

**USULAN PERANCANGAN FASILITAS KERJA YANG ERGONOMIS
PADA STASIUN PENGISIAN *FATTY ACID* KEMASAN *PAPER BAG* DI
PT. SINARMAS OLEO CHEMICAL (SOCIMAS)**

SKRIPSI

Oleh

NANTA OPRIYANDO GINTING

178150095



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

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 22/2/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/2/22

**USULAN PERANCANGAN FASILITAS KERJA YANG ERGONOMIS
PADA STASIUN PENGISIAN *FATTY ACID* KEMASAN *PAPER BAG* DI
PT. SINARMAS OLEO CHEMICAL (SOCIMAS)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Memperoleh Gelar Sarjana

Teknik Industri Pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/2/22

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

Access From (repository.uma.ac.id)22/2/22


Judul Skripsi : Usulan Perancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis
Pada Stasiun Pengisian *Fatty Acid* Kemasan *Paper Bag* Di
PT. Sinarmas Oleo Chemical (Soci Mas)


Nama : Nanta Opriyando Ginting

Npm : 178150095


Fakultas/Prodi : Teknik Industri


Disetujui Oleh :


Sutrisno, ST, MT
Pembimbing I


Chalis Fajri Hsb, ST, Msc
Pembimbing II

Mengetahui


Grace Yuswita Parahap, ST, MT
Dekan Fakultas Teknik


Poliwangi, ST, MT
Prodi Teknik Industri

Tanggal Sidang: 21 September 2020

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 hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma 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, 21 September 2020



Nanta Opriyando Ginting

178150095

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertandatangan
dibawah ini

Nama : Nanta Opriyando Ginting

NPM : 178150095

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive
Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :Usulan Perancangan
Fasilitas Kerja Yang Ergonomis Pada Stasiun Pengisian *Fatty Acid* Kemasan
Paper Bag Di PT. Sinarmas Oleo Chemical (SOCIMAS). Dengan hak Bebas
Royalti Nonesklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih
media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat
dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 21 September 2020

Yang menyatakan



(Nanta Opriyando Ginting)

ABSTRAK

Pekerjaan *manual material handling* akan dapat menyebabkan stress pada kondisi fisik pekerja (seperti: pengerahan tenaga, sikap tubuh yang dipaksakan dan gerakan yang berulang) yang dapat mengakibatkan terjadinya cedera, energi terbuang secara percuma dan waktu kerja tidak efisien. Bila rasio tuntutan kerja lebih besar dari kemampuan seseorang maka akan terjadi penurunan *performance* kerja yang bisa dimulai oleh adanya ketidaknyamanan, *overstres*, kecelakaan kerja, cedera, rasa sakit dan tidak produktif. Permasalahan yang terjadi di PT. SOCIMAS adalah aktivitas *manual material handling* (MMH) di stasiun pengisian *paper bag* yang dapat membahayakan bagi pekerja dikarenakan beban yang di angkat melebihi ambang batas dari konstanta pembebanan dan tindakan pengulangan dengan frekuensi angkat yang tinggi (rata-rata 180 kali pengangkatan per jam).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi aktivitas yang dilakukan pekerja, mengukur biomekanika operator, mengidentifikasi dampak beban kerja terhadap pekerja dan membuat usulan perbaikan aktivitas MMH berupa perancangan alat bantu. Data yang dibutuhkan diambil melalui pengamatan secara langsung terhadap pekerja di bagian *packaging*, meliputi data RWL (H, V, D, A, frekuensi kerja dan durasi kerja), data MPL (sudut inklinasi dan berat badan pekerja) dan data antropometri (dimensi tubuh pekerja). Kemudian dilakukan perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) dan *Maximum Permissible Limit* (MPL), dan dilakukan pemilihan Dimensi Antropometri disesuaikan dengan alat yang akan dirancang yaitu dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB). Data tersebut diuji keseragaman, kecukupan dan kenormalannya, kemudian dilakukan perancangan alat bantu *conveyor* untuk mengurangi resiko *manual material handling*.

Hasil perbaikan menunjukkan nilai LI *origin* menurun dari 3.4 menjadi 2 sedangkan LI *destination* menurun dari 5.51 menjadi 1. Penurunan nilai *Lifting Index* menandakan bahwa alat bantu tersebut dapat mengurangi resiko cedera tulang belakang (*musculoskeletal disorder*).

Kata Kunci : Biomekanika, Manual Material Handling (MMH), Cedera Tulang Belakang (Musculoskeletal Disorder).

ABSTRACT

Nanta Opriyando Ginting, 178150095. "The Design Proposal of Ergonomic Work Facilities in the Fatty Acid Filling Station of Paper Bag Packaging at PT. Sinarmas Oleochemical (SOCI MAS)". Supervised by Sutrisno S.T., M.T. and Chalis Fajri Hasibuan, S.T., M.Sc.

Manual material handling work will cause stress on workers' physical condition (such as exertion, forced posture, and repetitive movements) which can result in injuries, wasted energy, and inefficient working time. If the ratio of work demands is greater and the ability of a person, there will be a decrease in work performance started by discomfort, overstress, work accidents, injuries, pain, and unproductive problems. The problems that occurred at PT. SOCI MAS is a manual material handling (MMH) activities at paper bag filling stations that are dangerous for workers because the load lifted exceeds the threshold of the constant loading and the repetition action with a high lifting frequency (average in 180 times of lift per hour). The purpose of this study is to identify activities performed by workers, measure biomechanics operators, identify the impact of workload on workers, and make suggestions for improving MMH activities in form designing assistive devices. The data was taken through direct observation of workers in the packaging section, including RWL data (H, V, D, A, work frequency and work duration), MPL data (inclination angle and worker weight), and anthropometric data (body dimensions of workers). Then, it was conducted the calculation of the Recommended Weight Limit (RWL) and the Lifting Index (LI) and the Maximum Permissible Limit (MPL), and the chosen Anthropometric Dimensions were customized according to the tool to be designed namely the Standing Elbow Height (SEH) dimension. The data were tested for uniformity, adequacy, and normality, then designing conveyor aids to reduce the risk of manual material handling. The results showed that the origin LI value decreased from 3.4 to 2 while the destination LI decreased from 5.51 to 1. Thus, the decrease of the Lifting Index value indicates that the tool can reduce the risk of spinal cord injury (musculoskeletal disorder).

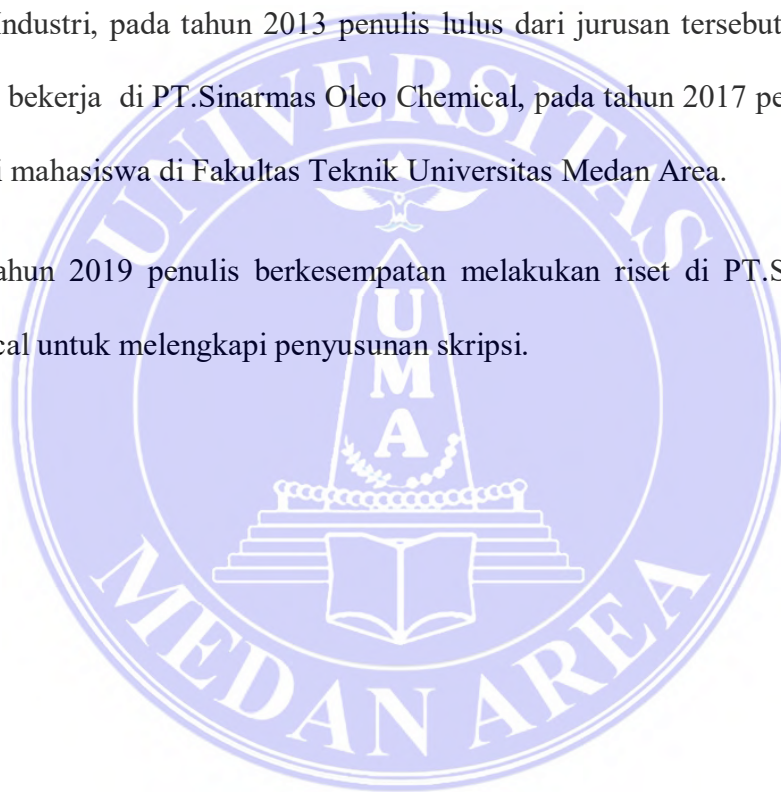
Keywords: Biomechanics, Manual Material Handling (MMH), Spinal Cord Injury (Musculoskeletal Disorder).

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surbakti, Kecamatan Simpang Empat, Kab.Karo, Provinsi Sumatera Utara. Pada tanggal 31 Mei 1992 dari Ayah Obet Ginting dan Ibu Erlin Br Surbakti. Penulis merupakan putra kandung ke-2 dari 3 bersaudara.

Tahun 2010 penulis lulus dari SMA dan mendaftar deprogram D-III Teknik kimia Industri, pada tahun 2013 penulis lulus dari jurusan tersebut ditahun 2014 penulis bekerja di PT.Sinarmas Oleo Chemical, pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Pada tahun 2019 penulis berkesempatan melakukan riset di PT.Sinarmas Oleo Chemical untuk melengkapi penyusunan skripsi.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena anugrah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul : “Usulan Perancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis Pada Stasiun Pengisian *Fatty Acid* Kemasan *Paper Bag* di PT. Sinarmas Oleo Chemical (SOCI MAS)”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa 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 skripsi ini.

Terselesaikannya 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 Sutrisno, ST, MT selaku Pembimbing I dan Bapak Chalis Fajri Hasibuan, ST, MT selaku Pembimbing II yang telah memberikan kritik dan saran bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini. Serta ucapan terima kasih kepada:

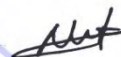
1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik 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 dilingkungan 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 Obet Ginting dan Ibunda Erlin Br Surbakti serta Abangnda Efri Dunanta Ginting serta kakak Shinta begitu juga kepada adik penulis Oprilta Ginting yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanan baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Terimakasih kepada Hendri Sitepu, Sisco Sembiring, Dedi Tarigan, Fila Purba yang terus memberi semangat, dukungan dan bantuan tenaga untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Teman angkatan 16, angkatan 17 dan karyawan/karyawati PT. Sinar MAs Oleo Chemical 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 dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Medan, Maret 2020

Penulis,



(Nanta Opriyando Ginting)

NIM. 178150095



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|-------------------------------------|----------------|
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| RIWAYAT HIDUP | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR GRAFIK | xviii |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1.Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2.Perumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3.Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.4.Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.5.Manfat Penelitian..... | 5 |
| BAB II. LANDASAN TEORI | 7 |

| | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1.Defenisi Ergonomi | 7 |
| 2.1.1. Maksud dan Tujuan Ergonomi | 8 |
| 2.1.2. Postur Kerja..... | 9 |
| 2.2.Biomekanika | 11 |
| 2.2.1. Penerapan Biomekanika Kerja | 13 |
| 2.3.Keterikatan Biomekanika dan Ergonomi | 14 |
| 2.4. <i>Manual Material Handling</i> | 16 |
| 2.5. <i>Nordic Body Map Questionnaire</i> | 16 |
| 2.6.Macam-macam Persamaan Pembebanan | 17 |
| 2.6.1. <i>Recommended Weight Limit (RWL)</i> | 17 |
| 2.6.2. <i>Lifting Indeks(LI)</i> | 22 |
| 2.6.3. <i>Action Limit (AL)</i> | 23 |
| 2.6.4. <i>MaximumPermissible Limit (MPL)</i> | 26 |
| 2.7.Antropometri..... | 27 |
| 2.7.1. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pengukuran Antropometri | 27 |
| 2.7.2. Prinsip-prinsip Penggunaan Data Antropometri | 29 |
| 2.7.3. Pengujian Data Antropometri..... | 31 |
| 2.7.4. Uji Normal dengan Kolmogrov-Smirnov Test..... | 33 |
| BAB III. MetodePenelitian | 35 |
| 3.1.Lokasi dan Jadwal Penelitian | 35 |
| 3.2.Sumber Data dan Instrumen Penelitian..... | 35 |

| | Halaman |
|---|----------------|
| 3.2.1. Sumber Data | 35 |
| 3.2.2. Instrumen Penelitian..... | 35 |
| 3.3. Jenis Data yang Digunakan | 36 |
| 3.4. Variabel Penelitian..... | 37 |
| 3.5. Kerangka Berpikir | 38 |
| 3.6. Teknik Pengolahan Data | 39 |
| 3.7. Tahapan Penelitian..... | 41 |
| BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA | 42 |
| 4.1. Pengumpulan Data..... | 42 |
| 4.1.1. Data Benda Kerja | 42 |
| 4.1.2. Deskripsi dan Aktivitas Pekerja | 42 |
| 4.1.3. Data Keluhan Pekerja | 43 |
| 4.1.4. Data <i>Recommenden Weight Limit</i> (RWL) | 45 |
| 4.1.5. Data <i>Maximum Permissible Limit</i> (MPL) | 46 |
| 4.1.6. Data Antropometri | 48 |
| 4.2. Pengolahan Data Aktual..... | 49 |
| 4.2.1. Penentuan Nilai <i>Recommenden Weight Limit</i> (RWL)..... | 49 |
| 4.2.2. Penentuan Nilai <i>Lifting Indeks</i> (LI)..... | 53 |
| 4.2.3. Penentuan Nilai <i>Maximum Permissible Limit</i> (MPL)..... | 54 |

| | Halaman |
|--|----------------|
| 4.2.4. Pengolahan Data Antropometri..... | 63 |
| 4.2.5. Penetapan Data Antropometri dengan Prinsip rata-rata..... | 76 |
| 4.2.6. Perhitungan Kebutuhan Torsi Motor..... | 78 |
| 4.2.7. Simulasi Pekerja Menggunakan Alat yang Dirancang dengan <i>Software</i> Autocad..... | 79 |
| 4.2.8. Penentuan nilai <i>Lifting Indeks</i> (LI) Usulan..... | 84 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | 87 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 87 |
| 5.2. Saran | 88 |

Daftar Pustaka

DAFTAR TABEL

| TABEL | Halaman |
|--|---------|
| 2.1.Faktor Pengali Frekuensi..... | 21 |
| 2.2.Faktor Pengali Pegangan..... | 22 |
| 4.1.Pengumpulan Data <i>Recommended Weight Limit</i> (RWL)..... | 45 |
| 4.2.Pengumpulan Data <i>Maximum Permissible Limit</i> (MPL)..... | 46 |
| 4.3.Data Pengukuran Antropometri..... | 48 |
| 4.4.Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi Tiap Dimensi Tubuh..... | 64 |
| 4.5.Data Tinggi Siku Berdiri..... | 65 |
| 4.6.Data Tinggi Siku Berdiri Revisi I | 69 |
| 4.7.Uji Normal Kolmogorov_Smirnov Tinggi Siku Berdiri..... | 74 |
| 4.8.Dimensi tinggi Siku Berdiri..... | 76 |
| 4.9.Pengumpulan Data <i>Recommended Weight Limit</i> (RWL) Usulan..... | 81 |
| 4.10. Perbandingan Nilai Sebelum dan Sesudah Perancangan..... | 85 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1.1.Kondisi Awal Pekerjaan Sebelum Perancangan Fasilitas | 3 |
| 2.1. <i>Nordic Body Map Questionnaire</i> | 17 |
| 3.1.Kerangka Berpikir | 38 |
| 3.2.Tahapan Penelitian..... | 41 |
| 4.1. <i>Free Body Diagram</i> Telapak Tangan Pengangkatan <i>Paper Bag</i> | 54 |
| 4.2. <i>Free Body Diagram</i> Lengan Bawa Pengangkatan <i>Paper Bag</i> | 55 |
| 4.3. <i>Free Body Diagram</i> Lengan Atas Pengangkatan <i>Paper Bag</i> | 56 |
| 4.4. <i>Free Body Diagram</i> Punggung Pengangkatan <i>Paper Bag</i> | 57 |
| 4.5. <i>Free Body Diagram</i> Paha Pengangkatan <i>Paper Bag</i> | 59 |
| 4.6. <i>Free Body Diagram</i> Betis Pengangkatan <i>Paper Bag</i> | 60 |
| 4.7. <i>Free Body Diagram</i> Kaki Pengangkatan <i>Paper Bag</i> | 61 |
| 4.8.Ukuran Produk Yang Dirancang..... | 77 |
| 4.9.Simulasi Pekerja Menggunakan Belt Conveyor..... | 79 |

DAFTAR GRAFIK

| Grafik | Halaman |
|--|---------|
| 4.1.Grafik Rekapitulasi SNQ Sebelum Bekerja..... | 43 |
| 4.2.Grafik Rekapitulasi SNQ Setelah Bekerja..... | 44 |
| 4.3.Grafik Uji Keseragaman Tinggi Siku Berdiri..... | 68 |
| 4.4.Grafik Uji Keseragaman Tinggi Siku Berdiri Revisi I..... | 71 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi ini banyak hal yang telah dilakukan manusia dalam usahanya untuk meningkatkan produktifitas 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 di bagian *packing* merupakan tenaga kerja yang memiliki peranan penting, karena pada bagian inilah *finishing* produk dilakukan sebelum dikirim ke *customer*. Di bagian ini kualitas produk sangat diperhatikan, sehingga produk yang akan dikirim ke *customer* memiliki kualitas yang bagus dan bentuk *packaging* yang rapi. Oleh karena itu salah satu pendukung dalam memperlancar setiap pekerjaan karyawan di bagian *packaging* adalah tersedianya peralatan kerja yang ergonomis sesuai dengan bentuk tubuh pekerja yang berada di area kerja tersebut, sehingga memberikan kenyamanan bagi pekerja dan mampu meningkatkan produktivitas produk dari perusahaan tersebut.

PT. Sinarmas Oleo Chemical (Soci Mas) merupakan salah satu perusahaan dari group Sinarmas Agribisnis and Food yang terletak di Kawasan Industri Medan Tahap 1, yang bergerak dalam bidang pengolahan minyak sawit menjadi *fatty acid* dan *glyserin*. Pada bagian *packaging* produk terdapat beberapa jenis kemasan yang dihasilkan, yaitu : *fatty acid* kemasan *paper bag* 25 kg, kemasan *jumbo bag* 500 kg, kemasan *tank lorry* 20 Ton, dan *glyserin* kemasan *drumming* 250 kg. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap operator yang bekerja di bagian *packaging paper bag* 25 kg, operator yang bekerja pada bagian tersebut sering mengalami keluhan nyeri pada leher, punggung dan kaki yang disebabkan karena fasilitas kerja yang tersedia di tempat tersebut kurang mendukung, seperti postur tubuh operator yang sering membungkuk dengan frekuensi yang tinggi, dimana target pershift sekitar 20 ton *fatty acid* yang siap diangkut ke warehouse, dimana jarak pengangkatan *fatty acid* ke *pallet* berjarak 1 m dengan berat beban yang diangkat sekitar 25 kg, frekuensi kerja mencapai

400 kali pengangkatan dengan durasi kerja selama 8 jam. Gambar di bawah ini merupakan kondisi peralatan kerja awal sebelum dirancang fasilitas kerja yang dapat membantu operator dalam mengurangi MSDS pada saat bekerja.



Gambar 1.1 Kondisi Awal Pekerjaan Sebelum Perancangan Fasilitas

Hal ini membuat operator yang bekerja menjadi tidak nyaman, sehingga perlu adanya usulan perbaikan fasilitas kerja yang sesuai dengan prinsip kerja antropometri. Fasilitas kerja yang diusulkan dalam penelitian ini adalah meja pengisian *fatty acid* yang dirancang sesuai dengan prinsip antropometri tubuh.

Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat merancang fasilitas kerja yang sesuai dengan postur tubuh operator yang bekerja di rantai produksi bagian *packaging fatty acid* kemasan *paper bag*. Sehingga dengan adanya penelitian ini

diharapkan dapat memberikan manfaat bagi karyawan yang bekerja dibagian tersebut. Dengan adanya uraian diatas sehingga peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul tentang **”Usulan Perancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis Pada Stasiun Pengisian *Fatty Acid* Kemasan *Paper Bag* Di PT. Sinarmas Oleochemical (SOCIMAS)”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut dan latar belakang permasalahan sebelumnya maka rumus permasalahan dalam studi ini adalah

1. Bagaimana menciptakan suatu usulan perancangan fasilitas kerja yang *ergonomis* pada stasiun pengisian *paper bag* agar tercipta fasilitas kerja yang nyaman, sehat dan aman.
2. Mengurangi keluhan operator 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 :

- a. Penelitian dilakukan diarea *packaging fatty acid* kemasan *paper bag* PT.SociMas

- b. Penelitian hanya bersifat usulan perbaikan fasilitas kerja dengan menggunakan prinsip ergonomic distasiun pengisian *fatty acid* kemasan *paper bag*.
- c. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan, kuisioner dan wawancara dengan operator yang bekerja dibagian tersebut.
- d. Data yang diambil hanya data yang diperlukan dalam penelitian untuk merancang fasilitas kerja yang diperlukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur biomekanika pekerja operator yang bekerja pada stasiun pengisian *fatty acid* kemasan *paper bag* secara aktual.
2. Memberikan usulan perbaikan fasilitas kerja yang aman, nyaman, sehat dan efisien bagi operator dibagian pengisian *paper bag*.

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 diperusahaan tersebut, sehingga karyawan mampu meningkatkan produktifitas perusahaan.

2. Sebagai pengaplikasian ilmu biomekanika, ilmu biologi dan ilmu fisiologi 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 didunia 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. Sitalaksana, dkk (1979).

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 lah mengembangkan Ergonomi diperlukan dukungan dari berbagai disiplin, antara lain Psikologi, Antropologi, Faal Kerja, Biologi, Sosiologi, Perencanaan Kerja, Fisika dan lain-lain. 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, dilingkungan social maupun dilingkungan keluarga menjadi tujuan utama dari penerapan dari penerapan ergonomi, diantaranya adalah :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan 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.
3. 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-masin yang optimal. Dengan demikian disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan masalah melalui pendekatan sistem.

Tujuan ergonomi adalah untuk meningkatkan produktifitas tenaga kerja pada suatu perusahaan atau organisasi. Hal ini dapat tercapai apabila 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 disamping untuk mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat. Disamping itu, disiplin ergonomi diharapkan pula mampu memperbaiki pemberdayaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (*human error*).

2.1.2 Postur Kerja

Pertimbangan-pertimbangan ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat membantu mendapatkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja. Baik

postur kerja berdiri, duduk, angkat maupun angkut. Beberapa jenis pekerjaan akan memerlukan postur kerja tertentu yang terkadang tidak menyenangkan. Kondisi kerja seperti ini memaksa pekerja selalu berada pada postur kerja yang tidak alami dan berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama. Hal ini akan mengakibatkan pekerja lebih cepat lelah, adanya keluhan sakit pada bagian tubuh, cacat produk bahkan cacat tubuh. Untuk menghindari postur kerja yang demikian, pertimbangan-pertimbangan ergonomis antara lain menyarankan hal-hal sebagai berikut:

- a. Mengurangi keharusan pekerja untuk bekerja dengan postur kerja membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering atau dalam jangka waktu yang lama. Untuk mengatasi hal ini maka stasiun kerja harus dirancang terutama sekali dengan memperhatikan fasilitas kerja seperti meja, kursi dan lain-lain yang sesuai dengan data antropometri pekerja dapat menjaga postur kerjanya tetap tegak dan norma. Ketentuan ini terutama sekali ditekankan bilamana pekerjaan harus dilaksanakan dengan postur berdiri.
- b. Pekerja tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum. Pengaturan postur kerja dalam hal ini bisa memberikan postur kerja yang nyaman. Untuk hal-hal tertentu pekerja harus mampu dan cukup leluasa mengatur tubuhnya agar memperoleh postur kerja yang lebih leluasa dalam bergerak.
- c. Pekerja tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja untuk waktu yang lama, dengan kepala, leher, dada atau kaki berada dalam postur tubuh miring.

- d. Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi diatas level siku normal.

Postur duduk memerlukan lebih sedikit energi dari pada berdiri, karena hal ini dapat mengurangi banyaknya beban otot statis kaki. Seorang operator yang bekerja dalam postur duduk memerlukan sedikit istirahat dan secara potensial lebih produktif. Sedangkan postur berdiri merupakan sikap siaga baik fisik maupun mental, sehingga aktifitas kerja yang dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti. Berdiri lebih melelahkan dari pada duduk dan energi yang dikeluarkan lebih banyak 10-15% dibandingkan duduk.

Beberapa masalah berkenaan dengan postur kerja yang sering terjadi sebagai berikut:

1. Hindari kepala dan leher yang mendongak.
2. Hindari tungkai yang menarik.
3. Hindari tungkai kaki pada posisi terangkat.
4. Hindari postur memutar atau asimetris.
5. Sediakan sandaran bangku yang cukup disetiap bangku.

Kerja seseorang dihasilkan dari tugas pekerjaan, rancangan tempat kerja dan karakteristik individu seperti ukuran dan bentuk tubuh. Pertimbangan untuk semua komponen dibutuhkan analisis dan perancangan tempat kerja.

2.2 Defenisi Biomekanika

Ilmu biomekanika adalah ilmu yang mempelajari gerakan dari makhluk hidup dengan menggunakan ilmu mekanika.

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 merupakan salah satu dari empat bidang penelitian informasi hasil 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 aktifitas 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, 1984). 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 didefinisikan 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 produktifitas 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 efektifitas kerja yang lebih tinggi.

Dengan ilmu biomekanika ini, jelas penerapannya bahwa kita akan lebih mudah untuk menentukan rancangan sistem tempat kerja, disamping tingkat ergonomisnya tinggi, dengan kata lain terciptanya keadaan lingkungan kerja yang ENASE maka tingkat produktifitas 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. 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. 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 produktifitas 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 di dominasi oleh kerja fisik otot yang berat dan aktifitas kerja yang berulang-ulang, bahkan sering pula dengan durasi waktu yang lama.
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.

Semua komponen biaya diatas 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, dibandingkan 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*

Manual Material Handling adalah proses membawa secara manual bahan atau produk pada bidang industri. 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 aktifitas *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. Berbagai macam cara dalam mengangkat beban yakni dengan kepala, bahu, tangan, punggung 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 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), 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 2.1. 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*).

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 :

$$\mathbf{RWL = LS \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM}$$

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 pegangan (*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 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 pemangkatan (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 pemangkatan. 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 pemangkatan permenit dan posisi beban pada saat diangkat dari lantai (C = jarak vertikal). Untuk pemangkatan dengan frekuensi permenit = 0,2. Berikut adalah tabel faktor pengali frekuensi.

Tabel 2.1. Faktor Pengali Frekuensi

| Frek Lift/min | <i>Work Duration</i> | | | | | |
|------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | ≤ 1 jam | | 1 – 2 jam | | 2 – 8 jam | |
| | V<75 | V \geq 75 | V<75 | V \geq 75 | V<75 | V \geq 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 |

Sumber : *Ergonomi Suatu Pengantar*

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 faktor 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 |

Sumber : Ergonomi Suatu Pengantar

Beberapa penelitian telah dilakukan di ITB untuk merevisi penggunaan rumusan RWL sehingga cocok untuk pekerja Indonesia. Besaran konstanta pengali menjadi 20 Kg. Widiyanti (1998) 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 RWL_{awal} dan RWL_{akhir} . 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 aktifitas 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:

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

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 :

$$AL = 40 \left(\frac{15}{H} \right) \times \left(\frac{1-0,004}{|v-75|} \right) \times \left(0,7 + \frac{7,5}{D} \right) \times \left(1 - \frac{F}{F_{max}} \right)$$

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

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

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

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

$$W_T = m_T \times g$$

$$F_{yt} = F_{ys} + W_T$$

$$M_T = 2M_s + (W_T \cdot \lambda_4 \cdot SL_4 \cdot \cos\theta_4) + (2F_{ys} \cdot SL_4 \cdot \cos\theta_4)$$

a. Perhitungan tekanan perut (PA) dengan persamaan :

$$PA = \frac{10^{-4} [43 - 0,36 (\theta_H + \theta_T)] [M_{L5/S1}]_{1,8}}{75}$$

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

$$FA = PA \times AA$$

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

$$F_M \times E = M_{L5/S1} - FA \times D$$

- d. Perhitungan berat tubuh keseluruhan dengan persamaan :

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

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

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

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

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

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

$$M_f = M_e + (W_f \times \lambda_7 \times SL_7) + (F_{yf} \times SL_7)$$

2.7 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.

2.7.1 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 (1972) 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 relative lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran dan umumnya. Apa lagi 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 pengukuran 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 relative 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.

2.7.2 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 diambil didalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini :

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

Disini 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 jangkauan dari suatu mekanisme control yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja. Penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme control yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja.
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantar rentang ukuran ukuran tertentu.

Disini rancangan bisa diubah-ubah ukurannya sehingga cukup flexible dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang mana dalam hal ini letaknya dapat digeser maju/mundur dari sudut sandarannya pun dapat berubah-ubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang flexible, semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah alam 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. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini juga sedikit sekali mereka yang berbeda dalam ukuran rata-rata. Disini produk dirancang dan dibuat untuk mereka yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan bagi mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan sendiri.

2.7.3 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. Standart Deviasi

Standart deviasi adalah standar penyimpangan data dari nilai rata-ratanya. Standar deviasi berguna dalam menghilangkan pengaruh positif dan negative 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. 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 33ontrol 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 $k=3$

2.7.4 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 sample 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. Dari hasil data 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.

$$D = \text{Max} [f_a(x) - f_e(x)]$$

7. Bandingkan nilai D yang diperoleh dengan nilai D_α dari table 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 penelitian ini, maka penulis melakukan penelitian di Pabrik PT. SOCI MAS. Sedangkan waktu penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dimulai pada bulan Desember sampai dengan Januari 2020.

3.2 Sumber Data dan Instrumen Penelitian

3.2.1 Sumber Data

Merupakan data yang diperoleh dari lapangan bagian Departemen *Packaging* di PT. SOCI MAS. Sumber data primer diperoleh dari operator yang bekerja di bagian *packaging* di setiap shiftnya. Untuk data *Nordic Body Map* diperoleh dengan memberikan lembar quisioner kepada karyawan, data Biomekanika diperoleh dengan melakukan pengukurant erhadap pekerja pada saat aktivitas pengangkatan beban dan peletakan beban, data antropometri diperoleh dari pengukuran dimensi tubuh pekerja terkait dan untuk dimensi yang diperlukan. Data sekunder adalah data yang digunakan untuk mengetahui latar belakang perusahaan ataupun jenis produk yang dihasilkan dari perusahaan tersebut.

3.2.2 Instrumen Penelitian

Instrument 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:

a. Timbangan

Digunakan untuk menimbang berat badan kerja yang diterima pekerja.

b. Meteran

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

c. Geniometer

Digunakan untuk mengukur sudut tubuh pekerja ketika bekerja.

d. Jangka Sorong

Digunakan untuk mengukur dimensi tubuh pekerja sebagai dasar perancangan fasilitas.

e. Lembar Quisioner NBM

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

3.3 Jenis Data Yang Digunakan

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.

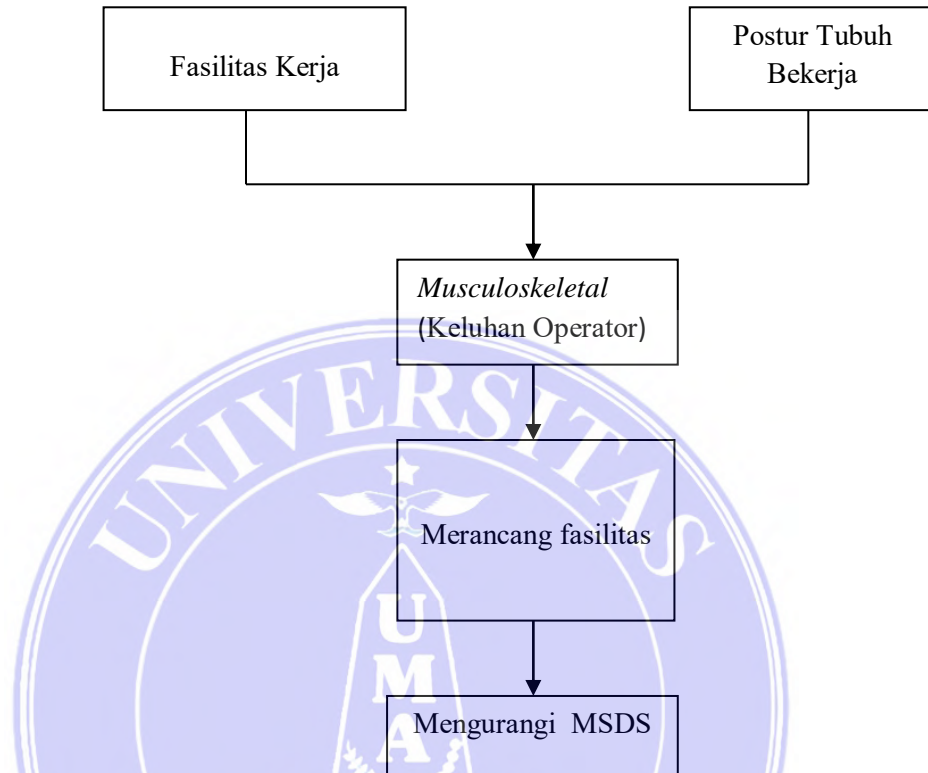
3.4 Variabel Penelitian

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.

Variabel yang diamati di PT. Soci Mas adalah:

1. Variabel independen, sugiyono dan zulfikar (2016) menjelaskan bahwa variabel independen adalah variabel yang menjadi penyebab adanya atau timbulnya perubahan variabel dependen. Dimana pada penelitian ini yang menjadi variabel independennya adalah Merancang fasilitas.
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. Dimana pada penelitian ini yang menjadi variabel dependennya adalah Fasilitas kerja, Postur tubuh bekerja, *Musculoskeletal* (Keluhanan yang dialami operator).

3.5 Kerangka Berpikir



Gambar 3.1 Kerangka Berpikir Penelitian

Kerangka berpikir diatas menjelaskan bahwa fasilitas kerja yang kurang mendukung sebagai variabel independen akan mengakibatkan adanya keluhan bagi operator yang bekerja dibagian tersebut, dimana keluhan itu berasal dari postur tubuh operator yang salah pada saat bekerja yang diakibatkan oleh fasilitas kerja yang tidak mendukung sehingga mengakibatkan adanya keluhan *musculoskeletal* bagi operator pada saat bekerja. Dengan melakukan analisa dengan menggunakan metode Biomekanika maka diperoleh sebuah perancangan fasilitas yang dapat membantu meringankan pekerjaan operator pada saat bekerja,

sehingga diharapkan bisa menghilangkan keluhan *musculoskeletal* yang selama ini dirasakan oleh operator yang bekerja dibagian *Packaging*.

Fasilitas Kerja adalah segala sesuatu yang terdapat dalam perusahaan yang dinikmati atau digunakan oleh karyawan yang berhubungan langsung dengan pekerjaan untuk meningkatkan kelancaran dalam melakukan pekerjaannya. Postur Tubuh Bekerja adalah posisi yang dibentuk secara alamiah oleh tubuh pekerja yang berinteraksi dengan kebiasaan kerja maupun fasilitas yang digunakan dalam sebuah pekerjaan. 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 adalah sebuah proses membangun fasilitas fisik pabrik untuk menunjang kelancaran proses pekerjaan karyawan.

3.6 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 :

1. Pengolahan data aktual

a. Perhitungan Biomekanika Kerja

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

b. Perhitungan Data Antropometri

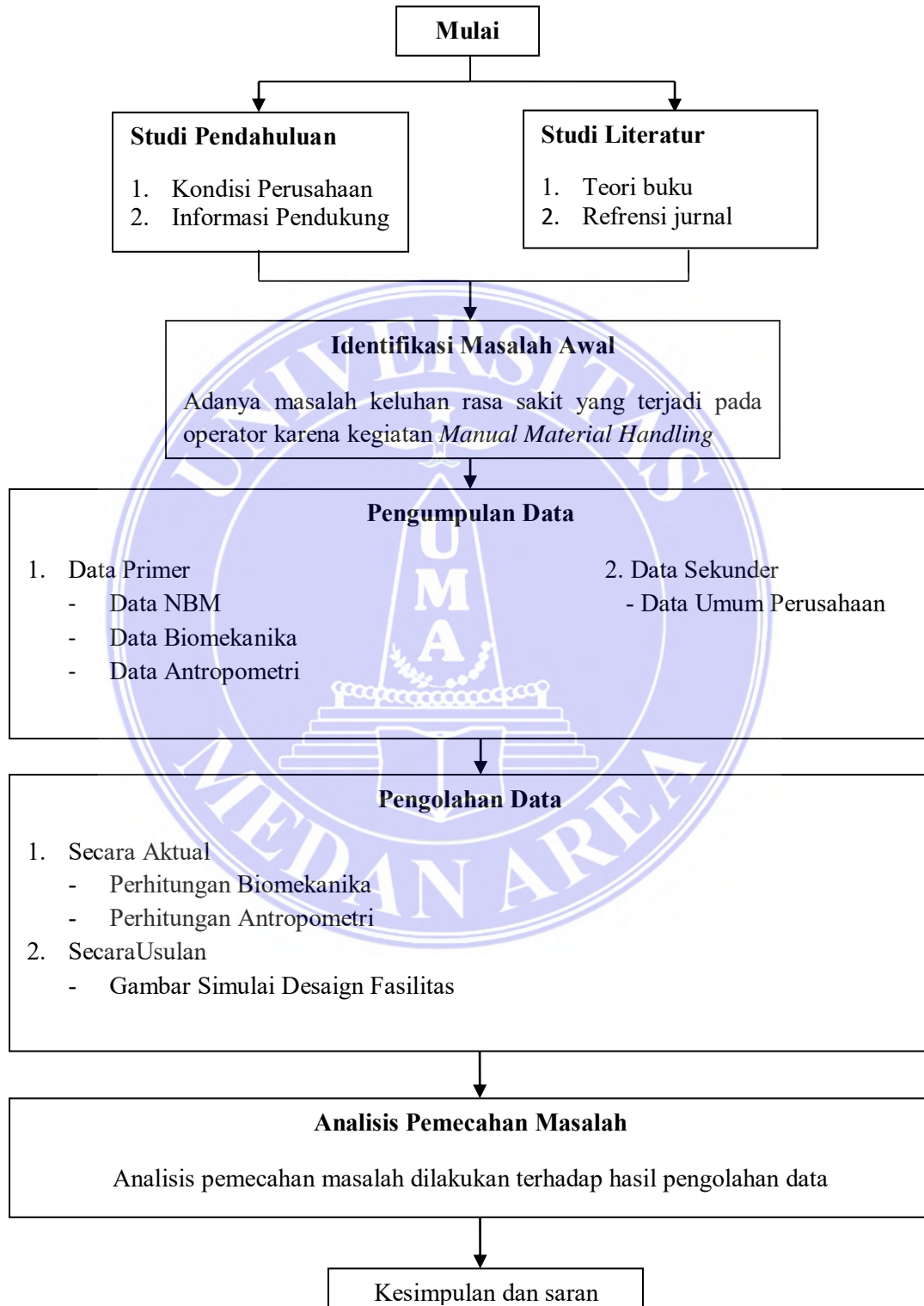
Untuk menentukan dimensi alat yang diusulkan.

2. Pengolahan Data Usulan

- a. Gambar simulasi pekerja menggunakan alat yang dirancang dengan sebuah aplikasi untuk mendapatkan data usulan yang akan dianalisis.
- b. Perhitungan Biomekanika Usulan untuk melihat apakah usulan yang dilakukan dapat menurunkan timbulnya resiko cedera bagi pekerja atau tidak.



3.7 Metode Penelitian



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

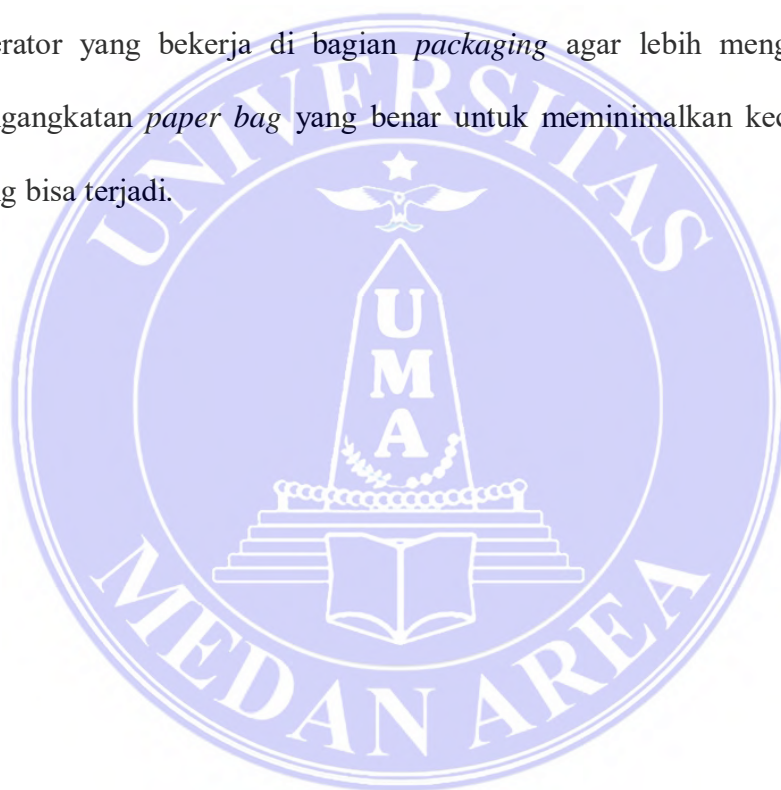
Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Dengan melakukan penelitian ini maka diperoleh ukuran biomekanika operator yang bekerja di bagian *packaging* di PT. SOCI MAS, sehingga dari pengukuran biomekanika tersebut maka diperoleh hasil perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) yang dilakukan didapatkan nilai 7.3 kg untuk posisi postur origin awal dan 5.54 kg untuk postur destination awal. Sedangkan pada postur yang diusulkan maka didapatkan nilai 12.1 kg untuk postur original dan 24.33 kg untuk postur destination usulan. Nilai RWL yang 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 menurun, bila beban yang direkomendasikan lebih besar dari *Load Weight* maka produktifitas kerja dapat meningkat.
2. Dengan menghitung nilai Tinggi Siku Berdiri operator maka di dapatkan tinggi conveyor 95 cm, dan lebar 40 cm sehingga diharapkan mampu memberikan rasa nyaman, aman, sehat dan efisien bagi operator yang bekerja dibagian *packaging*.

5.2. 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 *packaging* agar lebih mengetahui teknik pengangkatan *paper bag* yang benar untuk meminimalkan kecelakaan kerja yang bisa terjadi.



DAFTAR PUSTAKA

- Arifki, Muhammad. 2018. *Analisis Manual Material Handling Operator Stasiun Pressing dengan Metode Biomekanika pada PT. XYZ*. Jurnal.
- Chaffin, D. B an Anderson. G. B. J, (1984), “*Occupational Biomechanics*”, second edition Jhon Wiley and sons. inc, USA
- E.Nurmianto.1996. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya. PT. Guna Widya.
- Nurmianto, Eko, 2005, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi Kedua, Guna Widya, Surabaya.
- Roche. A.F, Davila. G. H, (1972), *Farmers Cohort for Agricultural Work-Related Musculoskeletal Disorders (FARM) study: study design, methods, and baseline characteristics of enrolled subjects*.
- 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.
- Wignjosuebrotto, Sritomo, 2008. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.