

**PERANCANGAN FASILITAS KERJA PADA PENGANGKUTAN BAHAN
BAKU UNTUK MENCEGAH TERJADINYA MSDs PADA CV. SUKA
BERSAMA MEDAN**

SKRIPSI

OLEH :

**LENNITA PURBA
NPM: 17.815.0098**



**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 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21

**PERANCANGAN FASILITAS KERJA PADA
PENGANGKUTAN BAHAN BAKU UNTUK MENCEGAH
TERJADINYA MSDs PADA CV. SUKA BERSAMA MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri
Universitas Medan Area



Oleh
LENNITA PURBA
17 815 0098

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2021

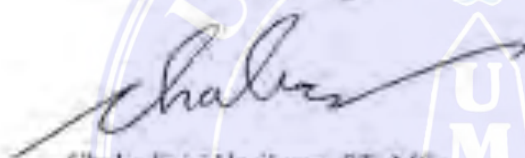
LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi	Perancangan Fasilitas Kerja Pada Pengangkutan Bahan Baku Untuk Mencegah Terjadinya MSDs Pada CV. Suka Bersama Medan
Nama	Lennita Purba
NPM	17 815 0098
Fakultas/Prodi	Teknik/Industri

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Chalis Fajri Hasibuan, ST, MSc

Healthy Ariany Prasetya, ST, MT

NIDN: 0110068801

NIDN: 0119057802

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Dina Maszaura M. I.
NIDN: 0112096601



Yudi Dheni Polewangi, S.T, MT
NIDN: 0112118503

Tanggal Sidang : 29 September 2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain 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 lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 29 September 2021



Lennita Purba

17 815 0098

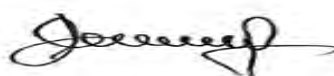
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Lennita Purba
NPM : 17 815 0098
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan 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 Perancangan Fasilitas Kerja Pada Pengangkutan Bahan Baku Untuk Mencegah Terjadinya MSDs Pada CV. Suka Bersama, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalti Non eksklusif* ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 29 September 2021
Yang menyatakan



(Lennita Purba)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sigambo-gambo, Kecamatan Barus, Kabupaten Tapanuli Tengah, Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 16 September 1997 pada tanggal 16 September 1997 dari Ayah Kasdin Purba dan Ibu Rosdiani Samosir. Penulis merupakan putri kedua dari dua bersaudara.

Penulis Pertama kali menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 153030 Kedai Gedang Barus pada tahun 2004 dan selesai pada tahun 2010 , pada tahun yang sama penulis melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Barus dan selesai pada tahun 2013, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Barus, penulis mengambil jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan selesai pada tahun 2016, dan pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.

Berkat petunjuk Tuhan Yang Maha Esa, usaha yang disertai do'a juga dari orang tua dalam menjalani aktivitas akademik di Perguruan Tinggi Universitas Medan Area. Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul “Perancangan Fasilitas Kerja Pada Pengangkutan Bahan Baku Untuk Mencegah Terjadinya MSDs Pada CV. Suka Bersama Medan ”, dan pada tanggal 29 September 2021 penulis dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Teknik melalui Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

ABSTRAK

Lennita Purba. 178150098. “Perancangan Fasilitas Kerja Pada Pengangkutan Bahan Baku Untuk Mencegah Terjadinya MSDs Pada CV. Suka Bersama Medan”. Dibimbing oleh Chalis Fajri Hasibuan, ST, MSc, dan Healthy Alriany Prasetyo, ST, MT.

Pekerjaan *manual material handling* dapat menyebabkan stress pada kondisi fisik pekerja (seperti: sikap tubuh yang dipaksakan bergerak berulang) mengakibatkan terjadinya cedera. Bila rasio tuntutan kerja lebih besar dari kemampuan seseorang maka akan terjadi penurunan *performance* kerja bisa dimulai oleh adanya ketidaknyamanan. Permasalahan yang terjadi di CV. Suka Bersama adalah aktivitas *manual material handling* (MMH) di stasiun pengangkutan bahan baku yang membahayakan bagi pekerja dikarenakan beban yang diangkat melebihi batas dari konstanta pembebanan, tindakan pengulangan dengan frekuensi angkat yang tinggi. Tujuan mengukur biomekanika pekerja, dan membuat usulan perbaikan aktivitas MMH berupa perancangan alat bantu. Data yang dibutuhkan diambil melalui pengamatan secara langsung terhadap pekerja di bagian pengangkutan bahan baku, meliputi data RWL, Li, MPL dan data antropometri. Kemudian hasil perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) didapatkan nilai 4 kg *origin* dan 5,28 *destination*, *Lifting Index* (LI) 6 kg *origin* dan 4,58 *destination* dan hasil *Maximum Permissible Limit* (MPL) sebesar 1097,656 N, dan dilakukan pemilihan dimensi antropometri disesuaikan dengan alat yang akan dirancang yaitu dimensi tinggi siku berdiri, lebar bahu, jangkauan tangan kedepan, diameter genggam tangan, dan lebar jari ke 1,2,3,4,5. Dengan perhitungan dimensi tubuh maka di peroleh lebar pegangan trolley 90 cm, diameter lingkaran gengaman 4 cm, ketinggian pegangan 96 cm, panjang genggam 8 cm, jarak operator dengan 86 cm, panjang trolley 152, dan lebar trolley 152 cm.

Kata Kunci : Biomekanika, MMH, Cidera Tulang Belakang (*Musculoskeletal Disorder*).

ABSTRACT

Lennita Purba. 178150098. “The Design of Work Facilities in the Transportation of Raw Materials to Prevent the Occurrence of MSDs at CV. Suka Bersama Medan”. Supervised by Chalis Fajri Hasibuan, S.T., M.Sc and Healthy Aldriany Prasetyo, S.T., M.T.

Manual material handling work can cause stress on the physical condition of workers (such as posture that is forced to move repeatedly) inflicting injury. If the ratio of work demands is greater than one's ability, there will be a decrease in work activity, starting with the discomfort. Problems that occurred in CV. Suka Bersama was an MMH activity at the lifting station for raw materials that were dangerous for workers because the load being lifted exceeded the limit of the loading constant and the repetitive actions with high lifting frequency. The aim was to measure the biomechanics of workers and to make suggestions for improving MMH activities in the form of designing aid tools. The data needed was taken through direct observation of workers in the lifting of raw materials, including RWL, Li, MPL data, and anthropometric data. Then the calculation results of the Recommended Weight Limit obtained a value of 4 kg origin and 5.28 of destination, Lifting Index of 6 kg origin and 4.58 of destination and Maximum Permissible Limit of 1097.656 N, and the anthropometric dimensions were selected according to the tool to be designed, namely the dimensions standing elbow height, shoulder width, forward hand reach, handgrip diameter, and 1, 2, 3, 4, 5 fingers width. By calculating the body dimensions, it was obtained the trolley handle width was 90 cm, the grip circle diameter was 4 cm, the handle height was 96 cm, the grip length was 8 cm, the operator distance was 86 cm, the trolley length was 152, and the trolley width was 152 cm.

Keywords: Biomechanics, MMH Spinal Injury (Musculoskeletal Disorder)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal skripsi dengan judul : “Perancangan Fasilitas Kerja Pada Pengangkutan Bahan Baku Untuk Mencegah Terjadinya *Musculo Skeletal* (MSDs) Pada Stasiun Pengangkutan Bahan Baku di CV. Suka Bersama”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena menyadari segala keterbatasan yang ada. Sehingga Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan proposal skripsi ini.

selesaiannya proposal skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Chalis Fajri Hasibuan, ST, MSc selaku Pembimbing I dan Ibu Healthy Aldriany Prasetyo, ST, MT selaku Pembimbing II yang telah memberikan kritik dan saran bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan proposal skripsi ini. Serta ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir Dina Maizana, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Ibu Dr Ir Dina Maizana, MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Tek.nik Universitas Medan Area.
4. Bapak Indra Hermawan, ST, MT selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Bapak Yudi daeng Polewangi, ST, MT selaku Ka. Prodi Teknik Industri.
6. Ibu Nukhe Andri Silviana, ST, MT selaku Sek. Prodi Teknik Industri.
7. Bapak/Ibu dosen dan staff di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Medan Area khususnya Program Teknik Industri yang telah banyak membantu kami untuk melaksanakan penulis dalam studi.
8. Teristimewa kepada kedua Orang Tua penulis Bapak Kasdin Purba dan Ibunda Rosdiani Samosir, kakak Dewita Purba serta pacar saya Labantua situmorang yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanan baik dari segi moral, materi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Terimakasih juga kepada Teman angkatan 17 dan karyawan/karyawati CV. Suka Bersama juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 29 September 2021

Penulis,

(Lennita Purba)
NIM. 178150098

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	I
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	II
2.1. Defenisi Ergonomi.....	6
2.1.1. Maksud dan Tujuan Ergonomi	7
2.2. Defenisi Biomekanika	8
2.2.1. Penerapan Biomekanika Kerja	9
2.3. Keterkaitan Biomekanika dan Ergonomi	10

2.4. <i>Manual Material Handling</i>	12
2.5. <i>Nordic Body Map Questionnaire</i>	13
2.6. Macam-macam Persamaan Pembebanan	14
3.2.1. <i>Recommended Weight Limit (RWL)</i>	14
3.2.1. <i>Lifting Index (LI)</i>	19
3.2.1. <i>Action Limit (AL)</i>	20
3.2.1. <i>Maximun Permissible Limit (MPL)</i>	21
2.7. Variable Penelitian	23
2.9. Antropometri	24
3.2.1. Faktor yang Mempengaruhi Pengukuran Antropometri	24
3.2.1. Prinsip-prinsip Penggunaan Data Antropometri	26
3.2.1. Pengujian Data Antropometri	28
3.2.1. Uji Normal Dengan <i>Kolmogrov-Smirnov Test</i>	31
BAB III METODE PENELITIAN	III
3.1. Lokasi dan Jadwal Penelitian	32
3.2. Sumber Data dan Instrumen Penelitian	32
3.2.1. Sumber Data	32
3.2.2. Instrumen Penelitian	32

3.3. Jenis Data, Pengumpulan Data dan Teknik Pengolahan data	33
3.3.1. Jenis Data	33
3.2.1. Teknik Pengumpulan Data	33
3.2.1. Teknik Pengolahan Data.....	36
3.4. Metode Penelitian	37
3.5.1. Variable Penelitian	37
3.5. Kerangka Berpikir.....	38
3.6. Tahapan Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV
4.1. Pengumpulan Data	32
4.1.1 Data Benda Kerja	32
4.1.2. Deskripsi dan Aktivitas Pekerja.....	32
4.1.3. Kuisoner Nordic Body Map	32
4.1.4. Data <i>Recommended Weight Limit</i> (RWL).....	32
4.1.5. Data <i>Maximum Permissibel Limit</i> (MPL)	43
4.1.6. Data Antropometrik Pekerja.....	44
4.2. Pengolahan Data Aktual.....	46
4.2.1. Penentuan Nilai RWL	46

4.2.2. Penentuan Nilai Li	49
4.2.3. Penentuan Nilai MPL	50
4.2.4. Pengolahan Data Antropometri	59
4.3. Perhitungan Spesifikasi Perancangan	90
4.4. Desain dan Simulasi Pekerja Menggunakan Alat Yang Dirancangan Dengan Software Auto Cad	99
4.4.1. Penentuan Komponen	95
4.2.3. Pemodelan Hasil Rancangan Dengan Gambar 3D	96
4.5 Data Usulan.	9
4.5.1. Penentuan Nilai Li Usulan	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V
5.1. Kesimpulan	106
5.2. Saran	107

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1. Faktor Pengali Frekuensi	18
Tabel 2.2. Faktor Pengali Pegangan.....	19
Tabel 3.1. Data Kuisisioner	34
Tabel 4.1. Kuisisioner Nordic Body Map.....	40
Tabel 4.2. Pengumpulan Data RWL.....	42
Tabel 4.3. Pengumpulan Data MPL.....	43
Tabel 4.4. Data Pengukuran Antropometri	45
Tabel 4.5. Nilai Rata-rata dan Standart Deviasi Tiap Dimensi Tubuh (TSB)	60
Tabel 4.6. Nilai Rata-rata dan Standart Deviasi Tiap Dimensi Tubuh (LB)	60
Tabel 4.7. Nilai Rata-rata dan Standart Deviasi Tiap Dimensi Tubuh (JTKD)	61
Tabel 4.8. Nilai Rata-rata dan Standart Deviasi Tiap Dimensi Tubuh (DLG)	61
Tabel 4.9. Nilai Rata-rata dan Standart Deviasi Tiap Dimensi Tubuh (LJ)	62
Tabel 4.10. Data Siku Berdiri (TSB)	63
Tabel 4.11 Data Siku Berdiri (TSB) Revisi 1	66
Tabel 4.12. Uji Normal TSB.....	69
Tabel 4.13. Data Lebar Bahu (LB)	70

Tabel 4.15. Uji Normal LB	74
Tabel 4.16 Data Jangkauan Tangan Kedepan (JTKD).....	75
Tabel 4.17. Data Jangkauan Tangan Kedepan (JTKD) Revisi 1	77
Tabel 4.18. Uji Normal JTKD.....	79
Tabel 4.19. Data Diameter Lingkar Genggaman (DLG)	80
Tabel 4.20. Data Diameter Lingkar Genggaman (DLG) Revisi 1	82
Tabel 4.21. Uji Normal DLG	84
Tabel 4.22. Data Lebar Jari Ke 1,2,3,4,5 (LJ).....	85
Tabel 4.23. Data Lebar Jari Ke 1,2,3,4,5 (LJ) Revisi 1	87
Tabel 4.24. Uji Normal LJ	90
Tabel 4.25 . Rekapitulansi Hasil Perhitungan Persentil Dengan Spss	91
Tabel 4.26 Rekapitulansi Hasil Perhitungan Dimensi Troly	94
Tabel 4.27. Pengumpulan Data RWL Usulan	100
Tabel 4.28. Perbandingan Nilai Sebelum dan sesudah Perancangan	105

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1. <i>Wordic Body Map Questionnaire</i>	14
Gambar 3.1 Segmen Tubuh Manusia	36
Gambar 3.1. Kerangka Berpikir Penelitian	37
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian	38
Gambar 4.1. Rekapitulasi SNQ Setelah Pekerjaan	41
Gambar 4.2 <i>Free Body Diagram</i> Telapak Tangan Pengangkatan Bahan Baku	50
Gambar 4.3. <i>Free Body Diagram</i> Lengan Bawah Pengangkatan Bahan Baku	51
Gambar 4.4. <i>Free Body Diagram</i> Lengan Atas Pengangkatan Bahan Baku	52
Gambar 4.5. <i>Free Body Diagram</i> Punggung Pengangkatan Bahan Baku.	53
Gambar 4.6. <i>Free Body Diagram</i> Paha Pengangkatan Bahan Baku	55
Gambar 4.7 <i>Free Body Diagram</i> Betis Pengangkatan Bahan Baku.....	56
Gambar 4.8. <i>Free Body Diagram</i> Kaki Pemindahan Bale Karet	57
Gambar 4.9. Uji Keseragaman Tinggi Siku Beriri (TSB).....	65
Gambar 4.10. Uji Keseragaman Tinggi Siku Beriri (TSB) Revisi 1	67
Gambar 4.11. Uji Keseragaman Lebar Bahu (LB)	71

Gambar 4.12. Uji Keseragaman Lebar Bahu (LB) Revisi 1	73
Gambar 4.13. Uji Keseragaman Jangkauan Tangan Ke Depan (JTKD)....	76
Gambar 4.14. Uji Keseragaman Jangkauan Tangan Ke Depan (JTKD) Revisi 1	78
Gambar 4.15. Uji Keseragaman Diameter Lingkaran Genggaman (DLG)	81
Gambar 4.16. Uji Keseragaman Diameter Lingkaran Genggaman (DLG) Revisi 1	83
Gambar 4.17. Uji Keseragaman Lebar Jari ke 1,2,3,4,5 (LJ)	87
Gambar 4.18. Uji Keseragaman Lebar Jari ke 1,2,3,4,5 (LJ) Revisi 1	88
Gambar 4.19. Gambar Simulasi Troly	95
Gambar 4.20. Gambar Simulasi Rangkah Troly	97
Gambar 4.21. Gambar Simulasi Roda Troly.....	98
Gambar 4.22. Gambar Simulasi Lantai Troly	99
Gambar 4.23. Gambar Simulasi Pekerja Mengangkat Bahan Baku Ke Troly	10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi ini banyak hal yang telah dilakukan manusia dalam usahanya untuk meningkatkan produktivitas kerja. Kemajuan teknologi akhirnya banyak mengakibatkan bergesernya tenaga manusia untuk kemudian digantikan dengan mesin atau peralatan produksi lainnya yang lebih modern.

Tenaga kerja merupakan faktor yang paling penting dalam menjalankan sebuah perusahaan sehingga dapat menghasilkan sebuah produk yang memiliki nilai jual. Untuk itu setiap perusahaan dituntut untuk memperhatikan kondisi fisik dan mental setiap pekerjanya sehingga para pekerja mampu bekerja dengan nyaman dan dapat meningkatkan produktifitas produk yang dihasilkan dari perusahaan tersebut. Selain itu faktor penting lain dalam sebuah perusahaan yang perlu diperhatikan adalah peralatan dan fasilitas kerja yang disediakan perusahaan untuk mendukung kelancaran para pekerja.

Peralatan dan fasilitas kerja ini erat kaitannya dengan kelancaran proses produksi, karena berhubungan langsung dengan manusia yang bekerja di perusahaan tersebut, dimana rancangan peralatan dan fasilitas kerja yang tidak sesuai dengan kenyamanan dan keamanan para pekerja akan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja ataupun gangguan kesehatan bagi orang yang bekerja di tempat tersebut sehingga perusahaan mendapat produktifitas yang tidak optimal, dan dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan tersebut.

Tenaga kerja bagian pengangkutan bahan baku merupakan tenaga kerja yang memiliki peran penting, karena pada bagian inilah awal pengolahan produk dilakukan sebelum diangkat ke lantai produksi.

Oleh karena itu salah satu pendukung dalam memperlancar setiap pekerjaan karyawan di bagian pengangkutan bahan baku adalah tersedianya peralatan kerja yang ergonomi sesuai dengan bentuk tubuh pekerja yang berada di area kerja tersebut, sehingga memberikan kenyamanan bagi pekerja dan mampu meningkatkan produktivitas produk dari perusahaan tersebut.

CV. Suka Bersama merupakan pabrik yang bergerak dalam bidang produksi sedotan minuman yang terbuat dari plastik PP (*Polypropylene*) yang terletak di Jl. Kelambir V, Garmunia Pasar.IV, Tanjung Gusta Medan Helvetia. CV. Suka Bersama yang bergerak dalam bidang plastik PP menjadi sedotan minuman. Pada bagian pengangkutan bahan baku terdapat beberapa jenis bentuk bahan plastik PP yang akan dibawa ke lantai produksi, seperti : kantong plastik bekas yang berbahan PP dan peralatan pecah belah yang berbahan PP *glyserin*.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap operator yang bekerja di bagian pengangkutan bahan baku, operator yang bekerja pada bagian tersebut sering mengalami keluhan nyeri pada leher, punggung, kaki, dan tangan dengan studi pendahuluan NBM (*Nordic Body Map*) yang disebabkan karena fasilitas kerja yang tidak tersedia di tempat tersebut, seperti postur tubuh pengangkut bahan baku yang sering membawa bahan baku ketempat produksi dengan frekuensi yang tinggi, dimana target pershift sekitar 300 kg yang siap diangkat ke tempat pencacahan, dimana jarak pengangkutan bahan baku berjarak 20 m dengan berat beban yang diangkat sekitar 24 kg, frekuensi kerja mencapai 13 kali

pengangkatan dengan durasi kerja selama 8 jam per shift . Dan setelah dicacah ke tempat pencacahan diangkat lagi ketempat peleburan dengan jarak 20 m dengan berat yang sama, dan memiliki pekerja sebanyak 30 karyawan yang dimana pada shift pertama sebanyak 18 pekerja dan shift ke dua 12 orang pekerja.

Sehingga perlu adanya usulan perancangan fasilitas kerja yang sesuai dengan prinsip kerja antropometri. Oleh karena itu peneliti ingin melakukan perancangan fasilitas kerja yang sesuai dengan metode biomekanika karyawan yang bekerja di lantai produksi bagian pengangkutan bahan baku. Sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi karyawan yang bekerja di bagian tersebut. Dengan adanya uraian di atas sehingga peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul **”Perancangan Fasilitas Kerja Pada Bagian Pengangkutan Bahan Baku untuk Mencegah Terjadinya (MSDs) di CV. Suka Bersama Medan”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan sebelumnya maka rumus permasalahan dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana menciptakan suatu usulan perancangan fasilitas kerja yang ergonomis pada stasiun pengangkutan bahan baku agar tercipta fasilitas kerja yang nyaman, sehat dan aman.
2. Mengurangi keluhan karyawan pada saat bekerja dan untuk mendapatkan kondisi kerja yang lebih baik.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis akan membatasi masalah yang akan diteliti agar penelitian menjadi lebih terfokus dan dapat menjawab permasalahan penelitian dengan lebih efektif dan efisien. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di area pengangkutan bahan baku CV. Suka Bersama
2. Penelitian hanya bersifat usulan perbaikan fasilitas kerja dengan menggunakan prinsip ergonomi di stasiun pengangkutan bahan baku ke tempat pecacahan dan peleburan.
3. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan, kuesioner dan wawancara dengan operator yang bekerja di bagian tersebut.
4. Penelitian tidak membahas perhitungan mengenai biaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur biomekanika pekerja operator yang bekerja pada stasiun pengangkutan bahan baku secara aktual.
2. Memberikan usulan perancangan fasilitas kerja yang aman, nyaman, sehat dan efisien bagi operator di bagian pengangkutan bahan baku.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pertimbangan bagi perusahaan dalam memperbaiki sistem kerja sehingga mampu memberikan jaminan rasa nyaman dan sehat bagi karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut, sehingga karyawan mampu meningkatkan produktivitas perusahaan.

2. Sebagai pengaplikasian ilmu biomekanika yang diperoleh selama perkuliahan dalam dunia industri sehingga menghasilkan suatu sistem kerja yang baik.
3. Hasil penelitian diharapkan menjadi salah satu solusi dalam menciptakan sistem kerja yang aman dan sehat di dunia industri.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Defenisi Ergonomi

Ergonomi atau *ergonomics* sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu *Ergo* yang berarti kerja dan *Nomos* berarti hukum alam. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitan dengan pekerjaannya.

Ergonomi merupakan suatu cabang yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yang akhirnya akan mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE)“ (Iftikar Z. Satalaksana, dkk ,2015).

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyetarakan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka, dkk, 2004).

Manusia dengan segala sifat dan tingkah lakunya merupakan makhluk yang sangat kompleks. Untuk mempelajari manusia, tidak cukup ditinjau dari satu segi ilmu saja. Oleh sebab itu mengembangkan Ergonomi diperlukan dukungan dari berbagai disiplin, antara lain Psikologi, Antropologi, Faal Kerja, Biologi, Sosiologi, Perencanaan Kerja, Fisika. Masing-masing disiplin tersebut berfungsi sebagai pemberi informasi. Pada gilirannya, para perancang dalam hal ini para ahli teknik

bertugas untuk meramu masing-masing informasi di atas dan menggunakan sebagai pengetahuan untuk merancang fasilitas sedemikian rupa sehingga mencapai kegunaan yang optimal, dengan demikian pencapaian kualitas hidup manusia secara optimal baik ditempat kerja, di lingkungan social maupun dilingkungan keluarga menjadi tujuan utama dari penerapan dari penerapan ergonomi, antara lain Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.

1. Meningkatkan kesejahteraan social 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 produktif.
2. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknik, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

2.1.1 Maksud dan Tujuan Ergonomi

Disiplin ergonomi merupakan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia- mesin yang optimal. Dengan demikian disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan masalah melalui pendekatan sistem.

Tujuan ergonomi adalah untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja pada suatu perusahaan atau organisasi. Hal ini dapat tercapai apa bila terjadi kesesuaian

antara pekerja dengan pekerjaannya. Banyak yang menyimpulkan bahwa pekerja harus dimotivasi dan kebutuhannya harus terpenuhi.

Dengan demikian akan menurunkan jumlah tenaga kerja yang tidak masuk kerja. Namun pendekatan ergonomi mencoba mencapai kebaikan antara pekerja dan pimpinan perusahaan. Hal itu dapat dicapai dengan memperhatikan 4 tujuan antara lain:

1. Memaksimalkan efisiensi tenaga kerja
2. Memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja
3. Menganjurkan agar bekerja aman, nyaman dan bersemangat
4. Memaksimalkan performans kerja yang meyakinkan

Konsekuensi situasi kerja yang tidak ergonomis adalah kondisi tubuh menjadi kurang optimal, tidak efisien, kualitas rendah dan seseorang bisa mengalami gangguan kesehatan seperti nyeri (*low back point*), gangguan otot rangka dan lain-lain. Maksud dan tujuan utama dari pendekatan disiplin ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki performansi kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, ketepatan, keselamatan kerja di samping untuk mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat. Di samping itu, disiplin ergonomi diharapkan pula mampu memperbaiki pemberdayaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (*human error*).

2.2 Defenisi Biomekanika

Ilmu biomekanika adalah ilmu yang mempelajari gerakan dari makhluk hidup dengan menggunakan ilmu mekanika (Hatze,2012). Namun secara umum biomekanika adalah ilmu yang menggunakan hukum-hukum fisika dan mekanika teknik untuk mendeskripsikan gerakan pada bagian tubuh (kinematik) dan memahami efek gaya dan momen yang terjadi pada tubuh (kinetik).

Biomekanika adalah suatu ilmu pengetahuan yang merupakan kombinasi dari ilmu fisika (khususnya mekanika) dan teknik, berdasar pada biologi dan juga pengetahuan lingkungan. Gerakan manusia adalah ilmu yang menyelidiki, menggambarkan dan menganalisis gerakan manusia (Wignjosoebroto, 2012).

Biomekanika merupakan salah satu dari empat bidang penelitian informasi ergonomi yakni penelitian tentang kekuatan fisik manusia yang mencakup kekuatan atau daya fisik manusia yang ketika bekerja dan mempelajari bagaimana cara kerja peralatan yang harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia ketika melakukan aktivitas tersebut. Biomekanika adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara pekerja dan peralatannya, lingkungan kerja dan lain-lain untuk meningkatkan performansi kerja dan meminimalisasi kemungkinan cedera (Caffin dan Anderson,2011). Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan semua tubuh makhluk hidup. Dalam biomekanika prinsip-prinsip mekanika dipakai dalam penyusunan konsep, analisis, desain dan pengembangan peralatan dan sistem dalam biologi dan kedokteran. Jadi, biomekanika kerja dapat didefenisikan sebagai bagian dari biomekanika terapan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material dan peralatan dengan tujuan untuk meminimkan keluhan pada sistem kerangka otot agar produktivitas kerja dapat meningkat.

Dalam biomekanika ini banyak melibatkan bagian-bagian tubuh yang berkolaborasi untuk menghasilkan gerak yang akan dilakukan oleh organ tubuh yakni kolaborasi antara tulang, jaringan penghubung otot.

2.2.1 Penerapan Biomekanika Kerja

Pada kegiatan sehari-hari secara tidak langsung ilmu biomekanika telah diaplikasikan dalam pekerjaan-pekerjaan tertentu, seperti mengecat langit-langit rumah. Ilmu biomekanika menganalisisnya sebagai pembebanan yang statis. Jadi pada industri atau kehidupan sehari-hari aspek ilmu biomekanika adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengukur besarnya gaya yang dibutuhkan operator untuk melakukan suatu pekerjaan dengan postur tubuh.
2. Menyatakan besarnya gaya otot yang diperlukan oleh seorang operator dalam menyelesaikan pekerjaan dengan menggunakan prinsip-prinsip fisika dan mekanika.
3. Membantu untuk mengetahui dan memahami serta dapat menentukan sikap kerja yang berbeda dapat menghasilkan kekuatan atau tingkat produktivitas yang terbaik.
4. Mampu mengevaluasi pekerjaan operator sehingga dapat menghasilkan cara kerja yang lebih baik yang meminimumkan gaya dan momen yang dibebankan pada operator supaya tidak terjadi kecelakaan kerja.
5. Dapat menentukan perancangan sistem tempat kerja dengan pertimbangan dari gerakan-gerakan tubuh manusia/pekerja.
6. Memperkecil atau mencegah cedera yang diakibatkan oleh gerakan.
7. Menciptakan teknik-teknik baru dalam menampilkan suatu keterampilan

yang menghasilkan efektivitas kerja yang lebih tinggi.

Dengan ilmu biomekanika ini, jelas penerapannya bahwa kita akan lebih mudah untuk menentukan rancangan sistem tempat kerja, di samping tingkat ergonomisnya tinggi, dengan kata lain terciptanya keadaan lingkungan kerja yang ENASE maka tingkat produktivitas meningkat dan tingkat kecelakaan menjadi minimum.

2.3 Keterkaitan Biomekanika dan Ergonomi

Keilmuan biomekanika kerja berkontribusi dalam perancangan dan evaluasi sistem kerja. Sistem kerja yang dimaksud meliputi metode kerja (terutama yang menuntut aktifitas fisik berat seperti penanganan material/benda secara manual), perancangan alat kerja, perancangan stasiun kerja (baik duduk atau berdiri), serta seleksi dan *training* pekerja (Eko Nurmianto, 2013). Berbagai perangkat lunak komputer terkait biomekanika sudah tersebar untuk mensimulasikan dan memprediksi kemampuan fisik manusia dalam bekerja. Semua aplikasi biomekanika kerja ini memiliki tujuan utama, yaitu memperbaiki performansi manusia dalam bekerja.

Biomekanika memiliki hubungan yang sangat erat dengan Antropometri, dikarenakan dalam Biomekanika mempelajari bagaimana melakukan suatu pekerjaan dengan menggunakan gaya dengan energi yang kecil. Sedangkan Antropometri merupakan pembelajaran dalam suatu perhitungan kepada alat-alat yang di gunakan oleh manusia di dalam kehidupan sehari-hari. Antropometri menganalisis dimensi-dimensi alat tersebut dengan menghubungkan tubuh manusi sebagai acuan, sehingga terciptalah suatu alat atau perkakas yang dapat digunakan dengan gaya yang tidak terlalu besar. Biomekanika tidak saja berhubungan erat

dengan Antropometri tetapi juga dengan ilmu fisiologi dan postur kerja karena dengan mempelajari tentang gaya yang bekerja pada tubuh, maka dapat dihitung dan diketahui berapa jumlah energi dan konsumsi oksigen yang dibutuhkan serta dapat mengevaluasi posisi tubuh yang kurang ergonomis pada saat melakukan suatu pekerjaan.

Hubungan antara biomekanika dengan ergonomi juga dapat dilihat dari definisi ergonomi, yaitu suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, sehat, nyaman, dan efisien.

Semua aplikasi biomekanika kerja ini memiliki tujuan utama, yaitu memperbaiki performansi manusia dalam bekerja serta mengurangi resiko cedera pada sistem otot rangka. Hingga kini, keilmuan biomekanika kerap menjadi salah satu ujung tombak aplikasi ergonomi di industri, terutama di Indonesia. Hal ini akan didukung oleh beberapa fakta berikut:

1. Efisiensi dan produktivitas tenaga kerja masih merupakan isu utama di industri. Pengetahuan tentang kemampuan biomekanika pekerja dapat digunakan sebagai masukan penting untuk mendapatkan rancangan sistem kerja yang optimal, terutama dalam hal kesesuaian antara kemampuan fisik dan tuntutan kerja.
2. Pekerja di industri masih didominasi oleh kerja fisik otot yang berat dan aktivitas kerja yang berulang-ulang. Bahkan sering pula dengan durasi waktu yang lama. Tiga hal ini merupakan faktor risiko utama ergonomi yang

- berpotensi menimbulkan gangguan pada sistem otot rangka.
3. Ongkos dan biaya yang ditimbulkan akibat gangguan pada sistem otot rangka sangat mahal. Biaya yang ditimbulkan dapat meliputi:
 - a. Biaya pengobatan atau operasi medis.
 - b. Biaya akibat terhentinya proses produksi.
 - c. Biaya akibat tidak masuk kerja.
 - d. Biaya kompensasi akibat tidak mampu lagi bekerja.
 - e. Semua komponen biaya di atas akan merugikan pekerja, perusahaan dan daya saing industri nasional.
 4. Terdapatnya variasi yang sangat besar dalam kemampuan fisik manusia. Dalam satu populasi, variasi kemampuan fisik dalam biomekanika lebih besar dari sebatas variasi dimensi tubuh dalam antropometri. Dalam antropometri, sangat jarang ditemukan variasi individu hingga dua kali lipat dalam suatu kelompok antara satu individu dan individu lainnya. Sebagai contoh tinggi badan mahasiswa dengan variasi dalam kisaran antara 150-190 cm, bandingkan dengan variasi kemampuan untuk mengangkat beban dari lantai. Perbandingan bobot yang mampu diangkat oleh orang yang paling kuat dibandingkan dengan orang yang paling lemah dapat berbeda dua kali hingga lima kali lipat.

2.4 *Manual Material Handling*

Istilah *material handling* sebenarnya kurang tepat kalau diterjemahkan sekedar “memindahkan” material. Berdasarkan perumusan yang dibuat oleh *American Material Handling Society*(AMHS), pengertian mengenai material handling dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (handling),

pemindahan (moving), pembungkusan/pengepakan (packaging), penyimpanan (storage) sekaligus pengendalian/pengawasan (controlling) dari bahan atau material dengan segala bentuknya. Kaitannya dengan aktivitas pemindahan, maka proses pemindahan bahan ini akan dilaksanakan dari satu lokasi ke lokasi lain baik secara vertical, horizontal maupun lintasan yang membentuk kurva (Wignjosoebroto, 1911).

Manual Material Handling adalah proses membawa secara manual bahan atau produk pada bidang industri (Muhammad Arfki, 2018). Setiap penanganan tugas menimbulkan tuntutan unik pada pekerja. Akan tetapi, tempat kerja dapat membantu pekerja untuk melaksanakan tugas ini secara aman dan mudah dengan menerapkan dan menegakkan kebijakan dan prosedur yang tepat.


Jika manusia harus bekerja dalam aktivitas *Manual Material Handling* secara berulang-ulang dalam waktu yang lama, maka harus diperhatikan batasan kemampuan metabolisme dan sirkulasi dalam tubuh. Pemindahan bahan secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri (*industrial accident*) ini dapat menyebabkan kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh pengangkatan beban yang berlebihan. Cara dalam mengangkat beban yakni dengan kepala, bahu, tangan, dan sebagainya. Beban yang terlalu berat dapat menimbulkan cedera tulang punggung, jaringan otot dan persendian akibat gerakan yang berlebihan.

2.5 *Nordic Body Map Questionnaire*

Nordic Body Map adalah sistem pengukuran keluhan sakit pada tubuh yang dikenal dengan musculo skeletal. Sebuah sistem muskuloskeletal (sistem gerak) adalah sistem organ yang memberikan hewan (dan manusia) kemampuan untuk

bergerak menggunakan sistem otot dan rangka.

Nordich Body Map Questionnaire merupakan suatu metode untuk mengetahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), Agak Sakit (AS), Sakit (S), dan Sangat Sakit (SS), (Kroemer,2001). Dapat dilihat pada Gambar 2.1



No	Jenis Keluhan	TINGKAT KELUHAN			
		Tidak sakit	Agak sakit	Sakit	Sangat sakit
0	Sakit kaku di leher bagian atas				
1	Sakit kaku di bagian leher bagian bawah				
2	Sakit di bahu kiri				
3	Sakit di bahu kanan				
4	Sakit lengan atas kiri				
5	Sakit di punggung				
6	Sakit 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				

Gambar 1 Nordic Body Map Questionnaire

2.6 Macam-macam Persamaan Pembebanan

2.6.1 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 batasan maksimum beban yang boleh diangkat oleh pekerja untuk berbagai kondisi pengangkatan. Penetapan batas beban kerja tersebut didasari oleh hasil-hasil penelitian yang

menggabungkan pendekatan biomekanika, fisiologi dan psikofisik. Batas pengangkatan tersebut dikenal dengan RWL (*Recommended Weight Limit*) (Thomas Water, 2016)

Terdapat enam faktor yang menentukan besaran RWL, yakni empat faktor yang mempengaruhi 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 rumus persamaan sebagai berikut :

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

Keterangan :

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

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 pengali, maka batas beban yang diangkat juga semakin kecil untuk sikap tubuh, frekuensi pengangkatan dan kondisi beban yang diberikan. Penilaian aman atau tidak aman suatu pengangkatan dilakukan dengan membandingkan

batas pengangkatan dengan bobot beban aktual yang diangkat.

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

1. 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. Jika $H < 25$ maka H diasumsikan dengan 25 cm dan $HM = 1$. Jika $H = 50$, maka $HM = 0,5$. Artinya batas beban yang diangkat saat $HM = 50$ cm adalah setengah dari batas beban saat $H = 25$ cm.

2. Faktor Pengali Vertikal (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. Terjadinya perubahan VN terhadap V bersifat *linear*, walaupun relatif tidak setajam perubahan HM terhadap H. V ditentukan oleh sikap tubuh pada saat pengangkatan, dengan kondisi aktual adalah saat beban setinggi pinggang ($V=75$ cm sehingga $VM = 1$

3. Faktor Pengali Jarak (DM)

Besaran DM ditentukan dengan rumus : $DM = 0,82 + 4,5/D$, dengan D didefinisikan sebagai jarak perbedaan atau perpindahan ketinggian secara vertikal antara posisi awal dan akhir pengangkatan. Nilai D diasumsikan antara 25 sampai

dengan 175 cm. Jika nilai D kurang dari 25 cm maka D dianggap 25 cm. Besaran D juga ditentukan oleh sikap tubuh pada saat pengangkatan (kondisi awal dan akhir), dengan kondisi ideal adalah jarak perpindahan vertikal kurang dari 25 cm.

4. Faktor Pengali Asimetri (AM)

Besaran AM ditentukan dengan rumus : $AM = 1 - 0,0032A$, dimana A adalah sudut asimetrik yang merupakan sudut yang dibentuk antara bidang pertengahan sagital dan garis asimetrik. Bidang sagital adalah bidang yang membagi tubuh menjadi dua bagian, kanan dan kiri, saat posisi tubuh netral (tidak ada perputaran pada bahu dan kaki). Garis asimetrik adalah garis horizontal yang menghubungkan titik tengah garis yang menghubungkan kedua mata kaki bagian dalam dan proyeksi titik tengah beban pada lantai pada tiap saat posisi pengangkatan. Kondisi optimal, dimana $AM = 1$, diperoleh saat posisi tubuh berada dalam keadaan netral (tidak berputar).

5. Faktor Pengali Frekuensi (FM)

Berbeda dengan faktor-faktor pengali yang telah dibahas terdahulu, FM tidak dihitung secara rumus matematis, namun dapat ditentukan berdasarkan tabel acuan. Dalam hal ini FM ditentukan oleh frekuensi rata-rata pengangkatan permenit dan posisi beban pada saat diangkat dari lantai ($C =$ jarak vertikal). Untuk pengangkatan dengan frekuensi permenit = 0,2. Berikut adalah tabel faktor pengali frekuensi.

Tabel 2.1. Faktor Pengali Frekuensi

Frek Lift/min	Work Duration					
	≤1 jam		1 – 2 jam		2 – 8 jam	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
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	0.85
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

Buku : Ergonomi Suatu Pengantar (2017)

6. Faktor Pengali Pegangan

Sama halnya dengan FM, faktor pengali pegangan (CM) ditentukan dari tabel. CM ditentukan oleh kondisi pegangan (*handle*) beban yang diangkat juga nilai V. Kondisi yang baik juga dikondisikan oleh adanya *handle* yang nyaman dipegang oleh tangan. Berikut adalah tabel fakto pengali pegangan.

Tabel 2.2. Faktor Pengali Pegangan

<i>Coupling Type</i>	$V < 75 \text{ cm}$	$V \geq 75 \text{ cm}$
<i>Good</i>	1.00	1.00
<i>Fair</i>	0.95	1.00
<i>Poor</i>	0.90	0.90

Buku : Ergonomi Suatu Pengantar (2017)

Beberapa penelitian telah dilakukan di ITB untuk merevisi penggunaan rumusan RWL sehingga cocok untuk pekerja Indonesia. Besaran konstanta pengali menjadi 20 Kg. Widiyanti (2018) juga mengusulkan faktor pengali vertikal (VM) menjadi $1-(0,003|V-69|)$

2.6.2 *Lifting Index (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 kondisi tersebut yang dinamakan RWLawal dan RWLakhir. Dalam perhitungan keduanya, besaran faktor pengali DM akan sama. Besaran faktor FM dan CM pada dua posisi tersebut bisa jadi berbeda atau sama, tergantung nilai V.

NIOSH mengusulkan penilaian aman atau tidaknya suatu aktivitas suatu pengangkatan didasarkan atas *Lifting Indeks (LI)*. LI dirumuskan sebagai

perbandingan antara batas beban yang direkomendasikan untuk diangkat terhadap beban yang seharusnya diangkat. Batas beban yang direkomendasikan diangkat dipilih dari nilai terkecil diantara RWL_{awal} dan RWL_{akhir} . Oleh karena itu, rumusan LI adalah:

$$LI = \text{bobot beban actual} / \min(RWL_{awal} \text{ atau } RWL_{akhir})$$

Rekomendasi yang diberikan adalah sebagai berikut :

- Jika $LI \leq 1$, maka pekerjaan tersebut aman
- Jika $1 < LI \leq 3$, maka pekerjaan tersebut mungkin berisiko
- Jika $LI > 3$, maka pekerjaan tersebut berisiko

2.6.3 Action Limit (AL)

Batasan gaya angkat normal (*the action limit*) diberikan oleh NIOSH dan berdasarkan gaya tekanan sebesar 3.500 N pada L5/S1. Kemampuan AL yang dapat diangkat oleh operator dalam mengangkat beban tersebut adalah :

$$AL = 40 \left(\frac{15}{H} \right) \times \left(\frac{1-0,004}{|V-75|} \right) \times \left(0,7 + \frac{75}{D} \right) \times \left(1 - \frac{F}{F_{max}} \right)$$

Keterangan:

AL : Action Limit (Kg)

H : Jarak antara pusat beban ke lumbar spin (cm)

V : Jarak antara pusat beban ke lantai (cm)

D : Jarak perpindahan beban dari lokasi lama ke lokasi baru (cm)

F : Frekuensi pengangkatan (*Lift*/menit).

2.6.4 Maximum Permissible Limit (MPL)

Batasan gaya angkat maksimum yang diijinkan (*the maximum permissible limit*), yang direkomendasikan NIOSH (1981) adalah berdasarkan gaya tekan sebesar 6500 N pada L5/S1. Dibawah ini merupakan perhitungan tiap segmen yang

mempengaruhi tulang belakang, dengan rumusan berat badan (W), sebagai berikut:

$$W_H = 0,6\% \times W_{\text{badan}}$$

$$W_{LA} = 1,7\% \times W_{\text{badan}}$$

$$W_{UA} = 2,8\% \times W_{\text{badan}}$$

$$W_T = 50\% \times W_{\text{badan}}$$

Berikut perhitungan gaya dan momen pada segmen tubuh :

1. Telapak Tangan

$$\sum F_x = F_{xw} = 0$$

$$\sum F_y = F_{yw} - W_0 - W_H = 0$$

$$\sum M = M_w - (W_0 + W_H) \cdot SL_1 \cdot \cos\theta_1 = 0$$

$$W_H = m_H \times g$$

$$F_{yw} = \frac{w_0}{2} + W_H$$

$$M_w = \left[\frac{w_0}{2} + W_H \right] \times SL_1 \times \cos\theta_1$$

2. Lengan Bawah

$$\sum F_x = -F_{xw} + F_{xe} = 0$$

$$\sum F_y = -F_{yw} - W_{LA} + F_{ye} = 0$$

$$\sum M_e = M_e - M_w - (W_{LA} \cdot \lambda_2 \cdot SL_2 \cdot \cos\theta_2) - (F_{yw} \cdot SL_2 \cdot \cos\theta_2) - (F_{xw} \cdot SL_2 \cdot \sin\theta_2) =$$

$$0$$

$$W_{LA} = m_{LA} \times g$$

$$F_{ye} = F_{yw} + W_{LA}$$

$$M_e = M_w + (W_{LA} \cdot \lambda_2 \cdot SL_2 \cdot \cos\theta_2) + (F_{yw} \cdot SL_2 \cdot \cos\theta_2)$$

3. Lengan Atas

$$\sum F_x = -F_{xe} + F_{xs} = 0$$

$$\sum F_y = -F_{ye} + W_{UA} + F_{ys} = 0$$

$$\sum M_S = M_S - M_e - (W_{UA} \cdot \lambda_3 \cdot SL_3 \cdot \cos \theta_3) - (F_{ye} \cdot SL_3 \cdot \cos \theta_3) - (F_{xe} \cdot SL_3 \cdot \sin \theta_3) = 0$$

$$W_{UA} = m_{UA} \times g$$

$$F_{ys} = F_{ye} + W_{UA}$$

$$M_S = M_e + (W_{UA} \cdot \lambda_3 \cdot SL_3 \cdot \cos \theta_3) + (F_{ye} \cdot SL_3 \cdot \cos \theta_3)$$

4. Punggung

$$\sum F_x = -F_{xs} + F_{xt} = 0$$

$$\sum F_y = -F_{ys} - W_T + F_{yt} = 0$$

$$\sum M_t = M_t - M_s - (W_T \cdot \lambda_4 \cdot SL_4 \cdot \cos \theta_4) - (F_{ys} \cdot SL_4 \cdot \cos \theta_4) - (F_{xs} \cdot SL_4 \cdot \sin \theta_4) = 0$$

$$W_T = m_T \times g \quad F_{yt} = F_{yt} + W_T$$

$$M_T = 2M_T + (W_t \cdot \lambda_4 \cdot SL_4 \cdot \cos \theta_4) + (2F_{yt} \cdot SL_4 \cdot \cos \theta_4)$$

- a. Perhitungan tekanan perut (PA) dengan persamaan :

$$PA = 10^{-4} [43 - 0,36 (\theta_H + \theta_T)] [ML_5/S_1] 1,8 / 75$$

- b. Perhitungan gaya perut (FA) dengan persamaan :

$$FA = PA \times AA$$

- c. Perhitungan gaya otot pada *Spinal Erector* dengan persamaan :

$$FM \times E = ML_5/S_1 - FA \times D$$

- d. Perhitungan berat tubuh keseluruhan dengan persamaan

$$W_{total} = W_o + 2 W_H + 2 W_{LA} + 2 W_{UA} + W_T$$

- e. Perhitungan nilai gaya kompresi pada segmen L5/S1 dengan persamaan

$$F_c = [(W_{tot} \times \cos \theta_4) - FA + FM]$$

5. Paha

$$W_{th} = 10\% \times W_{badan}$$

$$F_{yth} = F_{yt} + W_{th}$$

$$M_{Th} = \frac{1}{2}M_t + (W_T \times \lambda_5 \times SL_5 \times \cos \theta_5) + (\frac{1}{2}F_{yt} \times SL_5 \times \cos \theta_5)$$

6. Betis

$$W_e = 4.3 \% \times W_{badan}$$

$$F_{ye} = F_{yth} + W_e$$

$$M_e = M_{th} + (W_e \times \lambda_6 \times SL_6 \times \cos \theta_6) + (F_{yt} \times SL_6 \times \cos \theta_6)$$

7. Kaki

$$W_f = 1.4\% \times W_{badan}$$

$$F_{yf} = F_{ye} + W_f$$

2.7 Variable Penelitian

Secara umum pengertian variabel adalah merupakan objek yang berbentuk apa saja yang ditentukan oleh peneliti dengan tujuan untuk memperoleh informasi supaya dapat ditarik sebuah kesimpulan.

1. Variabel independen, Sugiyono dan Zulfikar (2016) menjelaskan bahwa variabel independen adalah variabel yang menjadi penyebab adanya atau timbulnya perubahan variabel dependen..
2. Variabel dependen, menurut Sugiyono dan Zulfikar (2016) variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau dikenal juga sebagai variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel independen.

2.8 Antropometri

Istilah *Anthropometri* berasal dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*”

yang berarti ukuran. Secara defenitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar dan sebagainya) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan–pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia. Tempat kerja yang baik dalam artian sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia dapat diperoleh apabila ukuran-ukuran dari tempat kerja tersebut sesuai dengan tubuh manusia dan yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia dipelajari dalam antropometri manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain.

2.8.1 Faktor –Faktor yang Mempengaruhi Pengukuran Antropometri

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuh. Ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor tersebut yang antara lain adalah:

1. Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahunan. Dari suatu penelitian yang dilakukan oleh (A.F. Roche dan G.H. Davila,2017) di USA diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan bertumbuh dan berkembang naik sampai usia 21 tahun, sedangkan wanita 17 tahun. Meskipun ada sekitar 10% yang masih terus bertambah tinggi sampai usia 23 tahun (laki-laki) dan 21 tahun (wanita). Setelah itu, tidak akan terjadi lagi pertumbuhan bahkan justru akan cenderung berubah menjadi penurunan atau pun penyusutan yang dimulai sekitar umur

40 tahunan.

2. Jenis Kelamin (*sex*)

Pada umumnya pria memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya dari pada wanita. Oleh karenanya data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa (Etnis)

Variasi akan terjadi karena pengaruh etnis. Meningkatnya jumlah migrasi dari satu negara ke negara lain akan mempengaruhi antropometri secara nasional.

4. Jenis Pekerjaan

Aktivitas manusia sehari-hari menyebabkan perbedaan ukuran tubuh manusia. Misalnya buruh dermaga atau pelabuhan harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran dan umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

5. Posisi Tubuh

Sikap (postur) ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh. Oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus ditetapkan oleh survey pengukuran. Dalam kaitan dengan posisi tubuh dikenal dua cara pengukuran yaitu pengukuran dimensi struktur tubuh dan dimensi fungsional tubuh.

6. Cacat Tubuh

Cacat tubuh dapat mempengaruhi perubahan dimensi antropometri. Data antropometri ini diperlukan untuk perancangan produk untuk orang-orang cacat, misalnya kursi roda, kaki/tangan palsu dan lain-lain.

7. Tebal/tipisnya Pakaian yang Dikenakan

Karena terjadi perbedaan musim, pada musim dingin orang memakai pakaian yang lebih tebal dan ukuran yang relatif lebih besar.

8. Faktor Kehamilan Pada Wanita (*Pregnancy*)

Kondisi semacam ini jelas mempengaruhi bentuk dan ukuran tubuh (khusus perempuan) hal tersebut jelas memerlukan perhatian khusus terhadap produk-produk yang dirancang bagi segmentasi seperti ini.

2.8.2 Prinsip – Prinsip Penggunaan Data Antropometri

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya dalam mengoprasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus di ambil didalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini :

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.

Di sini rancangan produk dibuat agar memenuhi 2 sasaran produk, yaitu :

- a. Bisa sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
- b. Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Agar bisa memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan diterapkan dengan cara :

- a. Untuk dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti 90-th, 95-th atau 99-th persentil. Contoh konkrit pada kasus ini bisa dilihat pada penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi pintu darurat.

- b. Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah yaitu 1-th, 5-th, 10-th persentil dari distribusi data antropometri yang ada. Hal ini diterapkan dalam penetapan jarak jangkau dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja. Penetapan jarak jangkau dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja.
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan di antar rentang ukuran ukuran tertentu.

Di sini rancangan bisa diubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang letaknya dapat digeser maju/mundur dari sudut sandarannya pun dapat berubah-ubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel, semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai 5-th sampai 95-th persentil.
3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Masalah pokok yang dihadapi dalam hal ini juga sedikit sekali mereka yang berbeda dalam ukuran rata-rata. Di sini produk dirancang dan dibuat untuk mereka yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan bagi mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan sendiri.

2.8.3 Pengujian Data Antropometri

Data antropometri perlu melakukan uji keseragaman, kecukupan dan

normalitas agar dapat digunakan dalam perancangan. Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk mencari keseragaman data yaitu:

1. Rata-rata

Rata-rata, atau lengkapnya rata-rata hitung, untuk data yang terdapat dalam sebuah sample yang dihitung dengan jalan membagi jumlah nilai data dengan banyaknya data.

Perumusannya adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dimana :

\bar{X} = Nilai rata-rata pengamatan

$\sum xi$ = Jumlah pengamatan ke-i

N = Jumlah pengamatan

2. Stndar Deviasi

Standar deviasi adalah standar penyimpangan data dari nilai rata-ratanya. Standar deviasi berguna dalam menghilangkan pengaruh positif dan negatif. Selisih data dengan harga rata-rata tidak dengan harga mutlak. Standar deviasi untuk populasi biasanya diberi symbol σ . Perumusannya adalah sebagai berikut:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Dimana:

X_i = pengamatan ke-i

σ_x = Standar deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata pengamatan

n = Jumlah pengamatan

3. Nilai Maksimum dan Minimum

Bila terdapat sebuah kumpulan data yang terdiri dari X_1, X_2, \dots, X_n , maka besarnya nilai maksimum dapat diperoleh dari data tersebut adalah nilai yang menunjukkan nilai terbesar. Sebaliknya nilai terkecil ditunjukkan oleh nilai yang paling kecil. Misalnya diketahui data dengan nilai 4, 2, 7, 1 dan 9. Maka dari data tersebut nilai maksimumnya adalah 9 dan nilai minimumnya adalah 1.

4. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk pengendalian proses bagian data yang ditolak atau tidak seragam karena tidak memenuhi spesifikasi (Purnomo, 2004). Apabila dalam suatu pengukuran terdapat satu jenis atau lebih data tidak seragam maka data tersebut akan langsung ditolak dan dilakukan revisi data tidak seragam dengan cara membuang data yang *out of control* tersebut dan melakukan perhitungan kembali. Untuk menguji keseragaman data digunakan peta 31 kontrol dengan persamaan berikut :

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma, \text{ dan } BKB = \bar{X} - 2\sigma$$

Jika : $X_{\min} > BKB$ dan $X_{\max} < BKA$ maka data seragam

$X_{\min} < BKB$ dan $X_{\max} > BKA$ maka data tidak seragam

Harga indeks untuk beberapa tingkat kepercayaan yang umumnya digunakan adalah:

- Untuk tingkat kepercayaan 68%, maka nilai $k=1$
- Untuk tingkat kepercayaan 95%, maka nilai $k=2$
- Untuk tingkat kepercayaan 99%, maka nilai $k=3$

5. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa yang telah dikumpulkan dan disajikan dalam laporan penimbangan tersebut adalah secara objektif (Purnomo, 2004). Idealnya pengukuran harus dilakukan dalam jumlah banyak, bahkan sampai jumlah yang tak terhingga agar data hasil pengukuran layak untuk digunakan. Untuk melakukan penghitungan atas berapa banyak data yang diperlukan untuk pengukuran. Uji kecukupan data ini dapat dilakukan dengan rumus:

$$N' = \left[\frac{z/s \sqrt{N \times \sum X_i^3 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]$$

Keterangan :

N = Jumlah pengamatan aktual yang dilakukan

N' = Jumlah pengamatan teoritis yang diperlukan

Xi = waktu penyelesaian

Bila nilai N (data aktual) lebih besar daripada N' (data teoritis) maka pengumpulan data dinilai cukup dan sudah dapat mewakili populasi.

2.8.4 Uji Normal Dengan *Kolmogrov-Smirnov Test*

Uji kesesuaian antara frekuensi hasil pengamatan dengan frekuensi yang diharapkan, yang tidak memerlukan anggapan tertentu tentang bentuk distribusi populasi dari mana sampel diambil. Dalam uji *kolmogrov-smirnov* yang diperbandingkan n adalah distribusi frekuensi kumulatif hasil pengamatan dengan distribusi kumulatif yang diharapkan. Langkah-langkah yang diperlukan dalam pengujian ini adalah:

1. Data dari hasil pengamatan disusun mulai dari nilai pengamatan terkecil sampai nilai pengamatan terbesar.
2. Nilai – nilai pengamatan tersebut kemudian disusun membentuk distribusi frekuensi kumulatif relative, dinotasikan dengan $F_a(x)$.
3. Hitung nilai Z dengan rumus.

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$$

Keterangan :

X_i = Data ke- i

\bar{X} = Nilai rata-rata

σ = Standart deviasi

4. Hitung distribusi frekuensi kumulatif teoritis (berdasarkan kurva normal) dan notasikan dengan $F_e(x)$.
5. Ambil selisih antara $F_a(x)$ dengan $F_e(x)$.
6. Ambil angka selisih maksimum dan notasikan dengan

$$D = \text{Ma} \times [f_a(x) - f_e(x)]$$
7. Bandingkan nilai D yang diperoleh dengan nilai D_α dari tabel uji *kolmogrov-smirnov*.

Kriteria pengambilan keputusannya adalah:

H_0 diterima apabila $D \leq D_\alpha$

H_0 ditolak apabila $D > D_\alpha$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Dalam penyusunan dan penelitian ini, maka penulis melakukan penelitian pada Pabrik CV. Suka Bersama. Sedangkan waktu penelitian yang dilakukan yaitu pengambilan data, dimulai pada bulan Januari 2021 hingga Februari 2021.

3.2 Sumber Data dan Instrumen Penelitian

3.2.1 Sumber Data

Merupakan data yang diperoleh dari lapangan bagian Departemen Pengangkutan bahan baku di CV. Suka Bersama.

3.2.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh penelitian dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan mendapatkan hasil yang lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap dan sistematis sehingga lebih mudah diolah.

Kelengkapan alat sangat mendukung pada kualitas data dan hasil yang diperoleh dapat dilakukan pengolahan data. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Meteran

Digunakan untuk mengukur jarak pekerja ketika bekerja, dan mengukur bagian badan operator.

2. Human body martin

Digunakan untuk pengukuran dimensi tubuh manusia dan mengukur bagian

tubuh operator.

3. Lembar Quisioner NBM

Digunakan untuk mengetahui bagian otot operator yang mengalami keluhan pada saat sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan.

4. Timbangan

Digunakan untuk menimbang berat badan pekerja

3.3 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

3.3.1 Jenis Data

Ada pun data yang digunakan dalam penelitian skripsi ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Data *Nordic Body Map* diperoleh dengan memberikan lembar quisioner kepada karyawan.
2. Data Biomekanika diperoleh dengan melakukan pengukuran terhadap pekerja pada saat aktivitas pengangkatan beban dan peletakan beban.
3. Data antropometri diperoleh dari pengukuran dimensi tubuh pekerja terkait dan untuk dimensi yang diperlukan.

3.3.2 Teknik Pengumpulan data

Ada pun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Kuisisioner NBM (*Nordic Bobby Map*)**Tabel 3.1 Data Kueisioner**

Bagian tubuh	Tingkat keluhan			
	TS	AS	S	SS
Leher				
Bahu kiri				
Bahu kanan				
Lengan atas bagian kanan				
Lengan atas bagian kiri				
Bagian punggung				
Pinggang				
Bagian pinggang (perut)				
Pantat				
Siku kiri				
Siku kanan				
Lengan bawah bagian kiri				
Lengan bawah bagian kanan				
Pergelangan tangan kiri				
Pergelangan tangan kanan				
Tangan bagian kiri				
Tangan bagian kanan				
Paha kiri				
Paha kanan				
Lutuh kiri				
Lutuh kanan				
Betis kiri				
Betis kanan				
Pergelangan kaki kiri				
Pergelangan kaki kanan				
Telapak kaki kiri				
Telapak kaki kanan				

Keterangan :

TS : Tidak sakit

AS : Agak sakit

S : Sakit

SS : Sangat sakit

2. Data antropometri

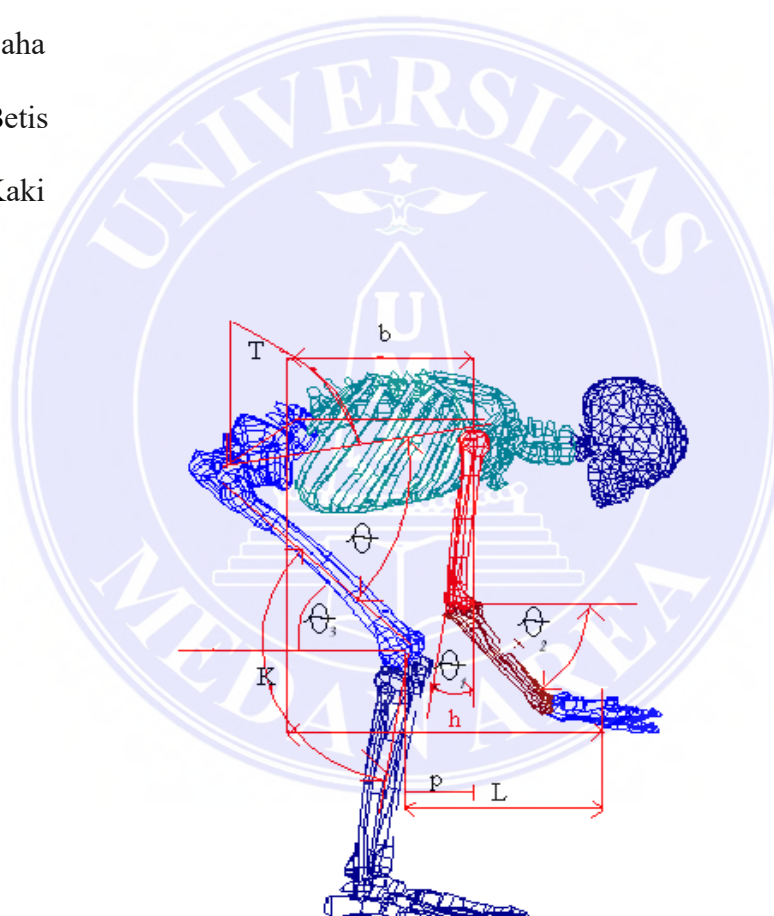
Yang digunakan untuk menetapkan ukuran rancangan untuk bagian pengangkatan bahan baku. Hal ini dimaksudkan agar rancangan yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik dan disesuaikan atau tidak paling tidak mendekati karakteristik penggunaannya. Ada diensi antropometri tersebut meliputi tinggi siku berdiri (tsb), lebar bahu (lb), diameter lingkaran genggam (dl), lebar jari ke-1,2,3,4,5 (lj), jangkauan tangan kedepan (jtd) pada setiap karyawan dibidang pengangkatan bahan baku, untuk merancang sebuah fasilitas kerja pada bagian

pengangkatan bahan baku

3. Data biomekanika

Perhitungan gaya momen pada segem tubuh

- a. Telapak tangan
- b. Lengan bawah
- c. Lengan atas
- d. Punggung
- e. Paha
- f. Betis
- g. Kaki



Gambar 3.1 segmen tubuh manusia

3.3.3 Teknik Pengolahan Data

Dari pengumpulan data yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan pengolahan data. Langkah-langkah yang digunakan dalam pengolahan data secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

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 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21

1. Pengolahan data aktual

a. Perhitungan NBM (*Nordic Body Map*)

Untuk melihat jenis keluhan di bagian mana apa saja yang paling banyak di alami oleh pekerja.

b. Perhitungan Data Antropometri

Untuk menentukan dimensi alat yang diusulkan.

c. Perhitungan Biomekanika Kerja

Untuk melihat pekerjaan tersebut apakah dapat menimbulkan resiko cedera pada pekerja.

2. Data Usulan

a. Gambar simulasi pekerja menggunakan alat yang dirancang dengan sebuah aplikasi untuk mendapatkan data usulan yang akan dianalisis.

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode biomekanika, dimana pengumpulan data berupa data NBM (*Nordic Body Map*), antropometri, dan biomekanika.

3.4.1 Variable Penelitian

Secara umum pengertian variable adalah merupakan objek yang berbentuk apa saja yang ditentukan oleh peneliti dengan tujuan untuk memperoleh informasi supaya dapat ditarik sebuah kesimpulan.

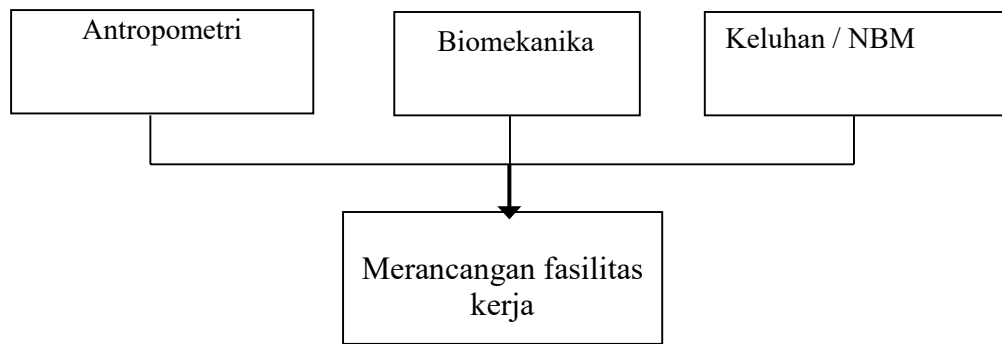
Variable yang diamati di CV. Suka Bersama adalah:

3. Variable independen

Dimana pada penelitian ini yang menjadi variable independennya adalah Antropometri dan biomekanika dan Nordic Body Map (NBM) .

4. Variable dependen.

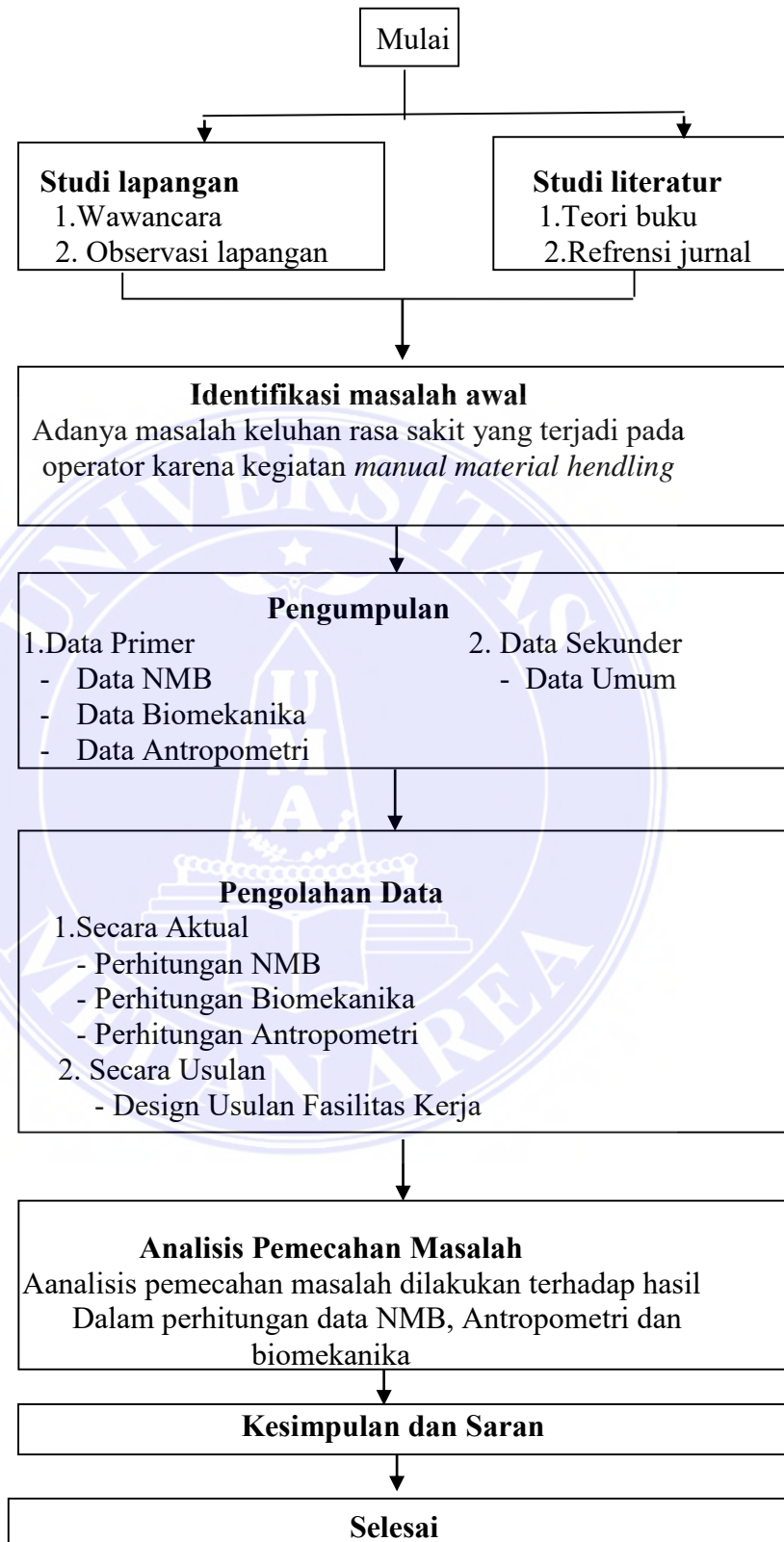
Dimana pada penelitian ini yang menjadi variable dependennya adalah Fasilitas



Gambar 3.2 Kerangka Berpikir Penelitian

Kerangka berpikir diatas menjelaskan bahwa fasilitas kerja yang kurang mendukung sebagai variabel independen akan mengakibatkan adanya keluhan bagi karyawan yang bekerja di bagian tersebut, dimana keluhan itu berasal dari bagian organ tubuh karyawan yang salah pada saat bekerja yang diakibatkan oleh fasilitas kerja yang kurang sehingga mengakibatkan adanya keluhan bagi karyawan pada saat bekerja, sehingga untuk mengurangi MSDs dilakukan perancangan fasilitas kerja yang nyaman dengan melakukan analisa menggunakan metode Biomekanika maka diperoleh sebuah perancangan fasilitas yang dapat membantu meringankan pekerjaan karyawan pada saat bekerja, yang mengakibatkan data keluhan NBM dan antropometri sehingga diharapkan bisa menghilangkan keluhan yang selama ini dirasakan oleh operator yang bekerja di bagian pengangkutan bahan baku. Antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Metode Biomekanika adalah metode yang mempelajari hubungan antara pekerja dan peralatannya, lingkungan kerja dan lain- lain untuk meningkatkan performansi kerja dan meminimalisasi kemungkinan cedera. Perancangan Fasilitas Kerja adalah sebuah proses membangun fasilitas fisik pabrik untuk menunjang kelancaran proses pekerjaan karyawan

3.6 Tahapan Penelitian



Gambar 3.3. Tahapan Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

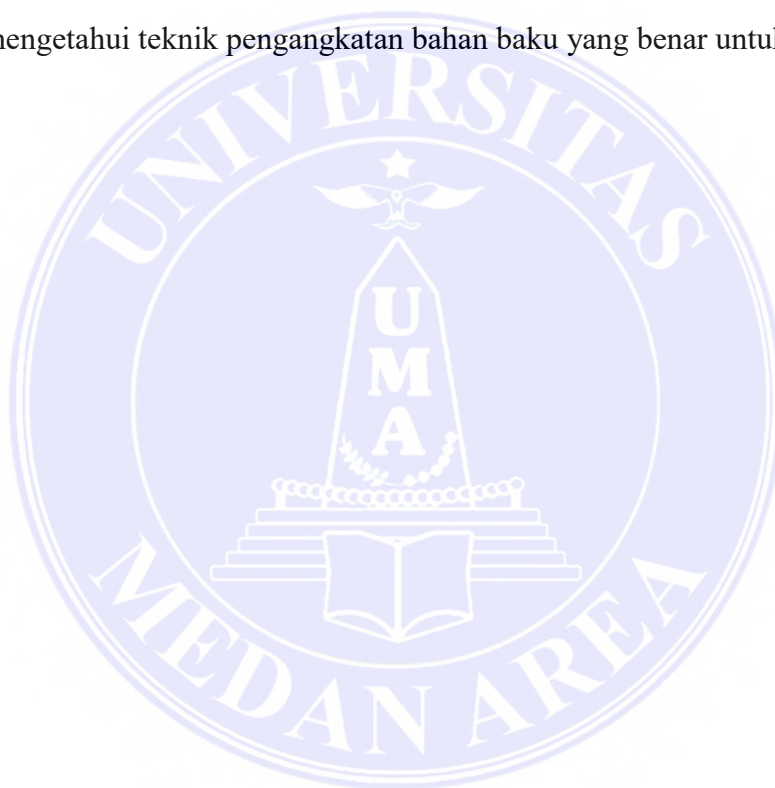
Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Dengan melakukan penelitian ini maka diperoleh ukuran biomekanika operator yang bekerja dibagian pengangkatan bahan baku di CV. Suka Bersama Medan, sehingga dari pengukuran biomekanika tersebut maka diperoleh hasil perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) yang dilakukan, didapatkan nilai 4 kg untuk posisi postur *origin* awal dan 5.28 kg untuk postur *destination* awal. Nilai RWL dapat menunjukkan batas maksimum beban yang diberikan pada operator. Jika beban yang direkomendasikan lebih kecil dari beban yang diangkat (*Load Weight*) maka dapat diprediksi produktifitas akan menurun, bila beban yang direkomendasikan lebih besar dari *Load Weight* maka produktifitas kerja dapat meningkat.
2. Dengan menghitung nilai tinggi siku berdiri, diameter lingkaran gengaman, jangkauan tangan kedepan, lebar bahu, dan lebar jari 1,2,3,4,5 operator maka di dapatkan lebar pegangan trolley 90 cm, dimensi diameter pegangan trolley 4 cm, ketinggian pegangan trolley 96 cm, panjangan genggaman trolley 8 cm, jarak operator dengan trolley 86 cm, panjang trolley 152 cm dan untuk lebar trolley 90 cm. Sehingga diharapkan mampu memberikan rasa nyaman, aman, sehat dan efisien bagi operator yang bekerja dibagian pengangkatan bahan baku.

7.2 Saran

Saran yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Bagi perusahaan jika ingin mengimplementasikan rancangan perbaikan peralatan sebaiknya mengkaji lebih lanjut seperti yang telah direkomendasikan pada bagian pembahasan.
2. Bila implementasi perbaikan belum bisa segera diwujudkan maka bagi operator yang bekerja di bagian pengangkatan bahan baku agar lebih mengetahui teknik pengangkatan bahan baku yang benar untuk



DAFTAR PUSTAKA

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 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21

- Arifki, Muhammad. 2018. *Analisis Manual Material Handling Operator Stasiun Pressing dengan Metode Biomekanika* pada PT. XYZ. Jurnal.
- Davila, G.H., dan Roche, A.F., 1972. *Analisis Faktor-faktor Mempengaruhi Pengukuran Antropometri*. Surabaya. PT. Guna Widya.
- E.Nurmianto.1996. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya. PT. Guna Widya.
- Hatze, 1974. *Biomekanika Konsep Dasar*. Bandung. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Purnomo., 2004. *Analisi Uji Keseragaman Data dan Uji Kecukupan Data* pada PT. XYZ. Jurnal.
- Sugiyono dan Zulfikar., 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabet.
- Sutalaksana, Iftikar, dkk.1979. *Teknik Cara Kerja*, ITB, Bandung.
- Water, Thomas. 1994. *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*. Sinulingga, Sukaria. 2011. *Metode Penelitian*. Medan.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2008. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.
- Nurmianto, Eko, 2005, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi Kedua, Guna Widya, Surabaya.
- <http://www.kajianpustaka.com/2014/06/analisis-metode-rapid-upper-limb.html>.