

**USULAN PERBAIKAN SISTEM KERJA UNTUK
MENGURANGI BEBAN KERJA FISIK DAN TINGKAT
KELELAHAN BERDASARKAN PENDEKATAN
*MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN (MEAD)***

SKRIPSI

**Jurusan Teknik Industri
Program Studi Sarjana Teknik Industri**

Oleh:

MERRY AYU NINGSIH

NIM. D1061181010



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK**

2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telp. (0561) 740186 Email : ft@untan.ac.id Website : teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**“USULAN PERBAIKAN SISTEM KERJA UNTUK MENGURANGI
BEBAN KERJA FISIK DAN TINGKAT KELELAHAN BERDASARKAN
PENDEKATAN *MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN (MEAD)*”**

Program Studi Sarjana Teknik Industri
Jurusan Teknik Industri

Oleh:

MERRY AYU NINGSIH
NIM. D1061181010

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 14 September 2022
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Pembimbing Utama,

Ratih Rahmawati, S.T., M.T.
NIP. 19880509 201903 2 014

Penguji Utama

Tri Wahyudi, S.T., M.T.
NIP. 19810529 201012 1 002

Pembimbing Pendamping

Hafzoh Batubara, S.T., M.Sc.
NIP. 19681210 199802 2 002

Penguji Pendamping

Silvia Uslianti, S.T., M.T.
NIP. 19720831 199802 2 001

Pontianak, 14 September 2022
Dekan,



Dr. rer. nat. Ir. R.M. Rustamaji, M.T., JPU.
NIP. 19680116 199403 1 003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Merry Ayu Ningsih

NIM : D1061181010

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “Usulan Perbaikan Sistem Kerja untuk Mengurangi Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Berdasarkan Pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD)” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu didalam naskah ini dan disebut dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dari hukum dikemudian hari apabila persyaratan yang diuar ini tidak benar.

Pontianak, 9 September 2022



Merry Ayu Ningsih
NIM. D1061181010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya sehingga penyusunan skripsi yang berjudul “Usulan Perbaikan Sistem Kerja untuk Mengurangi Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Berdasarkan Pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD)” dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi merupakan Tugas Akhir yang diberikan kepada mahasiswa sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Proses penyusunannya tentu tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr.rer.nat. Ir. R.M. Rustamaji, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Dr. Ir. Yopa Eka Prawatya, S.T., M.Eng, IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Ratih Rahmahwati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, serta masukan dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
4. Ibu Hafzoh Batubara, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, serta masukan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Tri Wahyudi, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama yang telah banyak memberikan masukan dan perbaikan dalam penyusunan skripsi.
6. Ibu Silvia Uslianti, S.T., M.T. selaku dosen penguji pendamping yang telah banyak memberikan masukan dan perbaikan dalam penyusunan skripsi.
7. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu dan membantu proses administrasi penulis dari awal perkuliahan hingga selesai.
8. Keluarga besar PT. XYZ yang telah memberikan izin waktu dan tempat untuk melakukan penelitian guna mendukung kelancaran penyusunan skripsi.

9. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2018 yang sudah berjuang bersama serta saling mendukung dan memotivasi dari awal perkuliahan hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk kritik dan saran yang dapat digunakan dalam perbaikan skripsi. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian selanjutnya.

Pontianak, 9 September 2022
Penulis,

Merry Ayu Ningsih
NIM. D1061181010

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas segala bentuk cinta dan kasih sayang yang telah Allah SWT limpahkan, karena-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Sebagai rasa terimakasih yang teramat besar maka skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orangtua yang sangat saya cintai dan banggakan Bapak Nurdin dan Ibu Sri Indriyani. Terimakasih atas segalanya yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya dengan sepenuh hati. Terimakasih sudah merawat dengan sabar, selalu mendengarkan curhatan saya yang tidak ada habisnya, membimbing dan memberikan nasihat terbaik kepada saya, serta menjadi contoh yang baik untuk saya hingga saat ini.
2. Adik kandung tersayang Dwi Ismi Eva Riyanti, terimakasih atas semangat dan do'a yang sudah diberikan selama ini yang telah menjadi motivasi sehingga saya semakin giat untuk menjadi lebih baik lagi.
3. Kakak sepupu saya Taufik Muhammad Budiarto dan Diah Ayu Septyorini yang selalu mendo'akan saya dari jauh. Terimakasih karena selalu bersedia mendengarkan keluh kesah saya dan menjadi tempat ketika saya membutuhkan semangat.
4. Adik sepupu saya Maya Diar Mesiana dan Anita Putri Amalia, meskipun dipisahkan jarak yang jauh terimakasih sudah rela waktunya dihabiskan untuk mendengarkan saya dan terimakasih karena tidak pernah bosan menemani dan mengajak jalan ketika hari libur saya tiba.
5. Seluruh keluarga besar saya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas dukungan yang telah diberikan selama ini sehingga perkuliahan saya dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak dan Ibu kost K46 yang telah menerima saya dan menjaga saya selama di Pontianak Terimakasih atas kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan kepada saya.
7. Dayang, Della, Dwi, Engel, Tia, dan Zaiza yang senantiasa berada disisi saya sejak SMA. Saya sangat bersyukur dipertemukan dengan teman-teman seperti kalian yang selalu baik hatinya dan lembut perkataannya. Terimakasih kalian sudah menyediakan pundak dan bantuan ketika saya membutuhkan.

8. Kak Aldisa dan Kak Dinda yang merupakan teman sekaligus senior saya selama berkuliah di Fakultas Teknik. Terimakasih kak sudah berbaik hatinya untuk menjadikan saya teman kalian, sudah menemani saya selama di Pontianak, memberikan motivasi dan segala dukungan lainnya kepada saya. Semoga segala perjalanan yang kita lewati selalu diiringi dengan Ridho dari Allah SWT.
9. Astri, Ayuk, dan Dita teman saya dari awal masa kuliah, terimakasih karena sudah mempercayai saya ketika kita dalam kelompok tugas yang sama, selalu mengajak saya untuk mengikuti lomba dan masuk ke dalam organisasi, setia menemani saya selama mengumpulkan data sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga proses kalian dalam menyelesaikan skripsi selalu dilancarkan.

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri produksi briket. Kegiatan produksi dilakukan secara bergilir setiap hari oleh 2 kelompok berbeda dengan waktu kerja selama ± 8 jam. Setiap harinya pekerja di bagian produksi memiliki target produksi harian yang harus dipenuhi. Pekerjaan dilakukan dengan bantuan mesin yang di operasikan secara manual. Sebagian besar pekerjaan seperti mengangkat, mendorong, serta memindahkan bahan baku juga dilakukan secara manual dengan posisi kerja yang kurang ergonomis. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian guna mengetahui sistem kerja yang diterapkan serta mengukur beban kerja fisik dan tingkat kelelahan yang dialami oleh pekerja di bagian produksi, sehingga diperoleh usulan perbaikan sistem kerja yang dapat mengurangi beban kerja fisik dan tingkat kelelahan.

Responden yang berpartisipasi dalam proses pengumpulan data adalah sebanyak 38 orang pekerja produksi yang di dalamnya terdiri dari 20 orang pekerja kelompok A dan 18 orang pekerja kelompok B. Penerapan sistem kerja tidak terlepas dari pekerja, mesin, dan lingkungan yang saling berinteraksi. Sistem kerja dianalisis dengan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) dimana untuk kondisi pekerja khususnya beban kerja fisik diukur dengan metode *%Cardiovascular Load (%CVL)* serta tingkat kelelahan diukur secara subjektif dengan metode *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC).

Berdasarkan pengolahan data diperoleh hasil bahwa perhitungan beban kerja fisik menunjukkan sebanyak 36 pekerja mengalami beban kerja sedang dengan nilai %CVL berada pada rentang $30\% < \%CVL \leq 60\%$ dan 2 pekerja lainnya mengalami beban kerja ringan dengan %CVL yaitu 29,11% dan 26,97%. Sedangkan pada pengolahan terhadap tingkat kelelahan diperoleh bahwa sebanyak 21 pekerja masuk pada tingkat kelelahan klasifikasi rendah, 15 pekerja masuk pada tingkat kelelahan klasifikasi sedang, dan 2 pekerja masuk pada tingkat kelelahan klasifikasi tinggi dengan total skor IFRC 76 dan 77. Mesin yang digunakan pada bagian produksi terdiri dari 4 mesin *mixer*, 8 mesin homogen, 3 mesin *press*, serta 1 mesin potong yang tersebar dalam 6 unit operasi kerja. Identifikasi terkait lingkungan fisik kerja menunjukkan bahwa tingkat kebisingan dan suhu ruangan memiliki rata-rata 84,3 db dan 33,13°C. Pengolahan data menggunakan pendekatan MEAD ini menghasilkan usulan perbaikan berupa penambahan fasilitas. Terdapat 4 fasilitas yang ditambahkan pada usulan ini yaitu turbin ventilator, kipas angin, *hand pallet* dan *earmuff* atau *earplug*.

Kata Kunci: Sistem Kerja, Beban Kerja Fisik, Tingkat Kelelahan, MEAD

ABSTRACT

PT. XYZ is a company engaged in the briquette production industry. Production activities are carried out in rotation every day by 2 different groups with a working time of ± 8 hours. Every day workers in the production department have daily production targets that must be met. The work is carried out with the help of machines that are operated manually. Most of the work such as lifting, pushing, and moving raw materials is also done manually with less ergonomic work positions. Based on this, a research was conducted to determine the work system applied and to measure the physical workload and the level of fatigue experienced by workers in the production department, in order to obtain a proposal for improving the work system that can reduce physical workload and fatigue levels.

Respondents who participated in the data collection process were 38 production workers, consisting of 20 workers from group A and 18 workers from group B. The implementation of the work system is inseparable from the workers, machines, and the environment that interact with each other. The work system was analyzed using the Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) method where for the condition of workers, especially the physical workload, it was measured by the %Cardiovascular Load (%CVL) method and the level of fatigue was measured subjectively by the Industrial Fatigue Research Committee (IFRC) method.

Based on data processing, it was obtained that the calculation of the physical workload showed that 36 workers experienced a moderate workload with a value of %CVL with a range of 30% < %CVL 60% and 2 other workers experienced a light workload with %CVL of 29.11% and 26,97%. Meanwhile, in processing the fatigue level, it was found that as many as 21 workers entered the low level of fatigue classification, 15 workers entered the moderate level of fatigue classification, 2 workers entered the high classification fatigue level with a total IFRC score of 76 and 77. The machines used in the production section consisted of 4 mixer machines, 8 homogeneous machines, 3 press machines, and 1 cutting machine spread over 6 working units. Identification related to the physical work environment shows that the noise level and room temperature have an average of 84.3 db and 33.13°C. Data processing using the MEAD method resulted in proposed improvements in the form of additional facilities. There are 3 facilities added to this proposal including turbine ventilators, fans, hand pallet and earmuffs or earplugs.

Keywords: Work System, Physical Workload, Fatigue Level, MEAD

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Pembatasan Masalah dan Asumsi	7
1.5 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Sistem Kerja	11
2.2 Ergonomi	12
2.3 Ergonomi Makro	14
2.4 <i>Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)</i>	15
2.5 Beban Kerja Fisik	18
2.6 <i>Cardiovascular Load (CVL)</i>	20
2.7 <i>Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)</i>	21
2.8 Penelitian Terdahulu	23
2.9 Posisi Penelitian	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Objek Penelitian	31

3.2	Alat dan Bahan yang Digunakan	31
3.3	Diagram Alir Penelitian	32
3.3.1	Studi Lapangan	33
3.3.2	Studi Literatur	33
3.3.3	Perumusan Masalah	33
3.3.4	Tujuan Penelitian	33
3.3.5	Pengumpulan Data.....	34
3.3.6	Pengolahan Data	35
3.3.7	Analisa dan Pembahasan Hasil.....	39
3.3.8	Kesimpulan dan Saran	40
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	41
4.1	Pengumpulan Data	41
4.1.1	Pengumpulan Data Denyut Nadi CVL	41
4.1.2	Pengumpulan Data Metode IFRC.....	45
4.1.3	Pengumpulan Data Lingkungan Kerja.....	48
4.2	Pengolahan Data	49
4.2.1	Mengidentifikasi Lingkungan dan Sub-Sistem Organisasi	49
4.2.2	Mengidentifikasi Tipe Sistem Produksi dan Ekspektasi Performansi.....	51
4.2.3	Pendefinisian Unit Operasi dan Proses Kerja.....	51
4.2.4	Mengidentifikasi Data Varian.....	52
4.2.5	Membangun Matriks Varian.....	62
4.2.6	Membuat Tabel Kendali Varian dan Jaringan Peran	67
4.2.7	Mengalokasikan Fungsi dan Penggabungan Desain.....	68
4.2.8	Menganalisa Peran dan Tanggung Jawab.....	72
4.2.9	Memperbaiki Sub-Sistem Pendukung	76
4.2.10	Implementasi, Iterasi, dan Penyempurnaan	80
4.3	Analisa dan Pembahasan Hasil	80
4.3.1	Analisa Beban Kerja Fisik	80
4.3.2	Analisa Tingkat Kelelahan	82
4.3.3	Analisa Faktor Pengaruh Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan	84

4.3.4 Usulan Perbaikan	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jam Kerja Produksi	1
Tabel 1.2 Jam Kerja Produksi Saat Pemberlakuan Shift.....	2
Tabel 2.1 Kategori Beban Kerja.....	19
Tabel 2.2 Klasifikasi % <i>Cardiovascular Load</i>	21
Tabel 2.3 30 <i>Items of Rating Scale</i>	22
Tabel 2.4 Klasifikasi Kategori Kelelahan Kerja.....	22
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 2.6 Posisi Penelitian	29
Tabel 3.1 Klasifikasi % <i>Cardiovascular Load</i>	36
Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Pengukuran Denyut Nadi Pekerja.....	42
Tabel 4.2 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Sampel	43
Tabel 4.3 Rekapitulasi Jawaban Kuesioner IFRC	46
Tabel 4.4 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan	48
Tabel 4.5 Rekapitulasi Data Suhu Ruang.....	48
Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Pekerja	49
Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan CVL.....	54
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Klasifikasi %CVL	55
Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Skor IFRC	59
Tabel 4.10 Klasifikasi Tingkat Kelelahan Pekerja	61
Tabel 4.11 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov	63
Tabel 4.12 Hasil Uji Heteroskedastisitas Glejser	64
Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi Bivariate Pearson	65
Tabel 4.14 Hasil Uji Analisis Regresi Linear Sederhana	66
Tabel 4.15 Kendali Varian dan Jaringan Peran.....	68
Tabel 4.16 Kriteria Pembobotan.....	72
Tabel 4.17 Pembobotan Alternatif Solusi 1	73
Tabel 4.18 Pembobotan Alternatif Solusi 2	74
Tabel 4.19 Pembobotan Alternatif Solusi 3	76
Tabel 4.20 Rekapitulasi Pembobotan Alternatif Solusi	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi Kerja Bagian Produksi	3
Gambar 2.1 Hubungan Komponen-Komponen Sistem Kerja	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Uji Keseragaman Data DN Istirahat	44
Gambar 4.2 Uji Keseragaman Data DN Kerja	44
Gambar 4.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan %CVL	56
Gambar 4.4 Klasifikasi Tingkat Kelelahan IFRC	62
Gambar 4.5 <i>Objective Tree</i>	71

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Perhitungan <i>Cardiovascular Load</i>	20
Rumus 3.1 Perhitungan Uji Kecukupan Data	34
Rumus 3.2 Perhitungan <i>Cardiovascular Load</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Rekapitulasi %CVL dan Tingkat Kelelahan (IFRC) Seluruh Pekerja.....	A-1
LAMPIRAN B Permohonan Persetujuan Menjadi Responden	B-1
LAMPIRAN C Kuesioner Pengukuran Tingkat Kelelahan IFRC.....	C-1
LAMPIRAN D Rekapitulasi DNI dan DNK Seluruh Responden	D-1
LAMPIRAN E Dokumentasi Penelitian.....	E-1

DAFTAR ISTILAH

- Benefit* : Kriteria penilaian pada pendekatan MEAD yang digunakan untuk mempertimbangkan keuntungan/kefektifan suatu alternatif solusi.
- Cost* : Kriteria penilaian pada pendekatan MEAD yang digunakan untuk mempertimbangkan pengeluaran biaya yang dihasilkan dari suatu alternatif solusi.
- CVL (Cardiovascular Load)* : Metode pengukuran beban kerja fisik berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum.
- Favorable* : Kategori penilaian pada pendekatan MEAD yang digunakan pada proses pembobotan dan bernilai positif.
- Flow Shop* : Jenis proses produksi dimana prosesnya dilakukan secara berurutan (*continuous*) dalam jumlah besar.
- IFRC (Industrial Fatigue Research Committee)* : Metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan secara subjektif berdasarkan kategori pelemahan kegiatan, pelemahan motivasi, dan gambaran kelelahan fisik yang dialami.
- LCL (Lower Limit Control)* : Suatu garis batas yang digunakan untuk menunjukkan batas kendali bawah dari suatu kumpulan data.
- Manual Handling* : Kegiatan memindahkan benda seperti mengangkat, mendorong, menarik, membawa, menahan, atau memegang yang dilakukan pekerja secara manual

MEAD (<i>Macroergonomic Analysis and Design</i>)	: Pendekatan dalam penerapan ergonomi makro yang digunakan untuk merancang suatu sistem secara menyeluruh melalui 10 langkah sebagai upaya efisien dalam mencapai tujuan perusahaan.
Mesin Homogen	: Mesin yang digunakan pada rantai produksi untuk memadatkan bahan baku yang telah dicampur dengan mesin <i>mixer</i> .
Mesin <i>Mixer</i>	: Mesin yang digunakan pada rantai produksi untuk mencampur semua bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket.
Mesin Pemotong	: Mesin yang digunakan pada rantai produksi untuk memotong briket mentah menjadi bentuk kubus.
Mesin <i>Press</i>	: Mesin yang digunakan pada rantai produksi untuk mencetak hasil homogen menjadi briket mentah yang berbentuk balok-balok panjang.
<i>Objective Tree</i>	: Suatu alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memperlihatkan garis tujuan yang jelas beserta langkah yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut.
<i>Risk of Failure</i>	: Kriteria penilaian pada pendekatan MEAD yang digunakan untuk mempertimbangkan berbagai risiko yang dapat terjadi dari penerapan suatu alternatif solusi.
Ruang <i>Control Drying</i>	: Ruangan pada bagian produksi yang berfungsi seperti oven guna mengeringkan briket mentah sehingga dihasilkan briket jadi.
<i>Scope</i>	: Kriteria penilaian pada pendekatan MEAD yang digunakan untuk mempertimbangkan jangkauan alternatif solusi terhadap organisasi.

- UCL : Suatu garis batas yang digunakan untuk menunjukkan atas kendali bawah dari suatu kumpulan data.
- (Upper Control Limit)*
- Unfavorable* : Kategori penilaian pada pendekatan MEAD yang digunakan pada proses pembobotan dan bernilai negatif.
- Varians : Penyimpangan yang tidak diharapkan dan memberikan dampak buruk yang dalam hal ini pada kegiatan operasional di rantai produksi.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri produksi briket dengan bahan dasar arang tempurung kelapa. Briket yang diproduksi oleh perusahaan ini dibedakan menjadi dua jenis. Kedua jenis produk briket tersebut memiliki bentuk dan ukuran yang sama yaitu berbentuk kubus dan dikemas ke dalam kantong yang berkapasitas 72 pcs. Proses produksi briket yang berlangsung di PT. XYZ dilakukan dengan menggunakan beberapa mesin pendukung yaitu mesin *mixer*, mesin homogen, mesin *press*, mesin pemotong, dan ruang *control drying*. Kapasitas yang dimiliki oleh ruang *control drying* dapat memuat hingga 56 troli briket dengan masing-masing troli dapat menghasilkan ± 660 kg briket jadi. Tenaga kerja manusia juga turut digunakan dalam proses produksi guna melakukan pengoperasian dan pengendalian mesin serta pekerjaan lain yang bersifat manual. Perusahaan membedakan pekerja di bagian produksi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok produksi A dengan jumlah pekerja 26 orang dan kelompok produksi B dengan jumlah 28 orang.

Proses produksi berlangsung selama 6 hari kerja dimulai dari hari Senin hingga Sabtu yang dilaksanakan oleh kedua kelompok produksi secara bergantian setiap harinya, artinya dalam satu hari kegiatan produksi dilakukan oleh satu kelompok saja. Adapun jam kerja yang diterapkan pada bagian produksi dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Jam Kerja Produksi

No	Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
1	Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Sabtu	08.00-17.30	12.00-13.00
2	Jum'at	08.00-17.30	11.30-13.00

Berdasarkan tabel tersebut jam kerja selesai pada pukul 17.30 namun pekerjaan juga dapat berlangsung hingga pukul 18.00 WIB terutama jika terdapat bahan baku yang masih harus diolah oleh bagian produksi. Pembagian kerja antara kelompok A dan kelompok B akan mengalami perubahan apabila permintaan konsumen meningkat.

Pembagian kerja ketika permintaan konsumen terhadap briket meningkat dilakukan dengan menerapkan *shift* kerja. Terdapat dua *shift* kerja yang diterapkan

perusahaan yaitu *shift* pagi dan *shift* malam. *Shift* pagi dan *shift* malam dilakukan bergantian oleh kelompok produksi A dan kelompok produksi B, kedua kelompok ini akan *dirolling* setiap seminggu sekali. Ketentuan jam kerja yang diberlakukan berbeda dari jam kerja saat produksi normal. Ketentuan jam kerja untuk masing-masing *shift* dapat dilihat pada tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2 Jam Kerja Produksi Saat Pemberlakuan *Shift*

No	Hari	Shift	Jam Kerja	Jam Istirahat
1	Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Sabtu	Pagi	08.00-17.00	12.00-13.00
		Malam	17.00-02.00	21.00-22.00
2	Jum'at	Pagi	08.00-17.30	11.30-13.00
		Malam	17.30-02.00	21.00-22.00

Bagian produksi merupakan bagian utama dari perusahaan yang terbagi menjadi 6 unit operasi kerja mulai dari *mixing*, pemadatan, pengepressan, pemotongan, penyusunan, hingga pengeringan. Pekerja di bagian produksi saat proses produksi normal memiliki jam kerja yang cukup panjang, berlangsung selama ± 8 jam setiap harinya. Banyaknya pekerjaan yang dilakukan serta jam kerja yang panjang menjadi indikasi bahwa beban kerja fisik dan tingkat kelelahan mungkin dirasakan oleh pekerja. Pergantian kerja antar kelompok A dan B yang dilakukan setiap satu hari sekali juga belum menjamin tereduksinya beban kerja fisik dan tingkat kelelahan yang dialami oleh pekerja. Target produksi harian sebanyak 10 troli briket yang diterapkan juga memberikan tekanan tersendiri kepada pekerja. Tekanan yang dimaksud yaitu pekerja menjadi bekerja lebih keras supaya target produksi tercapai. Hal tersebut tentunya membutuhkan tenaga yang lebih banyak dimana dapat menjadi salah satu penyebab munculnya beban kerja fisik dan kelelahan.

Lingkungan kerja yang kurang baik dan kurang ergonomis dapat berdampak pada beban kerja dan juga kelelahan yang dialami pekerja. Lingkungan kerja yang secara langsung berinteraksi dengan pekerja adalah lingkungan kerja fisik seperti kebisingan, sirkulasi udara, dan juga suhu ruangan. Diketahui rata-rata untuk tingkat kebisingan dan juga suhu ruang produksi cukup tinggi yaitu 84,3 db dan 33,13°C. Rata-rata tingkat kebisingan yang tinggi mengakibatkan turunnya konsentrasi pekerja sehingga hasil produksi yang diperoleh menjadi tidak maksimal. Sirkulasi udara yang kurang baik dimana hawa panas yang bersumber dari mesin dan pembakaran terperangkap di dalam ruangan dan mengakibatkan

meningkatnya suhu pada ruangan kerja. Kondisi tersebut dapat berujung pada meningkatnya denyut nadi pekerja sehingga beban kerja menjadi bertambah dan pekerja juga menjadi cepat merasakan kelelahan. Adapun gambaran dari kondisi kerja di bagian produksi dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Kondisi Kerja Bagian Produksi

Proses kerja di bagian produksi yang dapat dilihat pada gambar 1.1 dilakukan dengan bantuan mesin, dimana mesin-mesin tersebut masih membutuhkan pekerja dalam pengoperasian dan pengendaliannya. Pemandangan adonan briket dari satu mesin ke mesin lainnya sebagian besar dilakukan secara manual dengan bantuan peralatan yang sederhana. Kondisi tersebut tentunya menjadi faktor lain yang turut menambah beban kerja dan kelelahan dari pekerja. Semua faktor mulai dari pekerja, lingkungan kerja, hingga mesin dan peralatan yang digunakan merupakan komponen dari sistem kerja. Seluruhnya saling berinteraksi dan melengkapi, apabila terdapat salah satu komponen yang mengalami gangguan atau perubahan maka berpengaruh pada yang lainnya. Oleh karena itu dibutuhkan suatu kajian yang luas sehingga seluruh komponen dapat teridentifikasi.

Berdasarkan penjabaran diatas telah disampaikan hal-hal yang mengindikasikan adanya beban kerja fisik dan juga kelelahan yang dirasakan oleh pekerja. Hal tersebut jika tidak diperbaiki tentunya bisa menimbulkan permasalahan di masa yang akan datang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap sistem kerja secara lebih luas yang melibatkan pekerja, mesin dan lingkungan kerja yang merupakan faktor-faktor dalam mempengaruhi munculnya beban kerja fisik dan kelelahan kerja. Beban kerja fisik dan tingkat kelelahan yang dirasakan pekerja masuk ke dalam kategori *work physiology* yang merupakan salah satu komponen dalam ruang lingkup perancangan sistem kerja. Hasil pengukuran

tersebut dijadikan sebagai dasar dalam pemberian usulan terkait perbaikan sistem kerja. Perbaikan sistem kerja pada penelitian ini dikaji melalui pendekatan ergonomi makro menggunakan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Khusus pada pengukuran terhadap beban kerja fisik dilakukan dengan metode perhitungan %*Cardiovascular Load* (%CVL) dan pada pengukuran kelelahan dengan metode *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC). Penggunaan pendekatan serta metode tersebut diharapkan dapat menunjang penelitian sehingga didapatkan suatu solusi dalam memperbaiki sistem kerja untuk menurunkan beban kerja fisik dan tingkat kelelahan. Pendekatan dan metode tersebut dipilih karena memiliki keunggulan yaitu mampu menganalisis sumber permasalahan yang lebih spesifik dalam sistem kerja, sehingga nantinya tidak menghambat aktivitas yang dilakukan pekerja.

Beberapa penelitian terdahulu dengan menggunakan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) telah dilakukan oleh Tangahu, dkk. (2017) yang mengkaji sistem kerja pada Kelompok Wanita Tani (KWT) Tri Manunggal desa Sendangsari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya mesin baru yang digunakan untuk memipih jagung, kelelahan operator berkurang 47,77% dengan peningkatan produktivitas sebesar 16,07% serta dapat meminimalisir waktu sebanyak 57,30%. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa pendekatan MEAD dinilai sangat efektif untuk menganalisis sistem kerja, evaluasi serta desain mesin yang ergonomis.

Ristyowati & Wibawa (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) guna mengkaji sistem kerja yang diterapkan pada Sentra Industri Batik Ayu Arimbi Sleman. Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa yang menjadi faktor kunci dalam mempengaruhi sistem kerja adalah bidang teknologi dan fasilitas kerja. Sehingga perbaikan sistem kerja yang dilakukan adalah dengan mengadakan peralatan kerja berupa meja pola batik yang dapat menurunkan keluhan pembuat pola batik dan membuat pekerjaan dapat dilakukan secara ergonomis. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah produksi dikarenakan waktu yang digunakan untuk menggambar pola yang semula 18 jam menjadi 6 jam yakni dapat menghemat waktu hingga 2 hari kerja.

Pradini, dkk. (2019) melakukan penelitian dengan studi kasus di UD Majid Jaya Jawa Tengah guna memperbaiki sistem kerja dan meningkatkan produktivitas yang ada dengan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Penelitian ini menghasilkan sebuah rancangan usulan perbaikan sistem kerja berdasarkan alternatif faktor kunci yang terpilih yaitu melakukan perbaikan kebijakan pengaturan kerja dengan menerapkan penambahan waktu istirahat kepada pekerja di bagian produksi UD Majid Jaya. Perbaikan sistem kerja dilakukan dengan menambahkan waktu istirahat kepada pekerja selama 16 menit/hari kerja diluar waktu istirahat normal. Penambahan waktu istirahat ini mampu meningkatkan produktivitas kerja pada produksi yang sebelumnya hanya mampu menghasilkan 14 potong komponen kapal menjadi 16 potong komponen kapal.

Sari, dkk. (2019) mengkaji pengaruh lingkungan kerja fisik terhadap produktivitas di PT. Murakabi Jaya Mandiri menggunakan pendekatan ergonomi makro. Solusi yang didapatkan guna mengatasi permasalahan yang dikaji dari penelitian ini yaitu dengan melakukan investasi ergonomi. Investasi ergonomi dilakukan terhadap pemasangan *roof* ventilator, penggunaan *ear plug*, dan penambahan 2 buah lampu dengan sinar berwarna putih. Hasil simulasi dari implementasi solusi tersebut yaitu adanya peningkatan rata-rata *output* briket mencapai 302 loyang serta adanya peningkatan keuntungan perusahaan menjadi sebesar Rp. 34.812.014,00.

Zein (2020) dengan menggunakan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) melakukan penelitian terhadap sistem kerja pada PTPN IV PKS Gunung Bayu. Berdasarkan penelitian ini didapatkan dua alternatif solusi yang dapat digunakan. Alternatif solusi yang pertama yaitu untuk mengatasi permasalahan terkait beban kerja dimana diusulkan untuk melakukan pengurangan beban kerja karyawan atau dengan melakukan rotasi kerja ke stasiun lainnya. Alternatif solusi yang kedua yaitu untuk mengatasi permasalahan terkait kerusakan mesin dimana diusulkan perawatan mesin serta membuat *visual display* SOP pada setiap area stasiun kerja dan menambah departemen perawatan.

Septio, dkk. (2020) melakukan penelitian terhadap pekerja di bagian *weaving* pada PT. Wonorejo Makmur Abadi dengan menganalisis tingkat kebisingan, beban kerja dan kelelahan kerja. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 40 pekerja

yang memiliki nilai CVL diantara 30% - 60% yang artinya memerlukan perbaikan dan 2 pekerja lainnya tidak berada pada beban kerja yang berlebihan yaitu nilai CVL nya < 30%. Kelelahan kerja yang diukur dengan metode IFRC menunjukkan bahwa terdapat 15 pekerja yang berada dalam kategori kelelahan tinggi, 22 pekerja berada dalam kategori kelelahan sedang, dan 5 pekerja yang berada dalam kategori kelelahan rendah. Beban kerja dan kelelahan yang dialami pekerja diindikasikan sebagai akibat dari tingkat kebisingan yang tinggi di stasiun kerja *weaving* dengan tingkat kebisingan yang melebihi NAB sebesar 96,5 dB. Adapun usulan yang diberikan yaitu dengan mengendalikan kebisingan dengan pendekatan *Noise Hierarchy Controls*, melakukan pengurangan beban kerja dengan penggunaan kursi ergonomis untuk istirahat, dan melakukan pengurangan kelelahan kerja dengan menjadwalkan waktu istirahat sisipan bagi pekerja di stasiun kerja *weaving*.

Oktavia, dkk. (2021) melakukan penelitian dengan mengukur beban kerja fisik dan tingkat kelelahan karyawan di PT. XYZ menggunakan metode *%Cardiovascular Load (%CVL)* dan *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)*. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan stasiun kerja dengan kerja fisik paling tinggi adalah stasiun kerja *packing* dengan nilai rata-rata %CVL 31,46% yang masuk ke dalam kategori sedang. Kategori sedang menunjukkan bahwa perbaikan perlu dilakukan namun tidak mendesak. Pengukuran kelelahan kerja menunjukkan bahwa sebanyak 59% karyawan mengalami tingkat kelelahan yang rendah. Karyawan lainnya mengalami tingkat kelelahan yang berbeda dengan 38% mengalami kelelahan sedang dan 3% mengalami kelelahan tinggi. Uji regresi yang dilakukan pada penelitian ini memperlihatkan bahwa secara parsial beban kerja fisik tidak mempengaruhi tingkat kelelahan. Usulan perbaikan yang diberikan diantaranya yaitu dengan memperbaiki posisi kerja, penambahan waktu istirahat, melakukan penjadwalan kerja serta melakukan pertukaran stasiun kerja.

Penelitian ini dilakukan guna menyelesaikan permasalahan pada sistem kerja khususnya yang berkaitan dengan beban kerja fisik dan kelelahan. Pendekatan yang digunakan adalah *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)* yang meliputi perhitungan *%Cardiovascular Load (%CVL)* guna mengukur beban kerja dan metode *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)* guna mengukur kelelahan kerja. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada lokasi

penelitian yang dilaksanakan pada PT. XYZ dan kombinasi dari pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) serta metode %CVL dan IFRC. Adapun dari penelitian ini didapatkan *output* berupa usulan perbaikan terhadap sistem kerja. Berdasarkan penjabaran tersebut, maka penelitian yang dilakukan ini berjudul “**Usulan Perbaikan Sistem Kerja untuk Mengurangi Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Berdasarkan Pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka rumusan masalah yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sistem kerja yang telah diterapkan bagian produksi khususnya beban kerja fisik dan tingkat kelelahan serta usulan perbaikan sistem kerja seperti apa yang diberikan kepada pekerja di bagian produksi PT. XYZ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memperoleh sistem kerja yang diterapkan bagian produksi khususnya pada beban kerja fisik dan tingkat kelelahan berdasarkan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD), perhitungan dengan metode %*Cardiovascular Load* (%CVL) dan *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) untuk menghasilkan usulan perbaikan sistem kerja yang diberikan kepada pekerja di bagian produksi PT. XYZ.

1.4 Pembatasan Masalah dan Asumsi

Berikut ini merupakan batasan masalah yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian kali ini.

1. Penelitian hanya dilakukan pada bagian produksi PT. XYZ.
2. Responden dalam penelitian ini adalah pekerja yang berada di lantai produksi PT. XYZ baik kelompok produksi A maupun kelompok produksi B.
3. Penelitian dilakukan ketika perusahaan tidak menerapkan *shift* pagi dan *shift* malam dalam satu hari kerja.
4. Kajian makro ergonomi yang diteliti pada penelitian ini adalah beban kerja fisik, lingkungan fisik kerja, dan tingkat kelelahan kerja.

5. Pengukuran terhadap beban kerja fisik dilakukan dengan menggunakan perhitungan % *Cardiovascular Load* (%CVL).
6. Pengukuran kelelahan dilakukan dengan menggunakan kuesioner dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC).

Berikut merupakan asumsi-asumsi yang digunakan pada proses penelitian.

1. Sistem kerja di bagian produksi berjalan normal dan tidak ada gangguan yang dapat mempengaruhi sistem kerja.
2. Sistem kerja tidak mengalami perubahan selama penelitian sedang berlangsung.
3. Pekerja dianggap mengetahui dan memahami prosedur kerja yang digunakan pada masing-masing bidangnya serta melakukan pekerjaan secara normal.
4. Pekerja dapat memahami isi kuesioner yang diberikan dengan baik dan benar.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan digunakan untuk menjabarkan atau menguraikan mengenai gambaran dari setiap bab yang ada di dalam penulisan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan yang dibuat untuk penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini adalah bab yang menjabarkan tahapan awal dari penulisan mulai dari latar belakang mengapa dilakukannya penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dan asumsi penelitian serta sistematika penulisan. Sistem kerja serta penelitian terdahulu dengan berbagai kombinasi metode merupakan hal yang dijabarkan di dalam latar belakang. Latar belakang juga menjabarkan perbedaan antara penelitian saat ini dengan penelitian sebelumnya yaitu mulai dari permasalahan yang dikaji, tempat dilakukannya penelitian, serta kombinasi metode yang digunakan. Rumusan masalah menguraikan permasalahan yang diangkat, dalam hal ini meliputi sistem kerja serta usulan perbaikan terhadap permasalahan yang ditemukan pada sistem kerja. Tujuan penelitian yaitu berisi tentang apa yang ingin dicapai dari dilakukannya penelitian ini yang meliputi sistem kerja seperti apa yang diterapkan perusahaan dan usulan perbaikan sistem kerja yang diberikan. Pembatasan masalah menguraikan hal-hal yang menjadi ruang lingkup penelitian sehingga tidak menyimpang dari tujuan. Asumsi berisikan

anggapan dan pandangan yang diberikan terhadap objek yang diteliti. Sistematika penulisan berisikan gambaran dan uraian singkat dari rangkaian tahapan yang dilaksanakan dalam menyelesaikan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjabarkan dasar-dasar teori yang digunakan dalam melaksanakan penelitian yang berkaitan dengan perbaikan sistem kerja yang mana terdiri dari sistem kerja itu sendiri, ergonomi, ergonomi makro, *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD), beban kerja fisik, %*Cardiovascular Load* (%CVL), *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC), penelitian terdahulu, serta posisi penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjabarkan mengenai objek yang diamati selama penelitian, alat dan bahan yang digunakan, diagram alir penelitian, serta penjelasan dari diagram alir penelitian yang berisikan langkah-langkah dari pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir. Objek dari penelitian ini terdiri dari sistem kerja yang digunakan di perusahaan yang meliputi beban kerja fisik dan tingkat kelelahan yang dialami oleh para pekerja bagian produksi. Bab ini juga menguraikan alat dan bahan yang digunakan dalam mendukung berlangsungnya penelitian yang terdiri dari alat tulis, kuesioner, lembar pengamatan, kamera, *stopwatch*, *sound level meter*, *fingertips oxymeter*, termometer ruangan, *microsoft word 2016*, *microsoft excel 2016*, *microsoft visio 2013*, dan *software SPSS*. Diagram alir penelitian beserta penjabaran dari setiap poin yang disajikan pada bab ini. Diagram alir sendiri menggambarkan alur atau tahapan dari proses penelitian secara lengkap dari awal hingga akhir. Penelitian ini diawali dengan melakukan studi lapangan dan studi literatur, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data, uji kecukupan data, uji keseragaman data, pengolahan data, analisa hasil dan pembahasan penelitian, hingga penyusunan kesimpulan dan saran.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjabarkan mengenai hasil dari data-data yang berhasil dikumpulkan oleh penulis selama melakukan pengukuran langsung, wawancara serta data-data yang dikumpulkan melalui kuesioner yang disebarakan pada pekerja ataupun data-data yang diperoleh dari perusahaan. Data-data tersebut kemudian diolah sesuai dengan pendekatan dan metode penelitian yang digunakan yaitu *Macroergonomic*

Analysis and Design (MEAD) yang meliputi %Cardiovascular Load (%CVL) dan Industrial Fatigue Research Committee (IFRC).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini adalah bagian akhir dari penulisan penelitian yang mana berisikan mengenai kesimpulan yang dibuat berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya serta saran yang memuat pendapat atau rekomendasi yang diberikan kepada instansi/tempat penelitian dan juga untuk peneliti-peneliti selanjutnya.

BAB II

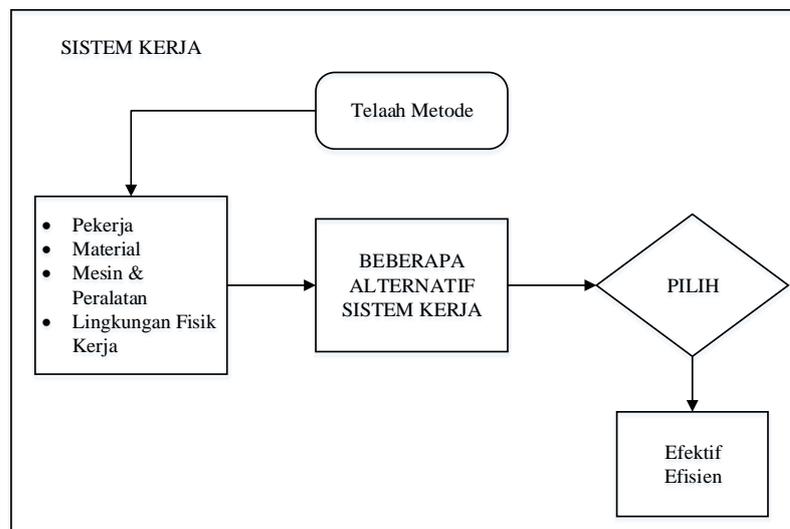
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kerja

Sistem kerja adalah suatu formasi tata kerja dan prosedur kerja yang selanjutnya akan membentuk suatu kebulatan pola tertentu dalam rangka melaksanakan suatu bidang pekerjaan (KBBI, 2005). Kleiner (2006: 83) menyatakan bahwa sistem kerja terbentuk dari dua orang atau lebih yang melakukan kerja bersama (*personel sub-sistem*), berinteraksi dengan teknologi (*technological sub-system*) dalam sistem organisasi yang dicirikan oleh lingkungan internal (*both physical and cultural*). Sistem kerja yang konsisten dan hasil kerja yang berkualitas dapat dicapai dengan mengkombinasikan manusia dan alat melalui faktor-faktor yang ada pada tahapan kerja yang sudah tetap. Industri manufaktur memiliki sistem kerja yang lebih kompleks yaitu mencakup manusia, mesin, dan organisasi (Mustafa dkk., 2009: 52). Menurut Astuti & Iftadi (2016: 1) sistem kerja adalah suatu sistem yang mana dalam pekerjaan terdiri dari manusia, mesin, peralatan, dan lingkungan kerja (kebisingan, pencahayaan, temperatur, getaran, dan bau-bauan) akan saling berinteraksi. Sistem kerja yang baik akan menjadi kunci utama dalam mencapai keberhasilan peningkatan produktivitas yang di dalamnya dapat meminimalisir adanya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, dan meningkatkan efisiensi perusahaan.

Terdapat berbagai unsur pendukung dalam merancang sistem kerja yang ergonomis dimana unsur-unsur ini akan menjadikan sistem kerja lebih efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (Sutalaksana, dkk., 1979: 3). Suatu sistem kerja muncul dari adanya proses perencanaan, perancangan, pengendalian dan pengevaluasian. Seluruh proses tersebut terjadi karena ada peran manusia di dalamnya, oleh karena itu manusia memiliki peranan yang vital dalam sistem kerja. Pembelajaran mengenai sifat, kemampuan, serta keterbatasan manusia merupakan hal yang krusial karena akan mempengaruhi baik/buruknya sistem kerja yang dibangun. Berdasarkan pandangan mengenai sistem kerja, sistem yang baik dapat terjadi jika perancangan komponen sistem disesuaikan dengan kebutuhan manusia serta komponen tersebut saling berinteraksi secara terpadu untuk mencapai tujuan bersama (Susanti, dkk. 2015: 2-3).

Komponen yang ada dalam sistem kerja memiliki hubungan seperti yang digambarkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hubungan Komponen-Komponen Sistem Kerja
Sumber: Astuti & Iftadi (2016: 1)

2.2 Ergonomi

Menurut Nurmiyanto (2004: 2), ergonomi merupakan suatu multidisiplin ilmu yang mempelajari berbagai pengetahuan-pengetahuan seperti ilmu kedokteran, biologi, ilmu psikologi, dan ilmu sosiologi. Secara garis besar ergonomi dapat dilihat dari empat sudut pandang yang berbeda yaitu ergonomi kognitif, ergonomi organisasi, ergonomi lingkungan, dan ergonomi fisik. Ergonomi kognitif adalah ilmu yang memiliki kaitan dengan mental manusia kerja yang meliputi ingatan dalam kerja, reaksi dalam kerja, persepsi dalam kerja, beban kerja, pengambilan keputusan, *human-computer interaction*, kehandalan manusia, motivasi kerja, performa kerja, dan stress kerja. Ergonomi organisasi adalah ilmu yang memiliki kaitan dengan sosioteknik dalam sistem kerja yang meliputi struktur organisasi, kebijakan dan proses, manajemen SDM, komunikasi kerja, alokasi fungsi kerja, *task analysis*, *teamwork*, *participatory approach*, komunitas kerja, kultur organisasi, organisasi virtual, perancangan waktu kerja, produktivitas kerja tim/individu dan sebagainya. Ergonomi lingkungan adalah ilmu yang memiliki kaitan dengan hal yang ada disekitar orang yang melakukan pekerjaan, biasanya merupakan lingkungan fisik kerja. hal tersebut meliputi pencahayaan, kebisingan, getaran, desain interior termasuk bentuk dan warna, serta temperatur di tempat kerja. Ergonomi fisik adalah ilmu yang memiliki kaitan dengan aktivitas fisik yang

dilakukan selama bekerja hal lain yang berkaitan dengan ergonomi fisik meliputi anatomi tubuh manusia, karakteristik fisiologi, biomekanika, antropometri, kekuatan fisik, postur kerja, beban fisik kerja, studi gerakan, waktu kerja, *muscoleteral disorder* (MSD), *material handling*, dimensi tempat/fasilitas kerja, kontrol dan *display*, dan lain sebagainya (Sugiono, dkk., 2018: 3).

Sugiono, dkk. (2018: 4) mengungkapkan bahwa ilmu ergonomi sangat diperlukan dalam pembelajar tentang ergonomi fisik, ergonomi psikofisiologi, studi *human error*, ergonomi lingkungan, *neuro-ergonomi* dan makro ergonomi. Ergonomi juga dapat dikatakan sebagai sebuah seni dan penerapan teknologi untuk menyasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas kerja secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka, dkk., 2004: 7).

Tarwaka, dkk. (2004: 7) menjabarkan bahwa secara umum penerapan ergonomi memiliki beberapa tujuan seperti berikut ini.

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produksi.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Perkembangan ilmu ergonomi menurut Hendrick (1986: 467) dapat dibedakan menjadi tiga tahapan generasi yang berbeda yaitu ergonomi berkaitan dengan dengan fisik, fisiologis, lingkungan dan karakteristik perseptual dalam merancang dan mengaplikasikan sistem antarmuka antara manusia dengan mesin, ergonomi berkaitan dengan proses kognitif khususnya dikaikan dengan berkembangnya sistem kerja komputer, dan ergonomi makro yang ditandai dengan masuknya unsur eksternal yaitu organisasi dan sosioteknikal.

2.3 Ergonomi Makro

Ergonomi makro menurut Hendrick & Kleiner (2002: 1-3) merupakan kajian ilmu yang terkait dengan analisis, desain, dan evaluasi dari sistem kerja. Ergonomi makro dikatakan sebagai perspektif, metodologi, dan sub-disiplin dari ergonomi/*human factor* yang didukung oleh ilmu empiris. Ergonomi makro secara perspektif memiliki ruang lingkup yang lebih besar dibandingkan dengan ergonomi mikro. Ruang lingkup yang dimiliki tidak lagi berada pada sub-level tertentu di dalam organisasi tetapi mencakup keseluruhan level yang ada di dalam sebuah sistem penyusun pada suatu organisasi. Sedangkan ergonomi makro sebagai sub-disiplin memiliki keterkaitan terhadap teknologi *human-organization interface* yang turut berdampak pada rancangan sistem kerja karena adanya interaksi antara sub-sistem teknologi, sub-sistem personel, dan lingkungan eksternal.

Menurut Iridiastadi & Yassierli (2014: 235) proses menganalisis, merancang, atau memperbaiki sistem kerja dan organisasi kerja dalam ergonomi makro dilakukan dengan mengharmonisasikan keseluruhan elemen-elemen yang terlibat dalam perancangan tersebut. Ergonomi makro dapat dikatakan sebagai pendekatan sosioteknik yang dilakukan dari tingkat atas ke tingkat bawah atau secara *top-down*. Pendekatan tersebut kemudian diimplementasikan pada perancangan sistem kerja secara keseluruhan dalam berbagai level interaksi ergonomi mikro antara lain yaitu level manusia-pekerjaan, manusia-mesin, dan manusia-*software* atau perangkat lunak. Pendekatan ergonomi makro adalah suatu upaya yang dilakukan agar sistem kerja secara keseluruhan dapat berjalan harmonis dan seimbang (Hendrick & Kleiner, 2002: 3).

Perancangan ergonomi makro menurut Hendrick & Kleiner (2002: 3-4) dapat dilakukan dengan tiga strategi yaitu secara *top-down*, *bottom-up*, dan *middle-out*. Proses perancangan seringkali melibatkan partisipasi karyawan disemua level organisasi yang mana strategi yang sering digunakan adalah kombinasi dari ketiga strategi tersebut. Rancangan sistem keseluruhan yang dibuat dengan pendekatan ergonomi makro akan ditentukan terlebih dahulu karakteristiknya secara sistematis, rancangan kemudian akan dibawa ke level yang lebih rendah (ergonomi mikro). Karakteristik rancangan sistem kerja keseluruhan yang telah didefinisikan akan menentukan karakteristik dari rancangan kerja serta hubungan manusia-mesin dan

manusia-perangkat lunak akan digunakan oleh tahapan berikutnya dalam kajian ergonomi mikro. Aspek rancangan ergonomi mikro akan digerakkan oleh rancangan dari ergonomi makro, sehingga dapat terjaminnya kesesuaian komponen-komponen sistem dengan struktur sistem kerja keseluruhan secara ergonomi.

2.4 *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)*

Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) menurut Hendrick & Kleiner (2002: 68) adalah pendekatan dari penerapan ergonomi makro yang digunakan dalam melakukan perancangan sistem secara menyeluruh sebagai upaya yang efisien dalam mencapai tujuan perusahaan. Hendrick & Kleiner (2002: 68-82) menjabarkan terdapat 10 langkah yang digunakan dalam pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)* untuk mencapai tujuan dari penerapan ergonomi makro, langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi Lingkungan dan Sub-Sistem Organisasi

Tahapan pertama yang dilakukan yaitu pengamatan pada keseluruhan sistem, sub-sistem dilingkungan organisasi, dan organisasi itu sendiri. Identifikasi ini dilakukan terhadap visi, misi, prinsip, dan kriteria target yang diterapkan dalam sistem sehingga dapat membantu penilaian terhadap celah yang ada diantara varian atau karakteristik yang ditetapkan dan yang dipraktikkan. Hal lain yang juga perlu dilakukan adalah identifikasi terhadap tempat kerja dalam istilah sistem sebuah proses yang mencakup pendefinisian batasan. Misi organisasi lebih rincinya terdiri dari *input*, *output*, proses, *supplier*, *customer*, *internal control*, dan mekanisme *feedback*.

2. Mengidentifikasi Tipe Sistem Produksi dan Ekspektasi Performansi

Tipe sistem produksi dapat membantu dalam menentukan tingkat kompleksitas, sentralisasi, dan formalisasi yang optimal. Melalui tahapan ini seluruh tipe sistem produksi dan kriteria dari ekspektasi performansi akan diidentifikasi. Ukuran performansi dapat dikatakan objektif ataupun subjektif tergantung dari permasalahan yang ada. Sedangkan, ekspektasi performansi dapat diidentifikasi dengan menggunakan standar *checkpoints* atau kritikal poin yang telah dilakukan pada sistem kerja.

3. Pendefinisian Unit Operasi dan Proses Kerja

Unit operasi merupakan pengelompokan langkah-langkah konversi atau perubahan yang secara bersama-sama membentuk bagian kerja yang lengkap dan dibatasi dari langkah-langkah lain seperti batas-batas teritorial, teknologi, atau temporal. Selain itu identifikasi juga dapat dilakukan berdasarkan pembagian proses kerja. Setiap unit operasi, tujuan, *input*, transformasi, dan *output* juga akan di definisikan. Sedangkan, proses kerja merupakan langkah-langkah yang dikerjakan oleh sistem untuk membuat suatu produk sehingga pada tahapan ini akan juga akan mengidentifikasi hal yang berkaitan tentang produksi di perusahaan.

4. Mengidentifikasi Data Varian

Varian atau variansi merupakan penyimpangan yang tidak diharapkan dari operasi, kondisi, spesifikasi, atau norma standar dan mengakibatkan penurunan kinerja sistem. Variansi akan diidentifikasi secara detail berdasarkan proses-proses yang berlangsung saat ini dan berkaitan dengan proses bisnis. Tipe-tipe variansi yang umumnya terjadi adalah seperti kualitas, biaya, jadwal, kesehatan, keselamatan, dan *non-value added* (tidak memberikan nilai tambah).

5. Membangun Matriks Varian

Varian kunci merupakan varian yang secara signifikan mempengaruhi kinerja atau performansi sistem dan dapat berinteraksi dengan varian lain sehingga menimbulkan efek majemuk yang berefek lebih besar. Matriks varian ini dibangun guna mengetahui hubungan-hubungan yang terbentuk antara varian satu dengan varian lainnya selama transportasi proses kerja berlangsung. Berdasarkan hal tersebut juga akan diketahui varian mana yang mempengaruhi varian lainnya biasanya disebut dengan varian kunci.

6. Membuat Tabel Kendali Varian dan Jaringan Peran

Tujuan dari langkah ini yaitu untuk menemukan bagaimana varian kunci yang ada dikendalikan dan apakah personel yang bertanggung jawab mengenai pengendalian memerlukan dukungan. Tabel kendali varian dan jaringan peran akan mempermudah proses mengetahui sumber atau lokasi terjadinya varian, siapa yang memiliki tanggung jawab, pihak mana yang memiliki keterlibatan langsung, dan kendali varian apa yang sudah disediakan.

7. Mengalokasikan Fungsi dan Penggabungan Desain

Pengalokasian fungsi dan penggabungan desain pada tahapan ini memiliki tujuan berupa merancang perubahan-perubahan seperti perubahan sub-sistem teknologi, personel serta menentukan rancangan final. Perubahan ini dibuat guna mencegah atau mengendalikan variansi kunci. Penentuan rancangan final dari suatu perubahan dapat dilakukan dengan menggunakan *objective tree* guna memperlihatkan struktur hierarki dan garis tujuan yang digunakan untuk mengatasi masalah atau variansi yang telah diidentifikasi sebelumnya.

8. Menganalisa Peran dan Tanggung Jawab

Penting untuk mengetahui bagaimana para pekerja memandang perannya masing-masing. Analisis terhadap peran dan tanggung jawab dapat dilakukan setelah tujuan maupun alternatif-alternatif telah ditentukan. Penentuan ini menggunakan bantuan tabel kriteria penilaian ataupun tabel kontrol varian dalam proses evaluasi manfaat dari tiap alternatif untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

9. Memperbaiki Sub-Sistem Pendukung

Langkah memperbaiki sub-sistem pendukung ini dapat dilakukan dengan cara merancang ulang sub-sistem. Perancangan ulang bertujuan supaya sub-sistem pendukung yang mempengaruhi sosioteknik produksi yang ada dapat ditentukan. Tujuan lain yang ingin dicapai dalam langkah ini adalah adanya penyesuaian terhadap sub-sistem lainnya termasuk pada lingkungan internal.

10. Implementasi, Iterasi, dan Penyempurnaan

Pada langkah ini perubahan yang telah dirancang akan diimplementasikan ke struktur organisasi formal. Berdasarkan implementasi ini didapatkan umpan balik yang mungkin mengakibatkan adanya modifikasi terhadap perubahan tersebut. Implementasi sendiri dilaksanakan untuk mengetahui apakah solusi yang dihasilkan berdasarkan alternatif terpilih akan sesuai dengan kondisi yang ingin dicapai atau tidak. Implementasi juga tidak akan langsung dilakukan melainkan dengan memberikan saran terlebih dahulu terkait perubahan oleh analisis yang telah ditentukan.

2.5 Beban Kerja Fisik

Suatu pekerjaan yang ketika dilakukan memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya adalah kerja fisik. Kerja fisik juga dikenal dengan nama *manual operation* yang artinya performansi kerja sepenuhnya bergantung pada manusia itu sendiri baik yang berfungsi sebagai sumber tenaga ataupun pengendali kerja (Sugiono, dkk., 2018: 37). Kemampuan kerja fisik dijelaskan oleh Mahawati, dkk. (2021: 8-9) merupakan kemampuan fungsional yang dimiliki setiap orang dalam melakukan pekerjaan yang membutuhkan aktivitas otot dalam kurun waktu tertentu. Kekuatan otot, ketahanan otot serta kardiovaskular adalah faktor yang menjadi penentu pada kemampuan kerja fisik dan kesegaran jasmani seseorang.

Irzal (2016: 26-27) menjelaskan bahwa analisis beban kerja memiliki kegunaan dalam menentukan kebutuhan pekerja (*man power planning*). Analisis tersebut terdiri dari analisis ergonomi, analisis keselamatan dan kesehatan kerja, perencanaan pemberian upah, dan lainnya. Beban kerja fisik dapat ditinjau melalui dua sisi yang berbeda yaitu sisi fisiologis dan sisi biomekanika. Berdasarkan sisi fisiologis beban kerja fisik ditinjau melalui kapasitas kerja yang diukur dari denyut jantung dan pernapasan. Sisi biomekanika justru meinjau beban kerja fisik melalui proses mekanis tubuh seperti kekuatan otot. Faktor lain yang juga bagian dari sisi biomekanika adalah tingkat upah dan jaminan sosial bagi pekerja. Menurut Tarwaka, dkk. (2004: 95-96) beban kerja yang diterima oleh masing-masing tenaga kerja dipengaruhi oleh beberapa faktor, berikut merupakan faktor-faktor yang dimaksud.

1. Faktor Eksternal

Faktor eksternal yaitu faktor yang dipengaruhi atau berasal dari luar tubuh pekerja. Faktor eksternal sendiri terdiri dari beberapa faktor lainnya seperti tugas, organisasi kerja, lingkungan kerja.

- a. Tugas (*task*) dapat bersifat fisik yang meliputi sikap, beban yang diangkat, alat dan sarana prasarana, tata ruang, dan kondisi lingkungan tempat bekerja. Tugas (*task*) juga dapat bersifat psikis yang meliputi kompleksitas pekerjaan, emosi pekerja, tanggung jawab ataupun keutuhan kerja.

- b. Organisasi kerja sendiri merupakan faktor yang meliputi lamanya waktu kerja, waktu istirahat, sistem kerja, pembagian waktu kerja (*shift*), sistem kerja, metode kerja, dan upah.
- c. Lingkungan kerja merupakan faktor yang dilihat dari kondisi tempat kerja, apakah lingkungan kerja yang tercipta mengakibatkan adanya beban kerja tambahan yang meliputi lingkungan kerja fisik (kelembaban udara, suhu, udara, pencahayaan, kebisingan, dan tekanan udara), lingkungan kerja psikologis, lingkungan kerja kimiawi serta lingkungan kerja biologis.

2. Faktor Internal

Faktor internal yaitu faktor yang berasal dari dalam diri pekerja itu sendiri yang mana penyebabnya bisa saja dari faktor eksternal yang berpotensi menimbulkan stress pada pekerja.

- a. Faktor somatis adalah salah satu faktor internal yang meliputi jenis kelamin, usia, status gizi, ukuran tubuh, kondisi kesehatan tubuh, dan lain-lain.
- b. Faktor psikis adalah faktor internal yang meliputi persepsi pekerja, motivasi kerja, keinginan pekerja, kepuasan pekerja, kepercayaan, dan lain-lain.

Setiap orang memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam hubungannya dengan beban kerja dimana berat atau tidaknya beban yang diterima pekerja dapat digunakan sebagai alat untuk menentukan lamanya seorang pekerja dapat melakukan pekerjaannya. Semakin berat suatu pekerjaan yang diterima pekerja maka akan semakin pendek waktu pekerja tersebut untuk melakukan pekerjaannya tanpa mengalami kelelahan dan menderita gangguan fisiologis. Sebaliknya pekerja akan merasa bosan dan jenuh apabila beban kerja yang diberikan terlalu ringan. Kebutuhan kalori merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menentukan berat atau ringannya suatu beban kerja (Tarwaka, dkk., 2004: 97). Beban kerja dikategorikan berdasarkan kebutuhan kalori yang disajikan dalam tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kategori Beban Kerja

No	Kategori	Kebutuhan Kalori
1	Beban kerja ringan	100-200 kilo kalori/jam
2	Beban kerja sedang	> 200-350 kilo kalori/jam
3	Beban kerja berat	> 350-500 kilo kalori/jam

Sumber: Tarwaka, dkk. (2004: 98)

2.6 Cardiovascular Load (CVL)

Cardiovascular Load (CVL) adalah suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum (Sugiono, dkk., 2018: 38). Denyut nadi yang digunakan dalam memberikan estimasi indeks beban kerja terdiri dari beberapa jenis, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Denyut jantung saat istirahat (*resting pulse*), yaitu rata-rata denyut jantung sebelum memulai suatu pekerjaan.
2. Denyut jantung selama bekerja (*working pulse*), yaitu rata-rata dari denyut jantung seseorang ketika bekerja.
3. Denyut jantung untuk bekerja (*work pulse*), yaitu selisih antara denyut jantung selama bekerja dan selama beristirahat.
4. Denyut jantung selama istirahat total (*recovery cost*), yaitu jumlah aljabar denyut jantung dan berhentinya denyut pada suatu pekerjaan selesai dikerjakan sampai dengan denyut berada pada kondisi istirahatnya.
5. Denyut kerja total (*total work pulse or cardiac cost*), yaitu umlah denyut jantung ketika suatu pekerjaan dimulai hingga denyut berada pada kondisi istirahatnya.

Penentuan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovascularload = %CVL*) yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini (Tarwaka, dkk., 2004: 101).

$$\%CVL = \frac{100 (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Adapun denyut nadi maksimum untuk setiap orang berbeda-beda, dimana untuk laki-laki denyut nadi maksimumnya adalah (220-umur) dan untuk perempuan (200-umur). Kemudian hasil dari perhitungan %CVL akan dibandingkan dengan klasifikasi yang berlaku seperti pada tabel 2.2 (Tarwaka, dkk., 2004: 101).

Tabel 2.2 Klasifikasi % *Cardiovascular Load*

Kategori %CVL	Nilai %CVL	Keterangan
Ringan	< 30%	Tidak terjadi kelelahan
Sedang	30% < %CVL ≤ 60%	Dibutuhkan perbaikan
Agak Berat	60% < %CVL ≤ 80%	Diperbolehkan kerja dalam waktu singkat
Berat	80% < %CVL ≤ 100%	Diperlukan tindakan perbaikan segera
Sangat Berat	%CVL > 100%	Aktivitas kerja tidak boleh dilakukan

Sumber: Tarwaka, dkk. (2004: 101-102)

2.7 Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)

Kelelahan merupakan suatu peristiwa yang terjadi sebagai tanda bahwa tubuh membutuhkan istirahat sehingga terhindar dari kerusakan lebih lanjut. Teori terjadinya kelelahan dibedakan menjadi dua jenis yang terdiri dari teori kimia dan teori syaraf. Teori kimia menjelaskan bahwa kelelahan dapat terjadi dikarenakan persediaan energi pada tubuh menurun dan sisa metabolisme yang meningkat. Berbeda dengan teori kimia pada teori syaraf perubahan kimia yang terjadi pada tubuh dinyatakan sebagai penunjang proses saja. Kelelahan dapat diukur tingkatannya dimana salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)* (Tarwaka, dkk., 2004: 107).

Metode *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan seseorang secara subjektif. Terdapat 30 jenis pertanyaan terkait kelelahan di dalam kuesioner IFRC yang dibedakan kembali menjadi 3 kategori berbeda. Kategori pertama berisi 10 pertanyaan mengenai pelemahan kegiatan, kategori kedua berisi 10 pertanyaan mengenai pelemahan motivasi, dan kategori ketiga berisi 10 pertanyaan mengenai gambaran kelelahan fisik yang dialami pekerja (Tarwaka, dkk., 2004: 112). Adapun 30 *items of rating scale* dari metode ini dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 30 Items of Rating Scale

10 Pertanyaan Tentang Pelemahan Kegiatan		10 Pertanyaan Tentang Pelemahan Motivasi		10 Pertanyaan Tentang Gambaran Kelelahan Fisik	
1.	Perasaan berat di kepala	1.	Susah berfikir	1.	Sakit di kepala
2.	Lelah seluruh badan	2.	Lelah untuk berbicara	2.	Kaku di bahu
3.	Berat di kaki	3.	Merasa gugup	3.	Nyeri di punggung
4.	Sering menguap saat bekerja	4.	Tidak bisa berkonsentrasi	4.	Sesak nafas
5.	Pikiran kacau saat bekerja	5.	Tidak bisa memusatkan perhatian	5.	Merasa haus
6.	Mengantuk	6.	Cenderung mudah melupakan sesuatu	6.	Suara menjadi serak
7.	Ada beban pada mata	7.	Kurangnya kepercayaan diri	7.	Merasa pening
8.	Gerakan kaku dan canggung	8.	Merasa cemas	8.	Merasa ada yang mengganjal di kelopak mata
9.	Berdiri tidak stabil atau sempoyongan	9.	Sulit dalam mengontrol sikap	9.	Badan mengalami gemetar
10.	Ingin berbaring	10.	Tidak tekun dalam pekerjaan	10.	Merasa kurang sehat

Sumber: Tarwaka, dkk. (2004: 112)

Kuesioner tersebut dijawab dengan menggunakan skala *likert* yang dibedakan menjadi empat poin. Poin yang didapatkan dari penilaian ini berkisar antara 30 - 120 yang merupakan penilaian subjektif terhadap kelelahan yang dialami oleh pekerja di lantai produksi. Menurut Tarwaka (2014: 113) empat poin jawaban tersebut adalah sebagai berikut.

1. Poin 4 = Sangat Sering (SS)
2. Poin 3 = Sering (S)
3. Poin 2 = Kadang-Kadang (K)
4. Poin 1 = Tidak Pernah (TP)

Frekuensi gejala kelelahan yang muncul pada pekerja memiliki hubungan yang searah tingkat kelelahan. Apabila frekuensi gejala kelelahan sering muncul maka tingkat kelelahan yang dialami semakin tinggi. Tingkat kelelahan sendiri dibedakan menjadi 4 kategori seperti pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Klasifikasi Kategori Kelelahan Kerja

No	Hasil Poin	Kategori
1.	30-52	Rendah
2.	53-75	Sedang
3.	76-98	Tinggi
4.	99-120	Sangat Tinggi

Sumber: Tarwaka (2014: 113)

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam melakukan perbaikan sistem kerja dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Pendekatan/Metode	Hasil Penelitian	Publikasi
1.	Tangahu, dkk. (2017)	Desain Sistem Kerja Mesin Pemipih Jagung yang Ergonomi untuk Meningkatkan Produktivitas	<i>Macroergonomic Analysis and Design</i> (MEAD) dan Antropometri	Metode <i>Macroergonomic Analysis and Design</i> dinilai sangat efektif untuk menganalisis sistem kerja, evaluasi serta desain mesin yang ergonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya mesin baru yang digunakan untuk memipih jagung, kelelahan operator berkurang 47,77% dengan peningkatan produktivitas sebesar 16,07% serta dapat meminimalisir waktu sebanyak 57,30%.	Prozima Vol. 1, No. 2, Desember 2017, Hal. 90-98. ISSN: 2541-5115.
2.	Ristyowati & Wibawa (2018)	Perancangan Sistem Kerja untuk Meningkatkan Hasil Produksi Melalui Pendekatan <i>Macroergonomic Analysis and Design</i> di Sentra Industri Batik Ayu Arimbi Sleman	<i>Macroergonomic Analysis and Design</i> (MEAD) dan Antropometri	Faktor kunci dalam mempengaruhi sistem kerja adalah bidang teknologi dan fasilitas kerja. Sehingga perbaikan sistem kerja yang dilakukan adalah dengan mengadakan peralatan kerja berupa meja pola batik yang dapat menurunkan keluhan pembuat pola batik dan membuat pekerjaan dapat dilakukan secara ergonomis. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah produksi dikarenakan waktu yang digunakan untuk menggambar pola yang semula 18 jam menjadi 6 jam yakni dapat menghemat waktu hingga 2 hari kerja.	Jurnal OPSI Vol. 11, No. 2, Desember 2018, Hal. 125-133. ISSN: 1693-2102.
3.	Pradini, dkk. (2019)	Perbaikan Sistem Kerja dengan Pendekatan <i>Macroergonomic Analysis and Design</i> (MEAD) untuk Meningkatkan Produktifitas Pekerja (Studi Kasus di UD Majid Jaya, Sarang, Rembang, Jawa Tengah)	<i>Macroergonomic Analysis and Design</i> (MEAD), %HR Reserve dan %Cardiovascular Load (%CVL)	Rancangan usulan perbaikan sistem kerja berdasarkan alternatif faktor kunci yang terpilih yaitu melakukan perbaikan kebijakan pengaturan kerja dengan menerapkan penambahan waktu istirahat kepada pekerja di bagian produksi UD Majid Jaya. Perbaikan sistem kerja dilakukan dengan menambahkan waktu istirahat kepada pekerja selama 16 menit/hari kerja diluar waktu istirahat normal. Penambahan waktu istirahat ini mampu meningkatkan produktivitas kerja pada produksi yang sebelumnya hanya mampu menghasilkan 14 potong komponen kapal menjadi 16 potong komponen kapal.	Jurnal OPSI Vol. 12, No. 1, Juni 2019, Hal. 36-47. ISSN: 1693-2102.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Pendekatan/Metode	Hasil Penelitian	Publikasi
4.	Sari, dkk. (2019)	Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Produktivitas dengan Pendekatan Ergonomi Makro (Studi Kasus di PT. Murakabi Jaya Mandiri)	Ergonomi Makro dan Simulasi	Solusi yang akan digunakan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi PT. Murakabi Jaya Mandiri adalah dengan melakukan investasi ergonomi. Investasi ergonomi dilakukan terhadap pemasangan <i>roof ventilator</i> , penggunaan <i>ear plug</i> , dan penambahan 2 buah lampu dengan sinar berwarna putih. Hasil simulasi dari implementasi solusi tersebut yaitu adanya peningkatan rata-rata output briket mencapai 302 loyang serta adanya peningkatan profit perusahaan menjadi sebesar Rp. 34.812.014,00.	Jurnal OPSI Vol. 12, No. 1, Juni 2019, Hal. 48-52. ISSN: 1693-2102.
5.	Zein (2020)	Analisis Perbaikan Sistem Kerja Menggunakan <i>Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)</i> di PTPN IV PKS Gunung Bayu	<i>Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)</i> dan <i>%Cardiovascular Load (%CVL)</i>	Terdapat dua alternatif solusi yang dapat digunakan. Alternatif solusi yang pertama yaitu untuk mengatasi permasalahan terkait beban kerja dimana diusulkan untuk melakukan pengurangan beban kerja karyawan atau dengan melakukan rotasi kerja ke stasiun lainnya. Alternatif solusi yang kedua yaitu untuk mengatasi permasalahan terkait kerusakan mesin dimana diusulkan perawatan mesin serta membuat visual display SOP pada setiap area stasiun kerja dan menambah departemen perawatan.	USU-IR, Skripsi Sarjana, 2020.
6.	Septio (2020)	Analisis Tingkat Kebisingan, Beban Kerja dan Kelelahan Kerja Bagian Weaving di PT. Wonorejo Makmur Abadi Sebagai Dasar untuk Perbaikan Proses Produksi	<i>%Cardiovascular Load (%CVL)</i> dan <i>Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)</i>	Penelitian ini dilakukan terhadap 42 pekerja, dimana berdasarkan hasil pengukuran beban kerja terdapat 40 pekerja yang memiliki nilai CVL diantara 30% - 60% yang artinya memerlukan perbaikan dan 2 pekerja lainnya tidak berada pada beban kerja yang berlebihan yaitu nilai CVL nya < 30%. Kelelahan kerja yang diukur dengan metode IFRC menunjukkan bahwa terdapat 15 pekerja yang berada dalam kategori kelelahan tinggi, 22 pekerja berada dalam kategori kelelahan sedang, dan 5 pekerja yang berada dalam kategori kelelahan rendah. Beban kerja dan kelelahan yang dialami pekerja diindikasikan sebagai akibat dari tingkat kebisingan yang tinggi di stasiun kerja weaving dengan tingkat kebisingan yang melebihi NAB sebesar 96,5 dB. Terdapat beberapa usulan yang	Performa: Media Ilmiah Teknik Industri, Vol. 19, No. 1, Hal 19-26. ISSN: 2620-6412.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Pendekatan/Metode	Hasil Penelitian	Publikasi
				<p>diberikan dalam penelitian ini untuk mengatasi permasalahan yang terjadi diantaranya adalah usulan mengendalikan kebisingan dengan pendekatan <i>Noise Hierarchy Controls</i>, usulan pengurangan beban kerja dengan penggunaan kursi ergonomis untuk istirahat, dan usulan pengurangan kelelahan kerja dengan menjadwalkan waktu istirahat sisipan bagi pekerja di stasiun kerja <i>weaving</i>.</p>	
7.	Oktavia, dkk. (2021)	Pengukuran Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Karyawan PT. XYZ Menggunakan Metode CVL dan IFRC	% <i>Cardiovascular Load</i> (%CVL) dan <i>Industrial Fatigue Research Committee</i> (IFRC).	<p>Penelitian menunjukkan stasiun kerja dengan kerja fisik paling tinggi adalah stasiun kerja packing dengan nilai rata-rata %CVL 31,46% yang masuk ke dalam kategori sedang. Kategori sedang menunjukkan bahwa perbaikan perlu dilakukan namun tidak mendesak. Pengukuran kelahan kerja menunjukkan bahwa sebanyak 59% karyawan mengalami tingkat kelelahan yang rendah. Karyawan lainnya mengalami tingkat kelelahan yang berbeda dengan 38% mengalami kelelahan sedang dan 3% mengalami kelelahan tinggi. Uji regresi yang dilakukan pada penelitian ini memperlihatkan bahwa secara parsial beban kerja fisik tidak mempengaruhi tingkat kelelahan. Usulan perbaikan yang diberikan diantaranya yaitu dengan memperbaiki posisi kerja, penambahan waktu istirahat, melakukan penjadwalan kerja serta melakukan pertukaran stasiun kerja.</p>	<p>Jurnal TIN Universitas Tanjungpura, Vol. 5, No. 1, Hal 205-210. ISSN: 2620-8989.</p>

Tabel 2.6 sudah menjabarkan beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi dalam penelitian ini. Tangahu, dkk. (2017) melakukan penelitian terhadap kelompok usaha bahan pangan dengan produk emping jagung yaitu Kelompok Wanita Tani (KWT) Tri Manunggal. Ruang lingkup dari penelitian tersebut adalah memperbaiki sistem kerja yang digunakan KWT Tri Manunggal selama melakukan kegiatan produksi, terutama pada proses pemipihan jagung. Variabel dari penelitian ini adalah tingkat kelelahan operator, tingkat produktivitas serta waktu kerja. Selanjutnya penelitian oleh Ristyowati & Wibawa (2018) dilakukan pada Sentra Batik Ayu Arimbi dengan tujuan meningkatkan hasil produksi. Proses produksi pada Sentra Batik Ayu Arimbi dilakukan oleh 18 pengrajin yang juga dibantu dengan peralatan yaitu meja pola batik. Variabel dari penelitian ini adalah jumlah produksi serta waktu kerja yang digunakan. Pradini, dkk. (2019) melakukan penelitian dengan tujuan untuk memperbaiki sistem kerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas pekerja di UD Majid Jaya. Variabel dari penelitian ini berupa faktor dari tidak produktifnya pekerja di UD Majid Jaya yang terdiri dari lingkungan fisik, peralatan/mesin, kondisi pekerjaan dan organisasi.

Sari, dkk. (2019) pada PT. Mukarabi Jaya dengan tujuan meningkatkan produktivitas produksi dengan memperbaiki lingkungan kerja fisik. Variabel dari penelitian ini adalah lingkungan kerja fisik, jumlah produksi, dan tingkat rata-rata profit. Selanjutnya Zein (2020) melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui permasalahan dan variabel yang paling mempengaruhi sistem kerja di PTPN 4 PKS Gunung Bayu serta memberikan usulan perbaikannya. Variabel dari penelitian ini terdiri dari mesin dan peralatan, kondisi lingkungan kerja fisik, metode kerja, kebijakan organisasi, beban kerja, dan sistem kerja. Selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Septio (2020) yang bertujuan memperoleh tingkat kebisingan, beban kerja, dan kelelahan kerja di PT. Wonorejo Makmur Abadi bagian *Weaving*. Variabel dari penelitian ini adalah tingkat kebisingan, tingkat beban kerja, dan tingkat kelelahan pekerja. Oktavia, dkk. (2021) melakukan penelitian dengan tujuan mendapatkan tingkat beban kerja fisik, tingkat kelelahan kerja, dan hubungan secara parsial dari keduanya. Variabel penelitian ini adalah beban kerja fisik dan tingkat kelelahan kerja yang dialami karyawan di PT. XYZ.

2.9 Posisi Penelitian

Posisi penelitian yang dilakukan terdahulu dan posisi penelitian yang dilakukan penulis mengenai perbaikan sistem kerja disajikan pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Posisi Penelitian

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Pendekatan/Metode					Subjek Penelitian	
			MEAD	Antropometri	Simulasi	%HR Reserve	%CVL		IFRC
1.	Tangahu, dkk.	Desain Sistem Kerja Mesin Pemipih Jagung yang Ergonomi untuk Meningkatkan Produktivitas	✓	✓					Pekerja bagian produksi emping jagung di Kelompok Wanita Tani (KWT) Tri Manunggal
2.	Ristyowati & Wibawa	Perancangan Sistem Kerja untuk Meningkatkan Hasil Produksi Melalui Pendekatan <i>Macroergonomic Analysis and Design</i> di Sentra Industri Batik Ayu Arimbi Sleman	✓	✓					Pengrajin batik di Sentra Industri Batik Ayu Arimbi Sleman
3.	Pradini, dkk.	Perbaikan Sistem Kerja dengan Pendekatan <i>Macroergonomic Analysis and Design</i> (MEAD) untuk Meningkatkan Produktifitas Pekerja (Studi Kasus di UD Majid Jaya, Sarang, Rembang, Jawa Tengah)	✓			✓	✓		Pekerja bagian produksi di UD Majid Jaya
4.	Sari, dkk.	Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Produktivitas dengan Pendekatan Ergonomi Makro (Studi Kasus di PT. Murakabi Jaya Mandiri)			✓				Pekerja bagian produksi di PT. Murakabi Jaya Mandiri
5.	Zein	Analisis Perbaikan Sistem Kerja Menggunakan <i>Macroergonomic Analysis and Design</i> (MEAD) di PTPN IV PKS Gunung Bayu	✓				✓		Pekerja bagian produksi <i>Crude Palm Oil</i> di PTPN IV PKS Gunung Bayu

Tabel 2.6 Posisi Penelitian (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Pendekatan/Metode					Subjek Penelitian	
			MEAD	Antropometri	Simulasi	%HR Reserve	%CVL		IFRC
6.	Septio	Analisis Tingkat Kebisingan, Beban Kerja dan Kelelahan Kerja Bagian Weaving di PT. Wonorejo Makmur Abadi Sebagai Dasar untuk Perbaikan Proses Produksi					✓	✓	Pekerja bagian <i>Weaving</i> PT. Wonorejo Makmur Abadi
7.	Oktavia, dkk. (2021)	Pengukuran Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Karyawan PT. XYZ Menggunakan Metode CVL dan IFRC					✓	✓	Karyawan tetap di PT. XYZ
8.	Ningsih	Usulan Perbaikan Sistem Kerja untuk Mengurangi Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Berdasarkan Pendekatan <i>Macroergonomic Analysis and Design</i> (MEAD)	✓				✓	✓	Pekerja bagian produksi di PT. XYZ

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini berkaitan dengan sistem kerja di rantai produksi yang mana meliputi beban kerja fisik dan tingkat kelelahan yang dialami oleh para pekerja bagian produksi PT. XYZ.

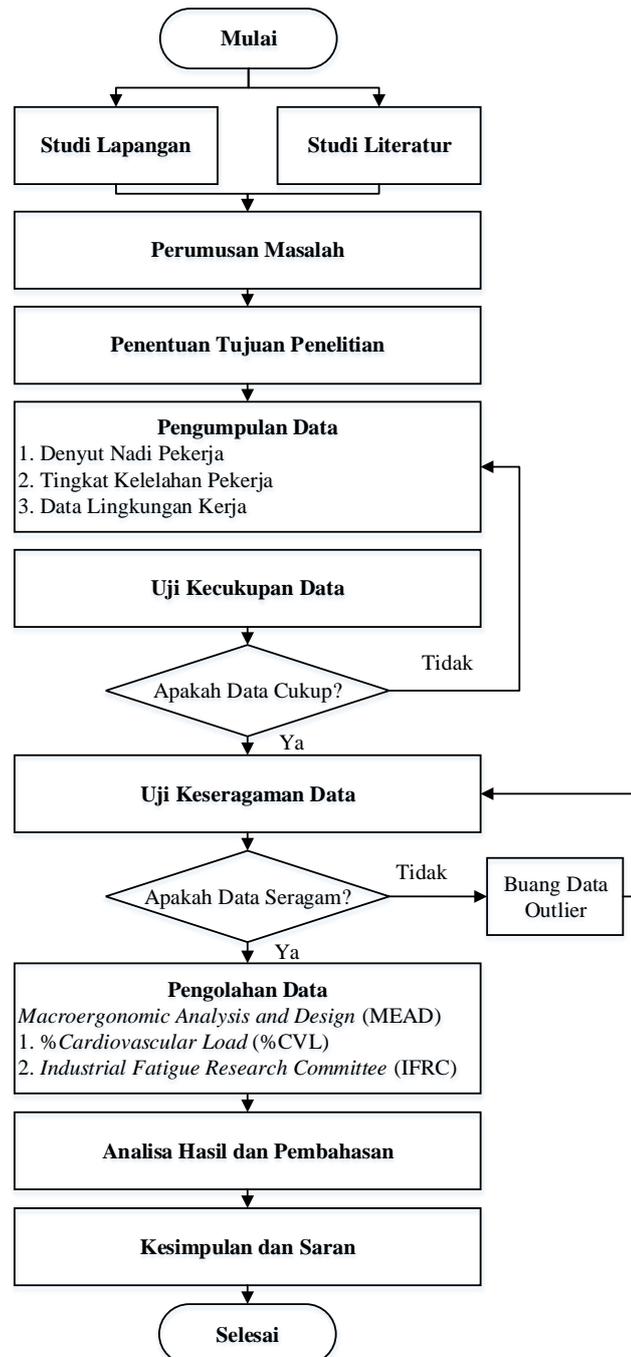
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

Selama melakukan penelitian tentunya diperlukan alat dan bahan. Berikut ini merupakan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian.

1. Alat Tulis
2. Lembar Kuesioner IFRC
3. Lembar Pengamatan
4. Kamera
5. *Stopwatch*
6. *Fingertips Oxymeter*
7. *Sound Level Meter*
8. Termometer Ruangan
9. *Microsoft Word 2016*
10. *Microsoft Excel 2016*
11. *Microsoft Visio 2013*
12. *Software SPSS*

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian digunakan untuk menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian mulai dari tahapan awal yaitu studi lapangan hingga tahapan akhir yaitu penarikan kesimpulan dan saran dalam bentuk simbol-simbol grafis yang urutannya dihubungkan dengan tanda panah. Gambar 3.1 berikut merupakan diagram alir dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada gambar 3.1 dibuatlah penjelasan yang menjabarkan isi dari masing-masing tahapan penelitian. Adapun penjelasan dari diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara mengamati langsung pada objek yang diteliti untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan selama penelitian. Studi lapangan penelitian ini dilakukan langsung di PT. XYZ yang terletak di Kalimantan Barat.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan guna menyelesaikan permasalahan dengan cara menelusuri sumber-sumber tulisan baik itu buku, artikel, jurnal penelitian, maupun naskah skripsi. Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sistem kerja, ergonomi, ergonomi makro, *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)*, beban kerja fisik, *Cardiovascular Load (CVL)*, *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)*, penelitian terdahulu serta posisi penelitian.

3.3.3 Perumusan Masalah

Tahapan ini adalah tahapan yang berisikan proses dalam menemukan masalah yang dihadapi perusahaan. Permasalahan yang telah diidentifikasi dalam penelitian ini yaitu terletak pada proses produksi yang dilakukan oleh PT. XYZ. Adapun perumusan masalah diuraikan ke dalam poin-poin seperti berikut ini.

- a. Bagaimana sistem kerja yang telah diterapkan bagian produksi khususnya beban kerja fisik dan tingkat kelelahan serta usulan perbaikan sistem kerja seperti apa yang diberikan kepada pekerja di bagian produksi PT. XYZ?

3.3.4 Tujuan Penelitian

Tahapan ini dilaksanakan untuk menentukan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian. Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian terhadap sistem kerja pada PT. XYZ adalah sebagai berikut.

- a. Memperoleh sistem kerja yang diterapkan bagian produksi khususnya pada beban kerja fisik dan tingkat kelelahan berdasarkan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)*, perhitungan dengan metode *%Cardiovascular Load (%CVL)* dan *Industrial Fatigue Research Committee*

(IFRC) untuk menghasilkan usulan perbaikan sistem kerja yang diberikan kepada pekerja di bagian produksi PT. XYZ.

3.3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur denyut nadi pekerja yaitu denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Pengukuran denyut nadi dilakukan guna mengetahui beban fisik yang dialami oleh pekerja. Pengumpulan data juga dilakukan melalui penyebaran kuesioner, terdapat sebuah kuesioner yang disebarakan berupa kuesioner baku dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC). Penyebaran ini ditujukan untuk mengetahui tingkat kelelahan yang dialami oleh pekerja yang merupakan salah satu faktor dari tidak produktifnya sistem kerja yang diterapkan. Kuesioner IFRC memiliki 3 kategori dalam mengidentifikasi tingkat kelelahan yang setiap kategorinya terdiri dari 10 pertanyaan. Adapun ketegori tersebut terdiri dari pelemahan kegiatan, pelemahan motivasi, dan gambaran kelelahan fisik yang dialami pekerja. Kuesioner yang IFRC yang digunakan dalam proses pengumpulan data dapat dilihat pada lampiran D (Tarwaka, dkk., 2004: 112). Berkaitan dengan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya beban kerja fisik dan kelelahan pada pekerja, dilakukan pula pengumpulan data terkait lingkungan kerja. Lingkungan kerja yang diukur merupakan lingkungan kerja fisik yang terdiri dari tingkat kebisingan dan juga suhu ruang. Rungan yang di ukur merupakan ruang yang digunakan oleh bagian produksi briket.

Semua proses pengumpulan data dilakukan terhadap sampel dari kelompok produksi A dan kelompok produksi B di PT. XYZ. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan rumus *Slovin*, dimana berdasarkan rumus ini diketahui jumlah sampel minimal yang harus diambil. Berikut merupakan rumus Slovin yang digunakan dalam uji kecukupan pada penelitian kali ini.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana;

N = Populasi

e = Tingkat *Error*

Selanjutnya data yang dikumpulkan dengan pengukuran denyut nadi dan penyebaran kuesioner dilanjutkan dengan melakukan uji keseragaman data. Uji

keseragaman. Proses pengujian keseragaman data ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* IBM SPSS *Statistics* 26. Hal ini dilakukan supaya data yang dikumpulkan bersumber dari sistem yang sama. Data dinyatakan seragam apabila tidak ada yang melewati batas kontrol yang ada baik *upper control limit* (UCL) maupun *lower limit control* (LCL). Apabila terdapat data yang melewati batas kontrol tersebut maka harus dibuang karena merupakan data *outlier*.

3.3.6 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah sesuai dengan prosedur yang ada pada pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Pengolahan data tersebut terdiri dari:

a. Mengidentifikasi Lingkungan dan Sub-Sistem Organisasi

Tahapan pertama dalam pendekatan MEAD ini adalah dengan mengidentifikasi lingkungan dan sub-sistem organisasi, dalam hal ini yaitu PT. XYZ. Identifikasi dilakukan guna mengetahui kondisi lingkungan yang ada pada PT. XYZ, dalam hal ini merupakan lingkungan fisik berupa tingkat kebisingan dan suhu ruangan. Selain itu proses identifikasi juga dilakukan guna mengetahui sub-sistem yang ada di dalam perusahaan seperti struktur organisasi, data diri pekerja, peralatan/mesin, serta jam kerja yang digunakan. Berdasarkan hasil identifikasi terhadap sub-sistem organisasi diperoleh visi dan misi yang dimiliki oleh perusahaan. Seluruh data ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari pihak perusahaan.

b. Mengidentifikasi Tipe Sistem Produksi dan Ekspektasi Performansi

Pengolahan pada langkah ini berupa mendefinisikan tipe sistem produksi yang digunakan oleh perusahaan. Ekspektasi performansi yang dimaksud pada tahap ini adalah tingkat kinerja yang diinginkan. Data terkait tingkat kinerja ini berhubungan dengan tujuan organisasi dan teknikal proses produksi yang diperoleh melalui wawancara yang dilakukan kepada pihak supervisi rantai produksi perusahaan.

c. Pendefinisian Unit Operasi dan Proses Kerja

Tahap ini merupakan tahapan diketahuinya unit operasi dan proses kerja apa saja yang ada di perusahaan beserta fungsinya. Proses pendefinisian yang dilakukan berfokus pada unit operasi produksi yang ada di perusahaan. Sehingga didapatkan proses kerja serta hasil dari pengolahan di setiap tahapan yang ada pada rantai

produksi. Proses ini dilakukan dengan pengamatan langsung pada rantai produksi di perusahaan.

d. Mengidentifikasi Data Varian

Varian merupakan suatu penyimpangan yang tidak diharapkan dan tidak diinginkan untuk terjadi kepada pekerja di rantai produksi. Dalam hal ini varian memberikan dampak pada kepada sistem kerja perusahaan yang mana menjadi tidak produktif. Terdapat dua varian permasalahan yang menjadi fokus penelitian yaitu beban kerja fisik dan tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Oleh karena itu pada tahap ini dilakukan perhitungan CVL dan tingkat kelelahan yang dialami oleh pekerja di rantai produksi. Perhitungan beban kerja fisik dilakukan dengan menggunakan rumus *%Cardiovascular Load (%CVL)* berikut (Tarwaka, dkk., 2004).

$$\%CVL = \frac{100 (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Perhitungan beban kerja pada %CVL, untuk laki-laki dan perempuan memiliki sedikit perbedaan. Denyut nadi maksimum laki-laki yaitu (220-umur) dan untuk perempuan yaitu (200-umur). Kemudian hasil dari perhitungan %CVL dibandingkan dengan klasifikasi yang berlaku seperti pada tabel berikut (Tarwaka, dkk., 2004: 101).

Tabel 3.1 Klasifikasi *%Cardiovascular Load*

Kategori %CVL	Nilai %CVL	Keterangan
Ringan	< 30%	Tidak terjadi kelelahan
Sedang	30% < %CVL ≤ 60%	Dibutuhkan perbaikan
Agak Berat	60% < %CVL ≤ 80%	Diperbolehkan kerja dalam waktu singkat
Berat	80% < %CVL ≤ 100%	Diperlukan tindakan perbaikan segera
Sangat Berat	%CVL > 100%	Aktivitas kerja tidak boleh dilakukan

Sumber: Tarwaka, dkk. (2004: 101-102)

Perhitungan tingkat kelelahan pekerja dilakukan dengan menjumlahkan skor dari jawaban yang diberikan pada kuesioner *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC). Menurut Tarwaka (2014: 113) perhitungan skor dilihat dari empat poin jawaban adalah sebagai berikut.

1. Poin 4 = Sangat Sering (SS)
2. Poin 3 = Sering (S)
3. Poin 2 = Kadang-Kadang (K)
4. Poin 1 = Tidak Pernah (TP)

Tingkat kelelahan kemudian dibedakan berdasarkan klasifikasi menurut Tarwaka (2014: 113) berikut.

1. Poin 30-52 = Rendah
 2. Poin 53-75 = Sedang
 3. Poin 76-98 = Tinggi
 4. Poin 99-120 = Sangat Tinggi
- e. Membangun Matriks Varian

Pengolahan data pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan atau hubungan yang terjadi pada kedua varian yaitu beban kerja fisik dan tingkat kelelahan kerja. Pengukuran keterkaitan varian pada tahap ini dilakukan berdasarkan pengujian korelasi *Bivariate Pearson* dan regresi linear sederhana dan. Secara khusus pengujian korelasi *Bivariate Pearson* dilakukan guna mengetahui tingkat keeratan hubungan yang terjadi antara variabel beban kerja dengan variabel tingkat kelelahan. Pengujian regresi linear sederhana dilakukan guna mendapatkan hubungan sebab akibat yang terjadi antara kedua varian yang merupakan beban kerja fisik sebagai variabel X (independen) dan kelelahan kerja sebagai variabel Y (dependen). Pengambilan keputusan pada pengujian regresi linear sederhana dilakukan melalui uji hipotesis, adapun hipotesis yang dibuat adalah sebagai berikut.

H_0 = Tidak adanya pengaruh yang signifikan dari beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan

H_1 = Adanya pengaruh yang signifikan dari beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan

Uji regresi linear ini dilakukan dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95%, sehingga kriteria uji terhadap hipotesis menjadi seperti berikut.

H_0 diterima apabila nilai signifikansi $\geq 0,05$

H_0 ditolak apabila nilai signifikansi $< 0,05$

Keseluruhan pengujian dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* IBM SPSS *Statistics* 26. Berdasarkan pengujian korelasi *Bivariate Pearson* dan regresi linear sederhana ini sudah dapat menunjukkan seperti apa hubungan yang terjadi antar varian sehingga matriks varian tidak lagi dibuat.

f. Membuat Tabel Kendali Varian dan Jaringan Peran

Tahap pengolahan data selanjutnya pada *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) adalah membuat tabel kendali dari varian dan jaringan peran. Tahap ini menghasilkan suatu tabel kendali yang menganalisis bagaimana varian permasalahan dikendalikan dan peran dari personel yang bertanggung jawab terhadap terjadinya permasalahan tersebut. Analisis varian permasalahan beban kerja dan kelelahan pekerja dilakukan berdasarkan dimana tempat terjadinya, siapa pihak yang berperan dalam mengawasi aktivitas kerja tersebut, siapa pihak yang berperan langsung dalam melakukan aktivitas kerja, serta tindakan pengendalian seperti apa yang sudah dilakukan saat ini. Proses pengolahan data pada tahap ini dilakukan berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara kepada supervisi yang terdapat pada rantai produksi perusahaan.

g. Mengalokasikan Fungsi dan Penggabungan Desain

Pengolahan ini berisikan fungsi yang diperlukan untuk menentukan alternatif perbaikan untuk mengatasi permasalahan terkait beban kerja dan kelelahan yang dialami oleh pekerja di rantai produksi. Terdapat beberapa alternatif perbaikan dengan pengalokasian fungsi yang dibuat sebagai hasil dari proses pengolahan data di tahap ini. Alternatif perbaikan yang dibuat digambarkan secara rinci ke dalam bentuk *objective tree*. Alternatif yang dibuat kemudian diberikan bobot sehingga dapat dipilih alternatif mana yang paling baik dalam menyelesaikan permasalahan. Pembobotan dilakukan sesuai dengan empat kriteria penilaian yang terdiri dari jangkauan terhadap organisasi (*scope*), keuntungan/keefektifan (*benefit*), risiko yang dapat terjadi (*risk of failure*), dan pengaruh terhadap pengeluaran biaya (*cost*) (Mosard, 1982: 85-86).

h. Menganalisa Peran dan Tanggung Jawab

Hasil yang didapatkan dari tahap ini yaitu bobot dari masing-masing alternatif perbaikan yang telah disusun sehingga didapatkan alternatif terbaik. Proses pembobotan dilakukan sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah dibuat pada tahapan sebelumnya. Kriteria tersebut dibedakan ke dalam dua kategori yaitu kriteria positif (*favorable*) yang terdiri dari jangkauan terhadap organisasi (*scope*) dan keuntungan/keefektifan (*benefit*) serta kriteria negatif (*unfavorable*) yang terdiri dari risiko yang dapat terjadi (*risk of failure*) dan pengaruh terhadap pengeluaran biaya (*cost*). Sesuai dengan namanya maka bobot skor pada kategori *favorable* bernilai positif yang terdiri dari dan bobot skor pada kategori *unfavorable* bernilai negatif. Setiap poin pada masing-masing kriteria bobot alternatif perbaikan bernilai 1 atau -1 sesuai dengan kategori yang telah ditetapkan (Mosard, 1982: 85-86).

i. Memperbaiki Sub-Sistem Pendukung

Perancangan perbaikan sub-sistem dilaksanakan sesuai dengan alternatif perbaikan yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Perancangan perbaikan bertujuan untuk memperoleh usulan perbaikan yang dapat dipergunakan dalam memperbaiki sistem kerja. Artinya dari usulan tersebut dapat mengatasi permasalahan terkait beban kerja fisik serta kelelahan yang dialami oleh pekerja sehingga diperoleh sistem kerja yang lebih baik.

j. Implementasi, Iterasi, dan Penyempurnaan

Implementasi yang dilakukan merupakan bentuk dari perbaikan terhadap sub-sistem atau sistem kerja yang ada. Perbaikan dapat dikatakan sebagai alternatif solusi terpilih yang dijadikan pertimbangan dalam pemberian usulan kepada perusahaan sehingga dapat melakukan perbaikan sistem kerja dan meningkatkan produktivitas kerja. Usulan perbaikan yang telah disusun kemudian diimplementasikan pada rantai produksi apabila perusahaan bersedia dan memberikan izin.

3.3.7 Analisa dan Pembahasan Hasil

Analisa dan pembahasan hasil dilakukan terhadap hasil yang didapatkan dari pengolahan data menggunakan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Analisa dilakukan terhadap beban kerja fisik yang diterima pekerja serta tingkat

kelelahan yang dialami pekerja berdasarkan perhitungan %*Cardiovascular Load* (%CVL) dan pengukuran dengan *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC).

3.3.8 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan tahapan akhir yang dibuat berdasarkan pengolahan yang dilakukan dan menjadi tolak ukur dari tujuan penelitian. Sedangkan saran adalah pendapat dan usulan yang diberikan penulis kepada perusahaan maupun kepada penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dimulai dengan melakukan pengukuran denyut nadi pekerja serta penyebaran kuesioner IFRC yang dapat dilihat pada lampiran C. Data dikumpulkan setiap hari kerja yaitu Senin - Sabtu dalam kurun waktu 2 minggu mulai dari tanggal 7 Maret 2022 - 19 Maret 2022. Pengukuran denyut nadi dan penyebaran kuesioner dilakukan kepada 38 orang yang merupakan sampel dari masing-masing kelompok pada bagian produksi di PT. XYZ. Berdasarkan jumlah responden tersebut 20 orang berasal dari kelompok A dan 18 orang dari kelompok B. Denyut nadi yang diukur terdiri dari dua jenis yaitu denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja. Pengukuran denyut nadi istirahat dilakukan selama jam istirahat yaitu dari pukul 12.00 WIB - 13.00 WIB, sedangkan pengukuran denyut kerja dilakukan mulai dari pukul 16.30 WIB - 18.00 WIB. Keterbatasan jumlah responden dan waktu pengambilan data disebabkan ketentuan yang diberikan perusahaan serta pekerjaan yang dilakukan bersifat dinamis dan terus-menerus. Penjelasan terkait dasar dari jumlah sampel yang digunakan diuraikan dalam uji kecukupan yang terletak pada bagian 4.1.1. Pengumpulan data terkait lingkungan kerja dilakukan dengan mengukur langsung tingkat kebisingan dan suhu ruangan. Pengukuran lingkungan fisik dilakukan dengan bantuan alat berupa *sound level meter* dan termometer ruangan. Tingkat kebisingan diukur dengan cara sederhana dan tingkat kebisingan diukur setiap harinya mulai dari 7 Maret 2022 - 19 Maret 2022.

4.1.1 Pengumpulan Data Denyut Nadi CVL

Pengukuran denyut nadi dilakukan terhadap denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja dari 38 orang pekerja bagian produksi pada waktu yang sudah dijabarkan di 4.1. Rekapitulasi denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja dari pekerja bagian produksi baik kelompok A maupun kelompok B disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Pengukuran Denyut Nadi Pekerja

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Kelompok Produksi	Lama Kerja	Denyut Nadi/Menit	
						Istirahat (DNI)	Kerja (DNK)
1	Responden 1	L	30	A	2 thn	89	120
2	Responden 2	L	20	A	1 thn	83	122
3	Responden 3	L	21	A	6 bln	91	129
4	Responden 4	L	27	A	3 thn	88	124
5	Responden 5	L	25	A	1 thn	88	125
6	Responden 6	L	46	A	1 thn	87	124
7	Responden 7	L	47	A	4 thn 3 bln	80	123
8	Responden 8	L	38	A	7 bln	82	121
9	Responden 9	L	20	A	1 thn	86	126
10	Responden 10	L	21	A	4 bln	85	122
11	Responden 11	P	41	A	2 thn	93	122
12	Responden 12	P	25	A	3 thn	85	119
13	Responden 13	P	20	A	9 bln	94	128
14	Responden 14	P	24	A	4 thn	97	120
15	Responden 15	P	40	A	2 thn	93	123
16	Responden 16	P	43	A	5 thn	97	124
17	Responden 17	P	26	A	5 thn	91	120
18	Responden 18	P	23	A	2 bln	88	112
19	Responden 19	P	35	A	3 thn	87	115
20	Responden 20	P	41	A	4 thn	93	125
21	Responden 21	L	20	B	6 bln	82	122
22	Responden 22	L	19	B	1 thn	83	122
23	Responden 23	L	20	B	1 thn 6 bln	82	124
24	Responden 24	L	54	B	2 thn	83	131
25	Responden 25	L	38	B	4 thn	84	127
26	Responden 26	L	27	B	7 bln	93	128
27	Responden 27	L	50	B	4 thn	88	132
28	Responden 28	L	29	B	1 thn	83	124
29	Responden 29	L	20	B	3 thn	80	118
30	Responden 30	L	25	B	6 thn	87	125
31	Responden 31	L	21	B	10 bln	87	121
32	Responden 32	P	23	B	4 thn	88	118
33	Responden 33	P	24	B	5 thn	87	121
34	Responden 34	P	20	B	3 thn	87	116
35	Responden 35	P	18	B	4 bln	88	119
36	Responden 36	P	46	B	3 thn	90	123
37	Responden 37	P	38	B	6 thn	88	119
38	Responden 38	P	25	B	6 thn	86	114

Berdasarkan rekapitulasi data denyut nadi maka dilakukan pengujian kecukupan data dan pengujian keseragaman data seperti berikut.

1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data merupakan salah satu rangkaian uji yang digunakan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan telah cukup secara obyektif sehingga dapat diolah. Ketentuan perusahaan yang membatasi peneliti dalam hal jumlah responden dan juga waktu pengambilan data mengharuskan peneliti untuk mengambil data secara sampel. Pengambilan sampel dilakukan terhadap kedua kelompok produksi A dan B yang berada pada bagian produksi. Bagian produksi sendiri melakukan beberapa tahapan pembuatan briket yaitu pencampuran bahan baku, pembentukan homogen, pengepressan, pemotongan, penyusunan ke dalam troli, dan pemasukan troli ke dalam *control drying*. Supaya sampel yang diambil dapat merepresentasikan keadaan sesungguhnya maka dilakukan perhitungan kecukupan data dengan menggunakan rumus berikut.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}, \text{ dimana;}$$

N = Populasi

e = Tingkat *error*

Berdasarkan rumus tersebut maka dilakukan perhitungan kecukupan data pada kelompok pekerja A dan B. Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 85% sehingga kemungkinan terjadinya *error* sebesar 15%. Tingkat *error* tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk kelompok A.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

$$n = \frac{26}{1 + 26(0,15)^2}$$

$$n = 16,40$$

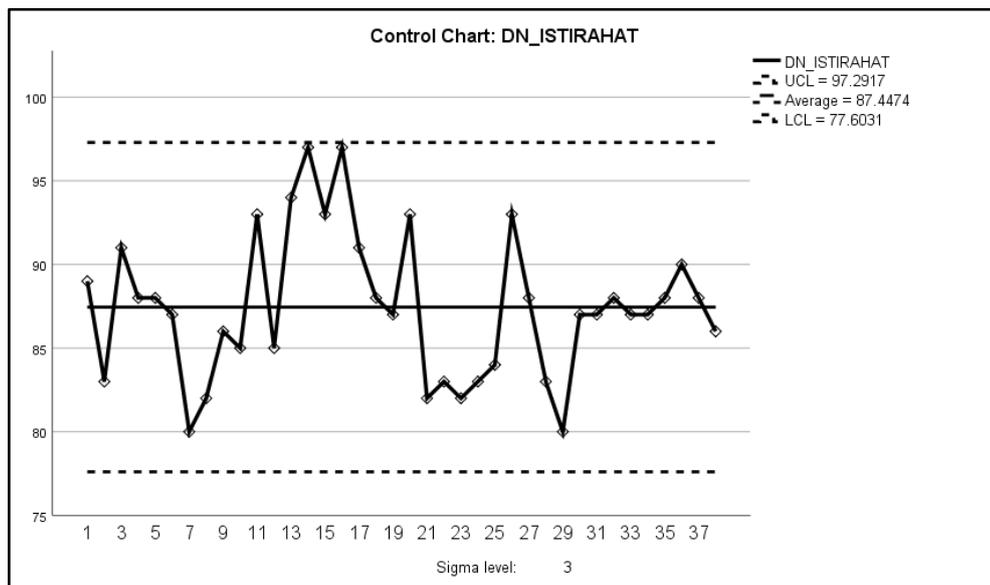
Data sampel dinyatakan cukup apabila nilai $n < n'$, adapun rekapitulasi dari pengujian kecukupan data dari setiap kelompok dapat dilihat dari tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Sampel

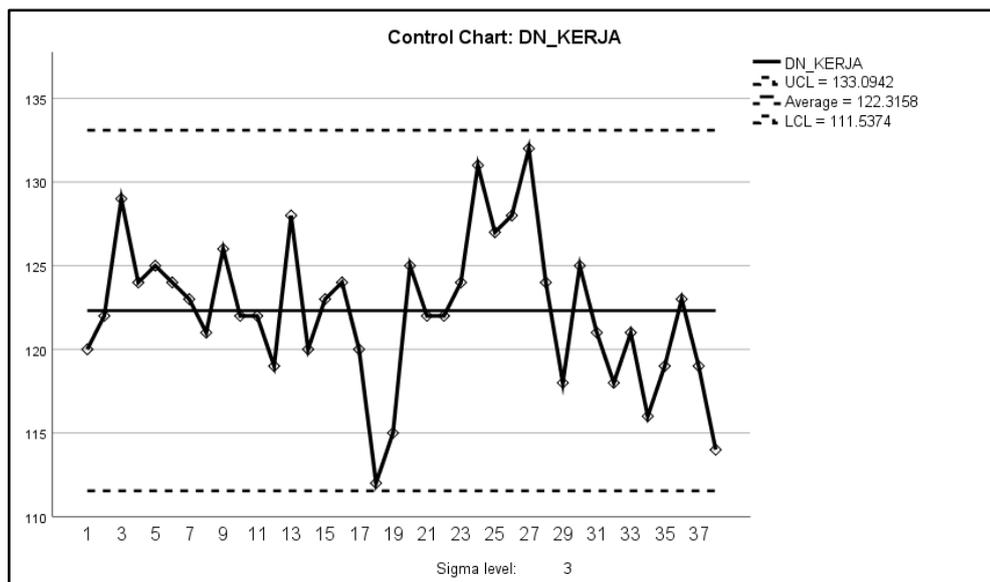
No	Kelompok	Populasi (N)	Nilai <i>Error</i> (e)	n	n'	Keterangan
1	A	26	0,15	16,4	20	Cukup
2	B	28	0,15	17,18	18	Cukup

2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data merupakan suatu pengujian yang dilakukan dengan menghitung nilai dari *upper control limit* (UCL) dan *lower control limit* (LCL). Keseragaman data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan bersumber dari sistem yang sama, data dinyatakan seragam apabila tidak melewati UCL dan LCL. Uji kecukupan data kali ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software IBM SPSS Statistics 26*. Berikut gambar 4.1 dan 4.2 yang menampilkan hasil dari uji keseragaman data yang dilakukan.



Gambar 4.1 Uji Keseragaman Data DN Istirahat



Gambar 4.2 Uji Keseragaman Data DN Kerja

Berdasarkan gambar 4.1 terlihat bahwa nilai UCL dan LCL dari denyut nadi istirahat adalah 97,2917 dan 77,6031. Data denyut nadi istirahat dinyatakan seragam karena keseluruhan data tidak ada yang melewati nilai UCL dan LCL. Adapun data yang paling mendekati nilai UCL adalah data ke-14 dan ke-16 yaitu Patriani dan Saptia yang bernilai 97 denyut/menit. Denyut nadi kerja yang terlihat pada gambar 4.2 juga dinyatakan seragam karena tidak terdapat data yang melewati nilai UCL dan LCL yang bernilai 133,0942 dan 111,5347. Adapun data ke-18 yaitu Muade merupakan data denyut nadi kerja yang paling mendekati LCL dengan nilai 112 denyut/menit.

4.1.2 Pengumpulan Data Metode IFRC

Pengumpulan data pada metode ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner IFRC kepada 38 orang pekerja bagian produksi di PT. XYZ. Kuesioner IFRC digunakan untuk mengetahui besarnya tingkat kelelahan yang dialami oleh setiap pekerja baik dari kelompok A maupun kelompok B. Kuesioner disebarkan sebanyak dua kali yaitu satu keali kepada kelompok A dan satu kali untuk kelompok B. Berdasarkan penyebaran kuesioner yang dilakukan didapatkan rekapitulasi jawaban pekerja yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Jawaban Kuesioner IFRC

No	Nama	Kategori Pertanyaan																													
		Pelemahan Kegiatan										Pelemahan Motivasi										Kelelahan Fisik									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Responden 1	2	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	3	1	3	1	1	1	1	2
2	Responden 2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
3	Responden 3	2	4	1	4	4	2	1	1	4	4	2	2	2	3	4	4	3	2	3	2	2	4	4	1	4	2	2	1	1	1
4	Responden 4	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	3	2	2	1	1	1	2
5	Responden 5	1	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	2	1	3	2
6	Responden 6	1	3	3	2	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	4	3	4	1	1	1	1	2
7	Responden 7	2	4	2	2	2	3	4	2	1	3	4	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	4	4	1	4	2	2	4	1	2
8	Responden 8	2	3	3	3	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2
9	Responden 9	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1
10	Responden 10	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1
11	Responden 11	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2
12	Responden 12	2	2	1	3	1	3	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	2	3	2	2
13	Responden 13	2	3	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	4	1	2	2	1	2
14	Responden 14	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	3	4	2	2	3	1	3	2	3	3	4	2	2	1	2	2
15	Responden 15	1	2	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1
16	Responden 16	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	3	2	1	1	2
17	Responden 17	2	3	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	4	3	3	1	1	1	
18	Responden 18	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	3	3	2	1	2	1	1	2	3	2	2	1	1	2
19	Responden 19	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
20	Responden 20	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	2	1	2	1	2	2	1	2
21	Responden 21	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	4	1	2	1	1	2
22	Responden 22	2	2	1	3	2	3	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	4	4	3	1	2	2
23	Responden 23	1	3	1	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	1	4	2	2	1	2	3
24	Responden 24	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	4	1	2	2	1	1

Tabel 4.3 Rekapitulasi Jawaban Kuesioner IFRC (Lanjutan)

No	Nama	Kategori Pertanyaan																													
		Pelemahan Kegiatan										Pelemahan Motivasi										Kelelahan Fisik									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	Responden 25	3	4	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	3	1	2	2	1	2
26	Responden 26	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	Responden 27	2	3	1	2	4	2	1	1	1	4	1	3	4	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	2
28	Responden 28	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	4	2	2	2	1	1
29	Responden 29	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	4	2	1	1	1	1
30	Responden 30	2	3	1	3	1	3	1	1	2	3	1	1	2	1	2	2	2	2	3	1	2	3	3	1	4	2	1	1	1	2
31	Responden 31	2	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	4	2	2	1	1	2
32	Responden 32	3	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2
33	Responden 33	2	2	4	4	2	4	3	1	2	1	1	4	1	2	1	1	1	1	4	1	3	3	2	2	4	3	2	2	1	1
34	Responden 34	3	2	3	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2	2	1	3	1	2	1	2	2
35	Responden 35	2	2	3	3	2	3	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	3	2	2	1	3	1	2	1	2	2
36	Responden 36	2	3	4	2	1	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	3	3	2	1	4	1	2	2	1	1
37	Responden 37	2	3	2	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	2	2	1	2	2	1	2	3	3	1	4	2	3	1	1	3
38	Responden 38	4	2	2	3	2	3	2	1	2	4	2	2	1	1	2	2	1	3	2	1	4	4	2	2	3	2	3	2	2	3

4.1.3 Pengumpulan Data Lingkungan Kerja

Pengumpulan data lingkungan kerja dilakukan terhadap lingkungan fisik kerja yaitu tingkat kebisingan dan suhu ruang. Tingkat kebisingan diukur dengan cara sederhana selama 10 menit, kemudian dalam 10 menit tersebut dilakukan pencatatan hasil kebisingan yang tertera pada *sound level meter* setiap 5 detik. Berikut ini pada tabel 4.4 menunjukkan hasil rekapitulasi dari pengukuran tingkat kebisingan.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan

Data Ke-	1	2	3	4	5	6
1	83	84,3	84,5	83,9	84,3	83,6
2	84,1	84,5	83,4	84	83,4	83,6
3	82,6	83,9	83,8	85	83,6	83,7
4	83,3	86	84,9	84,6	84,6	84,5
5	83,8	83,3	84,4	84,5	83,9	85,1
6	84,9	83,7	85,9	86,3	84,2	84,3
7	85,9	84,5	83,7	85,5	85	84
8	83,9	84,7	85	84,1	84	83,9
9	84,3	84,4	83,9	83,7	84,5	85,2
10	84,7	84,6	84,1	84,6	84,4	84,4
11	84,2	84,6	83,2	85,1	85,3	85,1
12	84,2	83,7	84,2	85,7	84,2	83,6
13	84,2	83	83,6	82,8	83,9	83,9
14	83,6	84,9	84,1	83,4	85,8	84
15	84,2	84,1	84,4	85,4	84,3	84,7
16	84,9	83,5	83,5	84	83,4	84,8
17	84	86,1	86,6	83,4	84,7	83,9
18	85,1	87,1	84,1	84	83,8	85
19	84	84,5	84,3	84,6	83,1	82,7
20	83,9	84,5	84,1	83,2	84,7	84,8
Rata-Rata	84,3					

Pengumpulan data suhu ruang dilakukan dengan bantuan alat termometer ruangan. Pengukuran suhu dilakukan selama 12 hari, didalam satu hari dilakukan pengukuran sebanyak satu kali dengan waktu yang berbeda-beda. Berikut tabel 4.5 menampilkan rekapitulasi pengukuran suhu ruangan.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Data Suhu Ruang

Hari Ke-	1	2	3	4	5	6
1	32,2	33,2	36	32	33,4	31,6
2	32,3	34,2	31,3	31,2	32,3	37,8
Rata-Rata	33,13					

4.2 Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan sesuai dengan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Pendekatan MEAD menggunakan 10 langkah dalam mengolah data yang mana dijabarkan sebagai berikut.

4.2.1 Mengidentifikasi Lingkungan dan Sub-Sistem Organisasi

Pengidentifikasian lingkungan dan sub-sistem organisasi menghasilkan gambaran mengenai kondisi dari perusahaan. Identifikasi terhadap lingkungan fisik menunjukkan bahwa tingkat kebisingan di bagian produksi memiliki rata-rata sebesar 84,3 db dan suhu ruangan memiliki rata-rata sebesar 33,13°C. Sedangkan identifikasi terhadap sub-sistem yang terdiri dari struktur organisasi menunjukkan bahwa struktur organisasi yang diterapkan oleh perusahaan merupakan struktur organisasi lini. Artinya pimpinan melimpahkan wewenang kepada bawahannya secara vertikal. Penerapan struktur organisasi ini juga membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat. Kondisi pekerja di perusahaan juga dapat diidentifikasi dengan mengetahui data pekerja yang ada. Khususnya di bagian produksi briket perusahaan terdapat 54 pekerja yang terdiri dari 26 orang kelompok A dan 28 orang kelompok B. Namun, dalam penelitian ini yang digunakan sebagai responden hanya 38 orang saja dengan rekapitulasi seperti pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Pekerja

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Kelompok Produksi	Lama Kerja
1	Responden 1	L	30	A	2 thn
2	Responden 2	L	20	A	1 thn
3	Responden 3	L	21	A	6 bln
4	Responden 4	L	27	A	3 thn
5	Responden 5	L	25	A	1 thn
6	Responden 6	L	46	A	1 thn
7	Responden 7	L	47	A	4 thn 3 bln
8	Responden 8	L	38	A	7 bln
9	Responden 9	L	20	A	1 thn
10	Responden 10	L	21	A	4 bln
11	Responden 11	P	41	A	2 thn
12	Responden 12	P	25	A	3 thn
13	Responden 13	P	20	A	9 bln
14	Responden 14	P	24	A	4 thn
15	Responden 15	P	40	A	2 thn
16	Responden 16	P	43	A	5 thn

Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Pekerja (Lanjutan)

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Kelompok Produksi	Lama Kerja
17	Responden 17	P	26	A	5 thn
18	Responden 18	P	23	A	2 bln
19	Responden 19	P	35	A	3 thn
20	Responden 20	P	41	A	4 thn
21	Responden 21	L	20	B	6 bln
22	Responden 22	L	19	B	1 thn
23	Responden 23	L	20	B	1 thn 6 bln
24	Responden 24	L	54	B	2 thn
25	Responden 25	L	38	B	4 thn
26	Responden 26	L	27	B	7 bln
27	Responden 27	L	50	B	4 thn
28	Responden 28	L	29	B	1 thn
29	Responden 29	L	20	B	3 thn
30	Responden 30	L	25	B	6 thn
31	Responden 31	L	21	B	10 bln
32	Responden 32	P	23	B	4 thn
33	Responden 33	P	24	B	5 thn
34	Responden 34	P	20	B	3 thn
35	Responden 35	P	18	B	4 bln
36	Responden 36	P	46	B	3 thn
37	Responden 37	P	38	B	6 thn
38	Responden 38	P	25	B	6 thn

Pekerja di bagian produksi PT. XYZ dalam melaksanakan pekerjaannya dibantu dengan peralatan/mesin. Mesin yang digunakan yaitu sebanyak 4 mesin mixer, 8 mesin homogen, 3 mesin press, 1 mesin pemotong, dan 6 ruang *control drying*. Setiap kelompok pekerja melakukan *rolling* atau pergantian setiap hari dengan total jam kerja yang sama yaitu mulai pukul 08.00 - 17.30 WIB. Apabila masih terdapat bahan yang harus dikerjakan maka jam kerja menjadi bertambah hingga pukul 18.00 WIB. Selanjutnya, pada tahap ini identifikasi terhadap sub-sistem organisasi dilakukan dengan memperoleh visi dan misi perusahaan. Adapun visi dari perusahaan yaitu “Meningkatkan kualitas dan kuantitas briket sehingga hasil produksi ekspor juga semakin meningkat serta dapat membangun pabrik baru yang lebih besar”. Sedangkan misi dari perusahaan terdiri dari beberapa poin seperti berikut.

1. Menjamin bahwa briket yang diekspor memiliki kualitas yang terbaik.

2. Memberikan pelayanan dan harga yang terbaik pada pemasok bahan baku.
3. Memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu dan sesuai dengan standar yang diinginkan konsumen.
4. Ikut serta dalam meningkatkan perekonomian lingkungan sekitar dengan adanya pemberdayaan masyarakat seperti penyerapan tenaga kerja ataupun penyerapan bahan baku lokal yang berkualitas.

4.2.2 Mengidentifikasi Tipe Sistem Produksi dan Ekspektasi Performansi

Pengidentifikasian pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui jenis dari sistem produksi yang digunakan oleh perusahaan. Diketahui bahwa produk yang dihasilkan oleh perusahaan adalah briket arang tempurung sehingga dapat diklasifikasikan strategi desain dari proses manufakturnya adalah *flow shop*. Proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan khususnya di bagian lantai produksi membutuhkan banyak tenaga manusia dikarenakan mesin yang digunakan bukanlah mesin yang bersifat otomatis. Produksi yang dilakukan setiap harinya pasti memiliki ekspektasi performansi. Ekspektasi performansi pada penelitian ini dilihat berdasarkan tingkat kinerja yang diinginkan. Tingkat kinerja yang diinginkan terhadap bagian produksi salah satunya adalah target produksi harian sebanyak 10 troli yang harus diiringi dengan kualitas produk yang baik. Tingkat kinerja yang merupakan ekpektasi performansi perusahaan tentunya sesuai dengan tujuan dari perusahaan itu sendiri yang terdiri dari beberapa poin berikut.

1. Menjadikan PT. XYZ sebagai pengeksport nomor satu briket arang tempurung.
2. Dapat meningkatkan dan mengembangkan kapasitas perusahaan dan juga kapasitas ekspor.
3. Memperluas pasar global untuk mensejahterakan perekonomian lingkungan sekitar baik para pekerja maupun pemasok bahan baku.
4. Membangun pabrik baru yang memiliki kapasitas produksi yang lebih besar.

4.2.3 Pendefinisian Unit Operasi dan Proses Kerja

Proses pembuatan briket di PT. XYZ pada bagian produksi terdiri dari 6 unit operasi. Unit operasi ini terdiri dari unit pencampuran bahan baku, pembentukan homogen, pengepressan, pemotongan, penyusunan ke dalam troli, dan pemasukan troli ke dalam *control drying*. Proses kerja pada unit pencampuran bahan baku, arang tempurung dicampurkan dengan bahan baku lainnya seperti air, tepung

tapioka, dan *water glass* selama 20 hingga 25 menit. Hasil campuran kemudian dimasukkan ke dalam mesin homogen untuk dipadatkan. Pemadatan bahan pada mesin homogen dilakukan sebanyak 2 kali dan dilanjutkan pada proses pengepressan. Kemudian pada unit pengepressan ini hasil homogen dicetak menjadi briket dengan bentuk balok-balok panjang. Briket yang masih berbentuk balok panjang kemudian melewati mesin potong yang memotong briket menjadi kubus kecil dengan ukuran 2,5 cm³. Briket dengan bentuk potongan yang tidak sesuai disortir dan diproses ulang dari bagian pemadatan homogen. Briket mentah yang baik disusun ke dalam troli oleh pekerja dimana dalam 1 troli dapat memuat sebanyak 88 rak yang berkapasitas hingga 902,88 kg. Setelah troli terisi penuh maka dimasukkan ke dalam *control drying* selama paling lambat 36 jam. Briket jadi mengalami penyusutan setelah dikeluarkan dari *control drying* menjadi 660 kg per 1 trolinya.

Berdasarkan pengamatan langsung diketahui bahwa posisi pekerja ketika melakukan pekerjaannya tidak selalu sama, terkadang pekerja bertukar posisi dengan pekerja lainnya. Pekerjaan yang ada pada masing-masing unit operasi sebagian besar dilakukan dalam posisi berdiri. Pekerja juga memasukkan dan memindahkan bahan ke dalam mesin secara manual sehingga dibutuhkan cukup banyak tenaga kerja yang digunakan pada bagian produksi. Selain itu, posisi dan kondisi pekerjaan yang seperti itu dialami selama 8 jam atau lebih dalam satu hari.

4.2.4 Mengidentifikasi Data Varian

Varian atau penyimpangan yang terjadi di bagian produksi diidentifikasi melalui perhitungan %CVL untuk beban kerja fisik dan metode IFRC untuk tingkat kelelahan.

1. Perhitungan Beban Kerja Fisik dengan CVL

Perhitungan beban kerja fisik dengan CVL ini bertujuan untuk mendapatkan klasifikasi dari masing-masing beban kerja yang dialami oleh pekerja bagian produksi. Sebelum mendapatkan klasifikasi beban kerja dilakukan beberapa rangkaian perhitungan yaitu perhitungan denyut nadi maksimum dan % *Cardiovascular Load* (%CVL) menggunakan rumus 2.1. berikut adalah contoh perhitungan denyut nadi maksimum dan % *Cardiovascular Load* (%CVL).

Perhitungan denyut nadi maksimum pada Responden 1.

$$\begin{aligned} \text{DN Maks} &= 220 - \text{Umur} \\ &= 220 - 30 \\ &= 190 \text{ denyut/menit} \end{aligned}$$

Perhitungan denyut nadi maksimum pada Responden 11.

$$\begin{aligned} \text{DN Maks} &= 200 - \text{Umur} \\ &= 200 - 41 \\ &= 159 \text{ denyut/menit} \end{aligned}$$

Perhitungan % *Cardiovascular Load* (%CVL) pada Khairudin.

$$\begin{aligned} \% \text{CVL} &= \frac{100 (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \\ &= \frac{100 (120 - 89)}{190 - 89} \\ &= 30,69\% \end{aligned}$$

Perhitungan seperti diatas dilakukan terhadap keseluruhan responden yang ada dengan rekapitulasi perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

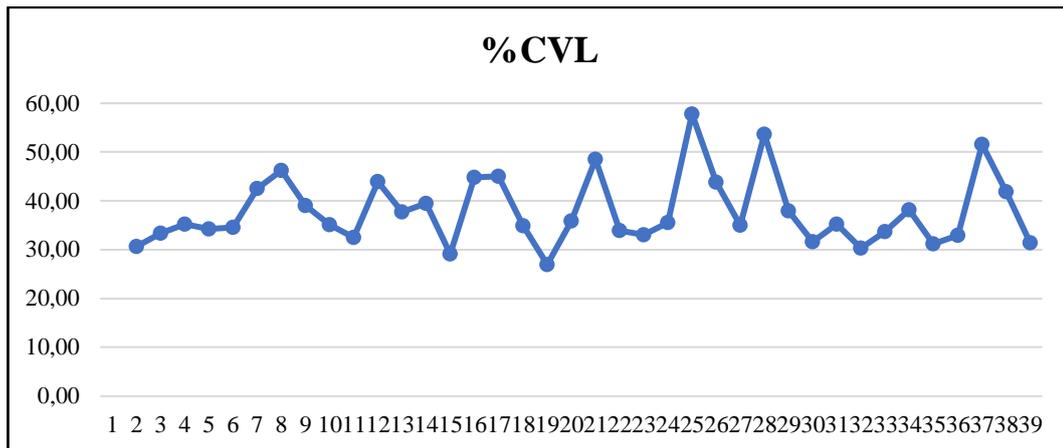
Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan CVL

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Th)	Kelompok Produksi	Denyut Nadi/Menit			%CVL
					Istirahat (DNI)	Kerja (DNK)	Maks	
1	Responden 1	L	30	A	89	120	190	30,69
2	Responden 2	L	20	A	83	122	200	33,33
3	Responden 3	L	21	A	91	129	199	35,19
4	Responden 4	L	27	A	88	124	193	34,29
5	Responden 5	L	25	A	88	125	195	34,58
6	Responden 6	L	46	A	87	124	174	42,53
7	Responden 7	L	47	A	80	123	173	46,24
8	Responden 8	L	38	A	82	121	182	39,00
9	Responden 9	L	20	A	86	126	200	35,09
10	Responden 10	L	21	A	85	122	199	32,46
11	Responden 11	P	41	A	93	122	159	43,94
12	Responden 12	P	25	A	85	119	175	37,78
13	Responden 13	P	20	A	94	128	180	39,53
14	Responden 14	P	24	A	97	120	176	29,11
15	Responden 15	P	40	A	93	123	160	44,78
16	Responden 16	P	43	A	97	124	157	45,00
17	Responden 17	P	26	A	91	120	174	34,94
18	Responden 18	P	23	A	88	112	177	26,97
19	Responden 19	P	35	A	87	115	165	35,90
20	Responden 20	P	41	A	93	125	159	48,48
21	Responden 21	L	20	B	82	122	200	33,90
22	Responden 22	L	19	B	83	122	201	33,05
23	Responden 23	L	20	B	82	124	200	35,59
24	Responden 24	L	54	B	83	131	166	57,83
25	Responden 25	L	38	B	84	127	182	43,88
26	Responden 26	L	27	B	93	128	193	35,00
27	Responden 27	L	50	B	88	132	170	53,66
28	Responden 28	L	29	B	83	124	191	37,96
29	Responden 29	L	20	B	80	118	200	31,67
30	Responden 30	L	25	B	87	125	195	35,19
31	Responden 31	L	21	B	87	121	199	30,36
32	Responden 32	P	23	B	88	118	177	33,71
33	Responden 33	P	24	B	87	121	176	38,20
34	Responden 34	P	20	B	87	116	180	31,18
35	Responden 35	P	18	B	88	119	182	32,98
36	Responden 36	P	46	B	90	123	154	51,56
37	Responden 37	P	38	B	88	119	162	41,89
38	Responden 38	P	25	B	86	114	175	31,46

Berdasarkan perhitungan CVL yang telah dilakukan maka dapat ditentukan klasifikasi kategori CVL sesuai dengan ketentuan pada tabel 2.2. Adapun rekapitulasi dari hasil klasifikasi CVL dari setiap pekerja dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Klasifikasi %CVL

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Th)	Kelompok Produksi	%CVL	Kategori CVL	Keterangan
1	Responden 1	L	30	A	30,69	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
2	Responden 2	L	20	A	33,33	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
3	Responden 3	L	21	A	35,19	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
4	Responden 4	L	27	A	34,29	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
5	Responden 5	L	25	A	34,58	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
6	Responden 6	L	46	A	42,53	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
7	Responden 7	L	47	A	46,24	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
8	Responden 8	L	38	A	39,00	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
9	Responden 9	L	20	A	35,09	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
10	Responden 10	L	21	A	32,46	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
11	Responden 11	P	41	A	43,94	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
12	Responden 12	P	25	A	37,78	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
13	Responden 13	P	20	A	39,53	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
14	Responden 14	P	24	A	29,11	Ringan	Tidak terjadi kelelahan
15	Responden 15	P	40	A	44,78	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
16	Responden 16	P	43	A	45,00	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
17	Responden 17	P	26	A	34,94	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
18	Responden 18	P	23	A	26,97	Ringan	Tidak terjadi kelelahan
19	Responden 19	P	35	A	35,90	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
20	Responden 20	P	41	A	48,48	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
21	Responden 21	L	20	B	33,90	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
22	Responden 22	L	19	B	33,05	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
23	Responden 23	L	20	B	35,59	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
24	Responden 24	L	54	B	57,83	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
25	Responden 25	L	38	B	43,88	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
26	Responden 26	L	27	B	35,00	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
27	Responden 27	L	50	B	53,66	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
28	Responden 28	L	29	B	37,96	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
29	Responden 29	L	20	B	31,67	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
30	Responden 30	L	25	B	35,19	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
31	Responden 31	L	21	B	30,36	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
32	Responden 32	P	23	B	33,71	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
33	Responden 33	P	24	B	38,20	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
34	Responden 34	P	20	B	31,18	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
35	Responden 35	P	18	B	32,98	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
36	Responden 36	P	46	B	51,56	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
37	Responden 37	P	38	B	41,89	Sedang	Dibutuhkan perbaikan
38	Responden 38	P	25	B	31,46	Sedang	Dibutuhkan perbaikan



Gambar 4.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan %CVL

Berdasarkan hasil rekapitulasi pada tabel 4.8 dapat dilihat bahwa sebagian besar pekerja di bagian produksi masuk ke dalam kategori CVL sedang yaitu sebanyak 36 orang. Hal ini ditandai dengan nilai CVL yang berada pada rentang $30\% < \%CVL \leq 60\%$ yang artinya membutuhkan perbaikan. Tabel 4.8 juga menunjukkan dari 36 orang yang masuk ke dalam kategori CVL sedang 3 diantaranya merupakan pekerja dengan beban kerja paling tinggi yaitu lebih besar dari 50%. Sebanyak 2 pekerja lainnya tidak mengalami kelelahan dan masuk ke dalam kategori CVL ringan. Hal ini ditandai dengan nilai CVL mereka yang kurang dari 30%. Adapun kedua pekerja tersebut adalah responden 14 dan responden 18 dengan CVL yang bernilai 29,11% dan 26,97%.

2. Pengukuran Tingkat Kelelahan dengan IFRC

Pengukuran tingkat kelelahan dengan IFRC didapatkan berdasarkan jumlah skor dari jawaban kuesioner yang diberikan kepada pekerja. Skor sendiri dilihat dari jawaban yang diberikan oleh pekerja untuk setiap pertanyaan yang ada. Kuesioner IFRC terdiri dari 30 pertanyaan dimana setiap 10 pertanyaan dibedakan dalam 3 kategori. Pertama adalah kategori pelemahan kegiatan, kedua adalah kategori pelemahan motivasi, dan ketiga adalah kategori mengenai gambaran kelelahan fisik. Setiap pertanyaan tersebut dijawab dengan memberikan tanda ✓ pada salah satu kotak jawaban yang terdiri dari sangat sering (SS), sering (S), kadang-kadang (K), dan tidak pernah (TP). Skor dari untuk jawaban sangat sering (SS) adalah 4, sering (S) adalah 3, kadang-kadang (K) adalah 2, dan tidak pernah (TP) adalah 1. Adapun salah satu contoh jawaban dan perhitungan skor responden terhadap kuesioner IFRC adalah sebagai berikut.

Nama : Responden 1
 Jenis Kelamin : Laki-Laki
 Usia : 30 Tahun
 Lama Kerja : 2 Tahun
 Posisi Pekerjaan : Produksi A

Keterangan:

SS = Sangat Sering (Apabila dirasakan hampir setiap hari dalam seminggu)

S = Sering (Dirasakan 3-4 hari dalam seminggu)

K = Kadang-Kadang (Dirasakan 1-2 hari dalam seminggu)

TP = Tidak Pernah (Tidak pernah terasa dalam seminggu)

	No.	Gejala	SS	S	K	TP	Skor
	Pelemahan Kegiatan	1	Perasaan berat di kepala			✓	
2		Lelah seluruh badan		✓			3
3		Berat di kaki				✓	1
4		Sering menguap saat bekerja		✓			2
5		Pikiran kacau saat bekerja		✓			2
6		Mengantuk		✓			2
7		Ada beban pada mata				✓	1
8		Gerakan kaku dan canggung				✓	1
9		Berdiri tidak stabil atau sempoyongan				✓	1
10		Ingin berbaring			✓		2
Pelemahan Motivasi	No.	Gejala	SS	S	K	TP	Skor
	1	Susah berfikir				✓	1
	2	Lelah untuk berbicara				✓	1
	3	Merasa gugup				✓	1
	4	Tidak bisa berkonsentrasi			✓		2
	5	Tidak bisa memusatkan perhatian			✓		2
	6	Cenderung mudah melupakan sesuatu			✓		2
	7	Kurangnya kepercayaan diri				✓	1
	8	Merasa cemas			✓		2
	9	Sulit dalam mengontrol sikap			✓		2
10	Tidak tekun dalam pekerjaan				✓	1	
Kelelahan Fisik	No.	Gejala	SS	S	K	TP	Skor
	1	Sakit di kepala			✓		2
	2	Kaku di bahu			✓		2
	3	Nyeri di punggung		✓			3
	4	Sesak nafas				✓	1
	5	Merasa haus		✓			3
	6	Suara menjadi serak				✓	1
	7	Merasa pening				✓	1
	8	Merasa ada yang mengganjal di kelopak mata				✓	1
	9	Badan mengalami gemetar				✓	1
10	Merasa kurang sehat			✓		2	
Total Skor							49

Berdasarkan perhitungan skor dari kuesioner IFRC pada pekerja produksi A yaitu responden 1 didapatkan total skor yaitu 49. Berdasarkan skor tersebut tingkat kelelahan yang dialami masuk dalam kategori tingkat kelelahan rendah. Skor paling besar berada pada kategori pelemahan kegiatan dan kelelahan fisik sedangkan pada pelemahan motivasi menunjukkan skor yang paling rendah. Hal ini dikarenakan pekerjaan yang dilakukan oleh responden 1 di bagian produksi lebih banyak menggunakan fisik seperti mengangkat karung bahan baku dan menumpukkannya ke dalam mesin *mixer*. Pekerjaan tersebut dilakukan secara manual dengan letak mesin yang cukup tinggi serta dalam posisi kerja yang berdiri. Meskipun pekerjaan yang dilakukan cukup berat total skor keseluruhan dari kuesioner IFRC yang ada menunjukkan bahwa tingkat kelelahan yang dialami berada dalam klasifikasi rendah. Terjadinya hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lamanya pengalaman kerja yang dimiliki sehingga pekerja sudah terbiasa melakukan pekerjaannya. Usia dan ketahanan fisik yang dimiliki oleh masing-masing pekerja juga menjadi faktor penyebab rendahnya tingkat kelelahan yang dirasakan.

Perhitungan skor tingkat kelelahan dilakukan kepada seluruh responden yaitu sebanyak 38 orang. Adapun rekapitulasi dari jawaban dan total skor setiap pekerja dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Skor IFRC

No	Nama	Kategori Pertanyaan																												Total		
		Pelemahan Kegiatan										Pelemahan Motivasi										Kelelahan Fisik										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
1	Responden 1	2	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	3	1	3	1	1	1	1	2	49	
2	Responden 2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	45	
3	Responden 3	2	4	1	4	4	2	1	1	4	4	2	2	2	3	4	4	3	2	3	2	2	4	4	1	4	2	2	1	1	1	76
4	Responden 4	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	3	2	2	1	1	1	2	52
5	Responden 5	1	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	2	2	1	3	2	53	
6	Responden 6	1	3	3	2	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	4	3	4	1	1	1	1	2	54
7	Responden 7	2	4	2	2	2	3	4	2	1	3	4	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	4	4	1	4	2	2	4	1	2	77
8	Responden 8	2	3	3	3	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	49	
9	Responden 9	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1	38
10	Responden 10	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	39
11	Responden 11	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	40
12	Responden 12	2	2	1	3	1	3	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	2	3	2	2	48
13	Responden 13	2	3	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	4	1	2	2	1	2	49
14	Responden 14	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	3	4	2	2	3	1	3	2	3	3	4	2	2	1	2	2	66
15	Responden 15	1	2	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	45
16	Responden 16	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	3	2	1	1	2	45
17	Responden 17	2	3	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	4	3	3	1	1	1	70	
18	Responden 18	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	3	3	2	1	2	1	1	2	3	2	2	1	1	2	49
19	Responden 19	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	51
20	Responden 20	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	2	1	2	1	2	2	1	2	43
21	Responden 21	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	4	1	2	1	1	2	44
22	Responden 22	2	2	1	3	2	3	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	4	4	3	1	2	2	55
23	Responden 23	1	3	1	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	1	4	2	2	1	2	3	58
24	Responden 24	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	4	1	2	2	1	1	49

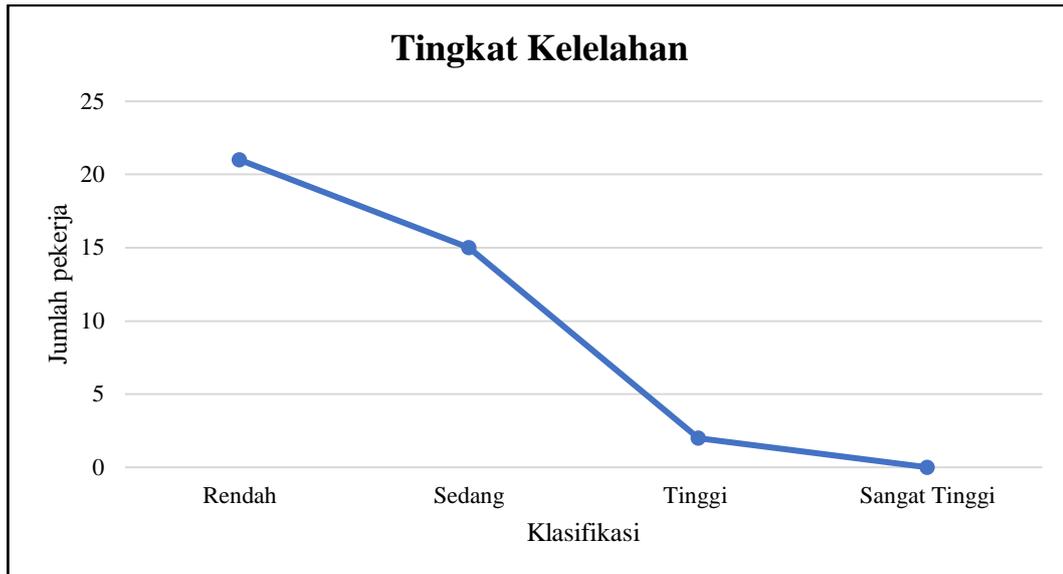
Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Skor IFRC (Lanjutan)

No	Nama	Kategori Pertanyaan																												Total				
		Pelemahan Kegiatan										Pelemahan Motivasi										Kelelahan Fisik												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10		
25	Responden 25	3	4	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	3	1	2	2	1	2	48
26	Responden 26	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	55
27	Responden 27	2	3	1	2	4	2	1	1	1	4	1	3	4	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	2	53
28	Responden 28	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	4	2	2	2	2	1	45
29	Responden 29	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	4	2	1	1	1	1	39
30	Responden 30	2	3	1	3	1	3	1	1	2	3	1	1	2	1	2	2	2	2	3	1	2	3	3	3	1	4	2	1	1	1	2	2	57
31	Responden 31	2	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	3	2	4	2	2	1	1	2	50
32	Responden 32	3	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	66
33	Responden 33	2	2	4	4	2	4	3	1	2	1	1	4	1	2	1	1	1	1	4	1	3	3	2	2	4	3	2	2	2	1	1	1	65
34	Responden 34	3	2	3	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	2	51
35	Responden 35	2	2	3	3	2	3	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	3	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	2	54
36	Responden 36	2	3	4	2	1	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	3	3	2	1	4	1	2	2	1	1	1	1	57
37	Responden 37	2	3	2	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	2	2	1	2	2	1	2	3	3	3	1	4	2	3	1	1	3	3	62
38	Responden 38	4	2	2	3	2	3	2	1	2	4	2	2	1	1	2	2	1	3	2	1	4	4	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	69

Berdasarkan perhitungan skor pada tabel 4.9 maka tingkat kelelahan setiap pekerja dapat diklasifikasikan. Adapun rekapitulasi dari klasifikasi tingkat kelelahan setiap pekerja adalah pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Klasifikasi Tingkat Kelelahan Pekerja

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Th)	Kelompok Produksi	Lama Kerja (thn)	Total Skor	Klasifikasi
1	Responden 1	L	30	A	2 thn	49	Rendah
2	Responden 2	L	20	A	1 thn	45	Rendah
3	Responden 3	L	21	A	6 bln	76	Tinggi
4	Responden 4	L	27	A	3 thn	52	Rendah
5	Responden 5	L	25	A	1 thn	53	Sedang
6	Responden 6	L	46	A	1 thn	54	Sedang
7	Responden 7	L	47	A	4 thn 3 bln	77	Tinggi
8	Responden 8	L	38	A	7 bln	49	Rendah
9	Responden 9	L	20	A	1 thn	38	Rendah
10	Responden 10	L	21	A	4 bln	39	Rendah
11	Responden 11	P	41	A	2 thn	40	Rendah
12	Responden 12	P	25	A	3 thn	48	Rendah
13	Responden 13	P	20	A	9 bln	49	Rendah
14	Responden 14	P	24	A	4 thn	66	Sedang
15	Responden 15	P	40	A	2 thn	45	Rendah
16	Responden 16	P	43	A	5 thn	45	Rendah
17	Responden 17	P	26	A	5 thn	70	Sedang
18	Responden 18	P	23	A	2 bln	49	Rendah
19	Responden 19	P	35	A	3 thn	51	Rendah
20	Responden 20	P	41	A	4 thn	43	Rendah
21	Responden 21	L	20	B	6 bln	44	Rendah
22	Responden 22	L	19	B	1 thn	55	Sedang
23	Responden 23	L	20	B	1 thn 6 bln	58	Sedang
24	Responden 24	L	54	B	2 thn	49	Rendah
25	Responden 25	L	38	B	4 thn	48	Rendah
26	Responden 26	L	27	B	7 bln	55	Sedang
27	Responden 27	L	50	B	4 thn	53	Sedang
28	Responden 28	L	29	B	1 thn	45	Rendah
29	Responden 29	L	20	B	3 thn	39	Rendah
30	Responden 30	L	25	B	6 thn	57	Sedang
31	Responden 31	L	21	B	10 bln	50	Rendah
32	Responden 32	P	23	B	4 thn	66	Sedang
33	Responden 33	P	24	B	5 thn	65	Sedang
34	Responden 34	P	20	B	3 thn	51	Rendah
35	Responden 35	P	18	B	4 bln	54	Sedang
36	Responden 36	P	46	B	3 thn	57	Sedang
37	Responden 37	P	38	B	6 thn	62	Sedang
38	Responden 38	P	25	B	6 thn	69	Sedang



Gambar 4.4 Klasifikasi Tingkat Kelelahan IFRC

Berdasarkan tabel 4.10 dan gambar 4.4 terlihat tingkat kelelahan yang dialami masing-masing pekerja serta perbandingan jumlah pekerja pada setiap klasifikasi. Klasifikasi tingkat kelelahan dibedakan menjadi 4 yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Tingkat kelelahan dikatakan rendah apabila total skor kuesioner IFRC nya berada pada rentang 30-52, sedang apabila berada pada rentang 53-75, tinggi apabila berada pada rentang 76-98, dan sangat tinggi apabila berada pada rentang 99-120. Diketahui bahwa pada penelitian ini tingkat kelelahan dari 21 orang pekerja masuk pada klasifikasi rendah, 15 orang pekerja masuk pada klasifikasi sedang, 2 orang pekerja masuk pada klasifikasi tinggi, dan 0 orang pekerja masuk pada klasifikasi sangat tinggi. Artinya meskipun pekerjaan yang dilakukan cukup berat tetapi tidak terlalu mengakibatkan kelelahan bagi pekerja yang ditandai dengan rata-rata tingkat kelelahan pekerja berada pada klasifikasi rendah hingga sedang.

4.2.5 Membangun Matriks Varian

Keterkaitan serta hubungan yang terjadi antar dua varian yaitu beban kerja fisik dan tingkat kelelahan diukur pada tahap ini. Pengukuran dilakukan dengan uji korelasi *Bivariate Pearson* dan uji regresi linear. Sebelum melakukan pengujian tersebut harus dipastikan bahwa data yang digunakan telah memenuhi syarat kelayakan berupa nilai residualnya harus berdistribusi normal, tidak terjadinya autokorelasi, dan tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Namun uji autokorelasi tidak dilakukan pada penelitian ini karena pengujian tersebut hanya dilakukan pada data yang bersifat *time series* sedangkan data pada penelitian merupakan data yang

bersifat *cross section*. Data pada penelitian ini khususnya tingkat kelelahan dikatakan sebagai data *cross section* karena dikumpulkan dalam satu waktu melalui kuesioner. Sehingga uji asumsi klasik yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji normalitas dan uji heteroskedastisitas yang diuraikan sebagai berikut.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan sebuah pengujian yang digunakan untuk mengetahui sebaran data pada suatu kumpulan data atau variabel, apakah sebaran data yang terjadi berdistribusi normal atau tidak. Penentuan kenormalan data secara statistik pada penelitian ini dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* dipilih karena sederhana sehingga tidak memicu munculnya perbedaan persepsi apabila dibandingkan dengan uji normalitas dengan menggunakan grafik. Adapun hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan *software* IBM SPSS Statistics 26 adalah seperti pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Hasil Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		38
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	9.92958455
Most Extreme Differences	Absolute	.134
	Positive	.134
	Negative	-.070
Test Statistic		.134
Asymp. Sig. (2-tailed)		.084 ^c
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		

Pengambilan keputusan pada uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* adalah dengan melihat nilai signifikansi atau pada tabel 4.11 ditulis *Asymp. Sig. (2-tailed)* dan membandingkannya dengan nilai *P-value* yaitu 0,05. Apabila nilai signifikansi atau *Asymp. Sig. (2-tailed)* lebih besar dari *P-value* maka data dinyatakan berdistribusi normal. Sebaliknya apabila nilai signifikansi atau *Asymp. Sig. (2-tailed)* lebih kecil dari *P-value* maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Berdasarkan tabel 4.11 dapat dilihat bahwa nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)*

untuk pengujian normalitas dari data beban kerja fisik (CVL) dan tingkat kelelahan (IFRC) adalah 0,084. Nilai tersebut lebih besar ketika dibandingkan dengan nilai dari *P-value* yaitu $0,084 > 0,05$ yang artinya data penelitian dinyatakan berdistribusi normal.

2. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan supaya diketahui ada tidaknya perbedaan variansi dari residual pada pengamatan yang satu ke pengamatan yang lain. Perbedaan variansi tersebutlah yang disebut dengan heteroskedastisitas dimana model regresi dikatakan baik apabila gejala heteroskedastisitas ini tidak terjadi. Gejala heteroskedastisitas pada penelitian ini diamati dengan melakukan uji *Glejser*. Pengambilan keputusan dalam uji *Glejser* dilakukan dengan melihat nilai signifikansi dan membandingkannya dengan nilai *P-value* (0,05). Apabila nilai signifikansi pada uji *Glejser* lebih besar dari *P-value* maka data dinyatakan tidak menunjukkan gejala heteroskedastisitas. Sebaliknya apabila nilai signifikansi pada uji *Glejser* lebih kecil dari *P-value* maka data menunjukkan gejala heteroskedastisitas. Berikut ini tabel 4.12 merupakan hasil uji *Glejser* yang dilakukan dengan *software IBM SPSS Statistics 26*.

Tabel 4.12 Hasil Uji Heteroskedastisitas *Glejser*

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	12.638	5.236		2.414	.021
	CVL	-.130	.134	-.160	-.972	.337

a. Dependent Variable: Abs_RES

Berdasarkan tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini tidak menunjukkan adanya gejala heteroskedastisitas. Hal ini ditandai dengan nilai signifikansi (*Sig.*) untuk variabel independen yaitu beban kerja atau CVL adalah 0,337. Nilai signifikansi tersebut lebih besar apabila dibandingkan dengan nilai *P-value* yaitu $0,337 > 0,05$. Kondisi tersebut telah memenuhi ketentuan dalam pengambilan keputusan pada uji heteroskedastisitas menggunakan uji *Glejser*.

3. Uji Korelasi *Bivariate Pearson*

Uji korelasi merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan mengetahui tingkat keeratan hubungan yang terjadi antara variabel independen (X) yaitu beban kerja dengan variabel dependen (Y) yaitu tingkat kelelahan. Keeratan hubungan antar variabel dapat bernilai positif maupun negatif dimana koefisien korelasi berada pada rentang -1 hingga 1. Semakin dekat nilai koefisien korelasi kearah -1 dan 1 maka hubungan antar variabelnya semakin erat. Korelasi antar variabel pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji *Bivariate Pearson* dengan pengambilan keputusan berdasarkan nilai *Sig. (2-tailed)* yang dibandingkan dengan taraf signifikansi dan berdasarkan nilai *r* hitung yang dibandingkan dengan nilai *r* tabel, berikut ketentuan untuk cara pengambilan keputusan tersebut.

- Apabila nilai *Sig. (2-tailed)* < taraf signifikansi (0,05) maka terdapat korelasi antar variabel X dan Y.
- Apabila nilai *Sig. (2-tailed)* > taraf signifikansi (0,05) maka tidak terdapat korelasi antar variabel X dan Y.
- Apabila nilai *r* hitung > nilai *r* tabel maka terdapat korelasi antar variabel X dan Y.
- Apabila nilai *r* hitung < nilai *r* tabel maka tidak terdapat korelasi antar variabel X dan Y.
- Nilai *r* tabel untuk taraf signifikansi 0,05 dengan jumlah data (N) 38 adalah 0,320.

Adapun tabel 4.13 menunjukkan hasil uji korelasi *Bivariate Pearson* yang dilakukan dengan *software IBM SPSS Statistics 26*.

Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi *Bivariate Pearson*

Correlations			
		Beban_KerjaCVL	Tingkat_KelelahanIFRC
Beban_KerjaCVL	Pearson Correlation	1	.028
	Sig. (2-tailed)		.867
	N	38	38
Tingkat_KelelahanIFRC	Pearson Correlation	.028	1
	Sig. (2-tailed)	.867	
	N	38	38

Berdasarkan tabel 4.13 diketahui nilai *Sig. (2-tailed)* antara variabel beban kerja dengan tingkat kelelahan adalah 0,867 yang mana $0,867 > 0,05$. Diketahui pula bahwa nilai *r* hitung untuk variabel beban kerja dan tingkat kelelahan adalah 0,028 yang mana $0,028 < 0,320$. Sehingga sesuai dengan ketentuan dalam pengambilan keputusan dapat disimpulkan bahwa antara variabel beban kerja (X) dengan variabel tingkat kelelahan (Y) tidak terdapat korelasi.

4. Uji Analisis Regresi Linear Sederhana

Uji analisis regresi linear sederhana merupakan suatu pengujian yang dilakukan dengan tujuan mengetahui seberapa jauh hubungan atau pengaruh antara satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Adapun yang berperan sebagai variabel independen adalah variabel beban kerja dan yang berperan sebagai variabel dependen adalah variabel tingkat kelelahan. Pengambilan keputusan pada uji analisis regresi linear sederhana dilakukan berdasarkan pengujian terhadap hipotesis. Adapun hipotesis yang dibuat pada uji analisis regresi linear sederhana ini adalah sebagai berikut.

H_0 = Tidak adanya pengaruh yang signifikan dari beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan

H_1 = Adanya pengaruh yang signifikan dari beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan

Ketentuan dalam pengambilan keputusan pengujian tersebut adalah H_0 diterima apabila nilai signifikansi $\geq 0,05$ dan H_0 ditolak apabila nilai signifikansi $< 0,05$. Nilai 0,05 didapatkan dari tingkat kepercayaan yang digunakan yaitu 95% sehingga nilai $\alpha = 0,05$. Berikut ini tabel 4.14 yang merupakan hasil uji analisis regresi linear sederhana yang dilakukan dengan *software IBM SPSS Statistics 26*.

Tabel 4.14 Hasil Uji Analisis Regresi Linear Sederhana

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	51.620	8.476		6.090	.000
	Beban_KerjaCVL	.037	.217	.028	.169	.867

a. Dependent Variable: Tingkat_KelelahanIFRC

Berdasarkan tabel 4.14 didapatkan bahwa nilai signifikansi (*Sig.*) untuk variabel independen yaitu beban kerja adalah 0,867. Nilai signifikansi tersebut apabila dibandingkan dengan 0,05 maka lebih besar yaitu $0,867 > 0,05$. Sesuai dengan ketentuan dalam pengambilan keputusan maka dapat dinyatakan bahwa H_0 diterima. Artinya tidak ada pengaruh yang signifikan dari beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan. Selain dengan membandingkan nilai signifikansi dengan 0,05 pengambilan keputusan juga dapat dilakukan dengan membandingkan nilai *t* hitung dengan *t* tabel. Adapun ketentuan dalam pengambilannya yaitu H_0 diterima apabila nilai *t* hitung $< t$ tabel dan H_0 ditolak apabila nilai *t* hitung $> t$ tabel.

Berikut perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan nilai *t*-tabel sehingga dapat dibandingkan dengan nilai *t* hitung pada tabel 4.14.

$T \text{ tabel} = \left(\frac{\alpha}{2} \right)$, *df* $n-k-1$) dimana *n* adalah total data dan *k* adalah total variabel independen, maka:

$$T \text{ tabel} = \left(\frac{0,05}{2} \right), 38-1-1)$$

$$T \text{ tabel} = (0,025, 36)$$

Berdasarkan tabel distribusi *t* didapatkan bahwa nilai *t* tabel dengan kriteria diatas adalah 2,028. Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan nilai *t* tabel yaitu nilai *t* hitung lebih kecil dari pada nilai *t* tabel ($0,169 < 2,028$). Artinya sama dengan perbandingan terhadap nilai 0,05 pada perbandingan ini H_0 juga diterima dan diketahui bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan dari beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan.

4.2.6 Membuat Tabel Kendali Varian dan Jaringan Peran

Berdasarkan pengolahan pada tahap sebelumnya diketahui bahwa sebagian besar beban kerja fisik pekerja berada pada kategori sedang yang artinya membutuhkan perbaikan. Pekerja juga mengalami kelelahan yang ditandai dengan adanya pekerja yang tingkat kelelahannya masuk pada kategori sedang dan tinggi. Hal tersebut tentunya tidak diinginkan untuk terjadi pada suatu tempat kerja terutama yang masih membutuhkan banyak tenaga manusia. Sesuai dengan tujuan pengolahan data pada tahap ini tabel 4.17 menunjukkan bagaimana kendali varian dan jaringan peran yang terlibat dalam mengendalikannya.

Tabel 4.15 Kendali Varian dan Jaringan Peran

No	Varian	Tempat Terjadi	Pihak yang Mengawasi	Pihak yang Terlibat Langsung	Tindakan Pengendalian yang Sudah Ada
1	Beban Kerja Fisik	Lantai Produksi	Supervisi bagian produksi	Pekerja Lantai Produksi	Rotasi posisi antar kerja dan proses kerja dibantu dengan mesin
2	Kelelahan Pekerja	Lantai Produksi	Supervisi bagian produksi	Pekerja Lantai Produksi	Pemberian waktu istirahat dan pemberlakuan <i>shift</i> kerja

Tabel diatas menjabarkan bahwa terdapat dua varian yaitu beban kerja fisik dan kelelahan pekerja. Kedua varian ini dianalisis berdasarkan tempat terjadinya yaitu lantai produksi dengan pihak yang memiliki tanggung jawab untuk mengawasi adalah supervisi bagian produksi. Adapun pihak yang terlibat langsung atau yang mengalami langsung terkait beban kerja fisik dan kelelahan ini adalah pekerja di lantai produksi dimana tindakan pengendalian yang sudah ada untuk mengendalikan variansi berupa rotasi posisi antar kerja, proses kerja dibantu dengan mesin, pemberian waktu istirahat dan pemberlakuan *shift* kerja.

4.2.7 Mengalokasikan Fungsi dan Penggabungan Desain

Alternatif perbaikan diperlukan dalam mengatasi varian permasalahan yang ditemukan. Perancangan alternatif perbaikan dilakukan berdasarkan tabel kendali varian yang ada pada tahap sebelumnya. Varian permasalahan yang diperbaiki yaitu terkait beban fisik serta kelelahan yang dialami pekerja. Munculnya varian permasalahan tentunya dikarenakan adanya faktor penyebab. Faktor yang dimaksud pada permasalahan ini adalah sistem kerja yang terdiri dari manusia, mesin, peralatan, dan lingkungan kerja (kebisingan dan temperatur) yang saling berinteraksi. Oleh karena itu alternatif perbaikan yang dibuat tentunya mempunyai tujuan untuk memperbaiki sistem kerja sehingga varian permasalahan dapat teratasi.

Beban kerja fisik dan kelelahan yang dialami pekerja di bagian produksi sendiri diakibatkan oleh beberapa hal seperti yang sudah dijelaskan pada tahap-tahap sebelumnya seperti pekerjaan itu sendiri hingga lingkungan kerja yang ada. Pekerja yang mengalami tingkat kelelahan tinggi diketahui sebanyak 2 orang (responden 3 dan responden 7), masing-masing pekerja tersebut lebih sering berada pada posisi kerja bagian homogen dan *supply*. Mesin homogen yang digunakan untuk memproduksi briket bukanlah mesin otomatis sehingga tenaga manusia

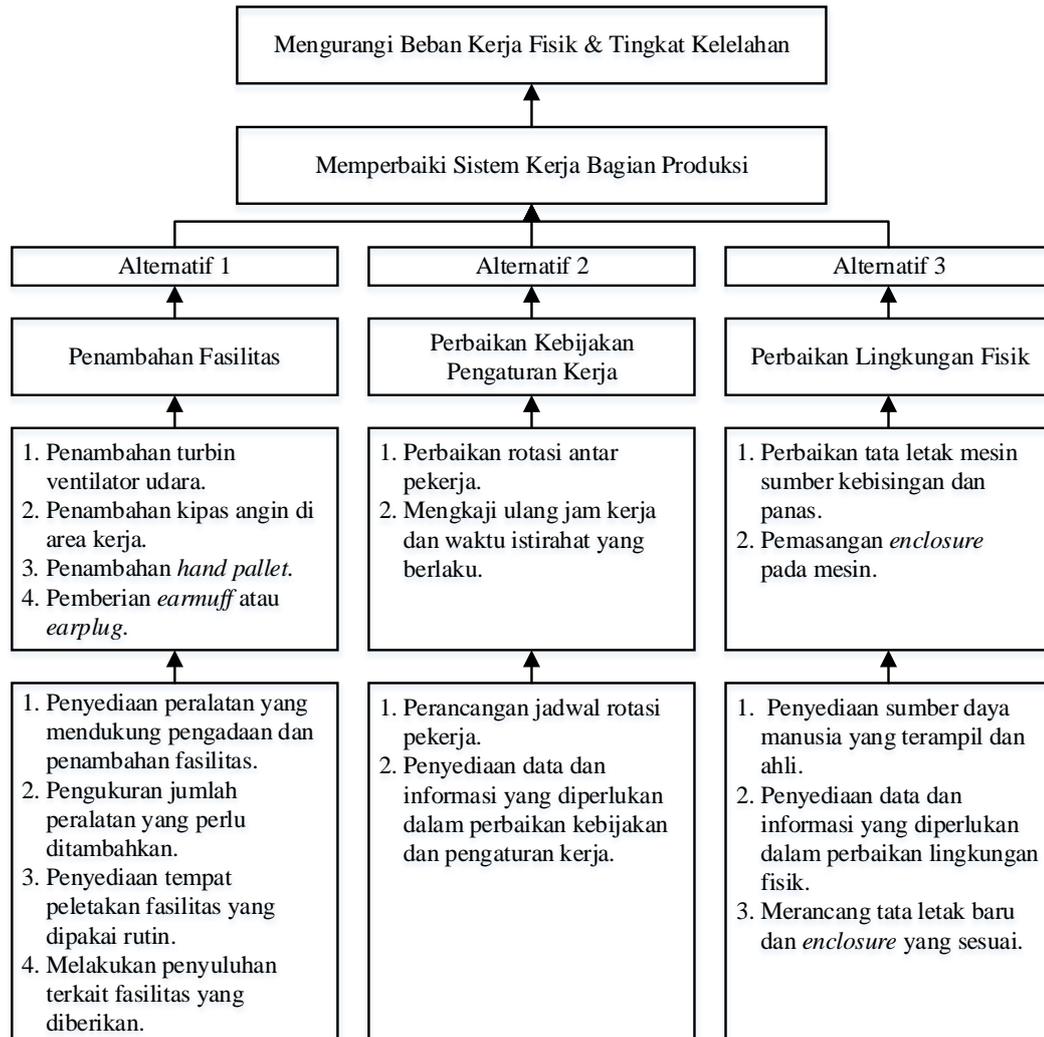
sangat diperlukan. Pekerja tersebut bertugas untuk memindahkan dan memasukkan bahan yang telah dicampur dari mesin *mixer* ke mesin homogen dengan cara diangkat. Sedangkan pekerja di bagian *supply* bertugas untuk memasukkan briket mentah ke rak pada troli. Briket mentah akan terus berdatangan dari bagian mesin potong sehingga proses penyusunan ke troli dilakukan dengan cepat agar tidak terjadi penumpukan. Ukuran troli yang tinggi mengharuskan pekerja untuk naik ke atas meja saat memasukkan briket ke troli bagian atas. Pekerja pada bagian ini tentunya membutuhkan tenaga yang lebih ekstra saat melakukannya. Kondisi pekerjaan tersebut menjadi salah satu faktor pekerja mengalami kelelahan yang tinggi. Hal ini dibuktikan melalui jawaban pekerja pada kuesioner IFRC, keluhan seperti lelah seluruh badan, kaku di bahu, dan nyeri di punggung memiliki intensitas yang sering terjadi.

Terkait lingkungan kerja diketahui bahwa tingkat kebisingan pada ruangan bagian produksi cukup tinggi yaitu 84,3 db. Tingkat kebisingan tersebut sudah mendekati nilai ambang batas (NAB) maksimum. Hal tersebut diatur pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP.51/MEN/1999 bahwa NAB kebisingan dalam pekerjaan sehari-hari dengan waktu kerja tidak melebihi 8 jam perhari ditetapkan sebesar 85 db. Suhu ruangan bagian produksi sendiri diketahui yaitu 33,13°C sedangkan suhu normal yang baik untuk bekerja menurut Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 adalah 18-28°C. Pekerjaan dan keadaan lingkungan fisik tersebut bisa menjadi penyebab dari tingginya tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Hal ini ditunjukkan oleh jawaban kedua pekerja (responden 3 dan responden 7) pada kuesioner IFRC dimana sering menguap, pikiran kacau saat bekerja, ingin berbaring, susah berfikir, tidak bisa berkonsentrasi, cenderung mudah melupakan sesuatu, sulit mengontrol sikap, dan merasa haus adalah keluhan yang cukup sering terjadi.

Berdasarkan hal tersebut maka dibuatlah beberapa alternatif solusi yang sesuai dengan kondisi dan penyebab dari terjadinya kelelahan pada pekerja. Alternatif solusi pertama yaitu melakukan penambahan fasilitas kerja seperti turbin ventilator serta kipas angin guna mengurangi tingginya suhu ruangan dan perbaikan sirkulasi udara. Penambahan fasilitas berupa *material handling* seperti *hand pallet* diusulkan guna mengurangi kegiatan mengangkat yang dilakukan pekerja saat

memindahkan hasil briket dari mesin satu ke mesin lainnya. Kebisingan yang tinggi diatasi dengan melakukan penambahan fasilitas berupa *earmuff* atau *earplug*. Penggunaan alat tersebut dapat menurunkan tingkat kebisingan sebesar 20-30 dB. Hal ini diusulkan dengan pertimbangan apabila dari segi aspek teknis dan ekonomis tidak memungkinkan untuk melakukan substitusi, eliminasi dan rekayasa teknik terhadap sumber panas dan kebisingan. Alternatif solusi yang kedua adalah perbaikan terhadap kebijakan dalam pengaturan kerja, bagaimana sistem rotasi antar pekerja harus diatur dengan jelas, perbaikan waktu istirahat serta lamanya waktu kerja juga perlu pengkajian ulang sehingga beban kerja fisik yang dialami dapat tereduksi. Ketiga diberikan alternatif solusi berupa perbaikan lingkungan fisik khususnya dalam mengatasi kebisingan dan suhu ruang, perusahaan dapat mempertimbangkan untuk mengatur ulang tata letak dari sumber-sumber kebisingan dan panas. Perusahaan juga dapat mempertimbangkan untuk merancang dan memasang *eclosure* untuk meredam kebisingan yang bersumber dari mesin.

Berdasarkan penjabaran diatas maka alternatif solusi permasalahan digambarkan secara rinci ke dalam bentuk *objective tree* pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Objective Tree

Alternatif solusi permasalahan yang telah dibuat selanjutnya dievaluasi untuk menentukan alternatif solusi terpilih. Proses evaluasi dilakukan dengan memberikan bobot pada masing-masing alternatif. Pembobotan dilakukan dengan mempertimbangkan empat kriteria yang terdiri dari jangkauan terhadap organisasi (*scope*), keuntungan/keefektifan (*benefit*), risiko yang dapat terjadi (*risk of failure*), dan pengaruh terhadap pengeluaran biaya (*cost*). Alternatif solusi dengan nilai pembobotan tertinggi dinyatakan sebagai alternatif solusi terpilih.

Tabel 4.18 berikut ini memperlihatkan apa saja yang termasuk dalam kriteria pembobotan.

Tabel 4.16 Kriteria Pembobotan

No	Jangkauan Terhadap Organisasi (<i>Scope</i>)	Keuntungan/Keefektifan (<i>Benefit</i>)	Risiko yang Dapat Terjadi (<i>Risk of Failure</i>)	Pengaruh Terhadap Pengeluaran Biaya (<i>Cost</i>)
1	Membentuk lingkungan kerja yang aman dan nyaman.	Meningkatkan kualitas pekerja.	Persetujuan dan dukungan perusahaan sulit diperoleh.	Biaya pengadaan fasilitas baru.
2	Menjadikan proses produksi lebih efisien dan efektif.	Penurunan beban kerja fisik dan tingkat kelelahan.	Kurangnya partisipasi pekerja saat menerapkan perbaikan.	Biaya perawatan fasilitas.
3	Meningkatkan kualitas dan kesejahteraan sumber daya manusia.	Peningkatan konsentrasi dalam bekerja.	Minimnya ketertarikan pekerja untuk mempelajari keterampilan baru.	Biaya program sosialisasi dan pelatihan.
4	Meningkatkan kualitas dan hasil produksi.	Meningkatkan produktivitas kerja.	Kurangnya sumber daya manusia yang ahli.	Biaya sumber daya fisik dan manusia.

4.2.8 Menganalisa Peran dan Tanggung Jawab

Pembobotan untuk masing-masing alternatif solusi dilakukan pada tahapan ini berdasarkan kriteria yang telah dibuat pada tabel 4.18. Kriteria bobot dibedakan menjadi dua bagian yaitu *favorable* yang setiap poin pada kriterianya bernilai +1 dan *unfavorable* yang setiap poin pada kriterianya bernilai -1. Kriteria *favorable* adalah jangkauan terhadap organisasi (*scope*) dan keuntungan/keefektifan (*benefit*). Kriteria *unfavorable* adalah risiko yang dapat terjadi (*risk of failure*) dan pengaruh terhadap pengeluaran biaya (*cost*).

Dibawah ini merupakan penjabaran dari proses pembobotan yang dilakukan terhadap masing-masing alternatif solusi.

1. Alternatif Solusi 1

Alternatif pertama yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan yaitu dengan melakukan penambahan fasilitas fisik kerja. Hasil pembobotan untuk alternatif ini dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.17 Pembobotan Alternatif Solusi 1

No	Jangkauan Terhadap Organisasi (<i>Scope</i>)	Keuntungan/ Keefektifan (<i>Benefit</i>)	Risiko yang Dapat Terjadi (<i>Risk of Failure</i>)	Pengaruh Terhadap Pengeluaran Biaya (<i>Cost</i>)
1	Membentuk lingkungan kerja yang aman dan nyaman.	Meningkatkan kenyamanan pekerja.	Persetujuan dan dukungan perusahaan sulit diperoleh.	Biaya pengadaan fasilitas baru.
2	Menjadikan proses produksi lebih efisien dan efektif.	Penurunan beban kerja fisik dan tingkat kelelahan.	Kurangnya partisipasi pekerja saat menerapkan perbaikan.	Biaya perawatan fasilitas.
3	Meningkatkan kualitas dan kesejahteraan sumber daya manusia.	Peningkatan konsentrasi dalam bekerja.	Minimnya ketertarikan pekerja untuk mempelajari keterampilan baru.	Biaya program sosialisasi dan pelatihan.
4	Meningkatkan kualitas dan hasil produksi.	Meningkatkan produktivitas kerja.	Kurangnya sumber daya manusia yang ahli.	Biaya sumber daya fisik dan manusia.
Bobot	4	4	-1	-3
Total	4			

Penambahan fasilitas sebagai alternatif solusi yang pertama terdiri dari empat poin yaitu dengan menambahkan ventilator udara, menambah kipas angin di area kerja, menambah *hand pallet*, dan memberikan *earmuff* atau *earplug*. Penambahan turbin ventilator dan kipas angin diusulkan supaya suhu area kerja dapat teratasi. Hal ini di karenakan suhu area kerja yang tinggi merupakan salah satu faktor yang menjadikan tubuh merasa lelah dan membuat pekerja lebih sering merasa haus. *Hand pallet* sebagai peralatan *material handling* ditambahkan guna mengurangi beban pekerja, sehingga pekerja tidak perlu mengangkat hasil olahan dari mesin satu ke mesin lainnya. Pemberian *earmuff* atau *earplug* merupakan usulan yang diberikan sebagai langkah mengatasi kebisingan yang ada di area kerja. Kebisingan dapat menjadi salah satu faktor dari tingginya kelelahan yang dialami ketika bekerja. Bekerja di area dengan kebisingan tinggi dapat menurunkan konsentrasi dalam bekerja sehingga menimbulkan gejala kelelahan seperti susah berfikir, pikiran menjadi kacau serta cenderung mudah melupakan sesuatu. Hal tersebut ditunjukkan pada jawaban pekerja di dalam kuesioner IFRC yang diberikan.

Berdasarkan uraian tersebut maka dampak dari alternatif solusi ini mampu menjangkau terhadap organisasi. Lingkungan kerja pada organisasi menjadi lebih aman dan nyaman, dengan berkurangnya kelelahan maka proses produksi yang menjadi lebih efektif dan efisien, kualitas dan kesejahteraan SDM menjadi lebih baik, serta kualitas dan hasil produksi juga meningkat. Keuntungan yang turut

diperoleh yaitu kenyamanan pekerja yang meningkat karena kebisingan dan suhu yang tinggi berkurang. Kurangnya intensitas angkat angkut, kebisingan dan suhu yang tinggi juga menguntungkan pekerja karena beban kerja fisik dan tingkat kelelahan dapat menurun. Selain itu konsentrasi dalam bekerja juga menjadi lebih baik dan berdampak pula pada produktivitas kerja yang dapat meningkat. Namun, dari setiap tindakan yang diambil tentunya memiliki risiko yang dapat terjadi dikemudian hari. Risiko yang kemungkinan terjadi dari penerapan alternatif ini adalah kurangnya partisipasi pekerja saat menerapkan perbaikan. Terutama pada penggunaan *earmuff* atau *earplug* karena tingkat kesadaran pekerja akan penggunaan alat pelindung diri yang rendah. Penambahan fasilitas baru tentunya tidak terlepas dari pengeluaran biaya. Hal ini bisa dilihat pada tabel 4.19 bahwa biaya yang perlu dikeluarkan adalah biaya pengadaan fasilitas baru itu sendiri, biaya perawatan fasilitas, serta biaya program sosialisasi dan pelatihan.

2. Alternatif Solusi 2

Alternatif kedua yang menjadi usulan adalah melakukan perbaikan kebijakan dan pengaturan kerja. Pengkajian yang dilakukan adalah terhadap waktu istirahat serta lamanya waktu kerja agar diketahui langkah apa yang dapat dilakukan selanjutnya. Hasil pembobotan untuk alternatif ini dapat dilihat pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.18 Pembobotan Alternatif Solusi 2

No	Jangkauan Terhadap Organisasi (<i>Scope</i>)	Keuntungan/ Keefektifan (<i>Benefit</i>)	Risiko yang Dapat Terjadi (<i>Risk of Failure</i>)	Pengaruh Terhadap Pengeluaran Biaya (<i>Cost</i>)
1	Membentuk lingkungan kerja yang aman dan nyaman.	Meningkatkan kualitas pekerja.	Persetujuan dan dukungan perusahaan sulit diperoleh.	Biaya pengadaan fasilitas baru.
2	Menjadikan proses produksi lebih efisien dan efektif.	Penurunan beban kerja fisik dan tingkat kelelahan.	Kurangnya partisipasi pekerja saat menerapkan perbaikan.	Biaya perawatan fasilitas.
3	Meningkatkan kualitas dan kesejahteraan sumber daya manusia.	Peningkatan konsentrasi dalam bekerja.	Minimnya ketertarikan pekerja untuk mempelajari keterampilan baru.	Biaya program sosialisasi dan pelatihan.
4	Meningkatkan kualitas dan hasil produksi.	Meningkatkan produktivitas kerja.	Kurangnya sumber daya manusia yang ahli.	Biaya sumber daya fisik dan manusia.
Bobot	3	4	-2	-2
Total	3			

Perbaikan kebijakan dalam pengaturan kerja merupakan alternatif kedua dalam usulan penyelesaian masalah beban kerja fisik dan tingkat kelelahan. Langkah yang diambil pada usulan ini adalah dengan mengatur sistem rotasi antar pekerja. Karena terdapat beberapa pekerja yang proses pertukaran kerjanya tidak menentu. Melakukan kajian terhadap waktu istirahat dan lamanya waktu kerja diusulkan mengingat jam kerja yang panjang dan waktu istirahat yang cukup singkat. Hal yang dapat dilakukan berkaitan dengan waktu istirahat adalah dengan menambahkan istirahat pendek.

Alternatif kedua ini dapat memperbaiki proses kerja di bagian produksi agar lebih efisien dan efektif sehingga kesejahteraan pekerja, kualitas dari pekerja maupun hasil produksi serta meningkat. Kualitas pekerja yang meningkat dianggap mampu menurunkan beban kerja fisik dan tingkat kelelahan yang dapat berdampak pada meningkatnya konsentrasi dalam bekerja dan produktivitas kerja yang ada. Setiap alternatif solusi yang diberikan tentunya memiliki risiko, dalam hal ini pekerja bisa saja tidak aktif dalam berpartisipasi dan tidak tertarik untuk mempelajari hal baru ketika diberlakukan rotasi kerja yang pasti. Alternatif ini juga memerlukan biaya dalam pelaksanaannya seperti biaya program sosialisasi dan pelatihan serta biaya sumber daya fisik dan manusia.

3. Alternatif Solusi 3

Alternatif ketiga yang diusulkan adalah dengan memperbaiki lingkungan fisik yang ada di perusahaan. Berikut ini merupakan hasil dari pembobotan yang dilakukan, dijabarkan dalam tabel 4.21.

Tabel 4.19 Pembobotan Alternatif Solusi 3

No	Jangkauan Terhadap Organisasi (<i>Scope</i>)	Keuntungan/ Keefektifan (<i>Benefit</i>)	Risiko yang Dapat Terjadi (<i>Risk of Failure</i>)	Pengaruh Terhadap Pengeluaran Biaya (<i>Cost</i>)
1	Membentuk lingkungan kerja yang aman dan nyaman.	Meningkatkan kualitas pekerja.	Persetujuan dan dukungan perusahaan sulit diperoleh.	Biaya pengadaan fasilitas baru.
2	Menjadikan proses produksi lebih efisien dan efektif.	Penurunan beban kerja fisik dan tingkat kelelahan.	Kurangnya partisipasi pekerja saat menerapkan perbaikan.	Biaya perawatan fasilitas.
3	Meningkatkan kualitas dan kesejahteraan sumber daya manusia.	Peningkatan konsentrasi dalam bekerja.	Minimnya ketertarikan pekerja untuk mempelajari keterampilan baru.	Biaya program sosialisasi dan pelatihan.
4	Meningkatkan kualitas dan hasil produksi.	Meningkatkan produktivitas kerja.	Kurangnya sumber daya manusia yang ahli.	Biaya sumber daya fisik dan manusia.
Bobot	3	4	-2	-3
Total	2			

Perbaikan lingkungan fisik diusulkan dengan melakukan evaluasi dan perbaikan terhadap tata letak mesin yang merupakan salah satu sumber dari kebisingan dan suhu yang tinggi. Posisi dari mesin dengan bunyi yang kuat mungkin dapat dirubah sehingga tidak terlalu dekat dengan area pekerja. Mengatasi kebisingan juga dapat dilakukan dengan langkah berupa memasang *enclosure* pada mesin sehingga dapat meredam bunyi yang dihasilkan oleh mesin. Sesuai dengan tabel 4.21 alternatif solusi kedua ini memberikan dampak baik dengan terpilihnya 3 poin pada kriteria jangkauan terhadap organisasi (*scope*). Melalui alternatif solusi ini dilihat dari kriteria keuntungan (*benefit*) seluruhnya terpenuhi. Namun alternatif solusi ini membutuhkan biaya yang besar, dimana biaya seperti pengadaan fasilitas, biaya perawatan, dan biaya sumber daya fisik dan manusia tidak dapat dihindari. Besarnya biaya tersebut menimbulkan risiko berupa sulitnya untuk mendapat persetujuan dan dukungan dari perusahaan mengingat dalam perbaikan lingkungan fisik ini tidak dapat dilakukan oleh sembarang orang sementara sumber daya manusia yang ahli masih kurang.

4.2.9 Memperbaiki Sub-Sistem Pendukung

Perbaikan terhadap sub-sistem pendukung dapat dikatakan sebagai suatu tahap yang dilakukan dengan merancang kembali faktor pendukung dan menggabungkannya ke dalam sub-sistem yang lebih baik sehingga didapatkanlah

solusi dari permasalahan yang dihadapi. Pembobotan alternatif solusi memiliki peran dalam proses perancangan dan perbaikan sub-sistem. Terdapat tiga alternatif solusi yang di dalamnya berisikan kombinasi dari langkah perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan. Tabel 4.22 menunjukkan hasil rekapitulasi dari bobot yang diperoleh dari setiap alternatif solusi yang ada.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Pembobotan Alternatif Solusi

No	Alternatif	Jangkauan Terhadap Organisasi (<i>Scope</i>)	Keuntungan/Keefektifan (<i>Benefit</i>)	Risiko yang Dapat Terjadi (<i>Risk of Failure</i>)	Pengaruh Terhadap Pengeluaran Biaya (<i>Cost</i>)	Total Bobot
1	Penambahan Fasilitas	4	4	-1	-3	4
2	Perbaikan Kebijakan Pengaturan Kerja	3	4	-2	-2	3
3	Perbaikan Lingkungan Fisik	3	4	-2	-3	2

Pembobotan dilakukan untuk mengevaluasi dan menentukan alternatif mana yang nantinya diusulkan atau direkomendasikan kepada perusahaan. Proses evaluasi dilakukan dengan mempertimbangkan dampak positif dan negatif yang dapat dihasilkan dari setiap alternatif. Apabila dilihat dari dampak positif alternatif pertama dan kedua yang memiliki bobot paling banyak. Hal tersebut ditandai dengan nilai pada kriteria jangkauan terhadap organisasi (*scope*) dan keuntungan/kefektifan (*benefit*) dari kedua alternatif tersebut seluruhnya memiliki bobot tinggi. Alternatif kedua memiliki dampak positif yang sama seperti yang diberikan alternatif ketiga tetapi dampak negatif yang kemungkinan terjadi ketika melaksanakan alternatif ketiga ini lebih besar sesuai dengan yang terlihat pada tabel 4.22. Hal ini dikarenakan besarnya biaya yang diperlukan untuk melaksanakan alternatif tersebut. Terlebih lagi persetujuan dan dukungan perusahaan yang sulit diperoleh, meskipun demikian perusahaan dapat mempertimbangkan alternatif tersebut mengingat dampak positif yang akan diperoleh.

Melihat hasil evaluasi dengan pembobotan yang telah dilakukan diketahui bahwa alternatif pertamalah yang memiliki bobot paling besar yaitu dengan total skor 4. Sesuai dengan bobot yang dimiliki maka alternatif pertama adalah alternatif terpilih yang digunakan untuk memperbaiki permasalahan terkait sistem kerja yang meliputi beban kerja fisik dan tingkat kelelahan. Alternatif pertama berisikan usulan untuk menambahkan fasilitas kerja khususnya bagi pekerja bagian produksi.

Fasilitas yang ditambahkan berupa turbin ventilator, kipas angin, *hand pallet* dan *earmuff* atau *earplug*. Turbin ventilator bekerja tanpa menggunakan tenaga listrik dan mengandalkan hembusan angin meskipun hembusan tersebut lemah. Perputaran pada turbin ventilator ini juga dikarenakan perbedaan tekanan udara yang terjadi di luar ruangan dan di dalam ruangan dimana udara yang panas akan keluar melalui bukaan yang ada pada turbin. Jumlah turbin ventilator yang dibutuhkan tentunya didapatkan melalui perhitungan dengan mempertimbangkan volume ruangan yang ada. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Ruangan produksi memiliki panjang ± 25 m, lebar ± 15 m, dan tinggi ± 7 m untuk bagian atap sendiri memiliki tinggi ± 3 m. Sehingga diperoleh volume ruangan keseluruhan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Volume Ruangan} &= (25 \times 15 \times 7) + \left(\frac{1}{2} \times 15 \times 3 \times 25\right) \\ &= 2625 + 562,5 \\ &= \pm 3187,5 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Apabila turbin ventilator yang digunakan bertipe *cyclone* turbin ventilator dengan diameter luar sebesar 45 cm dan dimensi (75×68×68) cm yang memiliki daya hisap 42,39 m³ per menit. Maka jumlah turbin yang dibutuhkan jika diinginkan frekuensi pergantian udara setiap 15 menit sekali adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Turbin} &= \frac{\text{Volume Ruangan}}{\text{Daya Hisap Turbin}} \\ &= \frac{3187,5}{42,39 \times 15} \\ &= \frac{3187,5}{635,85} \\ &= 5,012 \approx 6 \text{ buah}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan bahwa untuk ruangan produksi diperlukan sebanyak ± 6 buah turbin ventilator. Pemasangannya dapat dibuat 2 baris sejajar disepanjang ruangan dengan jarak antar turbin sejauh 10m.

Fasilitas lain yang ditambahkan dalam usulan ini adalah kipas angin, penambahan kipas angin lebih dipilih dibandingkan AC karena mempertimbangkan ruangan produksi briket yang menimbulkan lebih banyak debu, kotoran dan asap

yang bisa menyebabkan perawatan terhadap AC menjadi lebih sering sehingga biaya yang dikeluarkan menjadi lebih besar. Jumlah kipas angin yang diberikan disesuaikan dengan luas ruangan serta jumlah pekerja yang ada. Adapun perhitungan jumlah kipas angin yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. Diketahui menurut Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 kecepatan pertukaran udara yang ideal untuk setiap orang adalah $0,283 \text{ m}^3/\text{menit}$ atau $9,994 \text{ cfm}$ dibulatkan menjadi 10 cfm .
2. Apabila kipas yang digunakan merupakan *standing fan* berdiameter 18 inch dengan kecepatan 1400 rpm dan volume udara $90 \text{ m}^3/\text{menit}$ atau $3178,32 \text{ cfm}$. Maka jumlah kipas yang dibutuhkan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kipas} &= \frac{\text{Luas Ruangan} \times \text{Kebutuhan Pertukaran Udara Pekerja}}{\text{Kecepatan Hembusan Kipas}} \\ &= \frac{25 \times 15 \times 28 \times 10}{3178,32} \\ &= 33,04 \approx 34 \text{ buah} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan jumlah kipas yang dibutuhkan untuk mengurangi suhu ruangan yang tinggi pada bagian produksi adalah 34 buah. Kipas angin diletakkan di seluruh bagian ruangan dimana setiap satu buah kipas dapat menjangkau hingga 3 orang pekerja. Pemberian kipas angin sebanyak 34 buah ini dilakukan jika perusahaan tidak menerapkan usulan penambahan turbin ventilator. Apabila usulan pemberian turbin ventilator diterapkan maka suhu ruangan produksi menjadi lebih rendah dibandingkan sebelumnya sehingga jumlah kipas yang diberikan dapat dikurangi dan disesuaikan kembali dengan kebutuhan yang ada.

Penambahan fasilitas berupa *hand pallet* dapat diberikan kepada pekerja yang bertugas untuk memindahkan hasil *mixer* ke mesin homogen. Jumlah *hand pallet* yang diberikan dapat disesuaikan dengan jumlah mesin *mixer* yang ada. Mesin *mixer* yang digunakan pada bagian produksi yaitu sebanyak 4 buah. Maka *hand pallet* yang ditambahkan disarankan sebanyak 4 buah pula sehingga pekerja tidak perlu bergantian atau saling menunggu untuk menggunakannya. Penambahan fasilitas terakhir pada usulan ini adalah *earplug* atau *earmuff*, jumlah yang perlu diberikan dapat disesuaikan jumlah pekerja bagian produksi yaitu 26 pekerja kelompok A dan 28 pekerja kelompok B.

4.2.10 Implementasi, Iterasi, dan Penyempurnaan

Tahap implementasi, iterasi, dan penyempurnaan merupakan tahap akhir dari pengolahan data menggunakan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD). Proses implementasi merupakan suatu tahap yang tidak dapat dilakukan secara instan pada perusahaan, tidak adanya kepemilikan wewenang dan otoritas adalah penyebab tidak dilakukannya pengimplementasian solusi secara langsung di lapangan. Sehingga pada tahap ini proses rancangan perbaikan yang ada hanya diberikan sebagai suatu rekomendasi atau saran kepada perusahaan.

4.3 Analisa dan Pembahasan Hasil

Pengolahan data menggunakan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) yang di dalamnya termasuk pengukuran beban kerja fisik dan tingkat kelelahan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) serta *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) telah dilakukan dan mendapatkan hasil. Analisa dan pembahasan hasil tersebut dijabarkan lebih rinci ke dalam poin-poin berikut.

4.3.1 Analisa Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik merupakan beban kerja yang diukur menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL). Metode *Cardiovascular Load* (CVL) dapat mengukur beban kerja fisik dengan membandingkan denyut nadi maksimum dengan denyut nadi kerja. Hasil yang didapatkan berupa persentase CVL yang dikategorikan sesuai dengan ketentuan yang ada. Pengumpulan denyut nadi pada masing-masing pekerja dilakukan sebanyak 2 kali yaitu denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat menggunakan alat berupa *finger tips oxymeter*. Kegiatan tersebut dilaksanakan terhadap 20 pekerja dari kelompok A dan 18 pekerja dari kelompok B di bagian produksi.

Berdasarkan pengolahan data *Cardiovascular Load* (CVL) diketahui bahwa pekerja di bagian produksi memiliki tingkat beban kerja yang hampir sama. Hal ini ditandai dengan nilai %CVL pekerja yang masuk ke dalam kategori yang tidak jauh berbeda. Metode *Cardiovascular Load* (CVL) membagi beban kerja ke dalam 5 jenis kategori yaitu ringan, sedang, agak berat, berat, dan sangat berat. Beban kerja yang dialami pekerja bagian produksi masuk pada kategori ringan dan sedang. Beban kerja ringan dialami oleh 2 orang pekerja yang memiliki rentang %CVL

kurang dari 30%. Beban kerja sedang dialami oleh 36 orang pekerja dengan rentang %CVL berada pada $30\% < \%CVL \leq 60\%$.

Pekerja yang masuk pada beban kerja ringan keduanya berasal dari kelompok pekerja A. Nilai %CVL pada kedua pekerja tersebut adalah 29,11% dan 26,97%. Kategori beban kerja ringan menunjukkan indikasi bahwa pekerja tidak mengalami kelelahan sehingga belum perlu dilakukan perbaikan. Rendahnya nilai %CVL kedua pekerja tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah selisih dari denyut nadi ketika istirahat dan denyut nadi ketika bekerja yang tidak terlalu jauh. Pekerjaan yang tidak banyak berpindah posisi juga menjadi faktor penyebab peningkatan denyut nadi tidak terlalu signifikan. Pekerjaan seperti mengoperasikan mesin homogen, *press*, serta melakukan *supply* briket dari *conveyor* ke pekerja yang menyusun ke rak/troli memang tidak memerlukan banyak perpindahan posisi dimana anggota tubuh yang lebih aktif hanyalah bagian atas saja. Faktor lain seperti usia, jenis kelamin, dan kondisi kesehatan juga berpengaruh pada denyut jantung yang dialami oleh pekerja.

Kategori beban kerja sedang dialami sebanyak 36 pekerja, artinya selain 2 pekerja yang mengalami beban kerja ringan pekerja lainnya masuk ke dalam kategori beban kerja sedang. Beban kerja sedang ini ditandai dengan nilai %CVL yang berada pada rentang $30\% < \%CVL \leq 60\%$. Berdasarkan nilai %CVL pekerja dengan kategori sedang ini terdapat 3 pekerja dengan %CVL tertinggi dengan persentase 57,83%, 53,66%, dan 51,56%. Penyebab tingginya %CVL pada ketiga pekerja tersebut ialah peningkatan denyut nadi yang dialami dari istirahat hingga bekerja cukup signifikan. Pekerjaan yang dilakukan juga memiliki mobilitas yang tinggi dimana pekerja mengangkat bahan yang harus diolah dari mesin satu ke mesin lainnya secara manual sehingga membutuhkan tenaga yang lebih ekstra. Meskipun tidak sering mengangkat dan memindahkan bahan baku, bekerja dengan posisi berdiri dalam waktu yang cukup lama juga dapat menyebabkan peningkatan denyut jantung. Usia yang lebih tua juga menyebabkan kelelahan lebih cepat dirasakan oleh pekerja tersebut.

4.3.2 Analisa Tingkat Kelelahan

Tingkat kelelahan pada penelitian ini merupakan kondisi yang diukur menggunakan secara subjektif. Metode yang digunakan adalah *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC). Kuesioner IFRC disebarikan kepada seluruh responden yang berjumlah 38 orang dengan 20 orang pekerja kelompok A dan 18 orang pekerja kelompok B. Pekerja yang mengisi kuesioner ini merupakan pekerja yang menjadi responden dari pengukuran beban kerja fisik menggunakan *Cardiovascular Load* (CVL). Metode IFRC mengukur tingkat kelelahan berdasarkan 3 kategori yaitu pelemahan kegiatan, pelemahan motivasi, dan kelelahan fisik. Setiap kategori tersebut memiliki masing-masing 10 instrumen didalamnya.

Tingkat kelelahan dalam IFRC memiliki 4 jenis klasifikasi mulai dari rendah, sedang, tinggi, hingga sangat tinggi. Pengolahan data menunjukkan dari 38 pekerja di bagian produksi 21 orang pekerja masuk pada klasifikasi rendah, 15 orang pekerja masuk pada klasifikasi sedang, dan 2 orang pekerja masuk pada klasifikasi tinggi. Secara keseluruhan pekerja di bagian produksi memiliki tingkat kelelahan sedang dengan rata-rata skor IFRC sebesar 53,03. Pekerja di bagian produksi tidak ada yang tingkat kelelahannya teridentifikasi masuk pada klasifikasi sangat tinggi. Tingkat kelelahan yang sudah masuk pada klasifikasi sedang dan tinggi artinya membutuhkan perbaikan namun tidak segera. Pentingnya perbaikan adalah menghindari hal-hal yang tidak diinginkan contohnya seperti kecelakaan kerja yang bisa saja terjadi dikemudian hari.

Metode IFRC mengukur tingkat kelelahan secara subjektif, artinya pekerja diberikan kesempatan untuk memberikan jawaban serta penilaian terhadap setiap instrumen didalam kuesioner berdasarkan pandangannya masing-masing mengenai keadaan yang dialaminya selama bekerja. Melihat hasil dari jawaban pekerja pada kuesioner kategori yang paling tinggi dalam mempengaruhi tingkat kelelahan kerja ada kelelahan fisik kemudian disusul dengan kategori pelemahan kegiatan dan pelemahan motivasi. Instrumen dengan skor tertinggi pada kategori kelelahan fisik adalah merasa haus. Rata-rata pekerja memberikan skor pada instrumen tersebut pada skala 3 hingga 4 atau sering hingga sangat sering. Rasa haus tentu saja lebih mudah dirasakan oleh setiap pekerja dilihat dari pekerjaan yang mengharuskan

untuk aktif bergerak dan dilakukan terus menerus dalam jangka waktu yang panjang. Suhu yang cukup tinggi saat bekerja juga menjadi penyebab pekerja mudah merasakan haus, karena pada suhu tinggi tentunya memicu tubuh untuk berkeringat. Instrumen yang juga memiliki skor tinggi pada kategori kelelahan fisik ini adalah nyeri di punggung. Posisi kerja yang kurang ergonomis dan pekerjaan yang cukup berat menjadikan nyeri punggung banyak dirasakan oleh pekerja. Posisi kerja yang dimaksud ialah keadaan membungkuk, pekerjaan seperti mengangkat bahan baku mengharuskan pekerja untuk membungkuk ketika mengambil bahan baku tersebut dari lantai. Adapun rata-rata skor yang diberikan pekerja untuk instrumen nyeri punggung ialah 2 hingga 3 atau kadang-kadang hingga sering.

Kategori tingkat kelelahan IFRC yang banyak dirasakan pekerja berikutnya adalah kategori pelemahan kegiatan. Pelemahan kegiatan merupakan gejala-gejala kelelahan yang mengakibatkan terganggunya pekerja ketika sedang melakukan kegiatan kerjanya. Terdapat dua instrumen yang memiliki skor tinggi pada kategori ini yaitu lelah seluruh badan dan sering menguap saat bekerja. Rata-rata skor yang diberikan ialah 2 hingga 3 dengan kata lain banyak pekerja yang merasakannya dalam skala kadang-kadang hingga sering. Pekerjaan yang mengharuskan pekerja untuk terus bergerak merupakan penyebab terjadinya kelelahan pada tubuh. Kondisi kerja yang diberlakukan dalam 1 *shift* saja menjadikan pekerja ingin melakukan pekerjaannya lebih cepat supaya bisa menghasilkan briket yang lebih banyak. Kelelahan tubuh inilah yang dapat menyebabkan rasa kantuk. Rasa kantuk juga dipengaruhi oleh jam tidur pekerja pada malam hari apakah teratur atau tidak. Oleh karena itu, salah satu cara dalam mengurangi rasa kantuk saat bekerja adalah dengan mengatur jam tidur yang teratur karena tubuh membutuhkan istirahat yang cukup setelah melakukan pekerjaan yang berat.

Kelelahan fisik dan pelemahan kegiatan yang terjadi pada pekerja dapat mempengaruhi pelemahan motivasi. Instrumen pada kategori pelemahan motivasi yang paling sering dirasakan pekerja adalah lelah untuk berbicara dan cenderung mudah melupakan sesuatu. Selain dikarenakan kelelahan, instrumen lelah untuk berbicara juga dapat dipengaruhi faktor lainnya. Salah satunya adalah kondisi lingkungan yang memiliki tingkat kebisingan cukup tinggi sehingga ketika berbicara membutuhkan intonasi yang lebih tinggi agar dapat terdengar. Sedangkan

untuk instrumen cenderung mudah melupakan sesuatu dipengaruhi oleh rasa lelah yang menjadikan pekerja kurang fokus saat bekerja. Namun dilihat dari rata-rata skor yang diberikan kedua instrumen ini memiliki intensitas yang rendah. Adapun rata-rata skornya adalah 1 hingga 2 yang artinya tidak pernah hingga kadang-kadang saja dirasakan pekerja dalam satu minggu.

4.3.3 Analisa Faktor Pengaruh Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan

Perhitungan pengaruh antara beban kerja fisik dan tingkat kelelahan dilakukan sebagai alternatif dari tahap membangun matriks varian pada metode MEAD. Pengaruh beban kerja fisik dan tingkat kelelahan diukur menggunakan beberapa pengujian. Uji yang dilakukan adalah uji korelasi *Bivariate Pearson* dan uji regresi linear sederhana. Secara spesifik uji korelasi *Bivariate Pearson* digunakan untuk mengukur keeratan dan arah dari hubungan yang terbentuk antara variabel independen (X) yaitu beban kerja dengan variabel dependen (Y) yaitu tingkat kelelahan. Uji regresi linear sederhana atau bisa juga disebut sebagai uji T merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh yang diberikan oleh variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y).

Uji korelasi *Bivariate Pearson* pada pengolahan data menunjukkan hasil bahwa antara variabel independen (X) beban kerja dengan variabel dependen (Y) tingkat kelelahan tidak memiliki korelasi. Hal tersebut dibuktikan dari nilai *Sig. (2-tailed)* pada hasil uji menggunakan SPSS lebih besar dibandingkan dengan taraf signifikansi 0,05. Koefisien korelasi dari kedua variabel X dan Y dapat dilihat melalui nilai *r* hitung. Nilai *r* hitung dapat menunjukkan tingkat keeratan hubungan antara variabel X dan Y serta menunjukkan arah yang terbentuk apakah searah atau berlawanan. Nilai *r* hitung yang diperoleh pada perhitungan sangat kecil yaitu 0,028 artinya antara variabel X dan Y adalah tidak berhubungan. Hal tersebut sesuai dengan pedoman menurut Hair, dkk. (2010: 522) bahwa koefisien korelasi dengan nilai $\pm 0,00$ hingga $\pm 0,20$ masuk ke dalam kategori tidak ada hubungan. Sejalan dengan nilai *r* hitung atau koefisien korelasi yang dibandingkan dengan nilai *r* tabel (0,320) menunjukkan bahwa variabel X dan Y tidak memiliki hubungan. Menurut ketentuan yang ada apabila nilai *r* hitung lebih kecil dari nilai *r* tabel maka tidak terdapat korelasi antar variabel X dan Y. diketahui bahwa nilai *r* hitung memang lebih kecil daripada nilai *r* tabel yaitu $0,028 < 0,320$.

Berdasarkan uji regresi linear didapatkan hasil bahwa variabel beban kerja fisik (X) tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel kelelahan kerja (Y). Hal ini ditunjukkan oleh nilai signifikansi (*Sig.*) pada uji regresi linear dengan SPSS 0,867 yang lebih besar dibandingkan dengan 0,05. Ketentuan yang berlaku untuk pengambilan keputusan dalam uji regresi linear adalah menerima H_0 yaitu tidak adanya pengaruh yang signifikan dari beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan apabila nilai signifikansi $\geq 0,05$. Keputusan tersebut juga didukung dengan nilai *t* hitung pada SPSS yang lebih kecil dari pada nilai *t* tabel ($0,169 < 2,028$). Karena nilai *t* hitung $< t$ tabel mengindikasikan bahwa variabel X tidak mempengaruhi variabel Y secara signifikan. Hasil pengujian pada penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Oktavia, dkk. (2021) bahwa beban kerja fisik tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Oktavia, dkk. (2021) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa dalam mempengaruhi tingkat kelelahan terdapat faktor lain seperti usia, jenis kelamin, kondisi kesehatan, dan lain sebagainya.

Beban kerja fisik secara teoritis merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya kelelahan. Berdasarkan perhitungan beban kerja yang dilakukan menggunakan metode CVL didapatkan rata-rata beban kerja pada seluruh pekerja masuk ke dalam kategori sedang dengan nilai %CVL 37,87%. Nilai %CVL tersebut berbanding lurus dengan rata-rata tingkat kelelahan pekerja yang diukur dengan metode IFRC yaitu masuk dalam kategori sedang. Perbedaan hasil yang didapatkan antara teori dan analisa menggunakan uji korelasi *Bivariate Pearson* dan uji regresi linear sederhana dapat dipengaruhi oleh perbedaan nilai skala pada pengelompokan kategori didalam metode CVL dan IFRC. Perbedaan hasil ini juga dapat dipengaruhi kemungkinan adanya faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan kelelahan namun tidak diukur dalam penelitian ini.

4.3.4 Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan diberikan untuk mengurangi beban kerja fisik serta tingkat kelelahan yang dialami pekerja sehingga produktivitas kerja dapat meningkat. Beban kerja fisik dan tingkat kelelahan merupakan varian yang terdapat pada lantai produksi dan dapat mempengaruhi produktivitas kerja. Pemberian usulan perbaikan didasarkan pada proses pengolahan data yang telah dilakukan. Alternatif solusi

yang diusulkan dibedakan menjadi 3 jenis yaitu penambahan fasilitas, perbaikan lingkungan fisik, dan perbaikan kebijakan pengaturan kerja. Apabila dijabarkan maka poin-poin usulan sebagai berikut.

1. Menambahkan turbin ventilator udara sehingga sirkulasi udara di ruang kerja menjadi lebih lancar dan menurunkan suhu ruang
2. Menambahkan kipas angin di area kerja produksi untuk menurunkan suhu ruangan.
3. Pemberian peralatan *material handling* berupa *hand pallet* untuk mengurangi aktivitas angkat yang dilakukan pekerja
4. Pemberian *earmuff* atau *earplug* kepada pekerja di bagian produksi.
5. Perbaikan rotasi kerja antar pekerja di bagian produksi untuk mengurangi beban kerja serta kelelahan yang dialami.
6. Melakukan kajian ulang terhadap jam kerja dan waktu istirahat yang selama ini diterapkan.
7. Evaluasi serta perbaikan tata letak mesin yang menjadi sumber kebisingan dan panas.
8. Melakukan pemasangan peredam atau *enclosure* pada mesin-mesin yang digunakan.

Penentuan usulan yang lebih sesuai untuk diterapkan sudah dilakukan pada proses pembobotan. Hasil yang diperoleh dari pembobotan tersebut adalah terpilihnya alternatif solusi untuk melakukan penambahan fasilitas. Penambahan fasilitas dilakukan untuk mengurangi tingkat kebisingan dan tingginya suhu ruang. Hal ini diusulkan dengan harapan bahwa gejala-gejala kelelahan yang sering dirasakan oleh pekerja sesuai dengan jawaban pada kuesioner IFRC mengalami penurunan intensitas. Berdasarkan usulan pada alternatif solusi pertama ini maka dalam prosesnya perusahaan perlu melakukan langkah lanjutan. Langkah yang dimaksud yaitu dengan menyediakan peralatan yang mendukung ketika pengadaan dan penambahan fasilitas. Fasilitas seperti *hand pallet* serta *earmuff* atau *earplug* dapat berisiko rusak hingga hilang apabila tidak dirawat dengan baik, sehingga perusahaan sebaiknya menyediakan tempat untuk meletakkan fasilitas ketika sudah selesai digunakan. Adanya fasilitas baru berupa *hand pallet* serta *earmuff* atau *earplug* yang digunakan pekerja maka dibutuhkan petugas yang dapat melakukan

penyuluhan mengenai cara penggunaan serta perawatannya. Sehingga pekerja dapat mengerti dengan baik tata cara penggunaan peralatan dengan baik. Peralatan yang diberikan juga menjadi awet dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem kerja terdiri dari pekerja, mesin, dan lingkungan kerja yang saling berinteraksi. Hasil analisis dengan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) menunjukkan:
 - a. Pekerja di bagian produksi dibagi menjadi dua kelompok dengan total keseluruhan 26 orang kelompok A dan 28 orang kelompok B. Beban kerja fisik pekerja diukur menggunakan metode CVL dari 38 pekerja yang menjadi responden diketahui tidak ada pekerja yang mengalami beban kerja berat, 36 pekerja mengalami beban kerja sedang dan sebanyak 2 pekerja lainnya mengalami beban kerja ringan dengan nilai %CVL yaitu 29,11% dan 26,97%. Tingkat kelelahan pekerja diukur menggunakan metode IFRC. Pengukuran yang dilakukan memperoleh hasil bahwa sebanyak 21 pekerja masuk pada tingkat kelelahan klasifikasi rendah, 15 pekerja masuk pada tingkat kelelahan klasifikasi sedang, 2 pekerja masuk pada tingkat kelelahan klasifikasi tinggi dengan total skor IFRC 76 dan 77. Tingginya tingkat kelelahan yang dialami kedua pekerja tersebut disebabkan oleh jenis pekerjaan yang memiliki mobilitas tinggi. Selain itu faktor seperti lamanya masa kerja dimana tubuh pekerja dengan masa kerja yang singkat masih beradaptasi dengan pekerjaan yang dilakukan sehingga kelelahan lebih sering dirasakan. Kelelahan juga dipengaruhi oleh faktor usia dimana pekerja dengan usia yang lebih tua ketahanan tubuhnya menjadi semakin rendah sehingga mudah merasakan lelah.
 - b. Mesin yang digunakan di bagian produksi terdiri dari 4 mesin *mixer*, 8 mesin homogen, 3 mesin *press*, serta 1 mesin potong yang dalam pengoperasiannya masih menggunakan tenaga manusia. Proses pemasukan dan pemindahan bahan sebagian besar masih dilakukan secara manual oleh pekerja.
 - c. Lingkungan kerja yang dianalisis merupakan lingkungan fisik kerja yang terdiri dari tingkat kebisingan dan suhu ruangan. Rata-rata tingkat kebisingan

pada bagian produksi adalah 84,3 db dan rata-rata suhu ruangan bagian produksi adalah 33,13°C.

Usulan perbaikan sistem kerja dilakukan dengan mengatasi faktor yang terkait dengan penyebab adanya beban kerja fisik serta tingkat kelelahan. Terdapat beberapa usulan yang diberikan yaitu pada alternatif solusi pertama sebaiknya perusahaan menambahkan fasilitas, alternatif kedua adalah melakukan perbaikan kebijakan pengaturan kerja, dan alternatif solusi ketiga perusahaan disarankan untuk mempertimbangkan lagi untuk melakukan perbaikan lingkungan fisik. Berdasarkan pembobotan alternatif solusi yang dilakukan pada pendekatan MEAD terpilih alternatif solusi pertama sebagai usulan yang paling sesuai. Adapun yang masuk ke dalam kategori alternatif solusi pertama terdiri dari beberapa langkah. Sesuai dengan perhitungan yang dilakukan pada pengolahan data, langkah pertama yang dilakukan adalah menambahkan sebanyak 6 buah turbin ventilator udara. Apabila langkah pertama tidak dipilih untuk mengatasi suhu ruang yang tinggi maka dapat melakukan langkah kedua dengan menambahkan sebanyak 34 buah kipas angin. Langkah ketiga penambahan sebanyak 4 *hand pallet* guna mengurangi kegiatan angkat pekerja. Langkah keempat untuk mengatasi kebisingan dengan memberikan *earmuff* atau *earplug*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan kepada pihak perusahaan serta pekerja pada bagian produksi adalah sebagai berikut.

1. Perusahaan diharapkan dapat mempertimbangkan dan menerapkan usulan perbaikan yang diberikan sehingga beban kerja fisik dan tingkat kelelahan berkurang dan diperoleh produktivitas kerja yang lebih baik.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan kombinasi metode lainnya dalam mengidentifikasi sistem kerja.
3. Penelitian lanjutan dapat menggunakan responden yang lebih besar dengan mengikutsertakan pekerja dari bagian lain di perusahaan sehingga hasil yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi perusahaan secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, R. D., & Iftadi, I. 2016. *Analisis dan Perancangan Sistem Kerja*, 1st ed. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Hair, J. F. B., W. C., Babin, B., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. 2010. *Multivariate Data Analysis*, 7th ed. New Jersey: Peorsen, Prentice Hall.
- Hendrick. 1986. *Macroergonomics: A Conceptual Model for Integrating Human Factors with Organizational Design*. Human Factors in Organizational Design and Management. Hal: 467–478.
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. 2002. *Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Iridiastadi, H., & Yassierli. 2014. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Irzal, M. K. 2016. *Dasar-Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, 1st ed. Jakarta: Kencana.
- Kleiner, B. M. 2006. *Macroergonomics: Analysis and Design of Work Systems*. Applied Ergonomics, 37(1 SPEC. ISS.). Hal: 81–89.
- Mahawati, E., Yuniwati, I., Ferinia, R., Rahayu, P. P., Fani, T., Sari, A. P., Setijaningsih, R. A., Fitriyatnur, Q., Sesilia, A. P., Mayasari, I., & others. 2021. *Analisis Beban Kerja dan Produktivitas Kerja*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Mosard, G. R. 1982. *A Generalized Framework and Methodology for Systems Analysis*. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-29 (3). Hal: 81–87.
- Mustafa, S. A., Zalinda Othman, Q., Kamaruddin, S., Othman, Z., & Mokhtar, M. 2009. *Ergonomics Awareness and Identifying Frequently Used Ergonomics Programs in Manufacturing Industries Using Quality Function Deployment*. American Journal of Scientific Research, (3). Hal: 51–66.
- Nurmianto, E. 2004. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, 2nd ed. Surabaya: Guna Widya.
- Oktavia, S., Rahmawati, R., & Uslianti, S. 2021. *Pengukuran Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Karyawan PT. XYZ Menggunakan Metode CVL dan IFRC*. Jurnal TIN Universitas Tanjungpura, Vol. 5 (1). Hal: 205–210.
- 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 - Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 12 (1). Hal: 36–47.
- Ristyowati, T., & Wibawa, T. 2018. *Perancangan Sistem Kerja untuk Meningkatkan Hasil Produksi Melalui Pendekatan Macroergonomic Analysis and Design di Sentra Industri Batik Ayu Arimbi Sleman*. OPSI - Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 11 (2). Hal: 125-133.

- Sari, L. R., & Berlianty, I. 2019. *Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Produktivitas Dengan Pendekatan Ergonomi Makro (Studi Kasus di PT. Murakabi Jaya Mandiri)*. OPSI - Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 12 (1). Hal 48–52.
- Septio, Y. R., Suhardi, B., Astuti, R. D., & Adiasa, I. 2020. *Analisis Tingkat Kebisingan, Beban Kerja dan Kelelahan Kerja Bagian Weaving di PT. Wonorejo Makmur Abadi Sebagai Dasar untuk Perbaikan Proses Produksi*. Performa: Media Ilmiah Teknik Industri, Vol. 19 (1). Hal 19–26.
- Sugiono, Putro, W. W., & Sari, S. I. K. 2018. *Ergonomi untuk Pemula Prinsip Dasar & Aplikasinya*, 1st ed. Malang: UB Press.
- Susanti, L., Zadry, H., & Yuliandra, B. 2015. *Pengantar Ergonomi Industri*. Padang: Andalas University Press.
- Sutalaksana, I. Z., Ruhana, A., & John, H. T. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Tangahu, M., Purnomo, H., & Mansur, A. 2017. *Desain Sistem Kerja Mesin Pemipih Jagung yang Ergonomi untuk Meningkatkan Produktivitas. PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, Vol. 1 (2). Hal. 90–98.
- Tarwaka. 2014. *Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*, 11th ed. Surakarta: Harapan Press.
- Tarwaka, Bakri, S. H. A., & Sudiajeng, L. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, 1st ed. Surakarta: UNIBA Press.
- Zein, R. 2020. *Analisis Perbaikan Sistem Kerja Menggunakan Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) di PTPN IV PKS Gunung Bayu*. Skripsi Tugas Sarjana. Universitas Sumatera Utara.

LAMPIRAN A

REKAPITULASI %CVL DAN TINGKAT KELELAHAN (IFRC)

SELURUH PEKERJA

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Kelompok Produksi	%CVL	Kategori CVL	Total Skor IFRC	Klasifikasi
1	Responden 1	L	30	A	30,69	Sedang	49	Rendah
2	Responden 2	L	20	A	33,33	Sedang	45	Rendah
3	Responden 3	L	21	A	35,19	Sedang	76	Tinggi
4	Responden 4	L	27	A	34,29	Sedang	52	Rendah
5	Responden 5	L	25	A	34,58	Sedang	53	Sedang
6	Responden 6	L	46	A	42,53	Sedang	54	Sedang
7	Responden 7	L	47	A	46,24	Sedang	77	Tinggi
8	Responden 8	L	38	A	39,00	Sedang	49	Rendah
9	Responden 9	L	20	A	35,09	Sedang	38	Rendah
10	Responden 10	L	21	A	32,46	Sedang	39	Rendah
11	Responden 11	P	41	A	43,94	Sedang	40	Rendah
12	Responden 12	P	25	A	37,78	Sedang	48	Rendah
13	Responden 13	P	20	A	39,53	Sedang	49	Rendah
14	Responden 14	P	24	A	29,11	Ringan	66	Sedang
15	Responden 15	P	40	A	44,78	Sedang	45	Rendah
16	Responden 16	P	43	A	45,00	Sedang	45	Rendah
17	Responden 17	P	26	A	34,94	Sedang	70	Sedang
18	Responden 18	P	23	A	26,97	Ringan	49	Rendah
19	Responden 19	P	35	A	35,90	Sedang	51	Rendah
20	Responden 20	P	41	A	48,48	Sedang	43	Rendah
21	Responden 21	L	20	B	33,90	Sedang	44	Rendah
22	Responden 22	L	19	B	33,05	Sedang	55	Sedang
23	Responden 23	L	20	B	35,59	Sedang	58	Sedang
24	Responden 24	L	54	B	57,83	Sedang	49	Rendah
25	Responden 25	L	38	B	43,88	Sedang	48	Rendah
26	Responden 26	L	27	B	35,00	Sedang	55	Sedang
27	Responden 27	L	50	B	53,66	Sedang	53	Sedang
28	Responden 28	L	29	B	37,96	Sedang	45	Rendah
29	Responden 29	L	20	B	31,67	Sedang	39	Rendah
30	Responden 30	L	25	B	35,19	Sedang	57	Sedang
31	Responden 31	L	21	B	30,36	Sedang	50	Rendah
32	Responden 32	P	23	B	33,71	Sedang	66	Sedang
33	Responden 33	P	24	B	38,20	Sedang	65	Sedang
34	Responden 34	P	20	B	31,18	Sedang	51	Rendah
35	Responden 35	P	18	B	32,98	Sedang	54	Sedang
36	Responden 36	P	46	B	51,56	Sedang	57	Sedang
37	Responden 37	P	38	B	41,89	Sedang	62	Sedang
38	Responden 38	P	25	B	31,46	Sedang	69	Sedang

LAMPIRAN B

PERMOHONAN PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN

Yth. Karyawan Lantai Produksi PT. XYZ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubung dengan pemenuhan Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, maka saya:

Nama : Merry Ayu Ningsih

NIM : D1061181010

Memohon kesediaan bapak/ibu serta saudara/i untuk menjadi responden penelitian saya yang berjudul "**Usulan Perbaikan Sistem Kerja untuk Mengurangi Beban Kerja Fisik dan Tingkat Kelelahan Berdasarkan Pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)***".

Saya membutuhkan informasi melalui bapak/ibu serta saudara/i sebagai data penelitian. Semua data serta jawaban yang diberikan dalam kuesioner akan dirahasiakan. Oleh karena itu, bapak/ibu serta saudara/i dimohon untuk memberikan jawaban sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya terjadi dan dialami oleh diri Anda masing-masing. Keberhasilan penelitian ini sangat bergantung pada partisipasi bapak/ibu serta saudara/i. Sebelum mengembalikan kuesioner silakan periksa kembali setiap jawaban yang diberikan, jangan sampai ada pertanyaan yang terlewatkan. Atas partisipasi serta kerja sama yang telah diberikan, saya ucapkan terimakasih. Apabila terdapat kendala serta hal-hal yang ingin ditanyakan, silahkan untuk menghubungi nomor yang tertera dibawah ini.

HP/WA : 085849740718

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Hormat Saya,

Merry Ayu Ningsih
NIM. D1061181010

LAMPIRAN C

KUESIONER PENGUKURAN TINGKAT KELELAHAN IFRC

Nama :
Jenis Kelamin :
Usia :
Lama Kerja :
Posisi Pekerjaan :

Petunjuk Pengisian:

Berilah tanda centang (✓) pada salah satu dari empat skala yang ada pada masing-masing pertanyaan yang ada pada kuesioner ini. Berikan jawaban yang menurut Anda paling sesuai dengan keadaan dan perasaan yang sesungguhnya Anda alami selama bekerja.

Keterangan:

SS = Sangat Sering (Apabila dirasakan hampir setiap hari dalam seminggu)
S = Sering (Dirasakan 3-4 hari dalam seminggu)
K = Kadang-Kadang (Dirasakan 1-2 hari dalam seminggu)
TP = Tidak Pernah (Tidak pernah terasa dalam seminggu)

Apakah saat atau setelah Anda bekerja, Anda pernah mengalami gejala-gejala berikut?

1. Pelemahan Kegiatan

No.	Gejala	SS	S	K	TP
1.	Perasaan berat di kepala				
2.	Lelah seluruh badan				
3.	Berat di kaki				
4.	Sering menguap saat bekerja				
5.	Pikiran kacau saat bekerja				
6.	Mengantuk				
7.	Ada beban pada mata				
8.	Gerakan kaku dan canggung				
9.	Berdiri tidak stabil atau sempoyongan				
10.	Ingin berbaring				

2. Pelemahan Motivasi

No.	Gejala	SS	S	K	TP
1.	Susah berfikir				
2.	Lelah untuk berbicara				
3.	Merasa gugup				
4.	Tidak bisa berkonsentrasi				
5.	Tidak bisa memusatkan perhatian				
6.	Cenderung mudah melupakan sesuatu				
7.	Kurangnya kepercayaan diri				
8.	Merasa cemas				
9.	Sulit dalam mengontrol sikap				
10.	Tidak tekun dalam pekerjaan				

3. Kelelahan Fisik

No.	Gejala	SS	S	K	TP
1.	Sakit di kepala				
2.	Kaku di bahu				
3.	Nyeri di punggung				
4.	Sesak nafas				
5.	Merasa haus				
6.	Suara menjadi serak				
7.	Merasa pening				
8.	Merasa ada yang mengganjal di kelopak mata				
9.	Badan mengalami gemetar				
10.	Merasa kurang sehat				

LAMPIRAN D

REKAPITULASI DNI DAN DNK SELURUH RESPONDEN

1. DNI dan DNK Pekerja Bagian Produksi Kelompok A

Nama	DNI							DNK						
	Tanggal						Rata-Rata	Tanggal						Rata-Rata
	7	9	11	15	17	19		7	9	11	15	17	19	
Responden 1	84	93	97	84	86	89	89	119	106	121	111	131	129	120
Responden 2	88	80	79	87	90	75	83	109	112	122	126	129	131	122
Responden 3	86	88	92	99	86	95	91	119	149	126	128	131	121	129
Responden 4	86	90	89	90	87	87	88	119	112	125	134	135	116	124
Responden 5	90	89	87	89	89	85	88	122	123	124	127	124	129	125
Responden 6	80	92	86	87	90	86	87	125	120	132	115	130	120	124
Responden 7	77	77	75	83	87	80	80	109	121	125	124	130	131	123
Responden 8	84	90	76	73	86	82	82	112	132	112	126	126	120	121
Responden 9	86	81	92	88	84	86	86	112	112	129	131	134	137	126
Responden 10	82	90	89	85	82	80	85	114	125	122	120	128	123	122
Responden 11	79	99	91	89	99	98	93	120	115	120	120	137	118	122
Responden 12	80	81	84	82	87	94	85	119	115	114	116	120	127	119
Responden 13	91	98	91	84	99	102	94	121	131	126	118	137	134	128
Responden 14	96	103	94	99	97	92	97	115	121	119	123	127	112	120
Responden 15	89	99	91	96	97	86	93	129	130	131	113	112	120	123
Responden 16	89	99	101	102	96	95	97	119	121	131	133	130	111	124
Responden 17	85	89	96	91	91	94	91	124	114	126	114	121	122	120
Responden 18	97	86	75	88	86	95	88	123	114	104	108	107	118	112
Responden 19	89	88	100	88	78	79	87	108	116	118	125	117	106	115
Responden 20	86	100	91	101	87	90	93	114	143	127	123	117	126	125

2. DNI dan DNK Pekerja Bagian Produksi Kelompok B

Nama	DNI							DNK						
	Tanggal						Rata-Rata	Tanggal						Rata-Rata
	8	10	12	14	16	18		8	10	12	14	16	18	
Responden 21	79	80	86	87	72	86	82	113	126	128	132	103	130	122
Responden 22	81	79	81	87	85	82	83	111	118	112	136	138	119	122
Responden 23	79	81	81	83	85	83	82	120	122	120	124	131	125	124
Responden 24	80	85	74	80	87	92	83	124	136	129	135	125	138	131
Responden 25	79	87	81	96	82	81	84	128	123	124	121	135	128	127
Responden 26	88	84	102	102	95	85	93	128	124	132	128	134	122	128
Responden 27	86	83	89	88	93	88	88	139	134	136	122	136	124	132
Responden 28	97	86	75	80	80	79	83	129	116	125	111	131	129	124
Responden 29	79	81	75	82	80	85	80	106	118	126	122	121	115	118
Responden 30	94	90	80	89	86	84	87	124	123	118	126	138	120	125
Responden 31	82	85	91	82	89	90	87	122	112	120	121	119	132	121
Responden 32	92	87	93	80	84	90	88	120	117	103	120	121	125	118
Responden 33	86	94	80	83	84	95	87	123	115	131	119	108	132	121
Responden 34	93	69	83	97	84	93	87	119	108	117	120	104	128	116
Responden 35	88	90	87	86	89	90	88	108	117	136	121	115	119	119
Responden 36	87	88	90	94	92	89	90	119	125	129	116	132	115	123
Responden 37	85	73	99	91	89	89	88	118	106	106	124	129	131	119
Responden 38	85	85	85	94	79	87	86	125	101	115	107	124	109	114

LAMPIRAN E

DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Pekerjaan di Bagian Produksi



Gambar 1



Gambar 2

Keterangan Gambar:

Gambar 1: Pekerja saat mendorong troli ke ruangan *control drying*.

Gambar 2: Pekerja saat mengoperasikan mesin *homogen*.

2. Proses Pengumpulan Data



Gambar 1



Gambar 2

Keterangan Gambar:

Gambar 1: Proses pengukuran denyut nadi pekerja.

Gambar 2: Proses pengisian kuesioner oleh pekerja.