

**ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN TERHADAP PENGANGKATAN BEBAN  
PADA LEADMAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CARDIOVASCULAR  
LOAD* DAN *RECOMMENDED WEIGHT LIMIT*  
(STUDI KASUS PT. FINE SINTER INDONESIA)**

**TUGAS AKHIR**

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



Nama : M Haniv Sayid Aflah  
No. Mahasiswa : 19522226

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2024**

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 20 – Oktober – 2023



Handwritten signature of M Haniv Sayid Aflah.

(M Haniv Sayid Aflah)

19522226

## SURAT BUKTI PENELITIAN



### PT FINE SINTER INDONESIA

Kawasan PT TT Techno Park Indonesia, Jl. Mitra Raya II Blok E-6  
Kawasan Industri Mitra Karawang, Parung Mulya, Ciampel, Karawang 41363  
Phone: +62-267-8631720 | Fax: +62-267-8631716

**SURAT KETERANGAN**  
**PRAKTEK KERJA LAPANGAN**  
No: 033/SPKL/S/FSI/XI-23

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elina Indah Ningrum  
Departemen : Human Resources Development

dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : M Haniv Sayid Aflah  
NIM : 19522226  
Jurusan : Teknik Industri  
Asal Sekolah : Universitas Islam Indonesia  
Alamat Sekolah : Jl. Kaliurang KM 14,5 Yogyakarta

telah melaksanakan kegiatan Penelitian Kegiatan Industri di PT Fine Sinter Indonesia selama 1 (satu) bulan, terhitung sejak 16 Oktober 2023 hingga 15 November 2023.

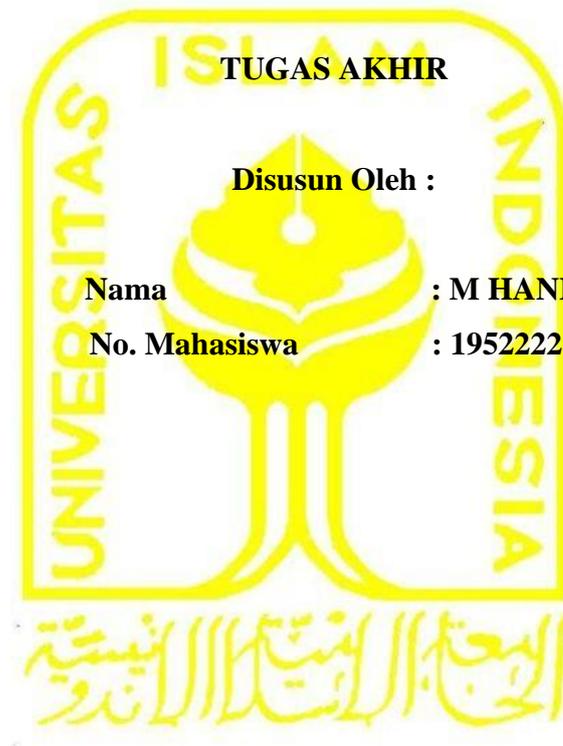
Selama melaksanakan praktek kerja lapangan, mahasiswa yang bersangkutan telah mempelajari dan melakukan penelitian tentang Analisis dan Usulan Perbaikan terhadap Pengangkatan Beban pada Leadman dengan menggunakan Metode Recommended Weight Limit (RWL) dan Cardiovascular Load (CVL), mahasiswa dapat melaksanakan tugas dan tanggung jawab yang diberikan dengan baik.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Karawang, 15 November 2023  
PT Fine Sinter Indonesia

  
  
Elina Indah Ningrum  
Human Resources Development

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN TERHADAP PENGANGKATAN BEBAN**  
**PADA LEADMAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CARDIOVASCULAR***  
***LOAD* DAN *RECOMMENDED WEIGHT LIMIT***  
**(STUDI KASUS PT. FINE SINTER INDONESIA)**



**Yogyakarta, 23 Januari 2024**

**Dosen Pembimbing**

  
**Amarrisa Dila Sari, S.T., M.Sc.)**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI****ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN TERHADAP PENGANGKATAN BEBAN  
PADA LEADMAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CARDIOVASCULAR  
LOAD DAN RECOMMENDED WEIGHT LIMIT*  
(STUDI KASUS PT. FINE SINTER INDONESIA)****TUGAS AKHIR****Disusun Oleh :****Nama : M HANIV SAYID AFLAH****No. Mahasiswa : 19 522 226**

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

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 23 Januari 2024

Tim Penguji

Amarria Dila Sari, S.T., M.Eng.

Ketua

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.

Anggota I

Danang Setiawan, S.T., M.T.

Anggota II



Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Industri Progam Sarjana  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



**Ir. Muhammad Fidiwan And Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.**

09/01/2024  
20101

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan saya hikmat dan karunia-nya serta pertolongan dalam menjalani lika – liku pada proses pengerjaan Tugas Akhir yang ditulis. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya dan keluarga yang selalu mendoakan, mendukung, memberi semangat serta membiayai saya dalam mengerjakan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada diri saya yang telah kuat dalam menghadapi semua rintangan yang telah dilakukan dari semester awal sampai semester akhir. Terima kasih telah kuat dalam menghadapi cobaan agar bisa sekuat ini.

**MOTTO**

*"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya."*

*(qs. Al – baqarah 286)*

*"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."*

*(qs. Al – insyirah 5 – 6)*

*"Barang siapa bertakwa kepada allah niscaya dia akan mengadakan baginya jalan keluar. Dan memberinya rezeki dari arah yang tiada disangka-sangkanya. Dan barangsiapa yang bertawakal kepada allah niscaya allah akan mencukupkan (keperluan)-nya. Sesungguhnya allah melaksanakan urusan yang (dikehendaki)-nya. Sesungguhnya allah telah mengadakan ketentuan bagi tiap-tiap sesuatu."*

*(qs. Ath – thalaq 2-3)*

## KATA PENGANTAR

### *Assalamu'alaikum Wr. WB*

Puji syukur kita haturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir di PT. Fine Sinter Indonesia (FSI). dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam tidak lupa kita panjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta kerabat, sahabat, serta pengikutnya yang telah membimbing kita ke jalan yang terang ini.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis senantiasa mengucapkan terima kasih sebanyak – banyaknya atas dukungan dan bimbingan yang telah diberikan sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir Hari Purnomo., M.T., IPU., ASEAN, Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. IPM. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Amarria Dila Sari, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing juga mendidik saya baik saat penelitian maupun diluar penelitian, sehingga Tugas Akhir ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik.
4. Kedua orang tua penulis, Bapak H. Rudi S.H, M.M., HJ. Ibu Aprillianah S.Pd, M.Pd., Azzah Taqia Azzahra, M. Zakir Siraj dan Abdullah Fayadh yang telah memberi dukungan baik moral, materi dan doa sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
5. Semua pihak yang membantu dalam melaksanakan Tugas Akhir di PT. Fine Sinter Indonesia (FSI).
6. Sahabat – sahabat penulis selama masa studi di perkuliahan yaitu Doni Refa Septian, Amirul Mahbubi, Tomi Fauzi Rohman, Benazir Anjani Alsa, Farah Naufal Igindi, Rafika Febriyanti, Maulana Tri Wijaya, Tri Hartani, Alvin Zidni Aqila, Muhlis Aminullah, Agung Tri Nurrohman, Faiq Arkan Fadhal, Jasmine Alifah Putri yang telah memberikan bantuan, motivasi menemani penulis saat senang dan senang selama masa perkuliahan.
7. Sahabat – sahabat penulis sejak SMA yaitu Abdullah Adzan Al – walid, Muhammad Rafly Hidayah, Ferdiansyah Saputra, Fathurrahman Vrali, Ramadhanus Putra, Tommy Reynaldi,

Yogi Saputra telah memberikan semangat, dukungan, motivasi dan do'a selama masa perkuliahan.

8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu penulisan karya tulis ini hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan pembaca memberikan kritik dan saran untuk menutupi kekurangan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi penulis pribadi dan pembaca.

***Wassalamualaikum Wr. Wb.***

Yogyakarta, 20- Oktober - 2023



M Haniv Sayid Aflah

NIM 19522226

## ABSTRAK

Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari interaksi manusia dengan elemen lainnya di dalam sebuah sistem, dan profesi yang mengaplikasikan prinsip-prinsip teori, data dan metode untuk mendesain kerja yang mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan. PT. Fine Sinter Indonesia membutuhkan manusia agar tercapainya produktivitas sebuah perusahaan sehingga dapat berjalan lebih baik. Penelitian terkait memanfaatkan salah satu bidang dalam ilmu ergonomi untuk menemukan permasalahan dalam aktivitas pengangkatan dan pemindahan berbagai macam part yang memiliki berat 8 kg per box dan diangkat secara manual. Pengukuran beban kerja fisik akan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan Pengangkatan barang akan menggunakan metode *Recommended Weight Limit* (RWL). Data perhitungan *Recommended Weight Limit* yang didapat bahwa keempat operator mengangkat melebihi nilai *Lifting Index* yang berada pada  $LI > 1$ , yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang. Perhitungan *Cardiovascular Load* diketahui bahwa keempat operator memiliki nilai %CVL  $> 30\%$  yang artinya termasuk dalam kategori diperlukan perbaikan. Rekomendasi yang telah diberikan yaitu me redesain troli dengan pengukuran ketinggian 100 cm, panjang 80 cm, lebar 50 cm, pegangan tangan 70 cm. Troli terdapat fitur tuas naik dan tuas turun, pengunci roda. Desain dilengkapi dengan hidrolik agar dapat memudahkan pengangkatan box di setiap lini sehingga postur kerja yang dapat diterapkan dapat menjadi lebih baik dan dapat meningkatkan produktivitas pada setiap lini mesin.

Kata Kunci: *Cardiovascular Load, Recommended Weight Limit, Musculoskeletal Disorders, REBA, NBM.*

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT BUKTI PENELITIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Kajian Deduktif .....	8
2.1.1 Produktivitas.....	8
2.1.2 Beban Kerja .....	8
2.1.3 Beban Kerja Fisik .....	9
2.1.4 Pengukuran Beban Kerja Fisik .....	9
2.1.5 Manual Material Handling (MMH).....	11
2.2 Kajian Induktif.....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Objek Penelitian .....	22
3.2 Subjek Penelitian .....	22
3.3 Alat dan Bahan .....	22

3.4	Metode Pengumpulan Data .....	23
3.5	Alur Penelitian.....	24
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>		<b>28</b>
4.1	Pengumpulan Data.....	28
4.1.1	Data <i>Nordic Body Map</i> .....	28
4.1.2	Perhitungan <i>Nordic Body Map</i> .....	30
4.1.3	Data <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA) .....	32
4.1.4	Data Beban Kerja Fisik.....	36
4.1.5	Perhitungan Beban Kerja Fisik.....	37
4.1.6	Data Manual Material Handling .....	41
4.1.7	Perhitungan Manual Material Handling .....	44
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>56</b>
5.1	Analisis Karakteristik Responden .....	56
5.2	Analisis <i>Nordic Body Map</i> .....	56
5.3	Analisis <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA).....	57
5.4	Analisis Beban Kerja Fisik .....	57
5.5	Analisis Manual Material Handling .....	60
5.6	Usulan Desain.....	62
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>		<b>66</b>
6.1	Kesimpulan.....	66
6.2	Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>1</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Frequency Multiplier</i> .....	15
Tabel 2. 2 <i>Coupling multiplier</i> .....	16
Tabel 4. 1 Data operator .....	28
Tabel 4. 2 Tingkat risiko <i>Nordic Body Map</i> .....	31
Tabel 4. 3 Skor responden.....	31
Tabel 4. 4 Data jam beban kerja fisik.....	36
Tabel 4. 5 Waktu pengambilan data.....	36
Tabel 4. 6 Klasifikasi CVL .....	37
Tabel 4. 7 Perhitungan CVL .....	39
Tabel 4. 8 Sebelum perbaikan .....	42
Tabel 4. 9 Setelah perbaikan .....	43
Tabel 4. 10 Tabel <i>Frequency Multiplier</i> .....	44
Tabel 4. 11 <i>Coupling Multiplier</i> .....	45
Tabel 4. 12 Variabel sebelum perbaikan .....	47
Tabel 4. 13 <i>Frequency Multiplier</i> .....	50
Tabel 4. 14 <i>Coupling Multiplier</i> .....	51
Tabel 4. 15 Variabel setelah perbaikan .....	52
Tabel 4. 16 <i>Frequency Multiplier</i> .....	54
Tabel 4. 17 <i>Coupling Multiplier</i> .....	55
Tabel 5. 1 Perhitungan CVL .....	59

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. 1 Kinerja Leadman SA .....	3
Gambar 1. 2 Kinerja Leadman VCT .....	3
Gambar 2. 1 <i>Asymmetric multiplier</i> .....	14
Gambar 3. 1 Pulse Oximeter .....	23
Gambar 3. 2 Alur penelitian .....	25
Gambar 4. 1 <i>Nordic Body Map</i> operator 1 .....	29
Gambar 4. 2 <i>Nordic Body Map</i> operator 2 .....	29
Gambar 4. 3 <i>Nordic Body Map</i> operator 3 .....	30
Gambar 4. 4 <i>Nordic Body Map</i> operator 4 .....	30
Gambar 4. 5 Sudut pengangkatan operator .....	33
Gambar 4. 6 Skor Tabel A .....	34
Gambar 4. 7 Skor Tabel B.....	35
Gambar 4. 8 Skor Tabel C.....	35
Gambar 5. 1 Ukuran Desain Troli .....	63
Gambar 5. 2 Ukuran Tempat Box .....	63
Gambar 5. 3 Fitur Pada Troli .....	64
Gambar 5. 4 Fitur Pada Bagian Bawah Troli .....	64

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari interaksi manusia dengan elemen lainnya di dalam sebuah sistem, dan profesi yang mengaplikasikan prinsip-prinsip teori, data dan metode untuk mendesain kerja yang mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan (Association, 2012). Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari tentang karakteristik manusia di lingkungan kerja agar tercipta kondisi yang efektif, efisien, aman dan nyaman serta tidak menimbulkan penyakit akibat kerja ataupun kecelakaan kerja (Pheasant, 1991). Ergonomi dapat dideskripsikan sebagai suatu ilmu, seni, serta penerapan teknologi untuk kepentingan penyesuaian ataupun penyeimbangan antara keseluruhan fasilitas dengan kemampuan serta keterbatasan manusia. Adanya pengaplikasian ergonomi pada sektor kerja diharapkan akan mampu memberikan efek penurunan terhadap angka cedera kerja, sehingga produktivitas kerja serta kesejahteraan operator dapat meningkat.

Keluhan yang muncul pada sistem muskuloskeletal mencakup berbagai gejala dari yang ringan hingga yang parah, terkait dengan bagian-bagian otot rangka. Ketika otot terus – menerus menanggung beban statis dalam jangka waktu yang lama, dapat mengakibatkan kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon, sehingga menyebabkan keluhan hingga potensi kerusakan yang umumnya disebut gangguan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Tarwaka, Solikhul, & sudiajeng, Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas, 2004).

Menurut statistik yang dikeluarkan oleh *Bureau of Labour Statistics* (BLS) terdapat 365.580 kasus gangguan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs), termasuk keseleo atau strain yang disebabkan oleh kelelahan dalam mengangkat barang. Di Indonesia, tingkat kejadian Penyakit Gangguan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) yang telah didiagnosis atau gejala oleh tenaga kesehatan mencapai 11,9% dan jika dilihat dari diagnosis atau gejala mencapai 24,7% (Labor, 2015). Pada tahun 2015, *Health and Safety Authority* (HSA) melaporkan bahwa angka Penyakit Akibat Kerja (PAK) pada tahun 2012 mencapai 27,1 per 1000 operator, dengan peningkatan sejak tahun 2012. Dari jumlah kasus yang tercatat, sekitar 32% merupakan cedera

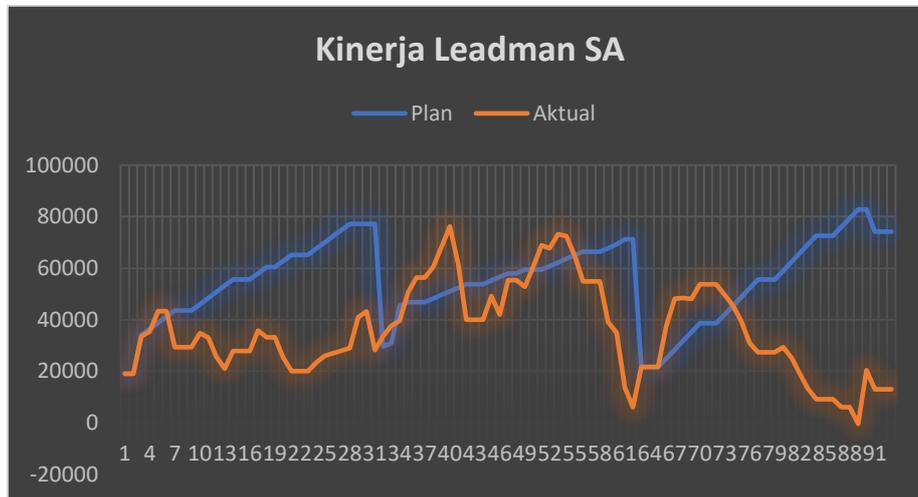
muskuloskeletal yang disebabkan oleh aktivitas kerja seperti mengangkat beban (43%). Berdasarkan laporan, diketahui bahwa keluhan MSDs pada operator dapat mengakibatkan hilangnya jam kerja yang signifikan, dengan sekitar 8.784.000 hari kerja hilang akibat MSDs menurut Labour Force Survey. Sementara itu sekitar 34% dari seluruh hari kerja hilang akibat keluhan MSDs akibat keluhan MSDs di tempat kerja (Executive, 2015). Menurut survei yang dilakukan di *Great Britain* tercatat bahwa angka kejadian *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) sebanyak 41% dari angka kejadian Penyakit Akibat Kerja (PAK), dan secara faktual bahwa *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) menjadi 37% penyebab seorang absen dalam operator. Berdasarkan data di *Great Britain* tahun 2017 kasus *Musculoskeletal Disorders* menempati urutan kedua dengan rata-rata prevalensi 469.000 kasus atau 34,54% selama 3 tahun terakhir dari semua kasus penyakit akibat kerja yang ada (Survei, 2017).

PT. Fine Sinter Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang utamanya yaitu produksi part otomotif. Sesuai dengan filosofi dasar perusahaan dan *corporation* serta dengan pertimbangan konteks organisasi perusahaan, mereka berkomitmen untuk menjadi perusahaan manufaktur sintering terbaik di dunia. Perusahaan menyediakan produk yang menjamin kepuasan pelanggan dengan memaksimalkan ketepatan waktu dan harga terjangkau. Perusahaan juga telah menetapkan sistem untuk memasok produk berkualitas tinggi dengan standar jepang, menyediakan produk dengan manfaat biaya yang menggunakan basis di luar negeri, serta mempertahankan kualitas tinggi secara stabil memasok produk ke pelanggan melalui pengenalan sistem produksi Toyota secara menyeluruh untuk mencapai efisiensi produksi.

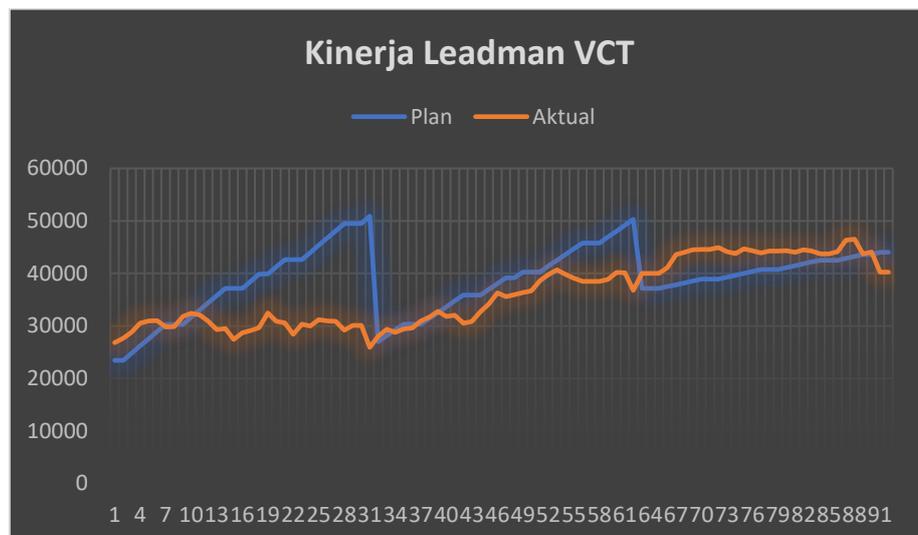
PT. Fine Sinter Indonesia membutuhkan manusia agar tercapainya produktivitas dan efisiensi produksi agar sebuah perusahaan sehingga dapat berjalan lebih baik. Penelitian terkait memanfaatkan salah satu bidang dalam ilmu ergonomi untuk menemukan permasalahan dalam aktivitas pengangkatan dan pemindahan berbagai macam part yang memiliki berat 8 kg per box dan diangkat secara manual. Oleh karena itu dilakukan penelitian khususnya terhadap manusia yang mengangkat sebuah box pada setiap lini agar semua proses pada mesin berjalan atau bisa disebut dengan Leadman. Dalam hal tersebut pengangkatan parts secara manual ini memiliki risiko cedera yang cukup besar karena bisa menyebabkan Penyakit Akibat Kerja (PAK).

Penelitian dilakukan dengan wawancara serta observasi terhadap Leadman yang mengangkat box dari mesin satu ke mesin lainnya, pengangkatan tersebut dilakukan secara terus menerus sehingga terciptanya ketidakseimbangan antara tugas dengan jumlah tenaga yang

dikeluarkan. Contohnya pada saat pengangkatan Leadman yang mengalami sakit pada bagian pinggang, kemudian sakitnya pada bagian pergelangan tangan yang membuat terganggunya operator tersebut. Kemudian adanya penurunan kinerja yang menyebabkan operator tidak selesai sesuai dengan target. Grafik kinerja dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.



Gambar 1. 1 Kinerja Leadman SA



Gambar 1. 2 Kinerja Leadman VCT

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa masih terdapat kinerja yang tidak sesuai dengan *plan* yang ditetapkan. Contohnya pada pengangkatan yang menargetkan 48800, hanya dapat 39400 penarikan yang berarti banyaknya faktor seperti kelelahan operator, banyaknya permintaan serta kekurangan jumlah operator yang membuat faktor kinerja Leadman menurun. Oleh karena itu, dilakukannya penelitian tentang beban kerja dan pengangkatan Leadman sehingga tidak mengakibatkan kerugian pada faktor manusia dan Perusahaan dapat memperhatikan operatornya dapat sehat dalam beraktivitas.

Adapun penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki beban kerja pada operator dalam proses wrapping dan pengambilan terpal dengan mengubah posisi tubuh yang membungkuk menjadi berdiri. Tujuannya adalah untuk mengurangi risiko cedera otot, dengan nilai RWL sebelum perbaikan sebesar 1,40 dan kemudian sesudah perbaikan sebesar 0,99. Hal ini dapat dikategorikan aman dan mengurangi risiko cedera, karena nilai rata-ratanya kurang dari 1, sebagaimana NIOSH. Perhitungan denyut nadi tenaga kerja pada proses persiapan dan pengangkatan terpal mendapatkan nilai %CVL sebesar 26,48% dan 28,02%, yang masuk dalam kategori beban kerja ringan sebab kurang dari 30%. Untuk meningkatkan posisi kerja yang baik dan aman, penelitian merekomendasikan penggunaan palet sebagai tempat teknisi untuk mengambil terpal, memungkinkan mereka untuk melakukannya dalam posisi tegak dan mengurangi kemungkinan timbulnya keluhan rasa sakit berlebihan pada punggung (Arianto, Suhendar, & Hermanto, 2022).

Berdasarkan hal tersebut dilakukannya penelitian beban kerja baik beban kerja secara fisik, waktu untuk menentukan perbaikan khususnya operator PT. Fine Sinter Indonesia pada bagian pengangkatan agar terciptanya lingkungan kerja yang baik dan benar. Dengan penelitian tersebut, perusahaan dapat mengetahui level beban kerja fisik dan pengangkatan yang berdasarkan dengan ketentuan tertentu, sehingga hal tersebut dapat segera diperbaiki.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan Latar Belakang di atas maka yang menjadi rumusan masalah yaitu:

1. Apakah pengangkatan tersebut aman atau tidak bagi Leadman?
2. Bagaimana tingkat beban kerja Leadman berdasarkan yang didapatkan?
3. Apa rekomendasi yang tepat bagi Leadman berdasarkan analisis beban kerja?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah

1. Mampu mengukur pengangkatan tersebut aman atau tidak bagi Leadman
2. Mampu mengukur tingkat beban kerja Leadman berdasarkan yang didapatkan
3. Mampu memberikan rekomendasi yang tepat bagi Leadman berdasarkan analisis beban kerja

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penyelesaian Tugas Akhir yang dilakukan ini melalui penelitian antara lain:

1. Bagi Perusahaan

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menyediakan informasi yang berguna bagi PT Fine Sinter Indonesia dalam mengimplementasikan rekomendasi untuk peran Leadman.

## 2. Bagi Penulis

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan dan pengetahuan lebih lanjut mengenai beban kerja yang langsung terjadi di lingkungan perusahaan, serta memberikan pengalaman kepada mahasiswa terkait penelitian yang dilaksanakan di PT. Fine Sinter Indonesia.

### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah diperlukan agar target yang dicapai pada Tugas Akhir dapat berjalan dengan baik dan sesuai, maka Batasan masalah yang diperlukan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Fine Sinter Indonesia.
2. Penelitian ini dilaksanakan tanggal 16 Oktober 2023 hingga 8 November 2023.
3. Data yang diolah adalah data pada tahun 2020 – 2023.
4. Hal yang akan diteliti pengukuran beban kerja fisik dan pengukuran dalam pengangkatan barang yang baik.
5. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Cardiovascular Load (CVL)* dan *Recommended Weight Limit (RWL)*.
6. Penelitian dilakukan pada pegawai terkhusus bagian Leadman atau orang yang menjemput/mengantar barang ke mesin.

### 1.6 Sistematika Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat sistematika penulisan yang tersusun dalam 6 bab, berikut merupakan detail isi dari setiap bab:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab 1 mencakup latar belakang penelitian yaitu berkaitan dengan pengangkatan box yang dilakukan operator dan permasalahan yang terkait metode *Cardiovascular Load* dan *Recommended Weight Limit* menjadi landasan penting untuk menjelaskan urgensi dilakukannya penelitian ini. Selanjutnya terdapat dua rumusan masalah yang akan dijelaskan, dua tujuan penelitian yang hendak dicapai, manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian dan batasan-batasan yang menjadi cakupan penelitian ini.

#### **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Bab 2 berisikan landasan teori yang menjadi acuan dan dasar untuk melaksanakan penelitian ini. Dalam kajian literatur berisikan dua pembahasan yaitu kajian induktif yang merangkum

penelitian terdahulu dengan metode serupa, terutama terfokus pada *Cardiovascular Load* dan *Recommended Weight Limit*. Terdapat pembahasan teoritis yang berhubungan dengan penelitian ini, didasarkan pada penjelasan para ahli atau temuan penelitian sebelumnya.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab 3 terdapat kerangka rencana penelitian yang didasarkan pada pertanyaan 5W+1H, dengan penjelasan subjek dan objek pada penelitian. Selain itu, dijelaskan jenis data yang akan dikumpulkan, metode penelitian yang digunakan, instrumen yang diterapkan, dan desain eksperimen yang dipilih. Bagian ini juga mencakup bagan alur penelitian dari awal sampai akhir penelitian.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab 4 terfokus pada data yang berhasil dikumpulkan selama penelitian dan metode analisis data yang diterapkan terhadap data tersebut. Hasil pengolahan data disajikan melalui tabel dan grafik. Proses pengolahan data mencakup analisis terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini bertindak sebagai referensi utama untuk pembahasan hasil yang akan dijabarkan lebih lanjut pada bab V.

### **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab 5 terdapat pembahasan mengenai hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan selama penelitian. Dalam pembahasan ini, ditekankan kesesuaian hasil penelitian dengan tujuan yang telah ditetapkan. Bagian ini memberikan pemahaman mendalam terkait implikasi hasil terhadap tujuan penelitian dan memberikan landasan untuk rekomendasi yang disusun.

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab 6 terdapat kesimpulan yang merangkum hasil analisis yang telah dilakukan. Selain itu, disajikan rekomendasi atau saran – saran berdasarkan temuan yang dicapai dalam menangani permasalahan yang teridentifikasi selama penelitian. Rekomendasi ini disusun untuk memberikan panduan dan solusi terhadap masalah yang dihadapi. Selain itu, bagian ini juga dapat mengindikasikan aspek – aspek yang perlu diteliti lebih lanjut dalam penelitian mendatang.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka berisikan tentang sumber-sumber yang digunakan dalam penelitian ini, baik itu berupa jurnal, buku, kutipan-kutipan dari internet ataupun dari sumber-sumber yang lainnya.

### **LAMPIRAN**

Lampiran berisikan kelengkapan alat dan hal lain yang perlu dilampirkan atau ditunjukkan untuk memperjelas uraian dalam penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Deduktif**

##### **2.1.1 Produktivitas**

Produktivitas didefinisikan sebagai perbandingan antara output (hasil) dengan input (masukan) yang digunakan. Peningkatan produktivitas melibatkan peningkatan efisiensi dalam penggunaan waktu, bahan dan tenaga serta perbaikan sistem kerja, teknik produksi dan peningkatan keterampilan dari tenaga kerjanya (Busro, 2018). Produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai dengan tingkat keterlibatan kerja yang dilakukan dalam satuan waktu. Peran operator adalah mencakup penggunaan sumber daya serta efektif dan efisien (SUTRISNO, 2017). Produktivitas kerja dapat didefinisikan sebagai kemampuan individu atau kelompok orang untuk menghasilkan barang dan jasa dalam waktu yang telah ditetapkan atau sesuai dengan rencana (Busro, 2018). Kemampuan menurut peneliti bisa diartikan sebagai kemampuan fisik atau keterampilan. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, keterampilan diartikan sebagai kecakapan untuk menyelesaikan tugas. Berdasarkan pemahaman para ahli, peneliti menyimpulkan bahwa produktivitas mencakup sikap karyawan yang mencerminkan kemampuan mereka dalam melaksanakan operator dan hasil yang diperoleh sejalan dengan pemanfaatan sumber daya yang digunakan. Dengan kata lain, produktivitas tidak hanya bergantung pada aspek fisik, tetapi juga pada tingkat kecakapan atau keterampilan yang dimiliki oleh individu atau kelompok dalam menjalankan tugas – tugasnya.

##### **2.1.2 Beban Kerja**

Beban kerja adalah sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu. Banyaknya operator yang diberikan kepada seorang pegawai harus diimbangi dengan kemampuan dan keterampilan pegawai itu sendiri. Jika tidak, cepat atau lambat masalah dapat timbul dan mempengaruhi kinerja karyawan di masa depan (Rohman & Ichsan, 2021). Beban kerja adalah sebuah proses atau kegiatan yang terlalu banyak dan dapat menyebabkan ketegangan dalam diri seseorang. Hal ini dapat menimbulkan penurunan kinerja pegawai yang disebabkan oleh tingkat keahlian yang dituntut terlalu tinggi, kecepatan yang terlalu tinggi, volume kerja yang terlalu banyak dan

sebagainya. Intensitas beban kerja yang terlalu besar dapat menciptakan stres kerja, sebaliknya intensitas beban kerja yang terlalu rendah dapat menimbulkan rasa bosan atau kejenuhan (Yuliana & Zulaspan, 2020).

### **2.1.3 Beban Kerja Fisik**

Kerja fisik adalah kerja yang memerlukan energi fisik pada otot manusia yang akan berfungsi sebagai sumber tenaga. Kerja fisik disebut juga “*manual operation*” dimana performansi kerja sepenuhnya akan tergantung pada upaya manusia yang berperan sebagai sumber tenaga maupun pengendali tenaga. bahwa penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan dua metode objektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode tidak langsung (Tarwaka, Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja, 2014).

Salah satu kebutuhan utama dalam pergerakan otot adalah oksigen, yang diangkut oleh darah ke otot untuk proses pembakaran zat dan menghasilkan energi. Jumlah oksigen yang digunakan oleh tubuh selama aktivitas fisik menjadi indikator pembebanan selama bekerja. Oleh karena itu, setiap aktivitas operator membutuhkan energi yang dihasilkan melalui proses pembakaran. Semakin berat operator yang dilakukan maka akan semakin besar pula energi yang dikeluarkan. Jumlah kebutuhan kalori dapat dijadikan petunjuk untuk menentukan berat ringannya beban kerja.

Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi melalui Permenakertrans Nomor: 51 tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia, menetapkan kategori beban kerja menurut kebutuhan kalori sebagai berikut:

- a. Beban kerja ringan : 100 - 200 kilo kalori/jam
- b. Beban kerja sedang :> 200 – 350 kilo kalori/jam
- c. Beban kerja berat :> 350 – 500 kilo kalori/jam

### **2.1.4 Pengukuran Beban Kerja Fisik**

Kerja fisik akan mengakibatkan terjadinya perubahan pada beberapa fungsi tubuh Pada bagian ini akan dilakukan pengukuran dengan metode pengukuran denyut nadi dan perhitungan untuk mengetahui waktu istirahat yang dibutuhkan ketika melakukan suatu aktivitas. Adapun yang dibutuhkan dalam pengukuran ini adalah (Diniaty & Mulyadi, 2016):

#### **1. Denyut nadi**

Pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan metode untuk mengevaluasi beban kerja pada sistem kardiovaskular. Salah satu peralatan yang umum digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan Oksimeter. Namun, jika peralatan

tersebut tidak tersedia, denyut nadi dapat dicatat secara manual dengan menggunakan stopwatch menggunakan metode hitungan per 10 detik. Dengan metode ini, denyut nadi kerja dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{denyut nadi} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu perhitungan}} \times 60$$

Terdapat beberapa jenis denyut nadi diantara-Nya adalah:

- a. Denyut nadi istirahat merupakan denyut nadi yang diukur sebelum individu memulai aktivitas atau bekerja.
- b. denyut nadi kerja merupakan denyut nadi yang diukur selama individu sedang melakukan aktivitas atau bekerja.
- c. Nadi Kerja merupakan selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

## 2. *Cardiovascular Load (CVL)*

Peningkatan denyut nadi memegang peran penting dalam peningkatan cardiac output, terutama dari kondisi istirahat hingga mencapai kerja maksimum. Penentuan klasifikasi beban kerja dilakukan berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Hal ini terkait dengan beban kardiovaskular (*Cardiovascular Load* = % CVL) yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (MANUABA, Ergonomi, kesehatan dan Keselamatan Kerja):

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

Dimana menurut (Tarwaka, Solikhul, & sudiajeng, Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas, 2004) rumus denyut maksimum adalah:

- Laki- laki -> Denyut nadi maksimum = 220 – umur

- Perempuan -> Denyut nadi maksimum = 200 – umur

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

$X \leq 30\%$  = Tidak terjadi kelelahan

$30 < X \leq 60\%$  = Diperlukan perbaikan.

$60 < X \leq 80\%$  = Kerja dalam waktu singkat

$80 < X \leq 100\%$  = Diperlukan tindakan segera

$X > 100\%$  = Tidak diperbolehkan beraktivitas

## **2.1.5 Manual Material Handling (MMH)**

### **2.1.5.1 Konsep *Manual Material Handling* (MMH)**

Aktivitas pengangkatan yang dilakukan secara terus menerus dengan posisi tubuh membungkuk, terutama jika diberi beban melebihi kapasitas, dapat menyebabkan cedera pada tulang belakang dan gangguan otot, yang dikenal dengan gangguan muskuloskeletal disorder. Aktivitas pemindahan barang juga merupakan aspek penting dalam upaya meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja bagi para operator (Mas'idah, Fatmawati, & Ajibta, 2009). Untuk mengurangi risiko cedera otot yang mungkin timbul dari proses pemindahan barang, penting untuk menggunakan alat bantu yang sesuai dengan jenis operator dan kondisi medan kerja. Pemilihan alat bantu yang tepat dapat membantu mengurangi beban kerja fisik pada operator, meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko cedera muskuloskeletal. Alat bantu yang sesuai dengan tugas dan lingkungan kerja dapat mencakup berbagai macam peralatan pengangkatan, troli dan mesin bantu lainnya, yang dirancang untuk mendukung proses pemindahan barang tanpa memberikan beban yang berlebihan pada otot dan tulang belakang operator (Wibowo, 2004).

Manusia memiliki beberapa titik rawan terhadap cedera, yaitu diantaranya pada ruas tulang leher, ruas tulang belakang (L5/S1), dan pangkal paha. Titik rawan terbesar terletak pada tulang belakang (L5/S1), yang merupakan titik paling rentan terhadap kecelakaan kerja. Pada area tulang belakang ini terdapat disk (selaput berisi cairan) yang berfungsi untuk meredam pergerakan antar ruas lumbal ke - 5 dan sacrum ke - 1. Disk ini dapat mengalami pecah apabila tekanan yang dihasilkan oleh aktivitas pengangkatan beban kerja melebihi *Maximum Permissible Limit* (MPL). Individu yang mengalami pecahnya disk akibat kecelakaan kerja dapat mengalami kelumpuhan (Eko, 1998). Selain kelumpuhan, gangguan muskuloskeletal (MSDs) juga dapat menyebabkan masalah lain pada tulang belakang, seperti *hernia nucleus pulposus*. *Hernia nucleus pulposus* terjadi ketika inti pulposus, bagian dalam dari cakram intervertebral (disk tulang belakang) menonjol atau menekan keluar melalui dinding cincin fibrosus. Hal ini dapat terjadi akibat tekanan berlebihan pada tulang belakang, termasuk tekanan yang disebabkan oleh aktivitas beban berat atau gerakan tubuh yang salah (Tarwaka, Solikhul, & sudiajeng, Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas, 2004).

### **2.1.5.2 Batasan pengangkatan pada manual material handling**

Pengangkatan beban secara manual memiliki banyak keterbatasan dan dapat berdampak negatif pada kesejahteraan operator. Menurut para ahli *International Labour Organization* (ILO) pengangkatan beban secara manual dapat berdampak pada (Chaffin & Anderson, 1991):

- a. Potensi cedera pada tulang belakang, lutut, bahu dan pinggul.
- b. Potensi infeksi luka pada siku, tangan dan kaki

Beberapa jenis operator dapat dipertimbangkan dan dibagi dalam kelompok – kelompok tertentu dengan mempertimbangkan faktor – faktor jenis yang bertujuan untuk meminimalisir gangguan muskuloskeletal terkait dengan penggunaan dan pengangkatan material. Faktor – faktor tersebut dapat dikelompokkan dalam:

- a. Karakteristik operator
- b. Material dan karakteristik alat dan bahan
- c. Praktek kerja

### **2.1.5.3 Recommended Weight Limit**

*Recommended Weight Limit* (RWL) menurut National Institute Occupational Safety and Health (NIOSH) merupakan rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan risiko cedera, meskipun operator tersebut dilakukan secara repetitif dalam jangka waktu yang cukup lama. RWL ini ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Meskipun RWL diterbitkan pada tahun 1991, prinsip – prinsip dan panduan tersebut masih relevan dan dapat digunakan dalam evaluasi risiko cedera muskuloskeletal di tempat kerja. Persamaan NIOSH berlaku pada keadaan:

- a. Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban di tengah – tengah operator.
- b. Beban diangkat dengan kedua tangan.
- c. Pengangkatan atau penurunan benda dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
- d. Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
- e. Tempat kerja tidak sempit
- f. Pengangkatan tidak boleh terlalu cepat dan posisi kaki tidak tertopang pada permukaan yang sempit dan licin

Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang operator dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut:

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

Keterangan

LC = konstanta pembebanan = 23

HM = Faktor pengali horizontal

VM = Faktor pengali vertikal

DM = Faktor pengali perpindahan

AM = Faktor pengali asimetrik

FM = Faktor pengali frekuensi

CM = Faktor pengali kopling

#### 1. *Horizontal Multiplier (HM)*

Jarak horizontal merupakan jarak beban terhadap titik pusat tubuh Faktor pengali horizontal dapat ditentukan dengan:

$$HM = \frac{25}{\text{Jarak Horizontal (cm)}}$$

#### 2. *Vertikal Multiplier (VM)*

Jarak vertikal merupakan jarak beban terhadap lantai. Faktor pengali vertikal dapat ditentukan dengan:

$$VM = 1 - 0.00326 \times (\text{Jarak Vertikal (cm)} - 75)$$

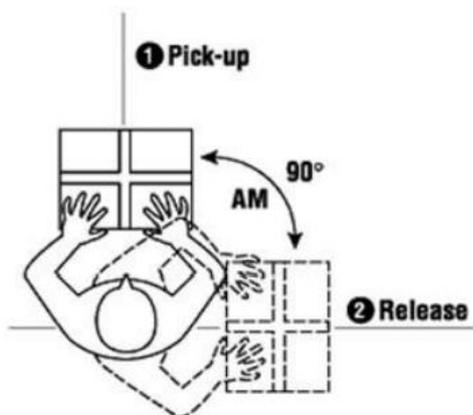
#### 3. *Distance Multiplier (DM)*

Jarak perpindahan merupakan selisih jarak perpindahan beban secara vertikal. Faktor pengali perpindahan dapat ditentukan dengan:

$$VM = 0.82 + \frac{4.5}{\text{Jarak Perpindahan (cm)}}$$

#### 4. *Asymmetric Multiplier (AM)*

Sudut asimetri merupakan sudut simetri putaran yang dibentuk tubuh. berikut menunjukkan ilustrasi pembentukan sudut asimetri pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 *Asymmetric multiplier*

Faktor pengali asimetri dapat ditentukan dengan:

$$AM = 1 - 0.0032 \times |\text{Sudut Asimetri } (^{\circ})|$$

##### 5. *Frequency Multiplier (FM)*

Faktor pengali frekuensi ditentukan dengan menggunakan tabel bantuan pada tabel dengan mengetahui frekuensi angkat tiap menitnya dan juga nilai jarak vertikal. Dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 *Frequency Multiplier*

Frekuensi Angkatan/menit (F)	Durasi kerja					
	< 1 jam		1 jam < t < 2 Jam		2 jam t < 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	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 6. *Coupling multiplier*

Faktor pengali kopling (*handle*) dapat ditentukan pada tabel berikut:

Tabel 2. 2 *Coupling multiplier*

Coupling Type	Coupling Multiplier	
	<i>V &lt; 30 Inches</i>	<i>V &gt; 30 Inches</i>
	75 cm	75 cm
Good	1.00	1.00
Fair	0.95	1.00
Poor	0.95	0.90

#### 2.1.5.4 *Lifting Index*

NIOSH adalah suatu lembaga di Amerika Serikat yang berfokus pada masalah keselamatan kerja dan kesehatan kerja. NIOSH memberikan kontribusi dalam merancang metode evaluasi risiko seperti *Lifting Index* (LI), sebagai alat untuk menilai apakah suatu aktivitas pengangkatan dapat dianggap aman atau tidak. LI membandingkan berat aktual yang diangkat oleh operator dengan berat yang seharusnya diangkat tanpa risiko cedera. Batas beban yang aman untuk diangkat operator dilihat di antara nilai terkecil RWL awal dan nilai RWL akhir. Persamaan yang digunakan untuk menghitung LI adalah (Waters, Anderson, & Garg, 1993):

$$LI = \text{BeratBeban} / \text{RWL}$$

Ketentuan-ketentuan dari hasil perhitungan nilai LI dapat memberikan panduan terkait tingkat risiko dan keamanan suatu aktivitas pengangkatan beban. Berikut adalah beberapa ketentuan yang mungkin dapat diterapkan berdasarkan nilai LI (Waters, Anderson, & Garg, 1993):

- a. Jika nilai  $LI \leq 1$ , yang berarti berat beban yang diangkat oleh operator tidak melebihi berat beban yang direkomendasikan (RWL), maka aktivitas yang dilakukan dianggap aman dan memiliki risiko yang rendah terjadinya cedera tulang belakang.
- b. Jika nilai  $LI \geq 1$ , yang berarti berat beban yang diangkat oleh operator melebihi berat beban yang direkomendasikan, maka aktivitas pengangkatan yang dilakukan dianggap berisiko terjadinya cedera tulang belakang.

## 2.2 **Kajian Induktif**

Kajian induktif dalam literatur dan jurnal yang berkaitan dengan pengukuran beban kerja fisik sering kali mencakup persentase *Cardiovascular Load* (CVL) dan *Recommended Weight Limit* (RWL). Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan pendekatan ini untuk mengevaluasi dan mengukur tingkat beban kerja fisik pada aktivitas operator. Berikut beberapa penelitian terkait dengan *Cardiovascular Load* (CVL) dan *Recommended Weight Limit* (RWL).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban kerja operator bagian produksi di PT. Multazam Mulia Utama dan menentukan perbaikan yang diperlukan untuk beban kerja optimal pada produksi buku. Dalam penelitian ini digunakan 2 metode analisis, yaitu metode *Cardiovascular Load (CVL)* untuk mengevaluasi beban kerja fisik dan metode Bourdon Wiersma untuk menganalisis beban kerja mental. Berdasarkan hasil perhitungan setelah penelitian, ditemukan persentase CVL dan hasil tes Bourdon Wiersma menunjukkan adanya kelelahan kerja yang perlu diperhatikan. Oleh karena itu beberapa usulan perbaikan dapat diberikan kepada perusahaan guna meningkatkan kondisi kerja dan performa kerja. Usulan yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah penambahan jam istirahat, pengaturan shift kerja berdasarkan usia, dan perhatian terhadap lingkungan kerja. Dengan implementasi usulan – usulan ini, diharapkan metode CVL dan Bourdon Wiersma dapat digunakan sebagai alat analisis yang lebih akurat untuk menilai beban kerja fisik dan mental, serta membantu mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan yang dapat memengaruhi performa kerja (Nugroho & SZS, 2021).

Penelitian ini fokus pada perbaikan fasilitas kerja untuk mengurangi tingkat cedera pada teknisi. Tiga metode yang digunakan dalam penelitian untuk menganalisis beban kerja teknisi dalam mengangkat atau memindahkan beban adalah metode *Recommended Weight Limit, Cardiovascular Load dan Mannequin*. Hasil perhitungan RWL menunjukkan nilai 1,40, yang menunjukkan adanya risiko cedera. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan fasilitas kerja dengan mengusulkan penggunaan palet sebagai tempat teknisi mengambil terpal. Setelah perbaikan, nilai RWL sebesar 0,90 yang dikategorikan sebagai beban kerja yang aman. Ini menunjukkan bahwa perbaikan fasilitas kerja dapat mengurangi risiko cedera pada teknisi. Selanjutnya perhitungan CVL, ditemukan bahwa beban kerja fisik pada proses persiapan dan pengangkatan terpal mendapatkan nilai %CVL sebesar 26,48 % dan 28,02 %. Nilai ini dapat menjadi dasar untuk mengevaluasi tingkat stres kardiovaskular yang dialami oleh teknisi selama aktivitas kerja (Arianto, Suhendar, & Hermanto, 2022).

Dilakukannya penelitian untuk menganalisis beban kerja dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)*. Hasil perhitungan metode CVL bahwa beban kerja fisik yang paling besar pada shift I dan shift II dirasakan oleh Operator 8 dari Stasiun Refra 3 grup C dengan nilai % CVL sebesar 36,73 % dan 32,38 % dengan keterangan diperlukan perbaikan. Berdasarkan hasil CVL sebanyak 9 karyawan mengalami beban kerja fisik (Munte, Hasibuan, & Lubis, 2021).

Penelitian ini difokuskan pada evaluasi beban kerja fisik dan mental pada operator stasiun kerja rotari, dengan tujuan untuk memahami sejauh mana beban kerja yang dirasakan oleh operator, khususnya perbandingan shift kerja 1 dan shift kerja 2. Beberapa temuan signifikan dari hasil pengukuran yaitu Nilai beban kerja fisik tertinggi terdapat pada operator 1 pada shift 1 dengan persentase CVL sebesar 25,65%, sementara nilai terendah terdapat pada operator 4 pada shift kerja 2 dengan persentase CVL sebesar 16,79%. Hal ini menunjukkan variasi beban kerja fisik antara operator dan shift kerja. Hasil pengukuran beban kerja mental menunjukkan tingkat beban kerja tinggi pada 3 operator, yaitu operator 1 dengan (68,42%), operator 2 (65,50%) dan operator (76,25%). Operator 4 diklasifikasikan pada kategori *optimal load* dengan nilai 58,67%. Hal ini mengindikasikan adanya beban kerja mental yang berlebihan pada sebagian operator. Rekomendasi yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian mencakup pemetaan ulang job deskripsi, penambahan mata pisau, dan memberikan alat pelindung diri (APD) (Aprilliadi, Djanggu, & Rahmahwati, 2021).

Penelitian ini berfokus pada analisis beban kerja fisik dan mental di berbagai divisi di PT. X menggunakan Pengukuran CVL (*Cardiovascular Load*) dan NASA TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*). Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi operator dengan beban kerja mental tertinggi di setiap divisi, memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang perbedaan di antara bagian – bagian yang spesifik. Hasil pengukuran CVL menunjukkan variasi performa diantara posisi operator, dengan operator bubut manual 2 dan operator quality control memiliki tingkat performa tertinggi (90 denyut/menit), sementara operator milling manual 2 dan operator assembling memiliki performa terendah (78 denyut/menit). Persentase CVL (31,72%) terdapat pada operator dengan posisi operator assembling, menunjukkan adanya kebutuhan perbaikan atau pemulihan. Pengukuran beban kerja mental NASA *Task Load Index* (TLX) menghasilkan kategori beban kerja tinggi pada operator mesin milling manual 2 sebesar 75,3%. Hal ini menunjukkan faktor frustrasi yang menyebabkan tekanan dan ketegangan yang dapat meningkat seiring waktu (Hakiim, Suhendar, & Sari, 2018).

Penelitian tentang kegiatan dalam sistem penerimaan barang yang melibatkan tenaga manusia dan mesin dalam proses pemindahan barang dari kontainer menuju gudang. Pada proses penerimaan barang khususnya bahan peledak yang digunakan sebagai bahan untuk meledakkan bukit kapur yang merupakan bahan baku pembuatan semen masih menggunakan tenaga manusia secara manual dalam proses bongkar muatnya. Sehingga perlu dilakukan

pengukuran dan evaluasi terhadap beban kerja yang dialami oleh operator bongkar muat, agar tidak menimbulkan efek negatif terhadap tubuh setelah melakukan operasinya (Putri & Bakhtiar, 2023).

Penelitian ini fokus pada evaluasi kategori beban kerja fisik operator dalam proses pemasukan bahan bakar pada boiler, khususnya penggunaan sekrup yang dapat membahayakan operator. Pendekatan fisiologi dimana dilakukan dengan mengukur denyut nadi pemulihan setelah beraktivitas. Penelitian melibatkan 4 operator pada bagian boiler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja fisik yang dialami oleh seluruh operator, berdasarkan perhitungan konsumsi energi berada dalam kategori beban kerja sedang. Meskipun begitu, nilai persentase %CVL menunjukkan bahwa nadi pemulihan tidak normal, menandakan beban kerja dapat dianggap berlebihan. Oleh karena itu diperlukan perbaikan pada kondisi kerja untuk mengurangi beban kerja fisik yang berlebihan (Hidjrawan, Irwanda, & Marlinda, 2022).

Penelitian ini dilakukan pada kampus yang memiliki banyak pegawai dengan tujuan untuk mengevaluasi seberapa besar beban kerja yang diterima oleh pegawai, sehingga dapat mengoptimalkan pelaksana Tri Dharma. Beban kerja yang dapat diukur mencakup beban kerja fisik dan beban kerja mental. Hasil pengukuran beban kerja fisik diperoleh 18 pegawai yang menjadi responden, tidak ada yang mengalami kelelahan fisik. Namun pada pengukuran beban kerja mental, hasilnya menunjukkan variasi dari rendah hingga sangat tinggi. Kategori beban kerja sangat tinggi mendapatkan penilaian paling dominan yaitu sebanyak 39,29% dari total 28 responden. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sepertiga pegawai merasakan beban kerja mental yang sangat tinggi. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan pimpinan untuk mengurangi beban kerja sangat tinggi bagi pegawai. (Novasani & Ngizudin, 2022).

Penelitian yang dilakukan dimana terdapat beban kerja yang dialami pegawai sehingga akan merasakan beban kerja yang kecil, sedang, dan besar ketika menjalankan aktivitas di suatu perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis beban kerja setiap karyawan pada perusahaan *outsourcing* dan memberikan rekomendasi tindakan perbaikan yang diperlukan berdasarkan pengukuran beban kerja. Kesimpulannya, penelitian ini berfokus pada beban kerja yang dialami oleh karyawan perusahaan *outsourcing*. penelitian ini juga menggunakan dua metode diantaranya-Nya metode SWAT dan metode CVL. meliputi waktu 49,91%, usaha 23,56%, dan stres 26,56%, sehingga dimensi yang mempunyai pengaruh paling besar terhadap beban kerja karyawan adalah dimensi waktu. Sedangkan metode CVL menunjukkan 15 pegawai yang merasakan beban kerja paling tinggi sebanyak 31,304%.

Penelitian ini menghasilkan beberapa saran perbaikan yaitu menambah pegawai baru dan memberikan makanan ringan yang bergizi bagi pegawai (Rahmah & Suryadi, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berat beban yang direkomendasikan dalam pengangkatan beban (batu) sebesar 25,80 kg secara repetitif dengan manual. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mencegah risiko terjadinya cedera tulang belakang atau Penyakit akibat kerja (PAK) pada operator. Berikut hasil perhitungan dan rekomendasi berdasarkan nilai RWL dan LI. RWL Awal sebesar 10,10 kg dan RWL Akhir sebesar 8,30. Serta, nilai LI Awal sebesar 2,55 dan LI Akhir sebesar 3,10. Sedangkan, setelah rekomendasi nilai LI awal sebesar 2,29 dan LI akhir setelah rekomendasi sebesar 2,79. Dari hasil perhitungan tersebut, terlihat bahwa nilai LI Awal dan LI Akhir, meskipun mengalami penurunan setelah diberikan rekomendasi, masih lebih dari 1. Ini mengindikasikan bahwa aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan oleh operator di UMKM dapat menimbulkan risiko cedera yang sangat tinggi (Anggraini & Karim, 2023).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi potensi risiko cedera pada penggunaan alat *Incline Bench* dan *Lat Pull Down* di Triple 888 Gym Pontianak. Berdasarkan ketentuan diberikan oleh NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*), batasan dalam aspek psikofisik, biomekanik dan fisiologi digunakan sebagai acuan. Berikut adalah hasil penelitian dengan merujuk pada ketentuan NIOSH aspek psikofisik beban yang diangkat harus dapat diterima oleh 75% wanita dan 90% pria. Aspek biomekanik Batasan besarnya gaya tekan sebesar 3,4 KN (770 lbs) pada tulang punggung (L5/S1) dan aspek fisiologi batasan pengeluaran energi maksimum sebesar 2,2 – 4,7 Kkal/min. Evaluasi penggunaan alat *Incline Bench* dan *Lat Pull Down* masih aman dilakukan dengan berulang-ulang dengan menggunakan beban angkat 10 kilogram, rata-rata gaya tekan pada penggunaan alat *Lat Pull Down* yaitu 656,587 *Newton*, dengan demikian gerakan yang dilakukan masih di bawah batas aman, sehingga tidak berisiko cedera tulang belakang. Rata – rata gaya tekan pada tulang L5/S1 yaitu 2555,527 *Newton*, hal tersebut masih di bawah batas aman. Rata – rata konsumsi energi yaitu 2,312 kkal/menit, sedangkan besarnya konsumsi energi saat menggunakan alat olahraga *Lat Pull Down* terlihat pada rata-rata konsumsi energi, yaitu 2,620 kkal/menit (Rusdyllah, Nasher, Prawatya, & Ratih, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian yang menggunakan metode *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Chaffin Anderson* untuk mengevaluasi pengangkatan CPU oleh operator dengan beban seberat 6,7 kg dapat disimpulkan RWL sebesar 46,37 dan *Lifting Index* sebesar 0,1.

Aktivitas pengangkatan CPU tidak berbahaya karena *Lifting Index* kurang dari 1. F comp pada segmen L5/S1 sebesar 3826,85 N. aktivitas pengangkatan CPU tidak berbahaya karena F comp kurang dari batas 6500 N yang dianggap berbahaya (Noviandy, 2019).

Penelitian dimana terdapat permasalahan yang perusahaan dibidang retail yang menyediakan teknik dan industri di Indonesia. Aktivitas pengangkatan barang yang dilakukan secara manual dengan jumlah dan berat beban barang yang relatif banyak jenis dan berbeda-beda. kondisi tersebut mengakibatkan keluhan di bagian tubuh operator. Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi keluhan operator dengan melalui kuesioner *Nordic Body Map* dan wawancara yang kemudian hasilnya diterjemahkan menjadi perancangan alat bantu kerja pengangkatan barang yang digunakan untuk perbaikan metode pengangkatan barang yang berguna mengurangi dampak keluhan cedera pada tubuh operator (Widodo, Sanusi, & Nugraha, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada PT. Citra Mahkota terkait keluhan operator saat melakukan sortasi buah sawit dengan metode *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Ovako Work Analysis system* (OWAS). Batas berat yang disarankan untuk pengangkatan buah sawit oleh operator adalah 13,56 kg, beban yang harus diangkat operator pada posisi tersebut adalah 20 kg. Metode *Ovako Work Analysis System* (OWAS) menghasilkan postur kerja kelas 4, menandakan bahwa postur kerja saat ini perlu diperbaiki. Rekomendasi perbaikan meliputi penyesuaian jarak horizontal, peningkatan nilai RWL dan penyesuaian posisi kerja ke posisi ergonomis. Postur kerja dengan metode OWAS termasuk kategori 2, sehingga tidak menimbulkan cedera berat. Beban yang disarankan untuk diangkat operator pada posisi ini adalah 20 kg - 21 kg (Febriani, Wijayanto, & Prima, 2022).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur besar beban kerja yang dialami oleh operator pengangkatan box PT. Fine Sinter Indonesia. Beban kerja yang diteliti merupakan beban kerja fisik dan pengangkatan barang, perhitungan tersebut akan digunakan untuk melakukan perbaikan dan meningkatkan produktivitas operator pada PT. Fine Sinter Indonesia. Penelitian ini akan menggunakan 2 metode dalam mengolah data tersebut. Pada beban kerja fisik akan menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)* dan pengangkatan barang menggunakan metode *Recommended Weight Limit (RWL)*.

#### **3.2 Subjek Penelitian**

Subjek Penelitian ini adalah operator PT. Fine Sinter Indonesia khususnya operator pada bagian pengangkatan dan pengantaran box. Subjek pada penelitian ini sebanyak 4 orang. Keempat operator berada pada usia 20 - 30. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan saat keempat operator dalam keadaan sehat serta pengambilan data pada 4 orang tersebut, dikarenakan pengangkatan manual dan melakukan pengangkatan penuh pada area mesin hanya Leadman, area yang mencakupi bagi mereka hampir setengah dari luas perusahaan. Peneliti menguji operator dengan membagikan kuesioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui gangguan atau kesakitan pada tubuh dari operator.

#### **3.3 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Handphone

Handphone digunakan sebagai mendokumentasikan saat penelitian dimulai.

2. Alat tulis

Alat tulis yang digunakan berupa kertas dan pulpen untuk melakukan pengambilan data serta mencatat hasil wawancara dan observasi.

3. *Pulse Oximeter*

*Pulse Oximeter* adalah alat yang digunakan untuk mengetahui besar denyut nadi seseorang. Penggunaan alat ini sangat mudah, jari telunjuk dimasukkan ke dalam alat tersebut,

kemudian dalam waktu kurang lebih 10 detik akan terbaca besarnya denyut nadi per menitnya. Berikut Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Pulse Oximeter

Sumber: <https://tinyurl.com/halodocpulseoximeter>

#### 4. Corel Draw

Corel Draw digunakan untuk mengukur sudut pada operator yang melakukan pengangkatan.

#### 5. Microsoft Excel

*Software* digunakan untuk mengolah data *Recommended Weight Limit* dan *Lifting Index* serta melakukan pengukuran ketinggian suatu benda. Selain itu, digunakan untuk mengolah data dalam perhitungan persentase *Cardiovascular Load*.

#### 6. Microsoft Word

*Software* digunakan untuk melakukan tugas akhir.

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Berikut merupakan metode pengumpulan data pada penelitian ini.

#### 1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari narasumber. Pada penelitian ini, data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, dan survei.

##### a. Observasi

Pada penelitian ini observasi dilakukan secara langsung di PT. Fine Sinter Indonesia guna mengetahui permasalahan yang diangkat pada operator. Observasi yang dilakukan untuk mengukur tingkat beban kerja fisik serta mengetahui kondisi fisik operator, Selain itu observasi juga digunakan untuk mengukur sudut pengangkatan yang dilakukan operator.

##### b. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada operator di bagian pengangkatan dan pengantaran box dengan melaksanakan sesi tanya jawab terkait proses operator yang dilakukan. Hal ini dilakukan

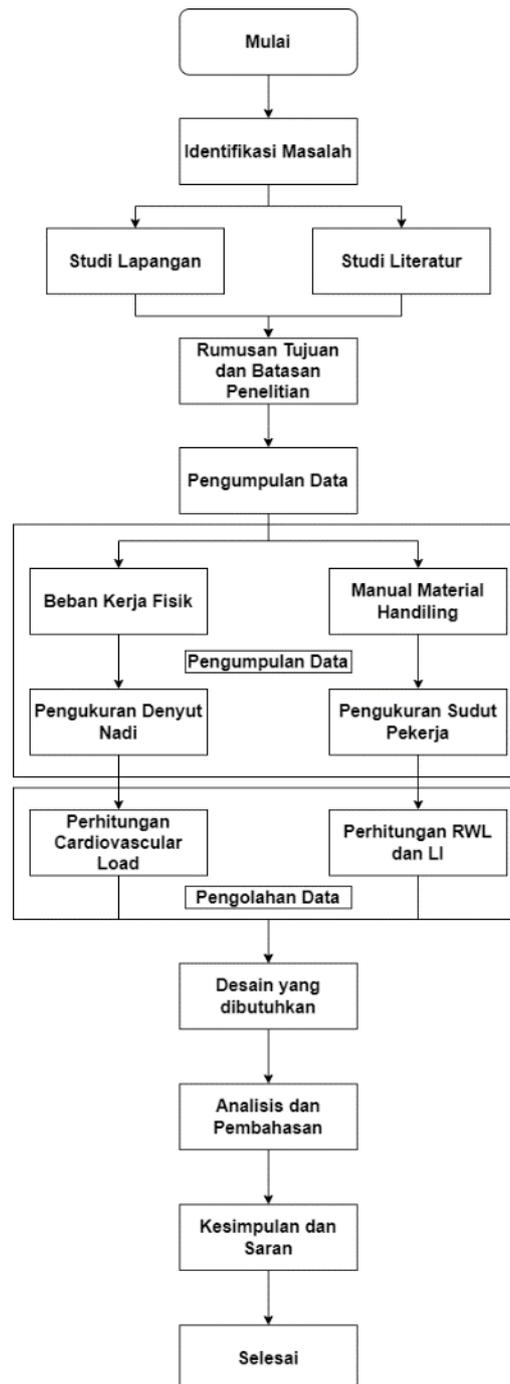
untuk mendapatkan informasi yang relevan terkait proses operator serta mengetahui tingkat sulit operator.

## 2. Data sekunder

Data sekunder berguna untuk melengkapi dan mendukung hasil dari penelitian, dimana data sekunder bisa difungsikan sebagai bahan acuan untuk pengolahan/perbandingan data pada penelitian ini. Data sekunder bisa didapatkan dari data historis perusahaan yang diteliti oleh peneliti, dapat juga diartikan sebagai data yang didapatkan secara tidak langsung atau informasi yang sudah ada sebelumnya, data sekunder ini digunakan sebagai suatu tinjauan pustaka dan acuan pada penelitian yang dilakukan.

## **3.5 Alur Penelitian**

Berikut merupakan tahapan-tahapan penelitian yang digambarkan pada flowchart Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Alur penelitian

Pada penelitian ini terdapat alur penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Mulai

Peneliti memulai penelitian di PT. Fine Sinter Indonesia.

2. Identifikasi masalah

Melakukan identifikasi masalah untuk mengetahui permasalahan yang akan diangkat pada penelitian, yang ditemukan mengenai beban kerja fisik dan pengangkatan barang.

### 3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian agar dapat menyelesaikan permasalahan yang pada beban kerja Leadman serta meningkatkan produktivitas perusahaan.

### 4. Studi lapangan

Melaksanakan observasi di lapangan secara langsung terkait aktivitas pengangkatan yang dilakukan oleh Leadman.

### 5. Studi Literatur

Mengumpulkan informasi berupa teori, definisi, dan metode yang berkaitan dengan penelitian, seperti beban kerja fisik dan pengangkatan sehingga dapat membantu dalam menyelesaikan masalah pada penelitian yang akan dilakukan. Informasi yang dikumpulkan akan berpacu pada beban kerja, pengangkatan barang, pengukuran sudut dan *rating* beban kerja mental.

### 6. Pengumpulan data beban kerja fisik dan pengukuran denyut nadi

Pengumpulan data beban kerja fisik, pengukuran denyut nadi dilakukan dengan wawancara dan pengambilan denyut nadi secara langsung dengan menggunakan alat pulse oximeter. Untuk beban kerja fisik data yang diperlukan adalah denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, denyut nadi maksimal, dan usia operator.

### 7. Pengumpulan data *Manual Material Handling* dan pengukuran sudut operator

Pengumpulan data dan pengukuran sudut operator dilakukan dengan observasi ke lapangan serta pengambilan beberapa foto yang akan digunakan untuk mengukur sudut yang telah dilakukan oleh Leadman, serta menggunakan aplikasi yang digunakan untuk mengukur sudut.

### 8. Perhitungan Data *Cardiovascular Load*

Perhitungan data *Cardiovascular Load* dilakukan untuk mengetahui beban kerja yang dilakukan Leadman, serta akan dilakukan analisis yang lebih mendalam.

### 9. Perhitungan Data *Recommended Weight Limit* dan *Lifting Index*

Perhitungan data *Recommended Weight Limit* dilakukan untuk mengetahui sudut Leadman dalam mengangkat box serta mengetahui pengangkatan tersebut tidak terdapat risiko cedera tulang belakang atau sebaliknya.

### 10. Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan dilakukan setelah melakukan perhitungan data, maka data yang telah didapatkan akan diuraikan guna menentukan perbaikan yang tepat bagi perusahaan.

## 11. Kesimpulan dan Saran

Penjelasan dan jawaban terhadap rumusan masalah yang telah ditentukan dalam laporan menyediakan mendalam untuk perusahaan. Dalam konteks tersebut memberikan saran untuk perusahaan agar dapat melakukan perbaikan yang diperlukan.

## 12. Selesai

Peneliti selesai melakukan penelitian di PT. Fine Sinter Indonesia.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan langsung melalui 4 operator pengangkatan box di PT. Fine Sinter Indonesia. Untuk data yang didapatkan yaitu operator berjenis kelamin laki-laki, berusia 20 – 27 tahun, serta bekerja 2 tahun lebih. Berikut merupakan data operator yang telah didapatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data operator

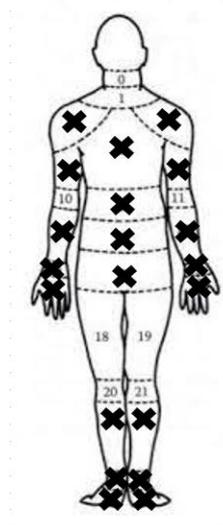
	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4
Umur	20	26	27	23
Posisi	Leadman VCT	Leadman VCT	Leadman SA	Leadman SA
Lama Bekerja	2	6	7	3

Keempat operator bekerja pada bidang pengangkatan box ke beberapa tempat/*Conveyor*, serta juga bisa disebut Leadman. Leadman adalah orang yang melakukan sebuah pengangkatan manual pada box yang dibawa ke tempat/*Conveyor* dengan menggunakan sebuah troli dan dilakukan secara terus menerus.

##### 4.1.1 Data *Nordic Body Map*

Penelitian ini dilakukan pengukuran untuk mengetahui keluhan *musculoskeletal disorder* (MSDs) yang dirasakan operator atau keluhan penyakit akibat kerja. Metode yang digunakan agar mengetahui keluhan tersebut ialah *Nordic Body Map*. Pengambilan data dilakukan dengan cara membagikan kuesioner ke operator dan mengisi semua bagian pada tubuh yang dikira sakit. Berikut merupakan kuesioner dari operator dapat dilihat Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.

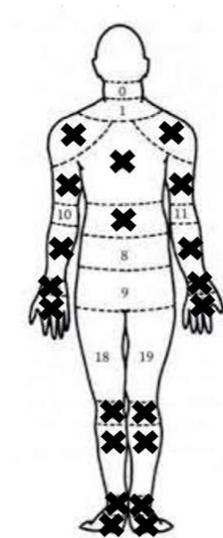
a. Operator 1



Gambar 4. 1 *Nordic Body Map* operator 1

Dapat dilihat kasus operator 1 dapat terlihat dari kuesioner terdapat beberapa gangguan pada tubuh operator pada bagian bahu, lengan, dada dan lain - lain.

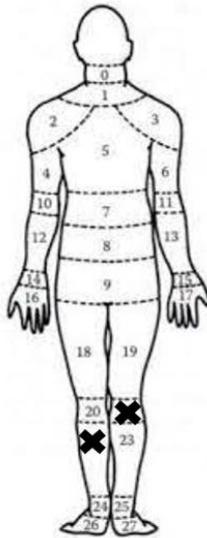
b. Operator 2



Gambar 4. 2 *Nordic Body Map* operator 2

Kasus operator 2 dapat terlihat dari kuesioner terdapat beberapa gangguan pada tubuh operator pada bagian bahu, lengan, dada dan lain – lain.

c. Operator 3



Gambar 4. 3 *Nordic Body Map* operator 3

Kasus operator 3 dapat terlihat dari kuesioner terdapat beberapa gangguan pada tubuh operator lutut dan betis.

d. Operator 4



Gambar 4. 4 *Nordic Body Map* operator 4

Kasus operator 4 dapat terlihat dari kuesioner terdapat beberapa gangguan pada tubuh operator pada bagian bahu, lengan, dada dan lain – lain.

#### 4.1.2 Perhitungan *Nordic Body Map*

Perhitungan *Nordic Body Map* dilakukan dengan pengisian kuesioner dari operator baru akan diolah setelah data tersebut didapatkan. Adapun klasifikasi tingkat risiko yang pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Tingkat risiko *Nordic Body Map*

Skala Likert	Total Skor Individu	Tingkat Risiko
1	28 – 49	Rendah
2	50 – 70	Sedang
3	71 – 90	Tinggi
4	92 – 122	Sangat Tinggi

Berikut merupakan hasil dari pengisian kuesioner operator dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Skor responden

No.	Jenis Keluhan	Skor Responden				Total Skor Otot
		Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	
0	Sakit/kaku pada leher bagian atas	1	1	1	2	5
1	Sakit/kaku pada leher bagian bawah	1	1	1	2	5
2	Sakit pada bahu kiri	2	2	1	2	7
3	Sakit pada bahu kanan	2	2	1	2	7
4	Sakit pada lengan atas kiri	2	3	1	2	8
5	Sakit pada punggung	3	3	1	2	9
6	Sakit pada lengan atas kanan	3	2	1	2	8
7	Sakit pada pinggang	3	3	1	3	10
8	Sakit pada bokong	2	1	1	3	7
9	Sakit pada pantat	2	1	1	3	7
10	Sakit pada siku kiri	1	1	1	2	5
11	Sakit pada siku kanan	1	1	1	2	5
12	Sakit pada lengan bawah kiri	2	2	1	2	7

No.	Jenis Keluhan	Skor Responden				Total Skor Otot
		Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	
13	Sakit pada lengan bawah kanan	2	2	1	2	7
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri	2	3	1	2	8
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	2	3	1	3	9
16	Sakit pada tangan kiri	2	2	1	2	7
17	Sakit pada tangan kanan	2	2	1	2	7
18	Sakit pada paha kiri	1	1	1	3	6
19	Sakit pada paha kanan	1	1	1	3	6
20	Sakit pada lutut kiri	1	2	1	3	7
21	Sakit pada lutut kanan	1	2	2	3	8
22	Sakit pada betis kiri	3	3	2	3	11
23	Sakit pada betis kanan	3	3	1	3	10
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	3	3	1	3	10
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	3	3	1	2	9
26	Sakit pada kaki kiri	3	4	1	2	10
27	Sakit pada kaki kanan	3	4	1	2	10
Total Skor Individu		57	61	30	67	
Rata – rata			53.75			8
Klasifikasi		Sedang	Sedang	Rendah	Sedang	

Dapat dilihat pada hasil skor responden terdapat klasifikasi yang didapatkan ialah pada tingkat sedang terdapat 3 orang dan tingkat rendah hanya 1 orang.

#### 4.1.3 Data *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)

Pada pengangkatan box manual dengan penggunaan kedua tangan dalam aktivitas pengangkatan manual. Berikut merupakan postur kerja aktivitas manual pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Sudut pengangkatan operator

Dalam metode REBA segmen bagian tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A (punggung, leher dan kaki) dan B (lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan). Penilaian postur kerja didasarkan pada segmen tubuh masing – masing grup dan skornya dapat mengindikasikan tingkat kesehatan postur kerja. Berikut merupakan penjelasan dari penilaian sudut postur kerja yang dibentuk:

1. Grup A:

a. Punggung

Sudut operator mencapai 46.81 flexion. Dalam skor pergerakan punggung diperoleh skor sebesar 3.

b. Leher

Perhitungan skor pergerakan leher berdasarkan sudut yang dibentuk oleh operator adalah 21.96, yang menghasilkan skor 2 untuk pergerakan leher.

c. Kaki

Posisi kaki yang menopang bobot dengan merata saat mengangkat box sehingga didapatkan skor 1.

d. Berat beban

Box yang diangkat oleh operator dengan kedua tangan sebesar 8 kg, masuk dalam kategori 11 to 22 Lbs dan diberikan skor 1. Skor ini akan diakumulasikan dalam perhitungan pada tabel A. Dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Table A	Neck												
		1				2				3			
	Legs												
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Gambar 4. 6 Skor Tabel A

Berdasarkan dari tabel di atas, penilaian skor REBA pada tabel A mencapai nilai 5.

Selanjutnya, penilaian postur kerja tabel A akan diakumulasikan dengan berat yang diangkat oleh operator. Perhitungan dari total skor tabel A sebagai berikut:

Total skor A = Nilai Tabel A + Skor berat beban A

$$= 4 + 1$$

$$= 5$$

## 2. Grup B:

### a. Lengan atas

Pada saat melakukan pengangkatan box, sudut yang terbentuk oleh lengan atas sebesar 12.40, yang termasuk dalam kategori 1.

### b. Lengan bawah

Ketika melakukan pengangkatan box, sudut yang dibentuk lengan bawah sebesar 12.64, termasuk dalam kategori pergerakan dengan sudut  $<60$  atau  $>100$  flexion. Oleh karena itu, total skor untuk bagian lengan bawah sebesar 2.

### c. Pergelangan tangan

Ketika melakukan pengangkatan box, pergelangan tangan membentuk sudut sebesar 41.17, yang termasuk kategori pergelangan pergelangan tangan  $>15$  flexion / extension. Selain itu, ada penambahan skor karena posisi pergelangan tangan yang menyimpang dengan skor +1. Dengan demikian, total untuk skor bagian pergelangan tangan sebesar 3.

### d. Coupling

Posisi tangan ketika membawa box termasuk dalam kategori “*acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part*” dengan skor 1.

Table B	Lower Arm						
	Wrist	1			2		
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Gambar 4. 7 Skor Tabel B

Penentuan dari total skor untuk grup B melibatkan penjumlahan pada tabel skor nilai coupling. Perhitungan dari total skor tabel B sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor B} &= \text{Nilai Tabel B} + \text{Skor coupling} \\
 &= 3 + 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

Kemudian, total skor A sebesar 8 dan total skor B sebesar 6. Data ini kemudian digunakan untuk perhitungan nilai pada tabel C sebelum digunakan perhitungan nilai akhir. Berikut adalah perhitungan data untuk tabel C pada Gambar 4.8.

Score A	Table C											
	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Gambar 4. 8 Skor Tabel C

Perhitungan skor REBA melibatkan nilai skor C ditambahkan dengan nilai aktivitas yang dilakukan oleh operator saat melakukan pengangkatan. Pada kondisi ini, terjadi satu atau lebih bagian tubuh dalam posisi statis, ditahan lebih dari satu menit dan penambahan skor yaitu +3. Total nilai skor akhir REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai skor C} + \text{Skor aktivitas} \\ &= 5 + 3 \\ &= 8\end{aligned}$$

Dengan nilai skor postur tubuh operator saat pengangkatan box menggunakan metode REBA sebesar 8, hal ini menunjukkan bahwa berada pada action level 4 dengan tingkat risiko sangat tinggi. Oleh karena itu, tindakan perlu diperbaiki dengan segera.

#### 4.1.4 Data Beban Kerja Fisik

Penelitian ini dilakukan pengukuran beban kerja fisik dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)*, pengambilan tersebut dibutuhkan data denyut nadi para operator. Untuk memudahkan pengambilan penulis mengambil data tersebut dengan menggunakan alat yaitu *pulse oximeter*, pengukuran tersebut dilakukan selama 8 kali selama 4 hari, yang dimana pengambilan tersebut dilakukan 2 kali setiap harinya. Berikut merupakan jam pengambilan denyut nadi operator pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data jam beban kerja fisik

Hari	Jam denyut Nadi Istirahat	Jam denyut Nadi kerja
1	07.30 – 08.00	15.00 – 15.30
2	07.30 – 08.00	15.00 – 15.30
3	07.30 – 08.00	15.00 – 15.30
4	07.30 – 08.00	15.00 – 15.30

Setelah penentuan waktu untuk mengambil data, maka hasil denyut nadi operator yang didapatkan sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Waktu pengambilan data

Operator	Umur	Hari	Denyut Nadi Istirahat	Denyut Nadi Kerja	Denyut Nadi Maksimal
Operator 1	20	1	78	117	200
		2	84	136	
		3	95	134	
		4	99	136	

Operator	Umur	Hari	Denyut Nadi Istirahat	Denyut Nadi Kerja	Denyut Nadi Maksimal
		1	75	120	
Operator	26	2	88	138	194
2		3	88	121	
		4	82	119	
		1	83	129	
Operator	27	2	85	130	193
3		3	93	126	
		4	82	117	
		1	82	117	
Operator	23	2	74	113	197
4		3	84	124	
		4	81	123	

#### 4.1.5 Perhitungan Beban Kerja Fisik

Perhitungan beban kerja fisik dilakukan menggunakan denyut nadi operator, metode yang digunakan adalah *Cardiovascular Load (CVL)*, yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tarwaka, Solikhul, & sudiajeng, Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas, 2004):

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

Laki – laki → Denyut nadi maksimum = 220 – umur

Perempuan → Denyut nadi maksimum = 200 – umur

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi pada Tabel 4.6.

##### 1. Klasifikasi CVL

Tabel 4. 6 Klasifikasi CVL

% CVL	Penanganan
$X \leq 30\%$	Tidak terjadi kelelahan
$30 < X \leq 60\%$	Diperlukan perbaikan
$60 < X \leq 80\%$	Kerja dalam waktu dekat
$80 < X \leq 100\%$	Diperlukan Tindakan segera

% CVL	Penanganan
$X \geq 100\%$	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Keterangan tambahan:

DNI = Denyut nadi Istirahat

DNK = Denyut nadi kerja

DNM = Denyut nadi maksimal

Perhitungan %CVL yang telah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Perhitungan CVL

Operator	Usia	Denyut Nadi	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	DNM	%Denyut Nadi Hari 1	%Denyut Nadi Hari 2	%Denyut Nadi Hari 3	%Denyut Nadi Hari 4	Rata-rata denyut nadi dan %CVL	Keterangan
Operator 1	20	DNI	78	84	95	99	200	31.96	44.82	37.14	36.63	37.64%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	117	136	134	136							
Operator 2	26	DNI	75	88	88	82	194	37.81	47.16	31.13	33.03	37.28%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	120	138	121	119							
Operator 3	27	DNI	83	85	93	82	193	41.81	41.66	33	31.53	37.00%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	129	130	126	117							
Operator 4	23	DNI	82	74	84	81	197	30.43	31.70	35.39	36.20	33.43%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	117	113	124	123							

Contoh pada perhitungan %CVL, dapat di analisa pada operator 1 pada hari 1 yang memiliki DNI sebesar 78 dan DNK sebesar 117, DNK sebesar 122 dan DNM sebesar 200. Untuk perhitungan menggunakan rumus %CVL sebagai berikut:

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

$$\%CVL \text{ Operator 1 Hari 1} = \frac{78 - 117}{200 - 78} \times 100 = 31.96\%$$

$$\%CVL \text{ Operator 1 Hari 2} = \frac{84 - 136}{200 - 84} \times 100 = 44.82\%$$

$$\%CVL \text{ Operator 1 Hari 3} = \frac{95 - 134}{200 - 95} \times 100 = 37.1\%$$

$$\%CVL \text{ Operator 1 Hari 4} = \frac{99 - 136}{200 - 78} \times 100 = 36.63\%$$

Rata – rata perhitungan %CVL operator 1 adalah

$$\text{Rata – rata} = \frac{31.96\% + 44.82\% + 37.14\% + 36.63\%}{4} = 37.64\%$$

Dapat dilihat setelah perhitungan rata – rata didapatkan bahwa klasifikasi operator diperlukan perbaikan.

#### **4.1.6 Data Manual Material Handling**

Penelitian ini melakukan penilaian terhadap pengangkatan dari operator serta mengetahui apakah pengangkatan tersebut dikategorikan pengangkatan yang dapat mengandung risiko cedera tulang bagian belakang. Pengukuran pengangkatan dilakukan dengan metode *Recommended Weight Limit* dan *Lifting Index*. Berikut merupakan data sebelum perbaikan dan setelah perbaikan pada data manual material handling. Berikut dapat dilihat Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4. 8 Sebelum perbaikan

Variabel	Pegangan	Satuan	Data Pengukuran							
			Operator 1		Operator 2		Operator 3		Operator 4	
			Checking	Finish Good	Checking	Finish Good	Checking	Finish Good	Checking	Finish Good
Berat		Kg	8	8	8	8	6	6	6	6
Pengangkatan	Horizontal	CM	70	105	60	105	90	51	85	80
Awal	Vertikal		43	46	17	22	40	30	34	17
Pengangkatan	Horizontal	CM	84	0.1	84	0.1	40	40	74	62
Tujuan	Vertikal		44	33	65	56	10	23	46	41
Selisih Jarak		CM	1	13	48	34	30	7	12	24
Sudut	Awal	°	102.3	77.1	41.4	40.5	78.8	56.3	29.4	41.3
Asimetri	Tujuan		0	26.9	31.8	13	12.1	12.6	63.5	43.4
Waktu		Menit	67.2	67.2	68.8	68.8	54.2	54.2	52.57	52.57
Objek Pegangan			Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

Untuk sebelum perbaikan berat benda 8 kg dan objek pegangan *good*.

Tabel 4. 9 Setelah perbaikan

Variabel	Pegangan	Satuan	Data Pengukuran							
			Operator 1		Operator 2		Operator 3		Operator 4	
			Checking	Finish Good	Checking	Finish Good	Checking	Finish Good	Checking	Finish Good
Berat		Kg	8	8	8	8	6	6	6	6
Pengangkatan	Horizontal	CM	40	15	88	20	40	30	40	20
Awal	Vertikal		43	25	5	10	20	30	10	17
Pengangkatan	Horizontal	CM	94	10	84	20	41	40	30	20
Tujuan	Vertikal		44	30	6	30	24	23	14	41
Selisih Jarak		CM	1	5	1	20	4	7	4	24
Sudut	Awal	°	10	45	41.4	40.5	42.4	56.3	78.6	41.3
Asimetri	Tujuan		0	35	31.8	13	45.3	12.6	49.6	43.4
Waktu		Menit	67.2	67.2	68.8	68.8	54.2	54.2	52.57	52.57
Objek Pegangan			Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

Untuk setelah perbaikan berat benda 8 kg dan objek pegangan *good*

#### 4.1.7 Perhitungan Manual Material Handling

Perhitungan *Manual Material Handling* menggunakan foto yang telah didapatkan pada saat operator melakukan pengangkatan, metode yang digunakan *Recommended Weight Limit* dan *Lifting Index*, yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

LC = Konstanta pembeban = 23

HM = Faktor pengali horizontal

VM = Faktor pengali vertikal

DM = Faktor pengali perpindahan

AM = Faktor pengali asimetrik

FM = Faktor Pengali frekuensi

CM = Faktor pengali kopling

1 *Horizontal Multiplier* (HM)

$$HM = \frac{25}{\text{Jarak Horizontal}(CM)}$$

2 *Vertikal Multiplier* (VM)

$$VM = 1 - 0.00326 \times (\text{Jarak Vertikal}(cm) - 75)$$

3 *Distance Multiplier* (DM)

$$DM = 0.82 + \frac{4.5}{\text{Jarak Perpindahan}(cm)}$$

4 *Asymmetric Multiplier* (AM)

$$AM = 1 - 0.0032 \times |\text{Sudut Asimetri}(\circ)|$$

5 *Frequency Multiplier* (FM)

Tabel *Frequency Multiplier* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Tabel *Frequency Multiplier*

Frekuensi Angkatan/menit (F)	Durasi Kerja					
	< 1 jam		1 jam < t < 2 jam		2 jam t < 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	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## 6 *Coupling Multiplier (CM)*

*Coupling Multiplier* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 *Coupling Multiplier*

Coupling Type	Coupling Multiplier	
	<i>V &lt; 30 Inches</i>	<i>V &gt; 30 Inches</i>
	75 cm	75 cm
Good	1.00	1.00
Fair	0.95	1.00
Poor	0.95	0.90

*Lifting Index (LI)*

$$LI = \frac{\text{Load Weight}}{\text{Recommended Weight Limit (RWL)}}$$

Keterangan:

LI < 1: Berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut tidak mengandung risiko cedera tulang belakang.

LI > 1: Berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang.

Tabel 4. 12 Variabel sebelum perbaikan

Variabel sebelum	Pegangan	Operator 1		Operator 2		Operator 3		Operator 4	
		Checking	Finish Good	Checking	Finish Good	Checking	Finish Good	Checking	Finish Good
Berat		23	23	23	23	23	23	23	23
Pengangkatan	Horizontal	0.35	0.23	0.41	0.23	0.27	0.49	0.29	0.31
Awal	Vertikal	0.89	0.90	1.18	1.17	1.11	1.14	1.13	1.18
Pengangkatan	Horizontal	0.29	250	0.29	250	0.62	0.62	0.33	0.40
Tujuan	Vertikal	0.89	0.86	1.03	1.06	1.21	1.16	1.09	1.11
Selisih Jarak		5.32	1.16	0.91	0.95	0.97	1.46	1.19	1.00
Sudut	Awal	0.67	0.75	0.86	0.87	0.74	0.81	0.90	0.86
Asimetri	Tujuan	1	0.91	0.89	0.95	0.96	0.95	0.79	0.86
Frekuensi		0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Objek									
Pegangan		1	1	1	1	1	1	1	1
RWL Awal		6.84	1.13	2.34	1.38	1.34	2.15	4.03	1.94
RWL Tujuan		8.51	1375.17	1.50	1449.05	4.22	2.10	6.13	2.32
LI Awal		1.16	7.06	3.40	5.77	4.46	2.77	1.48	3.08
LI Tujuan		0.93	0.01	5.30	0.01	1.42	2.84	0.97	2.58
LI Dipilih		1.16	7.06	5.30	5.77	4.46	2.84	1.48	3.08



Contoh pada perhitungan RWL dan LI sebelum perbaikan dapat di analisa pada operator 1 berat yang diangkat 8 kg, pengangkatan awal horizontal 70 cm, pengangkatan awal vertikal 43 cm, pengangkatan tujuan horizontal 84 cm, pengangkatan tujuan vertikal 44 cm, selisih jarak 1 cm, sudut asimetri awal 102,3, sudut asimetri tujuan 0, waktu kerja 67,2 menit dan *object* dikategorikan *good*. Untuk perhitungan menggunakan rumus RWL dan LI sebagai berikut:

1. *Horizontal Multiplier* (HM)

$$HM = \frac{25}{70} = 0.35$$

2. *Vertikal Multiplier* (VM)

$$VM = 1 - 0.00326 \times (43 - 75) = 0.89$$

3. *Distance Multiplier* (DM)

$$DM = 0.82 + \frac{4.5}{1} = 5.32$$

4. *Asymmetric Multiplier* (AM)

$$AM = 1 - 0.0032 \times |102.3| = 0.67$$

5. *Frequency Multiplier* (FM)

*Frequency Multiplier* dikarenakan waktu bekerja operator 1 di 67,2 atau 1 jam lewat 7 yang dikategorikan pada tabel 1 jam < t ≤ 2 jam, untuk pengangkatan per menitnya operator mengangkat 10 box setiap menitnya. Maka untuk nilai yang diambil pada *Frequency Multiplier* adalah 0,26.

Tabel 4. 13 *Frequency Multiplier*

Frekuensi Angkatan/menit (F)	Durasi Kerja					
	< 1 jam		1 jam < t < 2 jam		2 jam t < 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	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

#### 6 *Coupling Multiplier (CM)*

Pada *Coupling Multiplier* benda yang diangkat yaitu box dengan memenuhi syarat yaitu kopling yang “Baik” memiliki tempat pegangan yang bagus antara tangan dan objek tersebut akan didefinisikan sebagai *good container coupling classification* atau memiliki desain yang optimal serta ketinggian box  $V < 30$  Inches (kurang dari 75). Maka untuk nilai yang diambil *Coupling Multiplier* adalah 1.00

Tabel 4. 14 *Coupling Multiplier*

Coupling Type	Coupling Multiplier	
	<i>V &lt; 30 Inches</i>	<i>V &gt; 30 Inches</i>
	75 cm	75 cm
Good	1.00	1.00
Fair	0.95	1.00
Poor	0.95	0.90

## 7 Perhitungan RWL

$$RWL_{Awal} = 23 \times 0.35 \times 0.89 \times 5.32 \times 0.67 \times 0.26 \times 1 = 6.84$$

8 *Lifting Index (LI)*

$$LI = \frac{8}{6.84} = 1.16$$

LI > 1: Berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang.



Contoh pada perhitungan RWL dan LI setelah perbaikan dapat di analisa pada operator 1 berat yang diangkat 8 kg, pengangkatan awal horizontal 70 cm, pengangkatan awal vertikal 43 cm, pengangkatan tujuan horizontal 84 cm, pengangkatan tujuan vertikal 44 cm, selisih jarak 1 cm, sudut asimetri awal 102,3, sudut asimetri tujuan 0, waktu kerja 67,2 menit dan object dikategorikan *good*. Untuk perhitungan menggunakan rumus RWL dan LI sebagai berikut:

1. *Horizontal Multiplier* (HM)

$$HM = \frac{25}{40} = 0.62$$

2. *Vertikal Multiplier* (VM)

$$VM = 1 - 0.00326 \times (43 - 75) = 0.89$$

3. *Distance Multiplier* (DM)

$$DM = 0.82 + \frac{4.5}{1} = 5.32$$

4. *Asymmetric Multiplier* (AM)

$$AM = 1 - 0.0032 \times |10| = 0.96$$

5. *Frequency Multiplier* (FM)

*Frequency Multiplier* dikarenakan waktu bekerja operator 1 di 67,2 atau 1 jam lewat 7 yang dikategorikan pada tabel 1 jam < t ≤ 2 jam, untuk pengangkatan per menitnya operator mengangkat 10 box setiap menitnya. Maka untuk nilai yang diambil pada *Frequency Multiplier* adalah 0,26.

Tabel 4. 16 *Frequency Multiplier*

Frekuensi Angkatan/menit (F)	Durasi Kerja					
	< 1 jam		1 jam < t < 2 jam		2 jam t < 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	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

#### 6 *Coupling Multiplier (CM)*

Pada *Coupling Multiplier* benda yang diangkat yaitu box dengan memenuhi syarat yaitu kopling yang “Baik” memiliki tempat pegangan yang bagus antara tangan dan objek tersebut akan didefinisikan sebagai *good container coupling classification* atau memiliki desain yang optimal serta ketinggian box  $V < 30$  Inches (kurang dari 75). Maka untuk nilai yang diambil *Coupling Multiplier* adalah 1.00

Tabel 4. 17 *Coupling Multiplier*

Coupling Type	Coupling multiplier	
	<i>V &lt; 30 Inches</i>	<i>V &gt; 30 Inches</i>
	75 cm	75 cm
Good	1.00	1.00
Fair	0.95	1.00
Poor	0.95	0.90

## 7 Perhitungan RWL

$$RWL_{Awal} = 23 \times 0.62 \times 0.89 \times 5.32 \times 0.96 \times 0.26 \times 1 = 21.25$$

8 *Lifting Index* (LI)

$$LI = \frac{8}{21.2551} = 0.37$$

LI < 1: Berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut tidak mengandung risiko cedera tulang belakang.

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis Karakteristik Responden**

Karakteristik responden digunakan untuk mengetahui permasalahan pada operator yang diteliti, dalam pengambilan data tersebut peneliti menggunakan metode *Purposive Sampling*. Purposive sampling adalah suatu metode sampel dari sumber data dengan pertimbangan tertentu. Alasan penggunaan teknik *Purposive Sampling* dikarenakan tidak semua sampel memiliki kriteria yang sesuai dengan yang diteliti serta banyak pertimbangan atau kriteria tertentu yang harus dipenuhi oleh sampel yang digunakan (Sugiyono, 2016).

Kriteria penelitian adalah operator pengangkatan area VCT dan SA di PT. Fine Sinter Indonesia dengan rentang usia 20 – 27 tahun, berjenis kelamin laki – laki dan memiliki pengalaman 1 tahun bekerja. Pemilihan kriteria operator pengangkatan PT. Fine Sinter Indonesia dikarenakan ada beberapa permasalahan beban kerja, kelelahan dan sakit pada beberapa area tertentu yang dialami oleh operator tersebut. Keempat operator bekerja pada bidang pengangkatan box ke beberapa tempat/*Conveyor*, serta juga bisa disebut Leadman.

#### **5.2 Analisis Nordic Body Map**

Pada perhitungan *Nordic Body Map* didapatkan analisis tingkat keluhan pada otot yang bernilai 5 sampai 11, dengan tingkat risiko pada 3 operator sedang dan 1 operator rendah. Berikut merupakan tingkat skor yang didapatkan:

- a. Didapat tingkat keluhan dengan total skor otot 11 sakit yaitu, pada bagian betis kiri.
- b. Didapat tingkat keluhan dengan total skor otot 10 sakit yaitu, pada Pinggang, betis kanan, pergelangan kaki kiri, kaki kiri dan kaki kanan.
- c. Didapat tingkat keluhan dengan total skor otot 9 sakit yaitu, pada punggung, pergelangan tangan kanan, dan kaki kanan.
- d. Didapat tingkat keluhan dengan total skor otot 8 sakit yaitu, pada lengan atas kiri, lengan atas kanan, pergelangan tangan kiri dan lutut kanan.

Didapat tingkat keluhan dengan total skor otot 7 sakit yaitu, bahu kiri, bahu kanan, bokong, pantat, lengan bawah kiri, lengan bawah kanan, tangan kiri, tangan kanan dan lutut kiri. Analisis *Nordic Body Map* dapat diketahui bahwa sakit yang dialami hampir semua operator berada pada

bagian bahu, punggung, lengan tangan, pinggang, pergelangan tangan, tangan, lutut, betis pergelangan kaki dan kaki.

### 5.3 Analisis *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)

Penilaian postur tubuh di bagian leher dengan tingkat kesakitan. Dalam Tabel A, terlihat penyimpangan sudut pada bagian punggung ketika melakukan aktivitas membawa box manual sebesar 46.81, dengan posisi membungkuk ke bawah dan diberi skor 3. Bagian leher, dilihat dari sudut yang terbentuk sebesar 21.96 dengan skor 2. Posisi kaki yang tertopang dan memiliki bobot merata saat melakukan pengangkatan box mendapatkan skor 1. Berat beban box yang diangkat operator dengan kedua tangan sebesar 8 kg, masuk pada kategori 11 to 22 Lbs dengan skor 1. Total skor yang diperoleh dari penilaian tabel A sebesar 5.

Pada tabel B, terlihat penyimpangan sudut posisi lengan atas ketika mengangkat box sebesar 12.40 dengan skor 1. Posisi lengan bawah ketika mengangkat box membentuk sudut 12.64, masuk pada kategori pergerakan dengan sudut <60 atau >100 flexion, dengan total skor bagian lengan bawah sebesar 2. Posisi pergelangan tangan membentuk sudut 41.17, masuk dalam kategori pergelangan pergelangan tangan >15 flexion / extension. Kemudian, terdapat penambahan skor karena posisi pergelangan tangan yang menyimpang dengan skor +1, dengan total nilai skor bagian pergelangan tangan sebesar 3. Posisi tangan ketika membawa box termasuk dalam kategori “*acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part*” dengan skor 1. Total skor yang telah diperoleh pada penilaian tabel B adalah 4.

Perhitungan nilai untuk skor REBA dihitung dengan menambahkan nilai skor C dengan nilai aktivitas yang dilakukan oleh operator saat pengangkatan. Total skor pada penilaian tabel C adalah 8. Dengan nilai skor postur tubuh operator pengangkatan box menggunakan metode REBA sebesar 8, menunjukkan bahwa berada pada action level 4 dengan tingkat risiko sangat tinggi dan tindakan perlu diperbaiki dengan segera.

### 5.4 Analisis Beban Kerja Fisik

Perhitungan beban kerja fisik dilakukan menggunakan denyut nadi operator, metode yang digunakan adalah *Cardiovascular Load (CVL)*, yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tarwaka, Solikhul, & sudiajeng, Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas, 2004):

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

Laki – laki → Denyut nadi maksimum =  $220 - \text{umur}$

Perempuan → Denyut nadi maksimum =  $200 - \text{umur}$

Keterangan Tambahan:

DNI = Denyut Nadi Istirahat

DNK = Denyut Nadi Kerja

DNM = Denyut Nadi Maksimal

Perhitungan %CVL yang telah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Perhitungan CVL

Operator	Usia	Denyut Nadi	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	DNM	%Denyut Nadi Hari 1	%Denyut Nadi Hari 2	%Denyut Nadi Hari 3	%Denyut Nadi Hari 4	Rata-rata denyut nadi dan %CVL	Keterangan
Operator 1	20	DNI	78	84	95	99	200	31.96	44.82	37.14	36.63	37.64%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	117	136	134	136							
Operator 2	26	DNI	75	88	88	82	194	37.81	47.16	31.13	33.03	37.28%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	120	138	121	119							
Operator 3	27	DNI	83	85	93	82	193	41.81	41.66	33	31.53	37.00%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	129	130	126	117							
Operator 4	23	DNI	82	74	84	81	197	30.43	31.70	35.39	36.20	33.43%	Diperlukan Perbaikan
		DNK	117	113	124	123							

Didapatkan hasil dari perhitungan CVL pada operator 1 sebesar 37.64%, operator 2 sebesar 37.28%, operator 3 sebesar 37%, serta operator 4 sebesar 33,43%. Berdasarkan hasil pada tabel klasifikasi beban kerja dengan menggunakan %CVL dapat diketahui bahwa keempat operator memiliki nilai berada di atas 30% yang di mana bahwa operator mengalami kelelahan saat bekerja untuk klasifikasinya nilai yang berada >30% menandakan bahwa diperlukan perbaikan. Hasil wawancara yang didapatkan kepada keempat operator bahwa merasakan kemampuan fisik yang terus berkurang, merasa tidak nyaman serta merasakan kelelahan yang menjadi terhambatnya operator.

Kerja adalah suatu perasaan Lelah dan timbulnya penurunan kesiagaan karena melakukan operator dalam jangka waktu tertentu. Perasaan lelah merupakan salah satu indikator untuk mengetahui adanya kelelahan kerja yang dirasakan oleh tenaga kerja. Kelelahan waktu kejadian pada operator dikategorikan kelelahan kronis yang dimana kelelahan tersebut disebabkan akumulasi kelelahan atau kelelahan yang berlangsung setiap hari dan berkelanjutan yang dimaksud disini adalah pengangkatan terus menerus dengan minimnya waktu istirahat yang ditetapkan. Menurut penyebab kelelahan dikategorikan kelelahan fisiologis dan psikologis yang dimana untuk area kerja kebisingan dan penetapan barang ke setiap lini menjadi faktor utama dalam kelelahan tersebut (Setyawati, 2010.).

Selain faktor di atas, terdapat juga faktor dari perusahaan yang dimana operator tidak sesuai dengan operatornya. Seperti memasukkan part ke dalam box yang tersedia, ketidakselarasan tersebut menimbulkan beban kerja yang berlebih yang ditunjukkan dengan perhitungan pada tabel. Dengan begitu perlu adanya perbaikan yang berupa pemberian waktu istirahat sebentar (*break*) dengan waktu perkiraan sekitar 10 – 15 serta melakukan rotasi kepada operator yang terkait agar beban kerja yang diterima operator sama besarnya antara area VCT dan SA.

### **5.5 Analisis Manual Material Handling**

Didapatkan perhitungan *Recommended Weight Limit* pada area *checking* operator 1 dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.35, pengangkatan vertikal sebesar 0.89, pengangkatan tujuan horizontal 0.29, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 0.89, selisih jarak 5.32, sudut asimetri awal sebesar 0.67, sudut asimetri tujuan sebesar 1, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 6.84, RWL tujuan sebesar 8.51. LI awal sebesar 1.16, LI tujuan sebesar 0.93. Dengan klasifikasi LI > 1 yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang. Pada

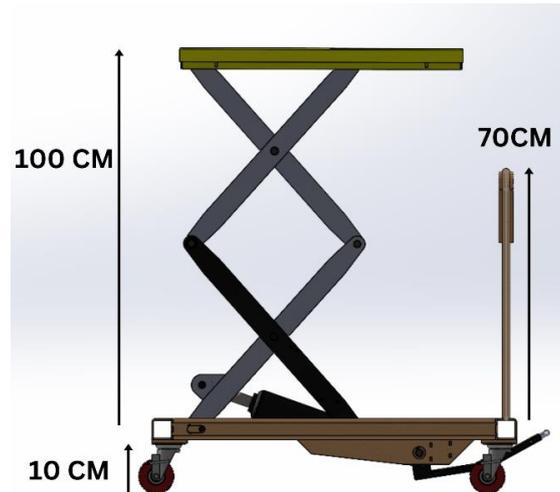
operator 2 pada area *checking* dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.41, pengangkatan vertikal sebesar 1.18, pengangkatan tujuan horizontal 0.29, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 1.03, selisih jarak 0.91, sudut asimetri awal sebesar 0.86, sudut asimetri tujuan sebesar 0.89, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 2.34, RWL tujuan sebesar 1.50, LI awal sebesar 3.40, LI tujuan sebesar 5.30. Dengan klasifikasi  $LI > 1$  yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang. Pada operator 3 pada area *checking* dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.27, pengangkatan vertikal sebesar 1.11, pengangkatan tujuan horizontal 0.62, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 1.21, selisih jarak 0.97, sudut asimetri awal sebesar 0.74, sudut asimetri tujuan sebesar 0.96, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 1.34, RWL tujuan sebesar 4.22, LI awal sebesar 4.46, LI tujuan sebesar 1.42. Dengan klasifikasi  $LI > 1$  yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang. Pada operator 4 pada area *checking* dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.29, pengangkatan vertikal sebesar 1.13, pengangkatan tujuan horizontal 0.33, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 1.09, selisih jarak 1.19, sudut asimetri awal sebesar 0.90, sudut asimetri tujuan sebesar 0.79, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 4.03, RWL tujuan sebesar 6.13, LI awal sebesar 1.48, LI tujuan sebesar 0.97. Dengan klasifikasi  $LI > 1$  yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang.

Didapatkan perhitungan *Recommended Weight Limit* pada area *checking* operator 1 dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.23, pengangkatan vertikal sebesar 0.90, pengangkatan tujuan horizontal 250, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 0.86, selisih jarak 1.16, sudut asimetri awal sebesar 0.75, sudut asimetri tujuan sebesar 0.91, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 1.13, RWL tujuan sebesar 1375.17. LI awal sebesar 7.06, LI tujuan sebesar 0.01. Dengan klasifikasi  $LI > 1$  yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang. Pada operator 2 pada area *checking* dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.23, pengangkatan vertikal sebesar 1.17, pengangkatan

tujuan horizontal 250, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 1.06, selisih jarak 0.95, sudut asimetri awal sebesar 0.87, sudut asimetri tujuan sebesar 0.95, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 1.38, RWL tujuan sebesar 1449.05, LI awal sebesar 5.77, LI tujuan sebesar 0.01. Dengan klasifikasi  $LI > 1$  yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang. Pada operator 3 pada area *checking* dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.49, pengangkatan vertikal sebesar 1.14, pengangkatan tujuan horizontal 0.62, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 1.16, selisih jarak 1.46, sudut asimetri awal sebesar 0.81, sudut asimetri tujuan sebesar 0.95, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 2.15, RWL tujuan sebesar 2.10, LI awal sebesar 2.77, LI tujuan sebesar 2.84. Dengan klasifikasi  $LI > 1$  yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang. Pada operator 4 pada area *checking* dengan berat yang ditentukan oleh NIOSH sebesar 23, pengangkatan awal horizontal sebesar 0.31, pengangkatan vertikal sebesar 1.18, pengangkatan tujuan horizontal 0.40, pengangkatan tujuan vertikal sebesar 1.11, selisih jarak 1.00, sudut asimetri awal sebesar 0.86, sudut asimetri tujuan sebesar 0.86, frekuensi sebesar 0.26, objek pegangan sebesar 1, RWL awal sebesar 1.94, RWL tujuan sebesar 2.32, LI awal sebesar 3.08, LI tujuan sebesar 2.58. Dengan klasifikasi  $LI > 1$  yang dimana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang.

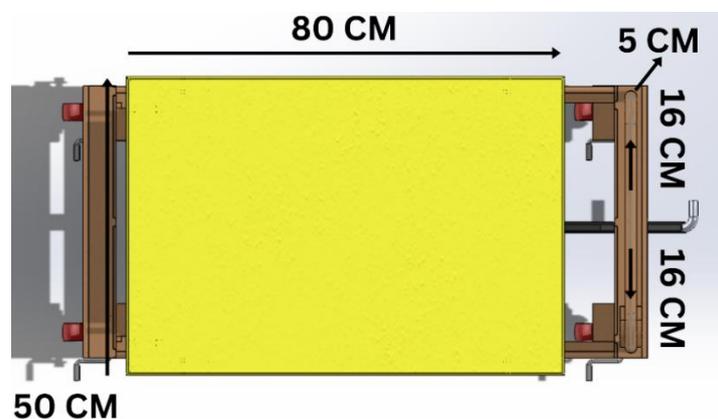
## **5.6 Usulan Desain**

Pada usulan desain troli yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.



Gambar 5. 1 Ukuran Desain Troli

Ukuran dari alat angkut box disesuaikan dengan perhitungan ketiga metode serta perkiraan lapangan. Pada ketinggian alat dapat mencapai 100 cm dikarenakan setiap pada lini mesin dengan tinggi yang berubah diharapkan dapat membuat alat menjadi fleksibel dengan maksimum tinggi 100 cm. Hal ini didasarkan untuk mudah dalam pengangkutan barang. Kemudian jarak antara roda dan bagian bawah tingginya 10 cm agar roda dapat berjalan. Pada bagian pendorong troli tingginya 70 cm, untuk desain tersebut disesuaikan dengan persentil 50% atau rata – rata tinggi pengukuran tinggi siku agar mudah mendorong Troli.

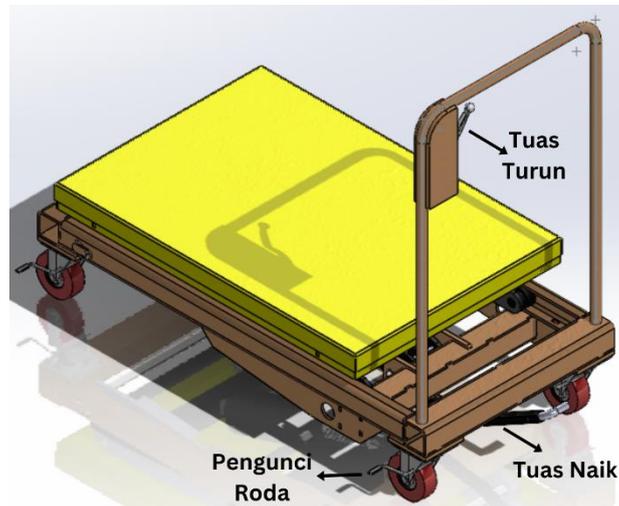


Gambar 5. 2 Ukuran Tempat Box

Pada desain dapat dilihat bahwa panjang pada permukaan 80 cm yang disesuaikan panjang genggam tangan ke depan dengan persentil 95% atau batas atas manusia. Lebar 50 cm yang disesuaikan dengan lebar bahu bagian atas dengan persentil 95% atau batas atas manusia. Pegangan pada troli ukuran 16 cm yang disesuaikan dengan lebar tangan dengan persentil 95% atau batas atas manusia. Ketebalan pada pegangan disesuaikan ukuran pegangan pada

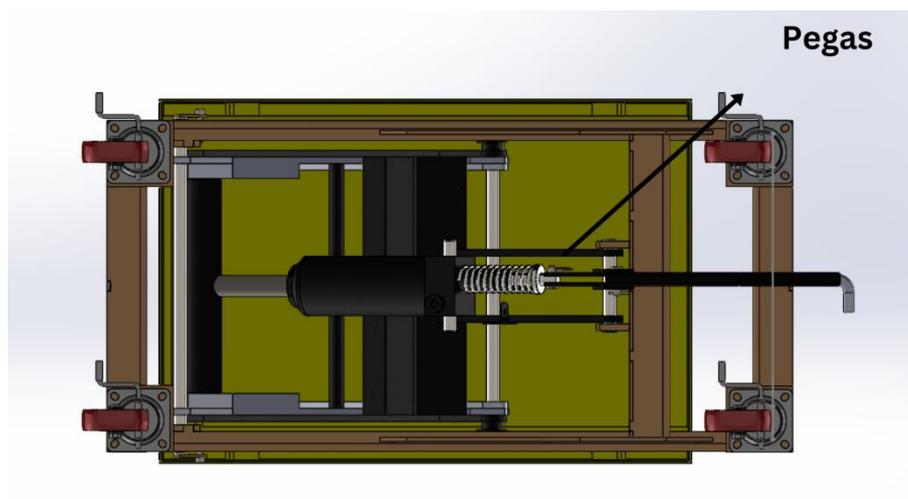
genggaman manusia. Ukuran box panjang 35 cm dan lebar 20 cm sehingga bisa memuat 4 box sesuai pemerataannya.

Berikut merupakan fitur yang terdapat pada troli dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.



Gambar 5. 3 Fitur Pada Troli

Pada troli terdapat fitur tuas naik dikarenakan troli mencapai maksimum 100 cm, hal ini dibuat agar troli dan *conveyor* dapat dipindahkan secara mudah serta tidak membungkuk pada saat pengangkatan box dan pemindahan box. Tuas naik turun digunakan agar troli dapat menjangkau area lini yang lebih rendah di bawah 100 cm agar pemindahan cepat dan tidak membutuhkan waktu lama untuk menurunkannya. pengunci roda untuk mengunci roda agar tidak bergeser atau bergerak sembarangan.



Gambar 5. 4 Fitur Pada Bagian Bawah Troli

Pada bagian bawah dapat dilihat pegas yang berguna untuk sistem utama dalam troli sebagai penggerak naik dan turun agar troli tersebut dapat menjalankan sistemnya.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berikut merupakan kesimpulan berdasarkan hasil dari pengumpulan, pengolahan, dan analisis data yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

1. Perhitungan *Recommended Weight Limit* dapat diketahui bahwa keempat operator mengangkat melebihi nilai *Lifting Index* yang berada pada  $LI > 1$ , yang di mana berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung risiko cedera tulang belakang.
2. Perhitungan nilai untuk skor REBA dihitung dengan menambahkan nilai skor C dengan nilai aktivitas yang dilakukan oleh operator saat pengangkatan. Total skor pada penilaian tabel C adalah 8. Dengan nilai skor postur tubuh operator pengangkatan box menunjukkan bahwa berada pada *action level* 4 dengan tingkat risiko sangat tinggi dan tindakan perlu diperbaiki dengan segera. Perhitungan *Cardiovascular Load* dapat diketahui bahwa keempat operator memiliki nilai  $\%CVL > 30\%$  yang artinya termasuk dalam kategori diperlukan perbaikan.
3. Rekomendasi yang telah diberikan yaitu redesain troli dengan pengukuran ketinggian 100 cm, panjang 80 cm, lebar 50 cm, pegangan tangan 70 cm. pada troli terdapat fitur tuas naik dan tuas turun, pengunci roda. pada desain dilengkapi dengan hidrolik agar dapat memudahkan pengangkatan box di setiap lini sehingga postur kerja yang dapat diterapkan dapat menjadi lebih baik dan dapat meningkatkan produktivitas pada setiap lini mesin.

#### **6.2 Saran**

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan guna untuk acuan dan menyempurnakan penelitian selanjutnya.

1. Saran untuk perusahaan  
Membuat prototipe dari perancangan konsep yang lebih lanjut dan mengevaluasi produk terkait.
2. Saran untuk peneliti selanjutnya  
Pengukuran beban kerja dari tiap-tiap pabrik atau divisi yang ada di PT Fine Sinter Indonesia serta dapat menjadi pembanding beban kerja agar dapat mengetahui beban kerja yang perlu segera dilakukan perbaikan. Selain itu perlu adanya penelitian mengenai

analisis dampak pengaruh pengangkatan yang berlebihan dapat membuktikan bahwa nilai yang didapatkan, bisa mempengaruhi produktivitas operator. Perhitungan yang telah dipakai menggunakan perhitungan yang telah didapatkan pada perusahaan sehingga peneliti mendesain troli menggunakan perhitungan tersebut. Adapun yang harus dilakukan sebaiknya penambahan beberapa metode, seperti *antropometri* agar memaksimalkan penggunaan berdasarkan data yang telah didapatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, I. Y., & Karim, A. A. (2023). Analisis Pengangkatan Beban Pada Proses Pencetakan Tahu Menggunakan Metode Recommended Weight Limit (Rwl) Di Umkm X Kota Balikpapan. *Journal Of Industrial Innovation And Safety Engineering*, 10-16.
- Aprilliadi, E., Djanggu, N. H., & Rahmahwati, R. (2021). Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Mental Menggunakan Metode Cardiovascular Load (Cvl) Dan Defence Research Agency Workload Scale (Draws) Pada Operator Stasiun Kerja Rotary Di Pt. Sari Bumi Kusuma. *Jurnal Teknik Industri Universitas Tanjungpura*, 88-94.
- Arianto, Suhendar, E., & Hermanto. (2022). Analisis Perbaikan Beban Kerja untuk Meminimalisir Tingkat Kecelakaan Teknisi PT Raja Ampat Indotim dengan Metode RWL, CVL, dan Mannequin. *SURYA TEKNIKA*, 539-546.
- Association, I. E. (2012). *International Ergonomic Association. I. E.* Diambil kembali dari <https://www.iea.cc/whats/index.html>: <https://iea.cc/>
- Busro, M. (2018). Teori-teori Manajemen Sumber Daya Manusia. *Jakarta: Prenadamedia Group*.
- Chaffin, D., & Anderson. (1991). *Occupational Biomechanics*. Occupational Biomechanics.
- Diniaty, D., & Mulyadi. (2016). *Analisis beban kerja fisik dan mental karyawan*. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri,.
- Eko, N. (1998). *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi Pertama, Institut Teknologi Sepuluh November, penerbit Guna Widya.
- Executive, H. S. (2015). Work-related Musculoskeletal Disorder (WRMSDs) Statistics.
- Febriani, Y., Wijayanto, D., & Prima, F. (2022). Perbaikan Postur Kerja Pada Stasiun Sortasi Tandan Buah Segar Menggunakan Metode Recommended Weight Limit Dan Ovako Work Analysis System (Owas). *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, 83-91.
- Hakiim, A., Suhendar, W., & Sari, D. A. (2018). Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Menggunakan Cvl. *Barometer*, 142-146.
- Hidjrawan, Y., Irwanda, & Marlinda. (2022). Pengukuran Beban Kerja Operator Boiler Berdasarkan Denyut Nadi Melalui Pendekatan Fisiologis di PT. Beurata Subur Persada. *Jurnal Optimalisasi*, 106-110.
- Labor, D. O. (2015). *Nonfatal Occupational Injuries And Illnesses Requiring Days Away From Work*. Amerika: Bureau Of Labor Statistics.

- MANUABA. (Ergonomi, kesehatan dan Keselamatan Kerja). 2000. SURABAYA: Wigny Osverbroto, S dan Wiranto, SE, Eds, Procendings Seminar Nasional Ergonomi.
- Mas'idah, E., Fatmawati, W., & Ajibta, L. (2009). Analisa Manual Material Handling (MMH) dengan Menggunakan Metode Biomekanika untuk Mengidentifikasi Resiko Cidera Tulang Belakang (Musculoskeletal Disorder). *Sultan Agung*, Vol. XLV.
- Munte, S., Hasibuan, C. F., & Lubis, S. B. (2021). Analisis Pengukuran Beban Kerja dengan Menggunakan Cardiovascular Load (CVL) pada PT. XYZ. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 65-71.
- Novasani, R. J., & Ngizudin, R. (2022). Pengukuran Beban Kerja Pada Pegawai Kampus Menggunakan Cardiovascular Load Dan NASA-TLX. *Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 150-157.
- Noviandy, M. (2019). Analisis Pengangkatan Cpu Di Wm Game Center Dengan Metode Recommended Weight Limit (Rwl) Dan Chaffin Anderson. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 199-204.
- Nugroho, H., & SZS, J. A. (2021). Analisis Beban Kerja Operator Di Bagian Produksi Dengan Metode Cardiovascular Load (Cvl) Dan Bourdon Wiersma Untuk Mengurangi Kelelahan Di Di Pt. Multazam Mulia Utama. *Proceeding Seminar Nasional Proceeding Seminar Nasional*, 101-116.
- Pheasant, S. (1991). *Ergonomic Work and Health*. USA: Aspen Publisher Inc.
- Putri, A. R., & Bakhtiar, A. (2023). Analisis Beban Kerja Fisiologis Dan Psikologis Pada Tenaga Kerja Bongkar Muat Bahan Peledak Menggunakan Metode Cardiovascular Load (Cvl) Dan National Aeronautics And Space Administration – Task Load Index (Nasa- Tlx) (Studi Kasus Pt Semen Padang). *Industrial Engineering Online Journal*.
- Rahmah, N., & Suryadi, A. (2022). Analisis Karyawan Perusahaan Outsourcing Menggunakan SWAT (Teknik Penilaian Beban Kerja Subyektif) dan CVL (Beban Kardiovaskular) Metode. *Institut Penelitian dan Kritikus Internasional Budapest-Jurnal (BIRCI-Journal)*, 25804-25815.
- Rohman, & Ichsan. (2021). Pengaruh Beban Kerja dan stress Kerja Terhadap Kinerja Karyawan PT Honda Daya Anugrah Mandiri Cabang Sukabumi. 2(1), 1–22.
- Rusdyllah, A., Nasher, E. S., Prawatya, Y. E., & Ratih, R. (2023). Pengukuran Postur Kerja Pada Penggunaan Alat Olahraga. *Jurnal Teknik Industri*, 239-249.
- Setyawati, N. (2010.). *Analisis Kesalahan Berbahasa Indonesia: Teori dan Praktik*. Surakarta: Yuma Pustaka.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung.
- Survei, L. F. (2017). Self-reported work related ill health and workplace injuries.
- SUTRISNO, E. (2017). *Manajemen Sumber Daya manusia*. JAKARTA: Penerbit Kencana.

- Tarwaka. (2014). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Tarwaka, Solikhul, H. B., & sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.
- Waters, T. R., Anderson, V. P., & Garg, A. F. (1993). *Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Task*. Cincinnati.: National Institute for Occupational.
- Wibowo. (2004). Perancangan sistem perlengkapan kerja dan sistem kemudi dengan sistem hidrolis. *Journal Penelitian Sainstek*, 1-18.
- Widodo, T. T., Sanusi, & Nugraha, J. P. (2021). Perancangan Alat Bantu Kerja Pengangkatan Barang di Gudang Ace Hardware Dengan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) dan Recommended Weight Limit (RWL). *Jurnal Teknik Ibnu Sina*, 1-15.
- Yuliana, F., & Zulaspan, T. (2020). Pengaruh Komunikasi, Beban Kerja dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Pegawai di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Labuhanbatu Utara. *Jurnal Ilmiah Magister Manajemen*, Vol. 3, No. 2.

LAMPIRAN





