang selalu berkomitmen untuk menjadi mitra terbaik bagi *customer* dan tidak pernah berhenti untuk memberikan inovasi terbaik di lini bisnis perusahaan, sesuai dengan komitmen perusahaan, yaitu Keselamatan, Sinergi dan Solusi. Dengan pengalaman yang luas selama bertahun-tahun, PT Waja Teknik Cikarang telah mencapai kematangan dalam memainkan peran Perusahaan dalam *machining* dan *forging*.

4.2.2 Mengidentifikasi Jenis Sistem Operasi yang Bekerja dan menetapkan tingkat kerja yang diinginkan

Tahap ini untuk menganalisis suatu sistem kerja yaitu mengetahui komposisi pekerjaan yang terdapat di lapangan. Hal tersebut dilakukan terlebih dahulu sebelum menentukan dan melakukan analisis pada tahap berikutnya. Pada tahap pertama ini, sistem kerja yang diidentifikasi adalah sistem kerja pada operator bagian produksi di PT. Waja Teknik Cikarang. Proses produksi *service maintenance Well Head* dengan Mesin *Milling Manual* menggunakan tahapan sebagai berikut:

- a. Membuat perencanaan dan jadwal proses produksi.
- b. Melengkapi form duga bahaya.
- c. Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD).
- d. Berkoordinasi dengan mandor produksi untuk penggunaan mesin *CNC*.
- e. Cek putaran Mesin *CNC Milling Manual* untuk memastikan ketidaknormalan di putaran mesin.
- f. Mengontrol *Safety Kick Plate Emergency* untuk memastikan fungsi ini berjalan dengan normal.
- g. Mengontrol bagian *Emergency Stop* pada Mesin *CNC Milling Manual*.
- h. Mengontrol bagian *Air Cooler*.
- i. Periksa kecepatan pada mesin *CNC* untuk memastikan fungsinya berjalan dengan baik.
- j. Kerjakan pengaturan benda kerja pada bagian ragum eretan.
- k. Memasang *End Mill* pada bagian *Chuck* mesin *CNC*.
- l. Mesin *CNC* dapat dioperasikan sesuai dengan *drawing* yang sudah ditetapkan.

Tahap berikutnya yaitu menetapkan tingkat kinerja yang diinginkan. Agar proses produksi berjalan dengan baik, perlu adanya penetapan kunci kinerja untuk memperoleh hasil produksi yang maksimal. Selain itu, hal ini juga dapat mengoptimalkan keselamatan dan kesehatan kerja dan menjaga produktivitas pekerja saat melakukan proses produksi. Berikut merupakan target untuk peningkatan kinerja pekerja produksi di PT. Waja Teknik Cikarang:

- a) Tingkat penurunan keluhan stress kerja pekerja produksi selama proses produksi *Well Head*.
- b) Tingkat penurunan Kelelahan pekerja selama proses produksi berlangsung.
- c) Mengoptimalkan lingkungan kerja yang lebih memadai dan nyaman saat proses produksi berlangsung.

4.2.3 Menentukan Unit Operasional dan Proses Kerja

Pada pelaksanaan pekerjaan membutuhkan alat untuk menunjang proses produksi. Proses kerja yang dilakukan pada bagian produksi yaitu *servis maintenance Well Head*. Berikut merupakan media peralatan yang tersedia di PT. Waja Teknik Cikarang ditunjukkan pada Tabel.3.

Tabel 3. Peralatan dan fasilitas kerja

NO	Peralatan	Jumlah Peralatan
1	CNC Milling Manual	10
2	Heigh Gauge	4
3	Caliper	11
4	Meja	5
5	Kursi	5
6	Komputer	3

4.2.4 Mengidentifikasi Data Varian

Pada tahap ini dilakukan perumusan terkait dengan fokus masalah - masalah yang terjadi. Perumusan masalah ini merupakan data varian yang akan dianalisis, diidentifikasi dan dievaluasi yang kemudian akan mendapatkan alternatif perbaikan. Permasalahan yang ada pada bagian produksi dilakukan identifikasi varian data untuk memudahkan dalam memecahkan masalah. Varian data pada penelitian ini didapat melalui wawancara dengan 10 pekerja di

bagian produksi yang bertujuan untuk memperoleh data yang valid. Hasil dari wawancara tersebut ditunjukkan pada Tabel.4.

Tabel 4. Hasil identifikasi varian data

Faktor Varian	Varian
Lingkungan fisik	Pencapaian ruangan yang kurang optimal Jarak penataan mesin yang terlalu berdekatan Kebersihan ruang Produksi kurang diperhatikan
Peralatan Kerja	Mesin CNC yang masih dioperasikan secara manual
Kondisi Kerja	Pekerja sering kurang fokus dalam proses produksi Pekerja sering mengalami stress kerja Kurangnya disiplinnya pekerja dalam penggunaan APD

4.2.5 Membuat Matriks Variansi

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap variansi yang sudah didapatkan pada tahap sebelumnya untuk mengidentifikasi keterkaitan antara masing – masing varian tersebut. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh antara beberapa varian tersebut. Berikut adalah matriks varian yang ditunjukkan pada Tabel.5 berikut ini:

Tabel 5. Matriks Variansi

Faktor Varian	Varian	Pencapaian ruangan yang kurang optimal	Jarak penataan mesin yang terlalu berdekatan	Kebersihan ruang Produksi kurang diperhatikan	Mesin CNC yang masih dioperasikan secara manual	Pekerja sering kurang fokus dalam proses	Pekerja sering mengalami stress kerja	Kurangnya perhatian dari Mandor Produksi
Lingkungan Fisik	Pencapaian ruangan yang kurang optimal					x	x	
	Jarak penataan mesin yang terlalu berdekatan			x				
	Kebersihan ruang Produksi kurang diperhatikan						x	x
Peralatan Kerja	Mesin CNC yang masih dioperasikan secara manual					x	x	
Kondisi Kerja	Pekerja sering kurang fokus dalam proses produksi	x	x	x	x			
	Pekerja sering mengalami stress kerja	x		x	x			
	Kurangnya perhatian dari Mandor Produksi						x	

Berdasarkan Tabel.5 Matriks variansi diatas, diketahui variansi terbesar adalah variansi kondisi pekerja sering kurang fokus dalam proses produksi dengan jumlah keterkaitan yaitu 4.

Dengan demikian, variansi tersebut menjadi variansi utama untuk dijadikan prioritas sebagai perbaikan sistem kerja pada proses produksi *service maintenance Well Head* di PT. Waja Teknik Cikarang.

4.2.6 Tabel control varian utama dengan jaringan peran

Tahap berikutnya yaitu menentukan dan mengetahui pengendalian varian yang dimiliki dan peran atau tanggung jawab di bagian produksi. Hasil tersebut ditunjukkan pada Tabel.6.

Tabel 6. Hasil varian utama dengan jaringan peran

No	Varian Kunci	Tempat	Pihak yang menangani	Pihak yang terlibat langsung	Aktivitas pendukung
1	Pekerja sering kurang fokus dalam proses produksi	Bagian Produksi	Mandor Produksi & Direktur	Pekerja	-
2	Pekerja sering mengalami stress kerja	Bagian Produksi	Mandor Produksi & Direktur	Pekerja	-

Berdasarkan Tabel.6 kondisi dan permasalahan yang terjadi pada pekerja di bagian produksi adalah aspek lingkungan kerja yang kurang nyaman dan kurangnya koordinasi antara operator mesin dengan mandor produksi yang menyebabkan adanya gap / jarak sehingga terjadi miskomunikasi pada saat proses produksi. Dari hal tersebut, perlu adanya keterlibatan dari semua personel untuk menganalisa ulang sistem kerja pada proses produksi yang ada di PT. Waja Teknik Cikarang. Langkah yang digunakan dalam menganalisa ulang sistem kerja tersebut menggunakan *Focus Group Discussion (FGD)*. Pembahasan dilakukan dengan mendiskusikan hasil wawancara selama proses produksi *service maintenance Well Head*. Diskusi dilakukan selama 2 kali di bulan oktober 2023. Berikut merupakan hasil *FGD* yang diperoleh untuk menentukan perbaikan sistem kerja yaitu:

1. Mengevaluasi lingkungan kerja di area produksi seperti penerangan, jarak antar mesin dan kebersihan di area produksi untuk menunjang dan mengoptimalkan proses produksi agar pekerja merasa nyaman. Dengan itu diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pekerja dibagian produksi.

2. Perlu adanya pembuatan *work procedure* yang lebih optimal dan punishment terhadap pekerja yang kurang mematuhi aturan yang telah dibuat sebelumnya.

4.2.7 Mengalokasikan Fungsi dan Desain Bersama

Tahapan selanjutnya dari *MEAD* yaitu mengalokasikan fungsi dan desain bersama. Merancang analisis perbaikan yang diperoleh dari fungsi alokasi menurut kendali varian untuk menghasilkan alternatif sistem kerja yang lebih baik. Sistem kerja terdahulu memiliki prosedur kerja yang kurang optimal dan tidak baku. Sementara itu, sistem kerja yang baru dirancang untuk membenahi sistem kerja yang terdahulu untuk meningkatkan produktivitas dan kenyamanan pekerja yang diinginkan. Berikut merupakan alokasi fungsi yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Objektif Alternatif

Faktor	Sebelum perbaikan	Sesudah perbaikan
Lingkungan kerja		
1. Pencahayaan	Pencahayaan didalam area produksi masih kurang optimal	Penambahan pencahayaan berupa lampu di titik yang sudah ditetapkan.
2. Kebersihan	Kebersihan wajib area produksi hanya pada hari jumat saja. (Jum'at bersih)	Pembuatan jadwal kebersihan sebelum dan sesudah proses produksi setiap hari.
3. Area pekerjaan yang berdekatan	Jarak antar mesin terlalu sempit	Melakukan evaluasi terhadap jarak antar mesin agar diperlebar.
Pekerja mengalami kelelahan	Tahapan kerja proses produksi yang tidak teratur	Pembuatan kebijakan kerja (<i>work procedure</i>), menganalisa waktu istirahat pekerja.
Pekerja mengalami tekanan (stress) saat bekerja	Tahapan kerja proses produksi yang tidak teratur	Pembuatan kebijakan kerja (<i>work procedure</i>).

4.2.8 Menganalisa Persepsi dan Tanggung Jawab

Pada tahap ini, bermaksud untuk menyampaikan analisa terhadap gambaran sistem kerja yang dilakukan oleh bagian produksi beserta jajarannya. Pekerjaan tanggung jawab dari karyawan bagian produksi merupakan kunci utama untuk melakukan proses produksi *Well Head* dengan ikut dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kerja. *Focus Group Discussion* sebagai fasilitas untuk mengakomodasi saran dan masukan dari pekerja secara langsung. Membuat sistem kerja yang nyaman dapat membuat kenyamanan dan meningkatkan produktivitas dalam proses produksi.

4.2.9 Merancang Subsistem Pendukung

Pada tahap ini bermaksud untuk perencanaan perbaikan serta menentukan kebutuhan untuk waktu istirahat pekerja bagian produksi. Hal ini dilakukan supaya sistem kerja yang sudah terlaksana dapat lebih optimal lagi, maka dari itu dapat diukur serta dihitung dengan denyut nadi para pekerja bagian produksi dan juga regangan *Cardiovascular* (%CVL). Berikut merupakan hasil dari pengukuran seperti terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data denyut nadi pekerja

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Denyut Nadi Istirahat (Detik)	Denyut Nadi Kerja	Denyut Nadi Maksimal
1	Riyan	Laki – laki	31	80	104.5	154
2	Riky	Laki – laki	27	79	103.5	156
3	Alpatah	Laki – laki	39	78	99.5	139
4	Suroso	Laki – laki	44	83	103.5	143
5	Bagus	Laki – laki	25	81	106	162
6	Kuatno	Laki – laki	40	63	98.5	122
7	Hamdi	Laki – laki	33	77	105.5	150
8	Anam	Laki – laki	40	74	103	137
9	Edy	Laki - laki	44	80	104.5	141
10	Sano	Laki - laki	42	76	115.5	150
RATA - RATA				77.1	104.4	145

Berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi yang ditampilkan diatas, setelah itu dilakukan beberapa indicator untuk mengetahui lama waktu istirahat pekerja di bagian produksi. Hal ini bermaksud untuk mengevaluasi waktu istirahat yang sudah terlaksana apakah harus ada

pengurangan, tetap ataupun penambahan jam istirahat. Berikut merupakan hasil dari perhitungan:

1. Riyan

a. % HR Reserve

$$\begin{aligned} \text{HRR\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \times 100 \\ &= \frac{104,5 - 80}{154 - 80} \times 100 \\ &= 33 \% \end{aligned}$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\begin{aligned} \text{CVL\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \times 100 \\ &= \frac{(104,5 - 80)}{154 - 80} \times 100 \\ &= 33 \% \end{aligned}$$

c. Konsumsi energi:

Diketahui: $X = 104,5$ (Denyut nadi kerja (denyut / menit))

$$\begin{aligned} \text{Et} &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(104,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (104,5)^2 \\ &= 1,80411 - 2,3819952 + 4,71733 \times 1,09205 \\ &= 4,56 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

Diketahui $X : 80$ (Denyut nadi istirahat (denyut / menit))

$$\begin{aligned} \text{Ei} &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(80) + 4,71733 \times 10^{-4} (80)^2 \\ &= 1,80411 - 1,7635926 + 4,771733 \times 0,64 \\ &= 2,99 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

Setelah diketahui hasil dari Et dan Ei selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K):

$$K = \text{Et} - \text{Ei}$$

$$= 4,56 - 2,99$$

$$= 1,57 \text{ Kkal/menit}$$

2. Riky

a. % HR Reserve

$$\text{HRR\%} = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{103,5 - 79}{156 - 79} \times 100$$

$$= 32 \%$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\text{CVL\%} = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{(103,5 - 80)}{156 - 80} \times 100$$

$$= 32 \%$$

c. Konsumsi energi :

Diketahui X : 103,5 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\text{Et} = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$= 1,80411 - 0,0229038(103,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (103,5)^2$$

$$= 1,80411 - 2,3705433 + 4,71733 \times 1,071225$$

$$= 4,49 \text{ Kkal/menit}$$

Diketahui X : 79 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\text{Ei} = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$= 1,80411 - 0,0229038(79) + 4,71733 \times 10^{-4} (79)^2$$

$$= 1,80411 - 1,8094002 + 4,771733 \times 0,6241$$

$$= 2,94 \text{ Kkal/menit}$$

Setelah diketahui hasil dari Et dan Ei selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K):

$$\text{K} = \text{Et} - \text{Ei}$$

$$= 4,49 - 2,94$$

$$= 1,55 \text{ Kkal/menit}$$

3. Alpatah

a. % HR Reserve

$$\text{HRR\%} = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{99,5 - 78}{139 - 78} \times 100$$

$$= 35 \%$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\text{CVL\%} = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{99,5 - 78}{139 - 78} \times 100$$

$$= 35 \%$$

c. Konsumsi energi :

Diketahui X : 99,5 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\text{Et} = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$= 1,80411 - 0,0229038(99,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (99,5)^2$$

$$= 1,80411 - 2,2789281 + 4,71733 \times 0,990025$$

$$= 4,20 \text{ Kkal/menit}$$

Diketahui X : 78 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\text{Ei} = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$= 1,80411 - 0,0229038 (78) + 4,71733 \times 10^{-4} (78)^2$$

$$= 1,80411 - 1,7864964 + 4,771733 \times 0,6084$$

$$= 1,31 \text{ Kkal/menit}$$

Setelah diketahui hasil dari Et dan Ei selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K) :

$$\text{K} = \text{Et} - \text{Ei}$$

$$= 4,20 - 2,89$$

$$= 1,31 \text{ Kkal/menit}$$

4. Suroso

a. % HR Reserve

$$\text{HRR\%} = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{103,5 - 83}{143 - 83} \times 100$$

$$= 34 \%$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\text{CVL\%} = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{103,5 - 83}{143 - 83} \times 100$$

$$= 34 \%$$

c. Konsumsi energi:

Diketahui X: 103,5 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\text{Et} = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$= 1,80411 - 0,0229038(103,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (103,5)^2$$

$$= 1,80411 - 2,3705433 + 4,71733 \times 1,071225$$

$$= 4,49 \text{ Kkal/menit}$$

Diketahui X : 83 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\text{Ei} = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$= 1,80411 - 0,0229038(83) + 4,71733 \times 10^{-4} (83)^2$$

$$= 1,80411 - 1,9010154 + 4,771733 \times 0,6889$$

$$= 3,15 \text{ Kkal/menit}$$

Setelah diketahui hasil dari Et dan Ei selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K):

$$\begin{aligned}
 K &= E_t - E_i \\
 &= 4,49 - 3,15 \\
 &= 1,31 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

5. Bagus

a. % HR Reserve

$$\begin{aligned}
 \text{HRR\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\
 &= \frac{106 - 81}{162 - 81} \times 100 \\
 &= 31 \%
 \end{aligned}$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\begin{aligned}
 \text{CVL\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\
 &= \frac{106 - 81}{162 - 81} \times 100 \\
 &= 31 \%
 \end{aligned}$$

c. Konsumsi energi:

Diketahui X : 106 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\begin{aligned}
 E_t &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\
 &= 1,80411 - 0,0229038(106) + 4,71733 \times 10^{-4} (106)^2 \\
 &= 1,80411 - 2,4278028 + 4,71733 \times 1,1236 \\
 &= 4,68 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

Diketahui X : 81 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\begin{aligned}
 E_i &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\
 &= 1,80411 - 0,0229038(81) + 4,71733 \times 10^{-4} (81)^2 \\
 &= 1,80411 - 1,8552078 + 4,771733 \times 0,6561 \\
 &= 3,04 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K) :

$$\begin{aligned}
 K &= E_t - E_i \\
 &= 4,68 - 3,04 \\
 &= 1,63 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

6. Kuantitas

a. % HR Reserve

$$\begin{aligned}
 \text{HRR\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\
 &= \frac{98,5 - 63}{122 - 63} \times 100 \\
 &= 81\%
 \end{aligned}$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\begin{aligned}
 \text{CVL\%} &= \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\
 &= \frac{98,5 - 63}{122 - 63} \times 100 \\
 &= 81\%
 \end{aligned}$$

c. Konsumsi energi:

Diketahui X : 98,5 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\begin{aligned}
 E_t &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\
 &= 1,80411 - 0,0229038(98,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (98,5)^2 \\
 &= 1,80411 - 2,2560243 + 4,71733 \times 0,970225 \\
 &= 4,12 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

Diketahui X : 63 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\begin{aligned}
 E_i &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\
 &= 1,80411 - 0,0229038(63) + 4,71733 \times 10^{-4} (63)^2 \\
 &= 1,80411 - 1,4429394 + 4,771733 \times 0,3969 \\
 &= 2,23 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K) :

$$\begin{aligned} K &= E_t - E_i \\ &= 4,12 - 2,23 \\ &= 1,89 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

7. Hamdi

a. % HR Reserve

$$\begin{aligned} \text{HRR\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\ &= \frac{105,5 - 77}{150 - 77} \times 100 \\ &= 39\% \end{aligned}$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\begin{aligned} \text{CVL\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\ &= \frac{105,5 - 77}{150 - 77} \times 100 \\ &= 39\% \end{aligned}$$

c. Konsumsi energi:

Diketahui X : 105,5 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\begin{aligned} E_t &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(105,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (105,5)^2 \\ &= 1,80411 - 2,4163509 + 4,71733 \times 1,113025 \\ &= 4,64 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

Diketahui X : 77 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\begin{aligned} E_i &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(77) + 4,71733 \times 10^{-4} (77)^2 \\ &= 1,80411 - 1,76359264 + 4,771733 \times 0,5929 \end{aligned}$$

$$= 2,84 \text{ Kkal/menit}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K) :

$$\begin{aligned} K &= E_t - E_i \\ &= 4,64 - 2,84 \\ &= 1,80 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

8. Anam

a. % HR Reserve

$$\begin{aligned} \text{HRR\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\ &= \frac{103 - 74}{137 - 74} \times 100 \\ &= 46 \% \end{aligned}$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\begin{aligned} \text{CVL\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\ &= \frac{103 - 74}{137 - 74} \times 100 \\ &= 46 \% \end{aligned}$$

c. Konsumsi energi :

Diketahui X : 103 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\begin{aligned} E_t &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(103) + 4,71733 \times 10^{-4} (103)^2 \\ &= 1,80411 - 2,3590914 + 4,71733 \times 1,0609 \\ &= 4,45 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

Diketahui X : 74 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\begin{aligned} E_i &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(74) + 4,71733 \times 10^{-4} (74)^2 \\ &= 1,80411 - 1,4429394 + 4,771733 \times 0,3969 \end{aligned}$$

$$= 2,69 \text{ Kkal/menit}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K) :

$$\begin{aligned} K &= E_t - E_i \\ &= 4,45 - 2,69 \\ &= 1,76 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

9. Edy

a. % HR Reserve

$$\begin{aligned} \text{HRR\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\ &= \frac{104,5 - 80}{141 - 80} \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

b. Beban kardiovaskular (%CVL)

$$\begin{aligned} \text{CVL\%} &= \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \\ &= \frac{104,5 - 80}{141 - 80} \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

c. Konsumsi energi :

Diketahui X : 104,5 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$\begin{aligned} E_t &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(104,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (104,5)^2 \\ &= 1,80411 - 2,3934471 + 4,71733 \times 1,092025 \\ &= 4,56 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

Diketahui X : 80 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$\begin{aligned} E_i &= 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038(80) + 4,71733 \times 10^{-4} (80)^2 \end{aligned}$$

$$= 1,80411 - 1,832304 + 4,771733 \times 0,64$$

$$= 2,99 \text{ Kkal/menit}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K)

$$K = E_t - E_i$$

$$= 4,56 - 2,99$$

$$= 1,57 \text{ Kkal/menit}$$

10. Sano

a. % HR *Reserve*

$$\text{HRR\%} = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{115,5 - 76}{150 - 76} \times 100$$

$$= 53\%$$

b. Beban *kardiovaskular* (%CVL)

$$\text{CVL\%} = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

$$= \frac{115,5 - 76}{150 - 76} \times 100$$

$$= 53\%$$

c. Konsumsi energi:

Diketahui X : 104,5 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$= 1,80411 - 0,0229038(98,5) + 4,71733 \times 10^{-4} (98,5)^2$$

$$= 1,80411 - 2,6453889 + 4,71733 \times 1,334025$$

$$= 5,45 \text{ Kkal/menit}$$

Diketahui X : 80 (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$\begin{aligned}
&= 1,80411 - 0,0229038 (78) + 4,71733 \times 10^{-4} (78)^2 \\
&= 1,80411 - 1,7406888 + 4,771733 \times 0,5776 \\
&= 2,79 \text{ Kkal / menit}
\end{aligned}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i selanjutnya dilakukan perhitungan Konsumsi Energi (K)

$$\begin{aligned}
K &= E_t - E_i \\
&= 5,45 - 2,79 \\
&= 2,66 \text{ Kkal/menit}
\end{aligned}$$

Rata – Rata Konsumsi Energi pekerja produksi :

a. % HRE Reserve

$$\begin{aligned}
\text{HRR \%} &= \frac{33\%+32\%+35\%+34\%+31\%+81\%+39\%+46\%+40\%+53\%}{10} \\
&= 42,2 \%
\end{aligned}$$

b. % CVL

$$\begin{aligned}
\text{CVL\%} &= \frac{33\%+32\%+35\%+34\%+31\%+81\%+39\%+46\%+40\%+53\%}{10} \\
&= 42,2 \%
\end{aligned}$$

c. Konsumsi energi (K) :

$$\begin{aligned}
K &= \frac{1,57+1,55+1,31+1,31+1,63+1,89+1,80+1,76+1,57+2,66}{10} \\
&= \frac{17,05}{10} \\
&= 1,705 \text{ Kkal / menit}
\end{aligned}$$

d. Perhitungan Lama Waktu Istirahat

$$\begin{aligned}
W &= 44,1 \text{ Kkal / menit} \\
T &= 480 \text{ menit / hari} \\
\text{Suntuk pria} &= 5 \text{ kkal / hari} \\
\text{Basal Metabolisme} &= 1,5 \text{ kkal / menit}
\end{aligned}$$

e. Sehingga:

$$\begin{aligned}
R &= T \frac{W-S}{W-1,5} \\
R &= 480 \frac{4,41-5}{4,41-1,5}
\end{aligned}$$

$$= -97,31 \text{ menit}$$

Karena nilai K berjumlah 1,705 Kkal/menit < S yang berarti energi yang dikeluarkan selama bekerja kurang dari nilai standar energi yang dikeluarkan (pria = 5 kkal/menit, Wanita = 4 kkal/menit, maka (Rt = 0). Artinya, jumlah waktu istirahat yang sudah tersedia saat ini sudah cukup memadai yang artinya tidak dibutuhkan penambahan waktu istirahat untuk bagian produksi. Jika hasil yang diperoleh plus (+) maka diperlukan penambahan lama waktu istirahat. Cara menentukan waktu istirahat yaitu waktu istirahat awal dikurangi dengan waktu istirahat yang dibutuhkan (R). Sementara itu untuk jumlah perhitungan lama waktu istirahat dari 10 pekerja diperoleh jumlah -97,31 menit yang hasil tersebut merupakan minus (-), artinya untuk saat ini tidak membutuhkan penambahan waktu istirahat.

4.2.10 Implementasi, Literasi, dan Perbaikan

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari semua langkah yang telah di buat sebelumnya. Tahap ini dimaksud sebagai implementasi perbaikan yang telah di atur pada alternatif terpilih. Bagian implementasi ini merupakan perbaikan dengan cara mengukur denyut nadi pekerja yang nantinya digunakan untuk menentukan waktu istirahat karyawan. Tujuan dilakukannya perhitungan denyut nadi pekerja ini diharapkan dapat membantu menganalisis serta mengurangi tingkat kelelahan yang dialami pekerja bagian produksi. Dari perhitungan yang telah didapat, diperoleh hasil perhitungan %CVL sebesar 42,2% dan konsumsi energi sebesar 1,705 kkal/menit yang dapat dikategorikan beban kerja sedang dan tidak perlu adanya perbaikan jam kerja karyawan. Selain itu, untuk menghasilkan perbaikan kecil dan simple namun berkelanjutan (kontinyu), digunakanlah analisis *Kaizen* 5W + 1H untuk mengidentifikasi kesalahan yang terjadi serta mencari solusi perbaikan yang dapat dilakukan. Hasil analisis 5W + 1H sebagai berikut pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Analisis 5 W + 1 H.

Kesalahan apa (<i>What</i>)	Waktu terjadinya (<i>When</i>)	Tempat terjadinya (<i>Where</i>)	Penyebabnya (<i>Why</i>)	Penanggung jawab (<i>who</i>)	Cara perbaikan (<i>How</i>)
Kurang disiplinnya pekerja dalam	Saat proses produksi berlangsung	Sub bagian produksi	Kurang Aware nya pekerja dalam	Mandor Produksi &	Merancang SOP dan punishment terhadap

penggunaan APD			keselamatan kerja	Direktur Utama	pekerja yang melanggar
Pengukuran produk yang tidak sesuai dengan <i>drawing</i> yang sudah ditetapkan	Saat proses produksi berlangsung	Sub bagian produksi	Ketidakteitian karena kondisi tubuh yang kurang fit	Mandor Produksi & Direktur Utama	Membuat indicator kinerja yang berkaitan dengan kualifikasi pegawai
Keterlambatan proses produksi yang tidak sesuai dengan <i>deadline</i> yang sudah ditetapkan.	Saat proses produksi berlangsung	Sub bagian produksi	Kurangnya komunikasi dan ketidakteitian pekerja	Mandor Produksi, PPIC, QC	Membuat penjadwalan <i>delivery</i> produk yang lebih optimal

Dari Tabel 5W + 1H diatas diharapkan dapat menjadikan indicator sebagai upaya perbaikan secara sederhana namun tetap berkelanjutan (kontinu). Hal tersebut bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan apa yang diinginkan serta dapat lebih mengefisienkan sistem kerja yang sudah berjalan. Mulai dari kurang *aware* nya pekerja dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), pengukuran produk yang tidak sesuai dengan *drawing*, dan keterlambatan *deadline* dari proses produksi. Dari beberapa kendala yang terjadi tersebut pihak PT. Waja Teknik Cikarang dapat membuat beberapa alternatif sebagai tindakan dalam upaya untuk mencegah serta mengurangi kemungkinan terjadinya hal tersebut. Beberapa Alternatif tersebut antara lain Merancang SOP dan *punishment* terhadap pekerja yang melanggar, membuat indicator kinerja yang berkaitan dengan kualifikasi pegawai dan membuat penjadwalan *delivery* produk yang lebih optimal.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perhitungan denyut nadi untuk menentukan waktu istirahat

Berdasarkan perhitungan denyut nadi yang telah dilakukan oleh 10 pekerja, diperoleh hasil %CVL dari pekerja pertama yaitu Riyan sebesar 33% dan konsumsi energi sebesar 1,57 kkal / menit, pekerja kedua yaitu Riky dengan %CVL sebesar 32% dan konsumsi energi sebesar 1,55 kkal / menit, pekerja ketiga yaitu Alpatah dengan jumlah %CVL sebesar 35% dan konsumsi energi sebesar 1,31 kkal / menit, pekerja ke empat yaitu Suroso dengan jumlah %CVL sebesar 34% dan konsumsi energi sebesar 1,31 kkal / menit, pekerja kelima yaitu Bagus memperoleh %CVL sebesar 31% dan konsumsi energi 1,63 kkal / menit, pekerja keenam yaitu Kuartno dengan jumlah %CVL sebesar 81% dan konsumsi energi sebesar 1,89 kkal / menit, pekerja ketujuh yaitu Hamdi memperoleh %CVL sebesar 39% dan konsumsi energi sebesar 1.80 kkal / menit. Pekerja kedelapan yaitu Anam dengan jumlah %CVL sebesar 46% dan konsumsi energi 1,76 kkal / menit, pekerja ke Sembilan yaitu Edy dengan jumlah %CVL sebesar 40% dan konsumsi energi 1,57 kkal / menit, selanjutnya pekerja kesepuluh sekaligus yang terakhir adalah Sano memperoleh jumlah %CVL sebesar 53% dan konsumsi energi sebesar 2,66 kkal / menit. Setelah diketahui nilai %CVL dan konsumsi energi dari masing – masing pekerja, kemudian dilakukan rata rata untuk mengetahui hasil %CVL dan konsumsi energi dari ke sepuluh pekerja. Rata – rata % CVL dari kesepuluh pekerja berjumlah 42,2 % dan konsumsi energi sejumlah 1,705 kkal / menit. Kemudian untuk hasil perhitungan lama waktu istirahat diperoleh hasil sebesar -97,31 menit. Dari ketiga hasil akhir tersebut dapat di jelaskan bahwa dengan jumlah %CVL sebesar 42,2% dan konsumsi energi sebesar 1,705 kkal / menit dapat dikategorikan beban kerja sedang dan tidak perlu adanya perbaikan jam kerja pekerja, selanjutnya untuk jumlah perhitungan lama waktu istirahat diperoleh jumlah -97,31 menit yang hasil tersebut merupakan minus (-), artinya untuk saat ini tidak membutuhkan penambahan waktu istirahat.

5.2 Analisis perbaikan sistem kerja bagian produksi

Untuk mengidentifikasi permasalahan dan menemukan solusi dari kurang optimalnya produktivitas pekerja dibagian produksi, maka dibuatlah analisis Kaizen 5W + IH yang berisikan hal hal yang dapat menghambat produktivitas beserta solusi untuk dapat meminimalisir terjadinya penurunan kinerja karyawan. Permasalahan yang terjadi seperti

kurang disiplinnya pekerja dalam penggunaan APD, pengukuran produk yang tidak sesuai drawing yang sudah ditetapkan, serta keterlambatan proses produksi yang tidak sesuai dengan deadline. Dengan adanya analisis 5W + 1H ini didapatkan beberapa alternatif solusi antara lain Merancang SOP dan *punishment* terhadap pekerja yang melanggar, membuat indicator kinerja yang berkaitan dengan kualifikasi pegawai dan membuat penjadwalan *delivery* produk yang lebih optimal.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis sistem kerja pada divisi produksi menggunakan metode *Macroergonomics Analysis and Design* (MEAD) diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Kondisi sistem kerja pada PT. Waja Teknik Cikarang diperoleh hasil %CVL sebesar 42,2% dan hasil konsumsi energi memperoleh nilai 1,705 kkal / menit yang dapat diartikan termasuk dalam beban kerja sedang dan tidak perlu adanya perbaikan jam kerja pekerja, selanjutnya untuk jumlah perhitungan lama waktu istirahat diperoleh jumlah - 97,31 menit yang hasil tersebut merupakan minus (-), artinya untuk saat ini tidak membutuhkan penambahan waktu istirahat.
2. Perbaikan sistem kerja yang dilakukan untuk mengoptimalkan kondisi lingkungan kerja di bagian produksi adalah merancang SOP dan *punishment* terhadap pekerja yang melanggar, membuat indicator kinerja yang berkaitan dengan kualifikasi pegawai dan membuat penjadwalan *delivery* produk yang lebih optimal.

6.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan oleh penulis

1. Setelah dilakukan analisis menggunakan metode *Macroergonomics Analysis and Design* (MEAD), perusahaan dapat mengevaluasi dan mengoptimalkan lingkungan kerja di sektor pencahayaan dan kebersihan area produksi untuk meningkatkan produktivitas.
2. Pengelola perusahaan diharapkan memantau serta menertibkan pekerja yang kurang disiplin dengan membuat *work procedure* dan *punishment* kepada pekerja yang melanggar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. A., Wibowo, P. A., & Hermawan, I. I. (2022). Usulan Perancangan Sistem Kerja Dengan Metode Macro Ergonomics Analysis and Design (MEAD) pada Stasiun Kerja Percetakan di UD. Roti Rachmat Purwarkarta. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 14(2), 110. <https://doi.org/10.22441/oe.2022.v14.i2.048>
- Ananda, N., Harahap, P., Qadri, F. Al, Yani, D. I., Islam, U., Sumatera, N., Muslim, U., & Al, N. (2023). *Analisis Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia*. 4(6), 1444–1450.
- Attaqwa, Y., Mahachandra, M., & Prastawa, H. (2021). *Pajanan Xylene Pekerja Kilang Minyak Xyz*. 16(4), 249–255.
- Bahureksa, R. B. S. (2022). *R.bima sakti bahureksa 19916013*.
- Dan, S., & Sekitar,
P. (2022). *Analisis kebisingan di spbu lingke banda aceh menggunakan metode mead untuk meningkatkan kenyamanan karyawan spbu dan penduduk sekitar 1*. 3(2).
- El-fajriansyah, A. R., Haryadi, F. R., & Basia, K. U. (2023). *Analisis Faktor Ergonomi pada Bisnis Penatu Laundry Loverz untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja*. March.
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., & Jufri, A. W. (2020). *Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik*. 5, 108–116.
- Ginting, R., 2010, Perancangan Produk, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Hanum, A. N., Utami, D., & Suwarso, W. A. (2022). Disonansi Kognitif Masyarakat Kalimantan Barat Akibat Banjir Informasi Covid-19. *Ekspresi Dan Persepsi : Jurnal Ilmu Komunikasi*, 5(1), 39–57. <https://doi.org/10.33822/jep.v5i1.3454>
- 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>
- Hendrick, H. W. & Kleiner, B. M., 2001. *Macroergonomics: An Introduction to Work System Design*, HFES Publisher, Santa Monica – USA.
- Hendrick, H. W. & Kleiner, B. M., 2002. *Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications*. New Jersey: Erlbaum Associates Inc. Publishers.
- Indah Pangesti, Nugroho Arief Setiawan, A. C. W. (2023). *Pengaruh disonansi kognitif terhadap perilaku plagiarisme pada mahasiswa*. 141–151.
- Iridiastadi, H., dan Yassierli., 2014, “Ergonomi Suatu Pengantar”, PT Remaja Rosdakarya, Bandung
- Kleiner, B.M. 2006. *Macroergonomics: Analysis and Design of Work System Design*, Applied Ergonomics, 37, 81-89
- Kroemer, K. H. E., 2004. *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency*. New Jersey:

Prentice-Hall

- Kurnianto, D., & Kharisudin, I. (2022). Analisis Jalur Pengaruh Motivasi Kerja, Disiplin Kerja, Kepuasan Kerja, Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan dengan Variabel Intervening Organizational *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional ...*, 5, 740–751.
- Mashadi, M., Nurachmad, E., & Mulyana, M. (2019). Analisis Deskriptif Penilaian Website Perguruan Tinggi. *JAS-PT (Jurnal Analisis Sistem Pendidikan Tinggi Indonesia)*, 3(2), 97. <https://doi.org/10.36339/jaspt.v3i2.278>
- Mudjiyanto, B. (2022). Disonansi Kognitif Elite Politik dan Pejabat Publik Dalam Menghadapi Fenomena Kelangkaan Minyak Goreng. *Journal of Political Communication and Media*, 1(1), 2.
- Ninggar, G. (2018). *PENGUKURAN CARDIOVASCULAR LOAD DALAM PENENTUAN KESEIMBANGAN BEBAN KERJA FISIK (Studi Kasus Di PT . Yamaha Indonesia)*. 1–59. https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/6539/Tugas_Akhir_Gisela_Dara_Ninggar_13522101.pdf?sequence=1
- Nurmianto, E., 2004, Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi kedua, Prima Printing, Surabaya.
- Robertson, M. M., 2001. Macroergonomics: A Work System Design Perspective. *Proceeding of The SELF-ACE Conference-Ergonomic for Changing Work*, 1, 67-77.
- Pradini, A. H., Lucitasari, D. R., & Putro, G. M. (2019). PERBAIKAN SISTEM KERJA DENGAN PENDEKATAN MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN (MEAD) UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIFITAS PEKERJA (Studi kasus di UD Majid Jaya, Sarang, Rembang, Jawa Tengah). *Opsi*, 12(1), 36. <https://doi.org/10.31315/opsi.v12i1.2897>
- Rumra, A. (2023). *Citra merek, desain produk dan pengaruhnya terhadap keputusan pembelian laptop acer oleh mahasiswa stia alazka ambon*. 1, 14–23.
- Sari, A. D. (2007). *Perubahan Sistem Kerja untuk Meningkatkan Produktivitas dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori (Studi Kasus di Desa Kerajinan Bambu Brajan, Sendangagung, Minggir, Sleman, Yogyakarta)*. https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/12352/03522144_Amarria_Dila_Sari.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Setyorini, D., & Syahlani, A. (2019). Analisis Jalur (Path Analysis) Pengaruh Kondisi Sosial Ekonomi dan Motivasi Belajar terhadap Prestasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Akuntansi Dan Manajemen*, 16(02), 177–193. <https://doi.org/10.36406/jam.v16i02.241>
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., Tjakraatmadja, J. H., 1979, Teknik Tata Cara Kerja, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Tarwaka, Bakri, S. H. A., dan Sudiajeng, L. Ergonomi : Untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas. Surakarta:UNIBA Press, 2004. Taylor, dkk. 2008 The productivity benefit of office ergonomics interventions. UK: Wellnomics White Paper, diakses pada 18 Des 2018
- Utami, R. N., 2014, Usulan Perancangan Sistem Kerja dengan Metode Macroergonomic Analysis and Design, Jurnal Teknik Industri, UMS, Surakarta

- Utara, U. S. (2022). *Analisis Pengelolaan Limbah Cair pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan Metode Macroergonomics Analysis and Design (MEAD) TALENTA Conference Series Analisis Pengelolaan Limbah Cair pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan Metod.* 5(2). <https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1639>
- Wignjosoebroto, S., (2000). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu.* Guna Widya, Surabaya
- Yusuf, N. A., & Indrawati, I. (2019). Analisis Faktor yang Memengaruhi Pembentukan Minat Berlangganan di Industri Video-On-Demand di Indonesia. *Almana : Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 3(1), 161–173.

LAMPIRAN



