

**PERBAIKAN FASILITAS KERJA PADA STASIUN
PEMISAHAN DI USAHA KECIL MENENGAH ETA PURBA
(UKM EP)**

SKRIPSI

OLEH:

RAHMAT SUBHANSYAH HARAHAHAP

188150020



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2021

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 9/5/22

Access From (repository.uma.ac.id)9/5/22

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perbaikan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Pemisahan di Usaha Kecil
Menengah Eta Purba (UKM EP)

Nama : Rahmat Subhansyah Harahap

NPM : 188150020

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Industri

Disetujui Oleh :

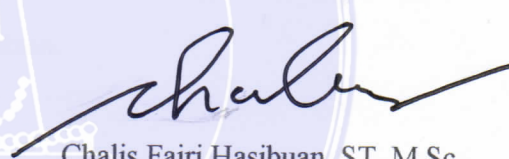
Komisi Pembimbing,

Pembimbing I


Ir. M. Banjarnahor, M.Si

NIDN: 0114026101


Pembimbing II


Chalis Fajri Hasibuan, ST, M.Sc

NIDN: 0110068801

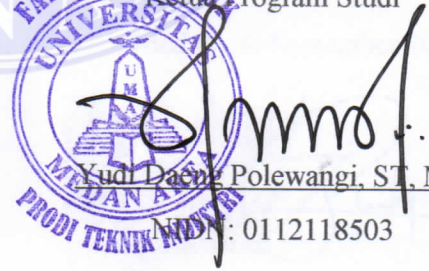
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Dina Maizana, MT

NIDN: 0112096601

Ketua Program Studi


Yudi Daeng Polewangi, ST, MT

NIDN: 0112118503

Tanggal Sidang : 30 September 2021

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmat Subhansyah Harahap

NPM : 188150020

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana yang merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan.

Medan, 30 September 2021



Rahmat Subhansyah Harahap

188150020

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmat Subhansyah Harahap

NPM : 188150020

Program Studi : Teknik Industri

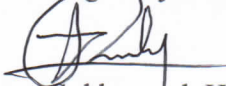
Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Perbaikan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Pemisahan Di Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini. Universitas Medan area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 30 September 2021

Yang menyatakan



Rahmat Subhansyah Harahap

ABSTRAK

Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP) merupakan usaha yang memproduksi tahu. UKM EP merupakan usaha semi tradisional, dimana tenaga manusia masih diperlukan dalam proses produksi. Pekerja berperan dalam melakukan *manual material handling* dari satu mesin ke mesin lain. Adapun proses pemindahan meliputi mesin penggilingan ke mesin pemisahan, penambahan air dan penuangan ke mesin perebusan serta proses penuangan atau pencetakan. Pekerjaan berulang dengan kondisi kerja yang tidak ergonomis dapat menimbulkan cedera atau rasa sakit pada bagian tubuh tertentu. Untuk mengetahui adanya keluhan dan metode kerja yang tidak ergonomis dilakukan penyebaran *Standard Nordic Questionnaire* dan melakukan perhitungan biomekanika dengan metode *Maximum Permissible Limit* dan *Recommended Weight Limits* serta *Lifting Index*. Dari hasil kuisioner diperoleh bahwasanya pekerja mengalami rasa sakit pada bahu, pinggang, punggung, dan tangan. Hasil perhitungan biomekanika pada MPL yaitu 5499,27 ; 6443,51 ; 6948,63 ; 7196,23. Nilai tersebut berada di dekat dan melebihi nilai standar NIOSH yaitu > 6500 N, sedangkan pada nilai LI yaitu 3,77 ; 1,83 ; 1,79 ; 2,60. Nilai tersebut berada diatas dan diantara nilai standar NIOSH yaitu 3. Hasil tersebut menjadi dasar dilakukannya perbaikan sistem kerja dengan merancang peralatan kerja baru yang diharapkan dapat menghilangkan resiko atau keluhan akibat pekerjaan tersebut.

Kata Kunci : SNQ, MPL, RWL, LI, Sistem kerja, Fasilitas kerja.

ABSTRACT

Eta Purba Small and Medium Enterprises (UKM EP) is a business that produces tofu. UKM EP is a semi-traditional business, where human labor is still needed in the production process. Workers play a role in doing manual material handling from one machine to another. The transfer process includes a milling machine to a separation machine, adding water and pouring it into a boiling machine as well as a pouring or printing process. Repetitive work with non-ergonomic working conditions can cause injury or pain to certain body parts. To find out the existence of complaints and work methods that are not ergonomic, the Standard Nordic Questionnaire is distributed and performs biomechanics calculations using the Maximum Permissible Limit and Recommended Weight Limit and Lifting Index methods. From the results of the questionnaire, it was found that workers experienced pain in the shoulders, waist, back, and hands. The results of the calculation of biomechanics in MPL are 5499.27; 6443.51 ; 6948.63 ; 7196.23. This value is close to and exceeds the NIOSH standard value, which is > 6500 N, while the LI value is 3.77; 1.83 ; 1.79 ; 2.60. This value is above and between the NIOSH standard values, namely 3. These results are the basis for improving the work system by designing new work equipment which is expected to eliminate risks or complaints due to the work.

Keywords: SNQ, MPL, RWL, LI, work system, work facilities.

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Medan pada tanggal 13 Januari 1995. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Harahap dan Ibu Sulastri Siregar. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis lulus dari Madrasah Aliyah Negeri 1 Medan (MAN 1 MEDAN) pada tahun 2010. Penulis melanjutkan pendidikan D3 Teknik Kimia di Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan (PTKI MEDAN) dan lulus pada tahun 2013. Tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik dengan program studi Teknik Industri di Universitas Medan Area. Penulis pernah bekerja di PT. Medisafe Technologies sebelum melanjutkan pendidikan di Universitas Medan Area dan melakukan Kerja Praktek (KP) di Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Merupakan syarat bagi mahasiswa dalam menyelesaikan studinya di Universitas Medan Area.

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan di Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP). Penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberi manfaat kepada pembaca khususnya pada program studi Teknik Industri Universitas Medan Area.

Selama proses penyusunan skripsi ini penulis telah banyak menerima bimbingan, bantuan, dan dorongan moril maupun materi dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Yudi Daeng Polewangi, ST, MT selaku Ka. Program Studi Teknik Industri
3. Bapak Ir. M. Banjarnahor, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Chalis Fajri Hasibuan, ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Herline Erlina Br Purba selaku pemilik Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP).

6. Bapak Harahap dan Ibu Sulastri Siregar selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan moril maupun materil yang sangat berjasa kepada penulis.
7. Seluruh Staff Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang banyak memberikan bantuan kepada penulis.
8. Rekan mahasiswa yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan bermanfaat bagi penulis.

Akhir kata penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi pembaca yang sedang menyelesaikan skripsinya, sehingga dapat menjadi bahan referensi bagi pembaca.

Medan, 30 September 2021

Rahmat Subhansyah Harahap

DAFTAR ISI

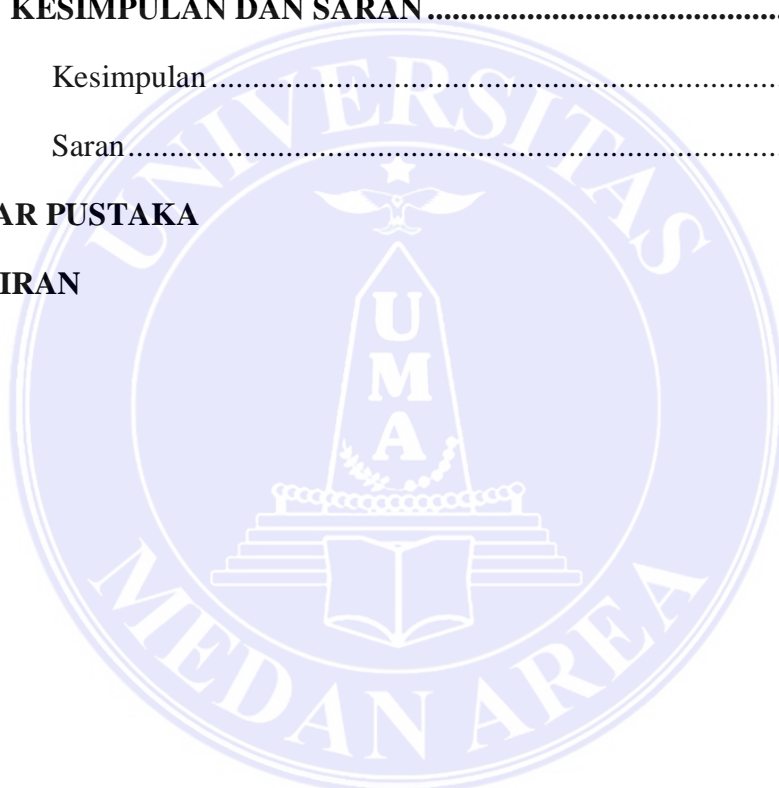
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Ergonomi	4
2.1.1. Pengertian Ergonomi	4
2.1.2. Tujuan, Manfaat, dan Prinsip Ergonomi.....	5
2.1.3. Bidang-Bidang Kajian Ergonomi	7
2.2. Biomekanika Kerja.....	9
2.2.1. Pengertian Biomekanika	9
2.2.2. Klasifikasi Biomekanika	10

2.2.3.	Pemindahan Bahan	11
2.3.	<i>Manual Material Handling</i>	12
2.3.1.	<i>Recommended Weight Limit (RWL)</i>	12
2.3.2.	<i>Lifting Indeks (LI)</i>	17
3.3.3.	<i>Maximum Permissible Limit (MPL)</i>	18
2.4.	<i>Standard Nordic Questionnaire (SNQ)</i>	20
BAB III METODELOGI PENELITIAN		22
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.2.	Sumber Data dan Instrumen Penelitian	22
3.2.1.	Sumber Data	22
3.2.2.	Instrumen Penelitian	23
3.3.	Variabel Penelitian	23
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	24
3.5.	Teknik Pengolahan Data.....	25
3.6.	Kerangka Berfikir.....	25
3.7.	Metode Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1.	Standard Nordic Questionnaire (SNQ).....	27
4.2.	Data Penelitian Biomekanika Kerja	28
4.3.	Perhitungan Maximum Permissible Limit (MPL)	30
4.3.1.	Proses Pemindahan Hasil Gilingan ke Wadah Stasiun Pemisahan .	30
4.3.2.	Proses Penambahan Air ke Wadah yang Berisis Bubur Kedelai	35
4.3.3.	Proses Penuangan Bahan dari Wadah ke Mesin Pemisahan.....	39
4.3.4.	Proses Penuangan Hasil Pemisahan ke Mesin Perebusan.....	44
4.4.	Perhitungan Recommended Weight Limit dan Lifting Index	49
4.4.1.	Proses Pemindahan Hasil Gilingan ke Wadah Stasiun Pemisahan .	49

4.4.2.	Proses Penambahan Air ke Wadah yang Berisis Bubur Kedelai	51
4.4.3.	Proses Penuangan Bahan dari Wadah ke Mesin Pemisahan.....	53
4.4.4.	Proses Penuangan Hasil Pemisahan ke Mesin Perebusan.....	56
4.5.	Rekapitulasi Nilai MPL, RWL, dan LI	58
4.6.	Rancangan Fasilitas Kerja Usulan	60
4.7.	Perhitungan Data Produksi Terhadap Rancangan Usulan.....	63
4.8.	Perhitungan Bahan Dan Biaya Perancangan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		66
5.1.	Kesimpulan.....	66
5.2.	Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Jarak Horizontal dan Vertical	14
Gambar 2. 2 Jarak Horizontal, Vertical, dan Perpindahan	15
Gambar 2. 3 Representasi Sudut Asimetrik	15
Gambar 2. 4 Kerangka Tulang Belakang	19
Gambar 2. 5 Nordic Body Map	21
Gambar 3. 1 Kerangka Berfikir	25
Gambar 3. 2 Metodeologi Penelitian	26
Gambar 4. 1 Proses Penuangan Bubur Kedelai ke Wadah	28
Gambar 4. 2 Proses Penambahan Air ke Wadah Berisis Bubur Kedelai	28
Gambar 4. 3 Proses Penuangan ke Mesin Pemisahan.....	29
Gambar 4. 4 Proses Penuangan Sari Kedelai Hasil Pemisahan ke Perebusan	29
Gambar 4. 5 Postur Tubuh Pengangkatan Beban Bubur Kedelai	31
Gambar 4. 6 Postur Tubuh Pengangkatan Beban Air	35
Gambar 4. 7 Postur Tubuh Pengangkatan Beban Air Kedelai	40
Gambar 4. 8 Postur Tubuh Pengangkatan Beban Sari Kedelai	44
Gambar 4. 9 Proses Pemindahan Bubur Kedelai ke Wadah	49
Gambar 4. 10 Proses Penambahan Air ke Wadah	51
Gambar 4. 11 Proses Penuangan Bahan Campuran ke Mesin Pemisahan	54
Gambar 4. 12 Proses Penuangan Sari Kacang Kedelai ke Mesin Perebusan.....	56
Gambar 4. 13 Gambar Proses Sebelum Perancangan Pompa	60
Gambar 4. 14 Gambar Proses Sesudah Perancangan Pompa.....	61
Gambar 4. 15 Gambar Proses Sebelum Pemasangan Pompa.....	62

Gambar 4. 16 Gambar Proses Setelah Pemasangan Pompa..... 62

Gambar 4. 17 Perkiraan Alur Produksi Dengan Menggunakan Pompa 63



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Faktor Pengali Frekuensi	16
Tabel 2. 2 Tabel Pengali Coupling	16
Tabel 4. 1 Data MPL Postur Tubuh Pengangkatan Beban Bubur Kedelai	31
Tabel 4. 2 Data MPL Postur Tubuh Pengangkatan Beban Air	36
Tabel 4. 3 Data MPL Postur Tubuh Pengangkatan Beban Air Kedelai.....	40
Tabel 4. 4 Data MPL Postur Tubuh Pengangkatan Beban Sari Kedelai	45
Tabel 4. 5 Data Pengamatan Proses Pemindahan Bubur Kedelai ke Wadah.....	49
Tabel 4. 6 Data Pengamatan Proses Penambahan Air ke wadah.....	52
Tabel 4. 7 Data Pengamatan Proses Penuangan Bahan Campuran ke Mesin Pemisahan.....	54
Tabel 4. 8 Data Pengamatan Proses Penuangan Sari Kacang Kedelai ke Mesin Perebusan	57
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Nilai RWL Dan LI Dari Origin Dan Destination.....	58
Tabel 4. 10 Data Bahan dan Harga	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP) merupakan usaha yang bergerak di bidang produksi pembuatan tahu. Dalam proses produksi UKM EP masih menggunakan tenaga manusia dalam proses pemindahan serta penuangan bahan olahan. Secara keseluruhan terdapat lima stasiun kerja yang ada di UKM ini. Mulai dari stasiun boiler, stasiun penggilingan, stasiun pemisahan, stasiun perebusan, dan stasiun pencetakan. Pada UKM EP terdapat enam tenaga kerja yang menempati setiap stasiun kerja kecuali stasiun pemisahan yang terdapat dua pekerja. Pada stasiun pemisahan kegiatan *manual material handling* sangat dominan. Adapun kegiatan pekerjaan yang dilakukan mulai dari pemindahan bubuk kedelai dari stasiun penggilingan ke wadah pencampuran yang terdapat pada stasiun pemisahan, melakukan penambahan air ke wadah pencampuran, melakukan penuangan ke mesin pemisahan dari wadah pencampuran, dan melakukan penuangan hasil pemisahan (sari kedelai) ke mesin perebusan.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan melalui proses observasi dan wawancara dengan menggunakan *nordic body map* pekerja mengalami keluhan di beberapa bagian tubuh seperti pinggang, bokong, bahu serta leher. Hal ini dikarenakan aktivitas pekerjaan yang dirasa cukup berat. Seperti jarak bahan yang harus dipindahkan ataupun dituang ke mesin cukup jauh dan tinggi. Tindakan pengulangan juga sangat memengaruhi fisik pekerja karena bahan yang harus dipindahkan ataupun dituang ke mesin cukup berat. Oleh sebab itu perlu

dilakukan perhitungan biomekanika kerja dengan metode *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Maximum Permissible Limit* (MPL) guna mengetahui apakah kegiatan kerja tersebut memang beresiko dan tidak aman bagi pekerja.

Dengan melakukan perhitungan biomekanika kerja menggunakan metode *Recommended Weight Limit* dan *Maximum Permissible Limit* maka kita mengetahui apakah aktivitas kerja tersebut memenuhi standar dari NIOSH untuk beban angkatan yang dianjurkan atau tidak. Sehingga kita dapat merancang dan memperbaiki fasilitas kerja usulan pada stasiun pemisahan yang diharapkan rancangan tersebut dapat mengurangi resiko kerja yang dialami pekerja.

1.2. Rumusan Masalah

1. Adanya aktivitas kerja yang melebihi batas yang dianjurkan yang memungkinkan timbulnya cedera pada pekerja.
2. Perlunya perbaikan yang ergonomis guna mengurangi resiko cedera yang dapat dialami pekerja.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Merancang dan memperbaiki fasilitas kerja usulan guna meminimalkan terjadinya resiko kerja yang diakibatkan oleh pekerjaan yang tidak ergonomis.
2. Menghitung nilai ekonomis dari perancangan fasilitas kerja usulan guna mengetahui perbandingan keuntungan yang diperoleh.

1.4. Batasan Masalah

- a. Penelitian dilakukan di area stasiun pemisahan di Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP).

- b. Penelitian hanya bersifat usulan perbaikan fasilitas kerja dengan menggunakan prinsip ergonomi di stasiun pemisahan.
- c. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan, pemberian kuisioner serta wawancara dengan operator yang bekerja dibagian tersebut.
- d. Data yang diambil hanya data yang diperlukan dalam penelitian untuk merancang fasilitas kerja yang diperlukan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

- a. Upaya mendapatkan pengalaman dalam menerapkan konsep-konsep ilmiah selama menjalani proses perkuliahan.
- b. Pengembangan konsep berfikir dalam menganalisis suatu masalah dengan pendekatan ilmiah dan mencari solusi yang mungkin diterapkan.

2. Bagi Perusahaan

- a. Hasil dari penelitian dapat menjadi masukan kepada perusahaan terhadap masalah yang dihadapi.
- b. Hasil dari rancangan dapat menjadi pertimbangan pihak perusahaan untuk menerapkannya.

3. Bagi Universitas

Hasil penelitian dapat menjadi sumber referensi tambahan dalam bidang akademik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ergonomi

2.1.1. Pengertian Ergonomi

Ergonomi dapat didefinisikan sebagai suatu disiplin yang mengkaji keterbatasan, kelebihan, serta karakteristik manusia, dan memanfaatkan informasi tersebut dalam merancang produk, mesin, fasilitas, lingkungan, dan bahkan sistem kerja, dengan tujuan utama tercapainya kualitas kerja yang terbaik tanpa mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia penggunaannya. Mengacu pada definisi ini, dapat dikatakan bahwa hampir semua objek rancangan yang berhubungan (berinteraksi) dengan manusia memerlukan ilmu ergonomi. Beberapa definisi serta pengertian mengenai ergonomi dapat dilihat pada poin-poin berikut ini.

1. *“Ergonomi merupakan kajian interaksi antara manusia dan mesin, serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan”* (Bridger, 2009).
2. B. W. Jastrzebowski, seorang ilmuwan polandia, pada 1857 memelopori penggunaan kata ergonomi, yang dalam bahasa Yunani *ergos* berarti “kerja” sedangkan *nomos* adalah “kajian (atas)” atau “hukum-hukum” (Karwowski, 2006; Konz dan Johnson, 2008). Pada akhir 1949, K.F.H. Murrell memperkenalkan kata *ergonomics*, yang kemudian menjadi populer sebagai suatu disiplin.
3. *“Ergonomi merupakan suatu ilmu antar disiplin, yang mengkaji interaksi antara manusia dan objek yang mereka gunakan”* (Pulat, 1997).

4. *“Ergonomi merupakan aplikasi prinsip-prinsip ilmiah, metode, dan data yang diperoleh dari beragam disiplin yang ditujukan dalam pengembangan suatu sistem rekayasa, dimana manusia memiliki peran yang signifikan”* (Kroemer et al., 2004).
5. *“Ergonomi merupakan suatu aktivitas multidisiplin yang diarahkan untuk mengumpulkan informasi tentang kapasitas dan kemampuan manusia, dan memanfaatkannya dalam merancang pekerjaan, produk, tempat kerja, dan peralatan kerja”* (Chengalur et al., 2004).
6. *“Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, other principles, data, and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance”* (International Ergonomis Association).

2.1.2. Tujuan, Manfaat, dan Prinsip Ergonomi

Menurut Tarwaka (2004), terdapat beberapa tujuan yang akan dicapai dengan menerapkan ergonomi, antara lain:

1. Kesejahteraan fisik dan mental meningkat dengan cara mencegah cedera dan penyakit karena bekerja, 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 kurunwaktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis, dan budaya dari setiap satsiunkerja yang dilakukan sehingga terciptanya kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Sedangkan menurut Santoso (2004) terdapat 4 tujuan utama ergonomi, yaitu:

1. Memaksimalkan efisiensi karyawan
2. Memperbaiki kesehatan dan keselamatan kerja
3. Mengajukan agar bekerja aman, nyaman, dan bersemangat
4. Memaksimalkan bentuk kerja yang meyakinkan.

Manfaat dari ergonomi yakni untuk pekerjaan agar cepat selesai, dengan resiko kecelakaan lebih kecil, efisien terhadap waktu, dan lain-lain. Adapun berbagai manfaat yang diperoleh dari ergonomi adalah sebagai berikut:

1. Produktivitas kerja meningkat, misalnya kecepatan, ketepatan, dan keselamatan serta mengurangi tenaga ketika bekerja
2. Efisien terhadap waktu maksudnya waktu menjadi berkurang, begitu pula dengan biaya pendidikan dan pelatihan
3. Dapat mengoptimalkan Sumber Daya Manusia (SDA) dengan meningkatkan keterampilan yang dibutuhkan
4. Efisiensi waktu agar tidak tebuang sia-sia
5. Kenyamanan dan keamanan karyawan ketika bekerja menjadi meningkat.

Prinsip ergonomi yakni merupakan suatu panduan dalam penerapan ergonomi pada tempat kerja. Menurut Baiduri (Baiduri, 2008), Prinsip ergonomi sebagai berikut:

1. Mengurangi kelebihan beban
2. Mencakup jarang ruang
3. Meminimalkan gerakan statis
4. Menjadikan display dan contoh cepat dimengerti
5. Bekerja dengan posisi atau postur normal
6. Tata letak peralatan ada dalam jangkauan
7. Tidak banyak gerakan berulang dan berlebihan
8. Terciptanya lingkungan kerja yang nyaman dan aman
9. Melakukan gerakan olahraga dan peregangan ketika bekerja
10. Melakukan pekerjaan dengan selaras dengan ketinggian dimensi tubuh.

2.1.3. Bidang-Bidang Kajian Ergonomi

Cikal bakal ergonomi adalah pemanfaatan dari sejumlah ilmu dasar yang mempelajari manusia, seperti anatomi, fisiologi, kedokteran, ortopedi, psikologi, serta sosiologi. Ergonomi kemudian tumbuh dan berubah dengan pesat. Selain itu, ergonomi adalah konteks perancangan banyak memanfaatkan ilmu-ilmu rekayasa. Berikut adalah sebagian dari berbagai sub-disiplin ergonomi.

1. Antropometri, yaitu bidang yang mengkaji dimensi fisik tubuh manusia, termasuk usia, tinggi berdiri, bobot, panjang jangkauan lengan, tinggi duduk, dan lain sebagainya. Data antropometri banyak dimanfaatkan dalam perancangan produk, peralatan, serta tempat kerja.
2. Biomekanika kerja, yaitu suatu bidang yang memfokuskan pada proses mekanika (gaya, momen, kecepatan, percepatan, serta tekanan) yang terjadi pada tubuh manusia, terkait dengan aktivitas fisik yang dilakukan pekerja.

3. Fisiologi kerja, yaitu bidang ergonomi yang mengkaji respons fungsi-fungsi tubuh (misalnya sistem kardiovaskular) yang terjadi saat bekerja.
4. *Human information processing* dan ergonomi kognitif, yaitu bidang ergonomi yang mempelajari bagaimana manusia memproses informasi dari lingkungannya, dimulai dari tahap mengindra adanya stimulus dan mempersepsikannya, sampai dengan mengambil keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan.
5. *Human-computer interaction* (HCI), yaitu bidang ergonomi yang mengkaji dan merancang interaksi antara pengguna dan sistem komputer, dengan salah satu tujuannya antara lain meminimalkan kesalahan, meningkatkan kinerja sistem operasi, serta meningkatkan kepuasan pengguna.
6. *Display* dan *controls*, yaitu bidang ergonomi yang memiliki fokus berupa kajian atas rancangan *display* maupun kontrol yang cocok dengan karakteristik penggunaannya.
7. Lingkungan kerja, yaitu bidang yang mencoba memahami respons manusia terhadap lingkungan fisik kerja, termasuk kebisingan, temperatur, pencahayaan, getaran, dan lain sebagainya.
8. Ergonomi makro, berangkat dari konsep sosio-teknologi, bidang ini merupakan suatu pendekatan sistem dalam mengkaji kesesuaian antar individu, organisasi, teknologi, serta proses interaksi yang terjadi.

Bidang-bidang tersebut di atas bukanlah merupakan pembagian yang bersifat kaku, namun lebih merupakan salah satu cara untuk memahami ruang lingkup ergonomi. Bidang-bidang lain yang perlu dipahami juga mencakup kajian atas stress dan beban kerja, penggunaan teknologi robotik dan otomasi, *safety* dan

human error, keselamatan transportasi, desain produk konsumen, serta aspek *aging*. Variasi sistem yang merupakan kajian ergonomi relatif beragam, mulai dari yang bersifat tradisional sampai dengan sistem yang vital dan canggih. Ergonomi membantu dalam merancang tempat kerja, produk serta peralatan kerja, menentukan shift kerja dan waktu istirahat yang optimal, serta mengevaluasi efek dari kegiatan angkat-mengangkat. Disisi lain, ergonomi dimanfaatkan dalam menganalisis *human error* yang terjadi pada kecelakaan di dunia transportasi dan militer, evaluasi teknologi otomasi, perancangan kokpit pesawat terbang, hingga mengevaluasi ruang kendali yang digunakan untuk memonitor pesawat ruang angkasa. Dengan demikian jelas dapat dilihat bahwa ergonomi memiliki spektrum kajian yang sangat luas, yang tidak mungkin dapat dikaji melalui kekhususan pada satu bidang saja.

2.2. Biomekanika Kerja

2.2.1. Pengertian Biomekanika

Biomekanika merupakan ilmu yang mempelajari manusia dari segi kemampuannya seperti kekuatan, daya tahan, kecepatan, dan kelelahan (Sutalaksana, 1979). Penelitian yang menggunakan pendekatan biomekanika pada dasarnya mempelajari dan menganalisis batas-batas kekuatan, ketahanan, kecepatan dan ketelitian yang dimiliki manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Biomekanika dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Faktor diri: umur, jenis kelamin, suku bangsa, dan lainnya
2. Sikap kerja
3. Jenis pekerjaan

Biomekanika kerja merupakan salah satu subdisiplin keilmuan biomekanika yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dan peralatan, mesin, dan material untuk meminimalkan resiko gangguan pada sistem otot-rangka yang terkait dengan kerja (Chaffin, 2006). Terdapat 2 mekanisme gangguan yang mungkin timbul pada sistem otot-rangka. *Gangguan pertama* diakibatkan oleh pembebanan atau tekanan tiba-tiba pada tubuh atau anggota tubuh. Dampak yang terjadi pada sistem otot-rangka berupa cedera patah tulang, kerusakan sendi, dan lain-lain. Kejadian seperti ini biasanya dikategorikan kecelakaan kerja, yang dapat terjadi pada berbagai bagian anggota tubuh, seperti umumnya leher, bahu, pergelangan tangan, dan punggung bagian bawah.

Mekanisme kedua berhubungan dengan pembebanan terus-menerus dan bersifat akumulatif dalam jangka panjang yang mengakibatkan kelainan pada sistem otot-rangka, seperti: kelainan fungsi otot, kelainan pada kemampuan gerak sendi, kelainan pada saraf, kelainan pada tendon (penghubung otot dan tulang), dan sebagainya. Biasanya, di industri, kelainan seperti ini dikategorikan sebagai penyakit akibat kerja. Selanjutnya, dampak penyakit akibat kerja tersebut baru dirasakan pada usia tua ketika kondisi fisik juga mulai lemah, sehingga terjadi bias dalam analisis apakah suatu penyakit akibat kerja atau karena faktor usia. Anggota tubuh yang biasanya menderita kelainan akibat kerja adalah leher, bahu, pergelangan tangan, dan punggung bagian bawah, yang sering mendapat tekanan yang berlebihan serta terus-menerus dalam bekerja.

2.2.2. Klasifikasi Biomekanika

Biomekanika diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

1. *General Biomechanic*

General Biomechanic merupakan bagian dari biomekanika mengenai hukum-hukum dan konsep dasar yang mempengaruhi tubuh *organic* manusia baik dalam posisi diam maupun bergerak. *General Biomechanic* dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. *Biostatic* adalah bagian dari biomekanika umum yang hanya menganalisis tubuh pada posisi diam atau bergerak pada garis lurus dengan kecepatan seragam (*uniform*).
- b. *Biodinamic* adalah bagian dari biomekanik umum yang berkaitan dengan gambaran gerakan-gerakan tubuh tanpa mempertimbangkan gaya yang terjadi (kinematik) dan gerakan yang disebabkan gaya yang bekerja dalam tubuh (kinetik). (Tayyari, 1997)

2. *Occupational Biomechanic*

Occupational Biomechanic adalah sebagai bahan dari biomekanik terapan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material dan peralatan tangan dengan tujuan untuk meminimumkan keluhan pada sistem kerangka otot agar produktifitas kerja dapat meningkat.

2.2.3. **Pemindahan Bahan**

Biomekanika pada dasarnya mempelajari dan menganalisis batas-batas kekuatan, ketahanan, kecepatan dan ketelitian yang dimiliki manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Faktor ini sangat berhubungan dengan pekerjaan yang bersifat *material handling*, seperti pengangkatan dan pemindahan secara manual atau pekerjaan lain yang dominan menggunakan otot tubuh.

Sebuah lembaga yang menangani masalah kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika Serikat, *National Institute of Occupational Safety and Health*

(NIOSH) melakukan analisis terhadap kekuatan manusia dalam mengangkat atau memindahkan beban dan merekomendasikan batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama.

Rumusan untuk menghitung beban berdasarkan rekomendasi NIOSH tahun 1991 terdapat 2 metode, yaitu metode *Recommended Weight Limis (RWL)* dan metode *Maximum Permissible Limit (MPL)*.

2.3. Manual Material Handling

2.3.1. Recommended Weight Limit (RWL)

Sebuah lembaga riset yang menangani aspek kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika Serikat, NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*), pada tahun 1991 mengeluarkan sebuah panduan mengenai batas maksimum benda yang boleh diangkat oleh pekerja untuk berbagai kondisi pengangkatan (waters dkk., 1993). Penetapan batas beban tersebut didasari oleh hasil-hasil penelitian yang menggabungkan pendekatan biomekanika, fisiologi, dan psikofisik. Batas pengangkatan tersebut dikenal dengan RWL (*Recommended Weight Limit*).

Terdapat enam faktor yang menentukan besaran RWL, yakni empat faktor yang dipengaruhi sikap saat pengangkatan, satu faktor berkaitan dengan frekuensi pengangkatan, dan satu faktor lagi berkaitan dengan kondisi pegangan benda yang diangkat. Enam faktor tersebut disebut sebagai faktor pengali yang menentukan RWL dengan rumusan persamaan berikut.

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Keterangan :

- RWL : Batas beban yang direkomendasikan
- LC : Konstanta pembebanan (*load constant*) = 23 kg
- HM : Faktor pengali horizontal (*horizontal multiplier*)
- VM : Faktor pengali vertikal (*vertical multiplier*)
- DM : Faktor pengali perpindahan (*distance multiplier*)
- AM : Faktor pengali asimetrik (*asymmetric multiplier*)
- FM : Faktor pengali frekuensi (*frequency multiplier*)
- CM : Faktor pengali pengangan (*coupling multiplier*)

Perlu dicatat bahwa tiap-tiap faktor pengali mempunyai nilai maksimum 1. Artinya, jika semua pengali nilainya 1 maka RWL akan sama dengan LC, yakni 23 kg. Inilah yang disebut sebagai kondisi optimal pengangkatan. Semakin kecil besaran faktor-faktor pengali, maka batas beban yang diangkat juga semakin kecil untuk sikap tubuh, frekuensi pengangkatan dan kondisi beban yang diberikan. Penilaian aman dan tidak aman suatu pengangkatan dilakukan dengan membandingkan batas beban pengangkatan dengan bobot beban aktual yang diangkat.

Rumusan RWL ini telah digunakan secara luas di industri sebagai acuan dalam evaluasi aktivitas pengangkatan secara manual. Batas beban pengangkatan secara manual sebesar 23 kg juga dijadikan sebagai acuan. Untuk mendapatkan batas beban pengangkatan, cukup dihitung enam faktor pengali yang telah ditetapkan.

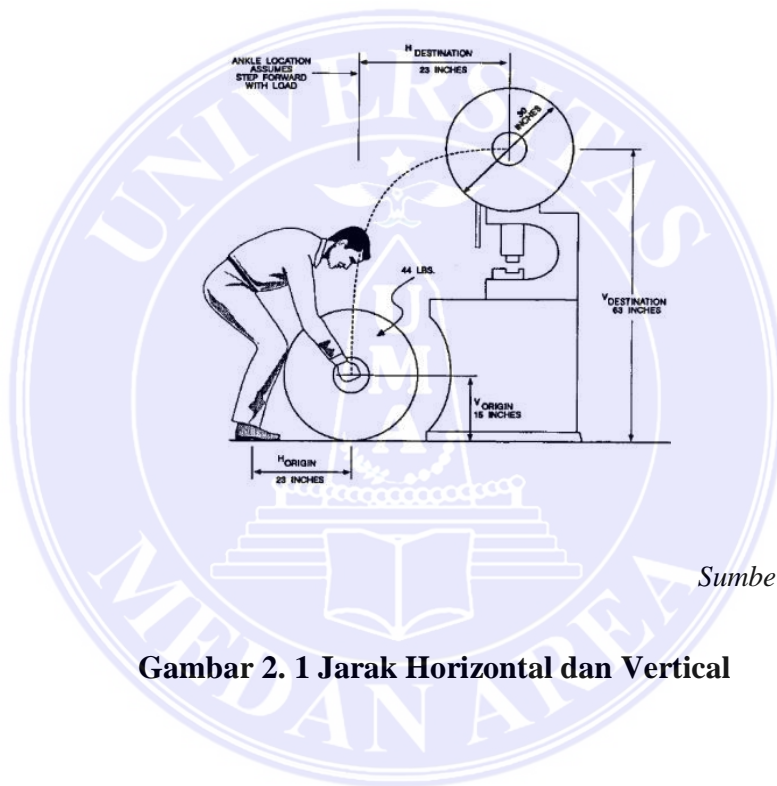
a. Faktor Pengali Horizontal (HM)

Besaran HM ditentukan dengan rumus: $HM = 25/H$, dengan H adalah jarak horizontal yang didefinisikan sebagai jarak antara titik tengah kedua mata

kaki bagian dalam sampai dengan titik yang diproyeksikan dari titik pusat beban saat pengangkatan.

b. Faktor Pengali Vertical (VM)

Besaran VM ditentukan dengan rumus: $VM = 1 - (0,003|V - 75|)$, dengan V didefinisikan sebagai jarak dari lantai terhadap posisi kedua tangan saat pengangkatan, yang biasanya diasumsikan sebagai titik tengah benda yang dibawa.

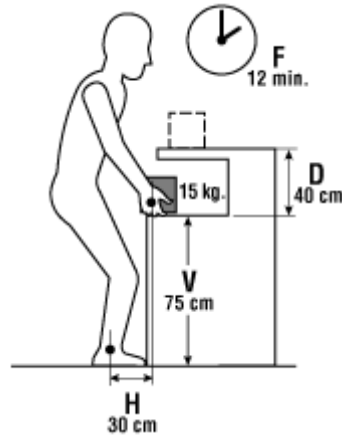


Sumber: NIOSH, 1994

Gambar 2. 1 Jarak Horizontal dan Vertical

c. Faktor Pengali Jarak (DM)

Besaran DM ditentukan dengan rumus: $DM = 0,82 + 4,5/D$, dengan D didefinisikan sebagai jarak perbedaan/perpindahan ketinggian secara vertikal antara posisi awal dan akhir dari pengangkatan.

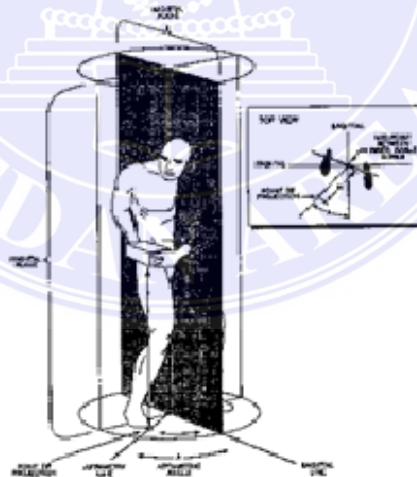


Sumber: NIOSH, 1994

Gambar 2. 2 Jarak Horizontal, Vertical, dan Perpindahan

d. Faktor Pengali Asimetri (AM)

Besaran AM ditentukan dengan rumus: $AM = 1 - 0,0032 A$ (rad) dimana A adalah *sudut asimetrik* yang merupakan sudut yang dibentuk antara pertengahan bidang sagital dan garis asimetrik.



Sumber: NIOSH, 1994

Gambar 2. 3 Representasi Sudut Asimetrik

e. Faktor Pengali Frekuensi (FM)

Berbeda dengan faktor-faktor pengali yang telah dibahas terdahulu, FM tidak dihitung secara rumus matematis, namun dapat ditentukan berdasarkan tabel.

Tabel 2. 1 Faktor Pengali Frekuensi

Frekuensi Angkatan/mnt (F)	Durasi Kerja					
	≤ 1 jam		$1 \text{ jam} \leq t \leq 2 \text{ jam}$		$2 \text{ jam} \leq t \leq 8 \text{ jam}$	
	$V < 30$	$V \geq 30$	$V < 30$	$V \geq 30$	$V < 30$	$V \geq 30$
$\leq 0,2$	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(Sumber: Waters dkk, 1993)

f. Faktor Pengali Pegangan (CM)

Sama halnya dengan FM, Faktor pengali pegangan (CM) ditentukan dari tabel. CM ditentukan oleh kondisi pegangan (*handle*) benda yang diangkat dan juga nilai V.

Tabel 2. 2 Tabel Pengali Coupling

Kondisi Pegangan	$V < 75 \text{ cm}$	$V \geq 75 \text{ cm}$
Baik	1,00	1,00

Cukup	0,95	1,00
Buruk	0,90	0,90

(Sumber: Waters dkk, 1993)

Rumusan RWL yang diusulkan oleh NIOSH didasarkan atas berbagai studi yang dilakukan di Amerika Serikat. Karena terdapat perbedaan fisik baik secara antropometri maupun secara biomekanika, maka beberapa penelitian telah dilakukan di ITB untuk merevisi penggunaan rumusan RWL sehingga cocok untuk pekerja Indonesia. Besaran konstanta pengali diusulkan menjadi 20 kg. Widyanti (1998) melakukan telaah terhadap faktor pengali vertikal (VM) dan mengusulkan rumusan baru VM bahwa $VM = 1 - (0,003|V - 69|)$ karena tinggi pinggang untuk ukuran rata-rata pekerja Indonesia lebih pendek. Salmiah (2001) melakukan penelitian terhadap faktor pengali asimetrik (AM), dan kemudian mengusulkan persamaan faktor pengali asimetrik sebagai berikut.

$$AM = 1 - (0,005 A) \quad \text{untuk } 0^\circ \leq A \leq 30^\circ$$

$$AM = 1 - (0,0031 A) \quad \text{untuk } 30^\circ \leq A \leq 60^\circ$$

$$AM = 1 - (0,0025 A) \quad \text{untuk } A > 60^\circ$$

2.3.2. Lifting Indeks (LI)

Pada umumnya, dalam setiap pengangkatan terdapat dua posisi tubuh yakni posisi awal pengangkatan dan akhir pengangkatan. Oleh karena itu, RWL harus dihitung untuk kedua posisi tersebut dan dinamakan sebagai RWL_{awal} dan RWL_{akhir} . Dalam perhitungan keduanya, besaran faktor pengali DM akan sama. Besaran faktor pengali FM dan CM pada dua posisi tersebut bisa jadi berbeda atau sama, bergantung nilai V.

NIOSH mengusulkan penilaian aman atau tidaknya suatu aktivitas pengangkatan didasarkan atas *Lifting Index* (LI). LI dirumuskan sebagai pembandingan antara batas beban yang direkomendasikan untuk diangkat terhadap beban yang seharusnya diangkat. Batas beban yang direkomendasikan diangkat dipilih dari nilai terkecil di antara RWL_{awal} dan RWL_{akhir} . Oleh karena itu, rumusan LI adalah:

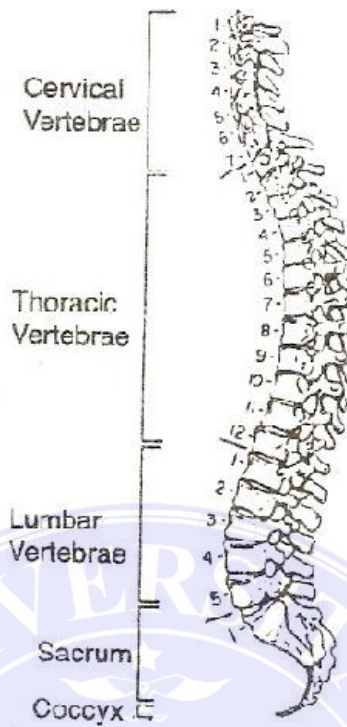
$$LI = \text{Bobot beban Aktual} / \min \{RWL_{awal}, RWL_{akhir}\}$$

Rekomendasi yang diberikan adalah sebagai berikut.

1. Jika $LI \leq 1$, maka pekerjaan tersebut aman
2. Jika $1 < LI \leq 3$, maka pekerjaan tersebut mungkin beresiko
3. Jika $LI > 3$, maka pekerjaan tersebut beresiko.

3.3.3. *Maximum Permissible Limit* (MPL)

MPL atau *Maximum Permissible Limit* merupakan batas besarnya gaya tekan pada segmen L5/S1 dari kegiatan pengangkatan dalam satuan Newton yang distandarkan oleh NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) tahun 1981. Besar gaya tekannya adalah di bawah 6500 N pada L5/S1. Sedangkan batasan gaya angkatan normal (the Action Limit) sebesar 3500 pada L5/S1. Sehingga, apabila $F_c < AL$ (aman), $AL < F_c < MPL$ (perlu hati-hati) dan apabila $F_c > MPL$ (berbahaya). Batasan gaya angkat maksimum yang diijinkan, yang direkomendasikan NIOSH (1991) adalah berdasarkan gaya tekan sebesar 6500 N pd L5/S1, namun hanya 1% wanita dan 25% pria yang diperkirakan mampu melewati batasan angkat ini.



Sumber: NIOSH, 1994

Gambar 2. 4 Kerangka Tulang Belakang

Perlu diperhatikan bahwa nilai dari analisa biomekanika adalah rentang postur atau posisi aktifitas kerja, ukuran beban, dan ukuran manusia yang dievaluasi. Sedangkan kriteria keselamatan adalah berdasar pada beban tekan (*compression load*) pada integral disk antara Lumbar nomor lima dan sacrum nomor satu (L5/S1). Untuk mengetahui lebih jelas lagi L5/S1 dapat dilihat pada gambar diatas.

Chaffin and Park (1973) mengatakan bahwa analisisnya dari berbagai macam pekerjaan yang menunjukkan rasa nyeri (ngilu) berhubungan erat dengan beban kompresi (tekan) yang terjadi pada (L5/S1). Disitu telah ditemukan pula bahwa 85-95% dari penyakit *hernia* pada disk terjadi dengan relative frekuensi

pada L4/L5 dan L5/S1. Kebanyakan penyakit-penyakit tulang belakang adalah merupakan hernia pada intervertebral disk yaitu keluarnya inti intervertebral (*pulpy nucleus*) yang disebabkan oleh rusaknya lapisan pembungkus intervertebral disk.

Evan dan Lissner (1962) dan Sonoda (1962) melakukan penelitian dengan uji tekan pada *spine* (tulang belakang). Mereka menemukan bahwa tulang belakang yang sehat tidak mudah terkena hernia, akan tetapi lebih mudah rusak/retak jika disebabkan oleh beban yang ditanggung oleh segmen tulang belakang (*spinal*) dan yang terjadi dengan diawali oleh rusaknya bagian atas/bawah segmen tulang belakang (*the castilage end-plates in the vertebrae*). Retak kecil yang terjadi pada vertebral akan menyebabkan keluarnya cairan dari dalam *vertebrae* menuju kedalam *intervetrebae disc* dan selanjutnya mengakibatkan degenerasi (kerusakan) pada disk. Dari kejadian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa degenerasi adalah merupakan prasyarat untuk terjadinya hernia pada *intervertebral disc* yang pada gilirannya akan menjadi penyebab umum timbulnya rasa nyeri pada bagian punggung bawah (*low-back pain*).

2.4. Standard Nordic Qestionnaire (SNQ)

Standard Nordic Qestionnaire (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), Agak Sakit (AS), Sakit (S), dan Sangat Sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh seperti pada Gambar 2.4.

Keterangan	
No.	Jenis Keluhan
1	Sakit kaku di bagian leher bagian bawah
2	Sakit di bahu kiri
3	Sakit di bahu kanan
4	Sakit di lengan atas kiri
5	Sakit di punggung
6	Sakit di lengan atas kanan
7	Sakit pada pinggang
8	Sakit pada bokong
9	Sakit pada pantat
10	Sakit pada siku kiri
11	Sakit pada siku kanan
12	Sakit pada lengan bawah kiri
13	Sakit pada lengan bawah kanan
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan
16	Sakit pada tangan kiri
17	Sakit pada tangan kanan
18	Sakit pada paha kiri
19	Sakit pada paha kanan
20	Sakit pada lutut kiri
21	Sakit pada lutut kanan
22	Sakit pada betis kiri
23	Sakit pada betis kanan
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan
26	Sakit pada kaki kiri
27	Sakit pada kaki kanan

Sumber: *Ergonomi Suatu Pengantar*

Gambar 2. 5 Nordic Body Map

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Usaha Kecil Menengah Eta Purba (UKM EP) yaitu pabrik tahu yang terletak di jalan Sri Gunting, Desa Sunggal Kanan, Kec. Sunggal, Kab. Deli Serdang. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari 2021.

3.2. Sumber Data dan Instrumen Penelitian

3.2.1. Sumber Data

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran terhadap objek penelitian dilapangan. Adapun yang menjadi data primer pada penelitian ini yaitu:

a. Data *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)

Data ini diperoleh dengan memberikan kuisioner kepada pekerja untuk diisi secara langsung berdasarkan keadaan yang dialami tubuh pekerja saat bekerja.

b. Data *Recommended Weight Limit* (RWL)

Data ini merupakan data berat beban, jarak vertikal dan horizontal pekerja terhadap beban, jarak perpindahan beban, dan data banyaknya pengulangan serta kondisi pegangan.

c. Data *Maximum Permissible Limit* (MPL)

Data ini merupakan data sudut inklasi yang dibentuk tubuh saat bekerja dan panjang bagian tubuh pekerja.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari tempat objek penelitian dan bukan merupakan pengukuran langsung terhadap objek penelitian. Adapun data sekunder yang diperoleh yaitu tentang gambaran umum perusahaan dan proses produksi yang ada di perusahaan.

3.2.2. Instrumen Penelitian

Penelitian menggunakan beberapa instrument untuk membantu dalam pengumpulan data, instrument yang digunakan yaitu:

1. *Camera Digital* yaitu alat yang digunakan untuk mengambil gambar-gambar postur pekerja ketika melakukan pemindahan bahan.
2. *Roll Meter* yaitu alat yang digunakan untuk mengukur jarak atau posisi pekerja saat melakukan kegiatan pemindahan bahan serta untuk mengukur dimensi tubuh pekerja.
3. *Weight Scales* yaitu alat yang digunakan untuk mengetahui rata-rata beban angkatan pekerja.
4. Busur yaitu alat yang digunakan untuk menentukan sudut yang dibentuk oleh tubuh pekerja.
5. Kuisisioner yaitu lembar pertanyaan yang akan diisi oleh pekerja

3.3. Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi dan menjadi sebab timbulnya variabel terikat. Adapun yang menjadi variabel bebas pada penelitian ini yaitu:

- a. Beban angkatan
- b. Dimensi tubuh
- c. Metode kerja

2. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya yaitu fasilitas kerja.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara langsung pada pekerja yang ada di lantai produksi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan antara lain:

1. Melakukan pengamatan dan wawancara secara langsung kepada para pekerja dengan menggunakan lembar kuisioner untuk mendapatkan informasi awal guna menetapkan suatu permasalahan.
2. Data jarak perpindahan beban dan jarak posisi pekerja diukur dengan *roll meter* sebagai data faktor pengali.
3. Data frekuensi kerja untuk mengetahui pengulangan pekerjaan yang dilakukan dalam kurun waktu tertentu dengan menggunakan data dari tabel.
4. Data pegangan beban untuk menetapkan nilai kelayakan pegangan dengan menggunakan data dari tabel.
5. Data berat beban pekerja untuk mengetahui rata-rata berat beban yang diangkat.

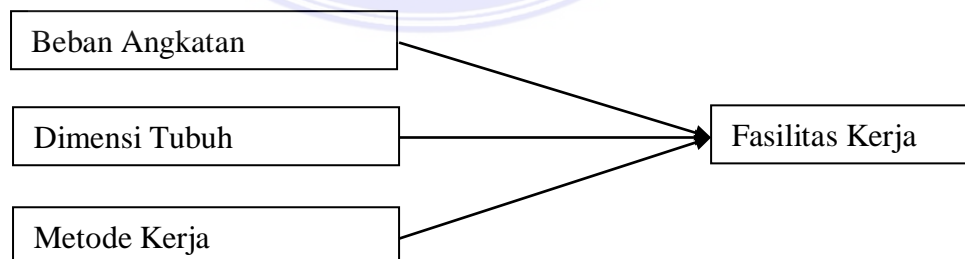
6. Data sudut inklasi untuk mengetahui sudut yang terbentuk dari tubuh pekerja saat pengangkatan.
7. Data panjang tubuh pekerja untuk mengetahui panjang tubuh bagian tangan, lengan atas dan bawah, serta punggung.

3.5. Teknik Pengolahan Data

1. Adapun teknik pengolahan data yang dilakukan dalam *manual material handling* untuk penelitian ini yaitu:
 - a. Perhitungan nilai *Recommended Weight Limit* (RWL)
 - b. Perhitungan nilai *Lifting Indeks* (LI)
 - c. Perhitungan nilai *Maximum Premissible Limit* (MPL)
2. Adapun teknik pengolahan data yang dilakukan untuk mendesain rancangan dalam penelitian ini yaitu:
 - a. Perhitungan biaya pembuatan
 - b. Perhitungan nilai ekonomis

3.6. Kerangka Berfikir

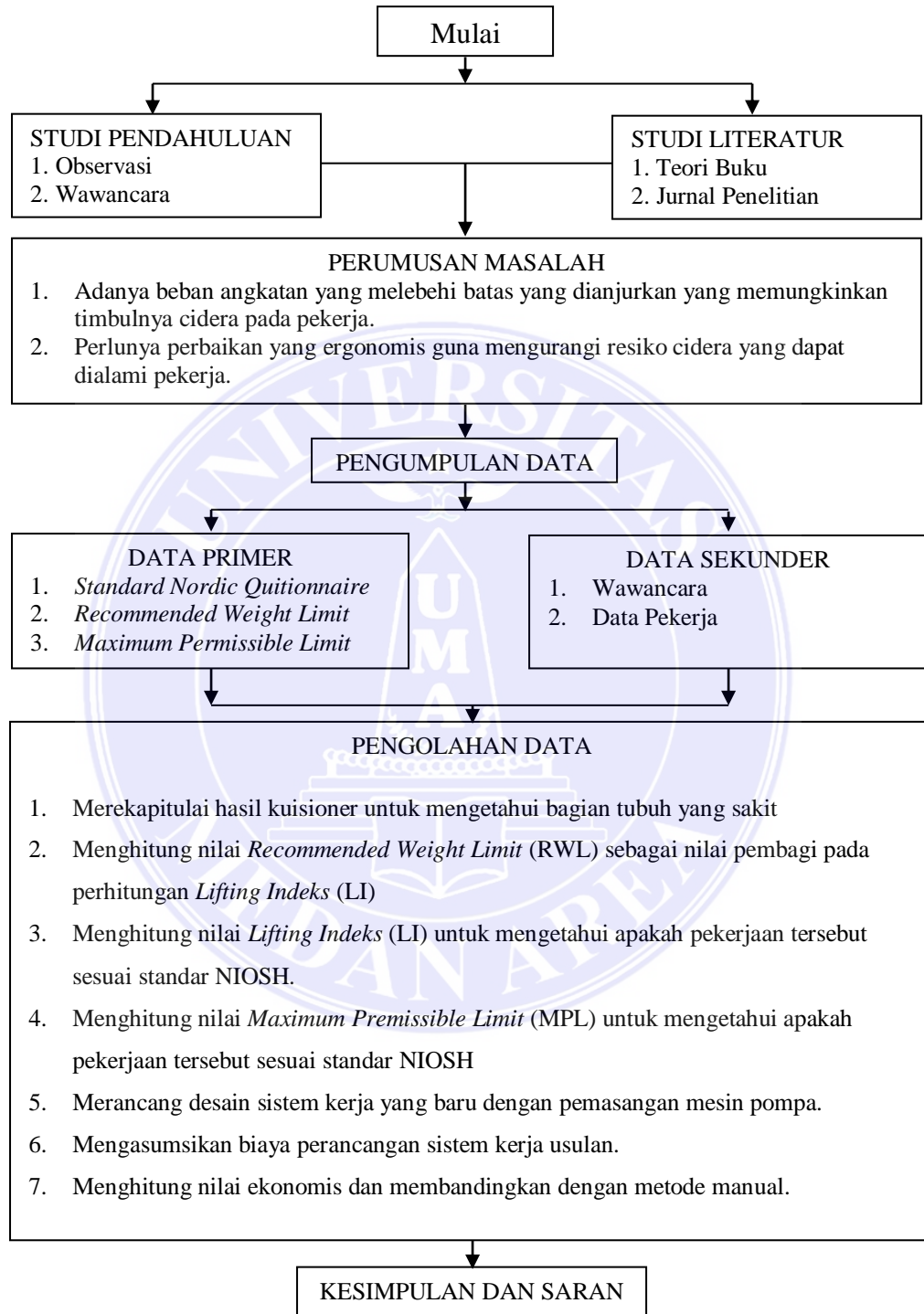
Adapun kerangka berfikir pada penelitian ini yaitu:



Gambar 3. 1 Kerangka Berfikir

3.7. Metode Penelitian

Metode penelitian yaitu seluruh tahapan proses penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. 2 Metodeologi Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan biomekanika kerja diperoleh nilai MPL pada masing-masing kegiatan yaitu 5499,27 ; 6443,51 ; 6948,63 ; 7196,23. Dari hasil tersebut diperoleh bahwa kegiatan ke 1 dan 2 mungkin beresiko dan kegiatan ke 3 dan 4 sangat beresiko. Sedangkan untuk nilai LI diperoleh yaitu 3,77 ; 1,83 ; 1,79 ; 2,60. Dari hasil tersebut diketahui bahwa kegiatan pertama sangat beresiko dan kegiatan ke 2,3, dan 4 mungkin beresiko. Dari hasil MPL dan LI diketahui bahwa tidak terdapat pekerjaan yang terkategori aman bagi pekerja.
2. Berdasarkan rancangan usulan berupa pemasangan pompa, maka diperoleh total biaya perancangan sebesar 4.700.000 rupiah. Dengan perbandingan biaya pengeluaran perbulan antara pompa sebesar 1.359.816 rupiah dan dua pekerja sebesar 4.800.000 rupiah, maka dengan mengurangi satu pekerja pada stasiun pemisahan diperoleh keuntungan sebesar 1.040.184 Rupiah/Bulandengan pengembalian modal dalam waktu 3,5 bulan.

5.2. Saran

1. Agar UKM EP mempertimbangkan rancangan usulan tersebut dikarenakan berdasarkan perhitungan rancangan tersebut layak untuk diaplikasikan sehingga resiko dari biomekanika kerja dapat dihindarkan.

2. Agar UKM EP lebih memperhatikan kondisi fisik pekerja, dikarenakan proses produksi pada malam hari. Hal ini akan mempengaruhi kesehatan pekerja karena pola tidur yang tak teratur maka perlu disediakan pudding.

DAFTAR PUSTAKA

- Affa, M. D. (2017). Analisis Manual Material Handling Pada Pekerja Borongan Di PT. JC Dengan Metode NBM Dan RWL. *Jornal Productivity, Optimazion, and Manufacturing System* , 22-32.
- Anggawisastra, R., Satalaksana, I. Z., & Tjakraatmadja, H. J. (1979). *Teknik tata cara kerja*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Baiduri. (2008). *Kaidah Dasar Penerapan kesehatan dan keselamatan kerja*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Cahyanti, A. N. (2018). Analisis Manual Material Handling Pada Pengangkatan Batu Bata Dengan Metode Lifting Index. *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA) 2018* , 125-130.
- Iridiastadi, H. (2014). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- Ratriwardhani, R. A. (2019). Analisis Aktivitas Pengangkatan Dengan Metode Recommende Weight Limit (RWL). *Universitas Nahdlatul Ulama, III*, 94-100.
- Santoso, G. (2004). *Ergonomi manusia, peralatan, dan lingkungan* (Vol. I). Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja, dan produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS.
- Tayyari, F., & Smith, J. L. (1997). *Occupational ergonomics : Prinsiples and Applications*. London: Chapman & Hall.
- Widyanti, A. (1998). *Analisis manual material handling serta faktor pengali vertikal dan jarak DM pada persamaan pembebanan NIOSH*. Bandung: Institut teknologi bandun

Lembar Kuisisioner *Nordic Body Map*

Nama : Jhosua Ginting

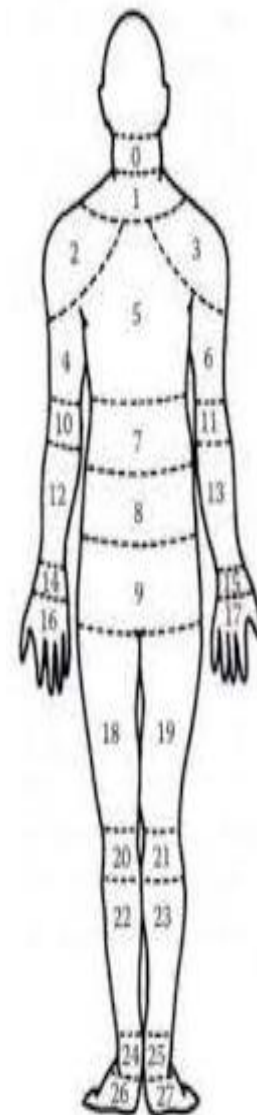
Umur : 20 Tahun

Berat Badan : 54 Kg

Lama kerja : 6 Bulan

Berikan tanda centang (√) pada kolom berdasarkan keluhan/kesakitan/ketergantungan yang dirasakan pada bagian tubuh (merujuk gambar).

No	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit (0)	Agak Sakit (1)	Sakit (2)	Sangat Sakit (3)
0	Sakit pada leher atas	√			
1	Sakit pada leher bawah			√	
2	Sakit pada bahu kiri			√	
3	Sakit pada bahu kanan			√	
4	Sakit pada lengan atas kiri	√			
5	Sakit pada punggung	√			
6	Sakit pada lengan atas kanan	√			
7	Sakit pada pinggang				√
8	Sakit pada pantat				√
9	Sakit pada bawah pantat	√			
10	Sakit pada siku kiri	√			
11	Sakit pada siku kanan	√			
12	Sakit pada lengan kiri		√		
13	Sakit pada lengan kanan		√		
14	Sakit pergelangan tangan kiri		√		
15	Sakit pergelangan tangan kanan		√		
16	Sakit pada tangan kiri			√	
17	Sakit pada tangan kanan			√	
18	Sakit pada paha kiri	√			
19	Sakit pada paha kanan	√			
20	Sakit pada lutut kiri	√			
21	Sakit pada lutut kanan	√			
22	Sakit pada betis kiri		√		
23	Sakit pada betis kanan		√		
24	Sakit pergelangan kaki kiri		√		
25	Sakit pergelangan kaki kanan		√		
26	Sakit pada kaki kiri		√		
27	Sakit pada kaki kanan		√		



Lembar Kuisisioner *Nordic Body Map*

Nama : Raphael Purba

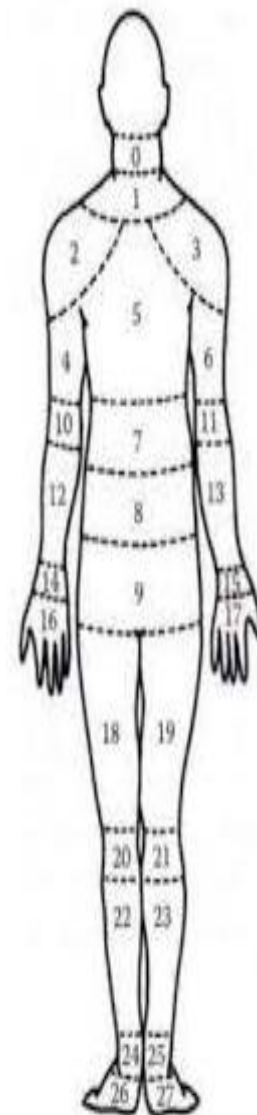
Umur : 24 Tahun

Berat Badan : 60 Kg

Lama kerja : 8 Bulan

Berikan tanda centang (√) pada kolom berdasarkan keluhan/kesakitan/ketergantungan yang dirasakan pada bagian tubuh (merujuk gambar).

No	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit (0)	Agak Sakit (1)	Sakit (2)	Sangat Sakit (3)
0	Sakit pada leher atas	√			
1	Sakit pada leher bawah		√		
2	Sakit pada bahu kiri			√	
3	Sakit pada bahu kanan			√	
4	Sakit pada lengan atas kiri		√		
5	Sakit pada punggung	√			
6	Sakit pada lengan atas kanan		√		
7	Sakit pada pinggang				√
8	Sakit pada pantat			√	
9	Sakit pada bawah pantat	√			
10	Sakit pada siku kiri		√		
11	Sakit pada siku kanan		√		
12	Sakit pada lengan kiri		√		
13	Sakit pada lengan kanan		√		
14	Sakit pergelangan tangan kiri		√		
15	Sakit pergelangan tangan kanan		√		
16	Sakit pada tangan kiri				√
17	Sakit pada tangan kanan				√
18	Sakit pada paha kiri	√			
19	Sakit pada paha kanan	√			
20	Sakit pada lutut kiri	√			
21	Sakit pada lutut kanan	√			
22	Sakit pada betis kiri		√		
23	Sakit pada betis kanan		√		
24	Sakit pergelangan kaki kiri		√		
25	Sakit pergelangan kaki kanan		√		
26	Sakit pada kaki kiri		√		
27	Sakit pada kaki kanan		√		



Lembar Kuisisioner *Nordic Body Map*

Nama : Agus Pardede

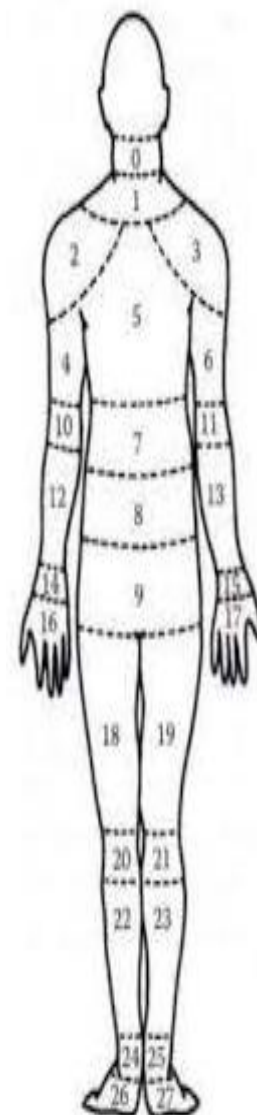
Umur : 25 Tahun

Berat Badan : 61 Kg

Lama kerja : 6 Bulan

Berikan tanda centang (√) pada kolom berdasarkan keluhan/kesakitan/ketergantungan yang dirasakan pada bagian tubuh (merujuk gambar).

No	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit (0)	Agak Sakit (1)	Sakit (2)	Sangat Sakit (3)
0	Sakit pada leher atas		√		
1	Sakit pada leher bawah		√		
2	Sakit pada bahu kiri			√	
3	Sakit pada bahu kanan			√	
4	Sakit pada lengan atas kiri		√		
5	Sakit pada punggung	√			
6	Sakit pada lengan atas kanan		√		
7	Sakit pada pinggang				√
8	Sakit pada pantat				√
9	Sakit pada bawah pantat	√			
10	Sakit pada siku kiri	√			
11	Sakit pada siku kanan	√			
12	Sakit pada lengan kiri	√			
13	Sakit pada lengan kanan	√			
14	Sakit pergelangan tangan kiri		√		
15	Sakit pergelangan tangan kanan		√		
16	Sakit pada tangan kiri				√
17	Sakit pada tangan kanan				√
18	Sakit pada paha kiri	√			
19	Sakit pada paha kanan	√			
20	Sakit pada lutut kiri		√		
21	Sakit pada lutut kanan		√		
22	Sakit pada betis kiri		√		
23	Sakit pada betis kanan		√		
24	Sakit pergelangan kaki kiri		√		
25	Sakit pergelangan kaki kanan		√		
26	Sakit pada kaki kiri		√		
27	Sakit pada kaki kanan		√		



Lembar Kuisisioner *Nordic Body Map*

Nama : Antonius Purba

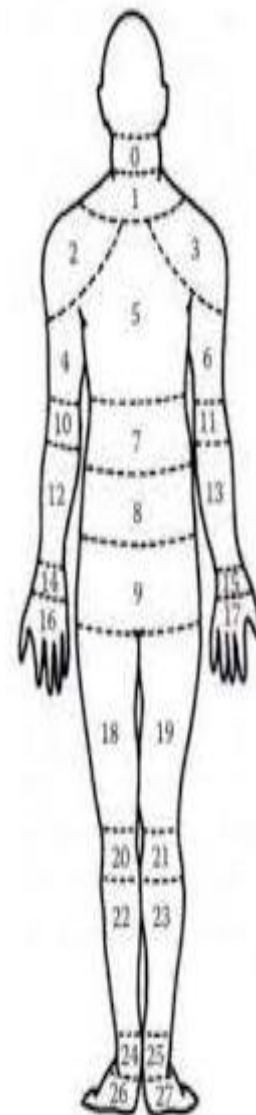
Umur : 18 Tahun

Berat Badan : 52 Kg

Lama kerja : 2 Bulan

Berikan tanda centang (√) pada kolom berdasarkan keluhan/kesakitan/ketergantungan yang dirasakan pada bagian tubuh (merujuk gambar).

No	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit (0)	Agak Sakit (1)	Sakit (2)	Sangat Sakit (3)
0	Sakit pada leher atas		√		
1	Sakit pada leher bawah			√	
2	Sakit pada bahu kiri			√	
3	Sakit pada bahu kanan			√	
4	Sakit pada lengan atas kiri		√		
5	Sakit pada punggung		√		
6	Sakit pada lengan atas kanan		√		
7	Sakit pada pinggang	√			
8	Sakit pada pantat				√
9	Sakit pada bawah pantat				√
10	Sakit pada siku kiri	√			
11	Sakit pada siku kanan		√		
12	Sakit pada lengan kiri		√		
13	Sakit pada lengan kanan		√		
14	Sakit pergelangan tangan kiri		√		
15	Sakit pergelangan tangan kanan		√		
16	Sakit pada tangan kiri				√
17	Sakit pada tangan kanan				√
18	Sakit pada paha kiri		√		
19	Sakit pada paha kanan		√		
20	Sakit pada lutut kiri		√		
21	Sakit pada lutut kanan		√		
22	Sakit pada betis kiri		√		
23	Sakit pada betis kanan		√		
24	Sakit pergelangan kaki kiri			√	
25	Sakit pergelangan kaki kanan			√	
26	Sakit pada kaki kiri		√		
27	Sakit pada kaki kanan		√		



Lembar Kuisisioner *Nordic Body Map*

Nama : Otniel Pasaribu

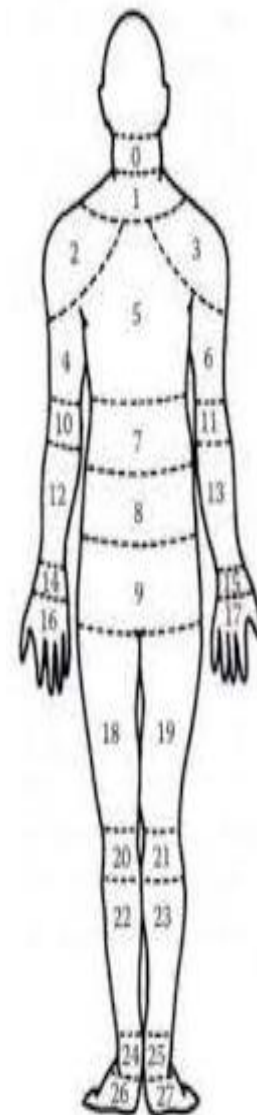
Umur : 20 Tahun

Berat Badan : 58 Kg

Lama kerja : 8 Bulan

Berikan tanda centang (√) pada kolom berdasarkan keluhan/kesakitan/ketegantungan yang dirasakan pada bagian tubuh (merujuk gambar).

No	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit (0)	Agak Sakit (1)	Sakit (2)	Sangat Sakit (3)
0	Sakit pada leher atas	√			
1	Sakit pada leher bawah			√	
2	Sakit pada bahu kiri				√
3	Sakit pada bahu kanan				√
4	Sakit pada lengan atas kiri	√			
5	Sakit pada punggung		√		
6	Sakit pada lengan atas kanan	√			
7	Sakit pada pinggang				√
8	Sakit pada pantat				√
9	Sakit pada bawah pantat	√			
10	Sakit pada siku kiri		√		
11	Sakit pada siku kanan		√		
12	Sakit pada lengan kiri		√		
13	Sakit pada lengan kanan		√		
14	Sakit pergelangan tangan kiri		√		
15	Sakit pergelangan tangan kanan		√		
16	Sakit pada tangan kiri				√
17	Sakit pada tangan kanan				√
18	Sakit pada paha kiri	√			
19	Sakit pada paha kanan	√			
20	Sakit pada lutut kiri		√		
21	Sakit pada lutut kanan		√		
22	Sakit pada betis kiri		√		
23	Sakit pada betis kanan		√		
24	Sakit pergelangan kaki kiri		√		
25	Sakit pergelangan kaki kanan		√		
26	Sakit pada kaki kiri		√		
27	Sakit pada kaki kanan		√		



Lembar Kuisisioner *Nordic Body Map*

Nama : Ari Parindusi

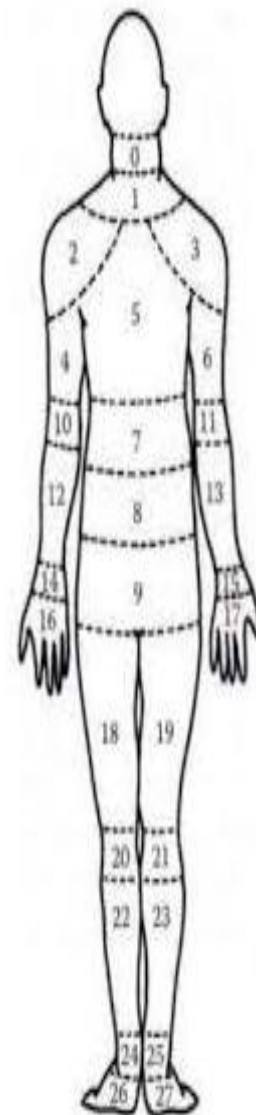
Umur : 22 Tahun

Berat Badan : 49 Kg

Lama kerja : 11 Bulan

Berikan tanda centang (√) pada kolom berdasarkan keluhan/kesakitan/ketergantungan yang dirasakan pada bagian tubuh (merujuk gambar).

No	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit (0)	Agak Sakit (1)	Sakit (2)	Sangat Sakit (3)
0	Sakit pada leher atas	√			
1	Sakit pada leher bawah		√		
2	Sakit pada bahu kiri			√	
3	Sakit pada bahu kanan				√
4	Sakit pada lengan atas kiri		√		
5	Sakit pada punggung	√			
6	Sakit pada lengan atas kanan	√			
7	Sakit pada pinggang				√
8	Sakit pada pantat				√
9	Sakit pada bawah pantat	√			
10	Sakit pada siku kiri	√			
11	Sakit pada siku kanan	√			
12	Sakit pada lengan kiri		√		
13	Sakit pada lengan kanan		√		
14	Sakit pergelangan tangan kiri			√	
15	Sakit pergelangan tangan kanan			√	
16	Sakit pada tangan kiri			√	
17	Sakit pada tangan kanan			√	
18	Sakit pada paha kiri	√			
19	Sakit pada paha kanan	√			
20	Sakit pada lutut kiri	√			
21	Sakit pada lutut kanan	√			
22	Sakit pada betis kiri	√			
23	Sakit pada betis kanan	√			
24	Sakit pergelangan kaki kiri		√		
25	Sakit pergelangan kaki kanan		√		
26	Sakit pada kaki kiri		√		
27	Sakit pada kaki kanan		√		



Rekapitulasi Data Kuisisioner *Nordic Body Map*

No	Nama Pekerja	Pertanyaan ke-													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Jhosua Ginting	0	2	2	2	0	0	0	3	3	0	0	0	1	1
2	Raphael Purba	0	1	2	2	1	0	1	3	2	0	1	1	1	1
3	Agus Pardede	1	1	2	2	1	0	1	3	3	0	0	0	0	0
4	Antonius Purba	1	2	2	2	1	1	0	3	3	0	1	1	1	1
5	Otniel Pasaribu	0	2	3	3	0	1	0	3	3	0	1	1	1	1
6	Ari Parinduri	0	1	2	3	1	0	0	3	3	0	0	0	1	1
Total		2	9	13	14	4	2	2	18	17	0	3	3	5	5

No	Nama Pekerja	Pertanyaan ke-														
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	Jhosua Ginting	1	1	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
2	Raphael Purba	1	1	3	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
3	Agus Pardede	1	1	3	3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Antonius Purba	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	
5	Otniel Pasaribu	1	1	3	3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	Ari Parinduri	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
Total		7	7	16	16	1	1	3	3	5	5	7	7	6	6	