

**PERANCANGAN ULANG KURSI KABIN *STACKER RECLAIMER*
SECARA ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE REBA DI PLTU TJ.
AWAR-AWAR TUBAN
(STUDI KASUS : PLTU TJ. AWAR-AWAR TUBAN)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI
INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**



Disusun Oleh :

SAIFUDIN ABDILLAH

(31601501226)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

FINAL PROJECT

**ERGONOMIC REDESIGN OF STACKER RECLAIMER
CABIN SEATS USING THE REBA METHOD
(CASE STUDY AT PLTU TJ. AWAR-AWAR TUBAN)**

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged By :

**SAIFUDIN ABDILLAH
NIM 31601501226**

**DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY UNIVERSITAS
ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“PERANCANGAN ULANG KURSI KABINSTACKER RECLAIMERSECARA ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE REBA DI PLTU T.J. AWAR-AWAR TUBAN (STUDI KASUS : PLTU T.J. AWAR-AWAR TUBAN”** Ini telah dipertahankan didepan Dosen Penguji Tugas Akhir pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 07. Maret 2023

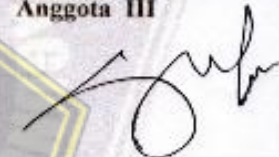
TIM PENGUJI

Anggota II



Ir. Hj. Eli Mas'idah, MT
NIDN. 0616037601

Anggota III



Ir. H. Sukarno, B. U
NIDN. 0619076401

Ketua Penguji

UNISSULA

جامعة سلطان أبو جعفر الإسلامية

Ahmad Syakroni, ST, M.Eng

NIDN. 0616037601

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "PERANCANGAN ULANG KURSI KABINSTACKER RECLAIMER SECARA ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE REBA DI PLTU T.L. AWAR-AWAR TUBAN (STUDI KASUS : PLTU T.L. AWAR-AWAR TUBAN)" ini disusun oleh :

Nama : Saifudin Abdillah

Nim : 31601501226

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 07 Maret 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

DR. H. Andre Sugiono, S.T., M.M.
NIDN. 0603088701

Wiwik Tatmaswati, S.T., M. Eng.
NIDN. 0622107461

Mengetahui

Ketika ini saya sebagai Studi Teknik Industri



Khairiyah
NIDN. 0624057901

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Saifudin Abdillah

NIM : 31601501226

Judul Tugas Akhir : **PERANCANGAN ULANG KURSI KABIN *STACKER RECLAIMER* SECARA ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE REBA DI PLTU TJ. AWAR-AWAR TUBAN (STUDI KASUS : PLTU TJ. AWAR-AWAR TUBAN)**

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis, ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 7 Maret 2023

Yang menyatakan



Saifudin Abdillah

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Saifudin Abdillah

NIM : 31601501226

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul : **PERANCANGAN ULANG KURSI KABIN *STACKER RECLAIMER* SECARA ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE REBA DI PLTU TJAWAR-AWAR TUBAN (STUDI KASUS : PLTU TJ. AWAR-AWAR TUBAN)**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 7 Maret 2023

Yang menyatakan



Saifudin Abdillah

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah, ayat ke-6)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Sampailah saya pada saat ini, saat saya menuliskan lembar persembahan ini, alhamdulillah, terimakasih Ya Allah atas segala nikmat kesehatan, kekuatan, kesabaran serta kemudahan yang diberikan kepada hamba. Sehingga hamba dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar dan baik.

Karya tulis ini saya persembahkan untuk kedua orangtua saya, Alm. Ibu, Bapak Istridan Anak saya yang ikut serta merasakan perjuangan saya, mendoakan, dan selalu memberi semangat dalam segala hal.

Bapak ibu dosen pembimbing dan penguji, yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih banyak atas bimbingan, saran dan juga masukan-masukannya untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Sahabat-sahabat saya dimasa perkuliahan ini, terimakasih telah mengisi masa perkuliahan saya dengan canda tawa, haru, serta semangat, support serta rasa kekeluargaan yang selalu kompak dari awal sampai akhir ini. Semoga kita kelak menjadi orang yang sukses dan semoga persahabatan dan pertemanan ini tidak hanya sebatas di perkuliahan saja tapi hingga tua nanti.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul : **KURSI KABIN STACKER RECLAIMER SECARA ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE REBA DI PLTU TJ. AWAR-AWAR TUBAN (STUDI KASUS : PLTU TJ. AWAR-AWAR TUBAN)** dengan baik dan lancar. Tak lupa sholawat serta salam pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, penulis tidak lepas dari dukungan dan semangat semua pihak. Maka dari itu, penulis ucapkan terimakasih sebanyak – banyaknya kepada :

1. Allah SWT, atas limpahan nikmat yang telah diberikan kepada hamba, sehingga hamba dapat menyelesaikan tugas hamba sebagai mahasiswa.
2. Bapak dan Ibu, Kakak, Istri beserta anak saya, terima kasih atas kasih sayang yang tidak terhingga, semoga dengan ini dapat membuat kalian bangga.
3. Bapak. H. Andre Sugiyono, S.T., MM, dan Ibu Wiwiek Fatmawati, ST, M.Eng selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, yang dengan sabar telah membimbing dan terus memberikan semangat kepada saya dalam menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini serta tidak pernah bosan mendengar keluh dan kesah saya.
4. Bapak Ibu Dosen Teknik Industri, yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada saya selama masa perkuliahan.
5. Bapak Rizal, yang telah membantu dan mensupport dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.
6. Keluarga PLTU tj. Awar – awar tuban yang selalu memberikan semangat, bully.an dan koreksinya kepada saya, hingga akhirnya saya terpacu untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Keluarga Kelas Mitra Industrial Engineering 2015 “Kelas Malam”, terimakasih atas kenangan menyenangkan dan bantuan selama masa perkuliahan ini.
8. Keluarga “Pejuang Lulus Group” dan “Pejuang Wisuda Group”, ada Om Nurdiyanto, MbK Hana, Mas Didik, Yusef dan Latif, terima kasih atas semangat dan support yang kalian berikan pada saat – saat terkahir ini, sangat sangat bersyukur punya teman seperti kalian.

Semarang, 07 Maret 2023

Saifudin Abdillah



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| SAMPUL..... | i |
| HALAMAN JUDUL..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING..... | iv |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN..... | v |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | vi |
| MOTTO..... | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| ABSTRAK | xv |
| <i>ABSTRACT</i> | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3. Pembatasan Masalah | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 10 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 10 |
| 2.2. Landasan Teori | 15 |
| 2.2.1 Ergonomi | 15 |
| 2.2.2 Antropometri..... | 15 |
| 2.2.3 Biomekanika Kerja | 16 |
| 2.2.4 Sistem Muskuloskeletal dan Posisi Duduk..... | 18 |
| 2.2.5 Postur Kerja Duduk dan Mengemudi | 21 |
| 2.2.6 Metode Analisis Postur: <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA) | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3. Kerangka Berpikir | 24 |
| 2.4. Hipotesis | 24 |
| 2.5. Kerangka Teoritis | 25 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 24 |
| 3.1. Tahap Penelitian | 24 |
| 3.2. Studi Pustaka | 24 |
| 3.3. Identifikasi Masalah | 24 |
| 3.4. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data..... | 24 |
| 3.5. Teknik Analisa Data dan Pembahasan | 24 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1. Data Pengamatan | 29 |
| 4.1.1. Pengukuran Data Antropometri Operator..... | 29 |
| 4.1.2. Kabin Operator | 30 |
| 4.2. Hasil Analisis..... | 30 |
| 4.2.1. Pemodelan Postur | 30 |
| 4.2.1.1 Penilaian Postur Tubuh REBA (<i>Rapid Entire Body Assessment</i>)..... | 30 |
| 4.2.1.2 Penilaian Postur RULA (<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>) | 37 |
| 4.2.2. Gambaran Keluhan <i>Operator Stacker-Reclaimer</i> | 38 |
| 4.3. Perancangan Ulang Tempat Duduk Operator..... | 39 |
| 4.4. Penilaian Postur RULA setelah Perbaikan Kursi | 42 |
| 4.5. Pembahasan | 43 |
| BAB V PENUTUP..... | 46 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 46 |
| 5.2. Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Kursi Kabin <i>Stacker-Reclaimer</i> | 2 |
| Gambar 2.1 Sendi dan Joint (Chaffin,1999)..... | 17 |
| Gambar 2.2 Rotasi Panggul Saat Berubah dari Postur Berdiri ke Duduk (Gyi, 2013)..... | 19 |
| Gambar 2.4 Manekin hip-point OSCAR..... | 21 |
| Gambar 2.5 Pedoman Pengukuran REBA..... | 23 |
| Gambar 2.6 Kerangka Berpikir | 24 |
| Gambar 3.1 Flowchart Penelitian..... | 28 |
| Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian (Lanjutan)..... | 29 |
| Gambar 4.1 Representasi Operator <i>Stacker-Reclaimer</i> | 29 |
| Gambar 4.2 Bagan Analisis REBA..... | 31 |
| Gambar 4.3 Postur Kerja Operator <i>Stacker Reclaimer 1</i> | 31 |
| Gambar 4.4 Batang Tubuh Dengan Kondisi Menyorong Ke Depan..... | 32 |
| Gambar 4.5 Leher Dengan Kondisi Menyorong Ke Depan..... | 32 |
| Gambar 4.6 Kaki Dengan Posisi Berdiri | 32 |
| Gambar 4.7 Postur Kerja Operator <i>Stacker-Reclaimer 2</i> | 33 |
| Gambar 4.8 Lengan Atas Dengan Gerakan..... | 34 |
| Gambar 4.9 Lengan Bawah Dengan Gerakan..... | 34 |
| Gambar 4.10 Pergelangan Tangan Dengan Gerakan..... | 34 |
| Gambar 4.11 Bagan Analisis RULA..... | 37 |
| Gambar 4.12 Tempat Duduk Operator..... | 40 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 13 |
| Tabel 2.2 Ringkasan kursi yang dirancang secara baik dan dirancang secara buruk (diadaptasi dari Gyi, 2013). | 21 |
| Tabel 3.1 A..... | 26 |
| Tabel 3.2 B..... | 26 |
| Tabel 4.1 Skor Kelompok A analisis REBA..... | 33 |
| Tabel 4.2 Skor Kelompok B Analisis REBA..... | 35 |
| Tabel 4.3 Skor REBA | 36 |
| Tabel 4.4 Level Akhir dari Skor REBA..... | 36 |
| Tabel 4.5 Hasil Penilaian RULA..... | 38 |
| Tabel 4.6 Distribusi Keluhan <i>Low Back Pain</i> pada Operator <i>Stacker-Reclaimer</i> | 38 |
| Tabel 4.7 Distribusi Titik Keluhan <i>Low Back Pain</i> pada Operator <i>Stacker-Reclaimer</i> | 39 |
| Tabel 4.8 Distribusi Lama Keluhan <i>Low Back Pain</i> Lebih dari Satu Tahun yang Dirasakan oleh Operator <i>Stacker-Reclaimer</i> | 39 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Jarak..... | 41 |
| Tabel 4.10 Hasil Penilaian RULA | 43 |
| Tabel 4.11 Perbandingan skor sebelum dan setelah <i>redesign</i> | 43 |

ABSTRAK

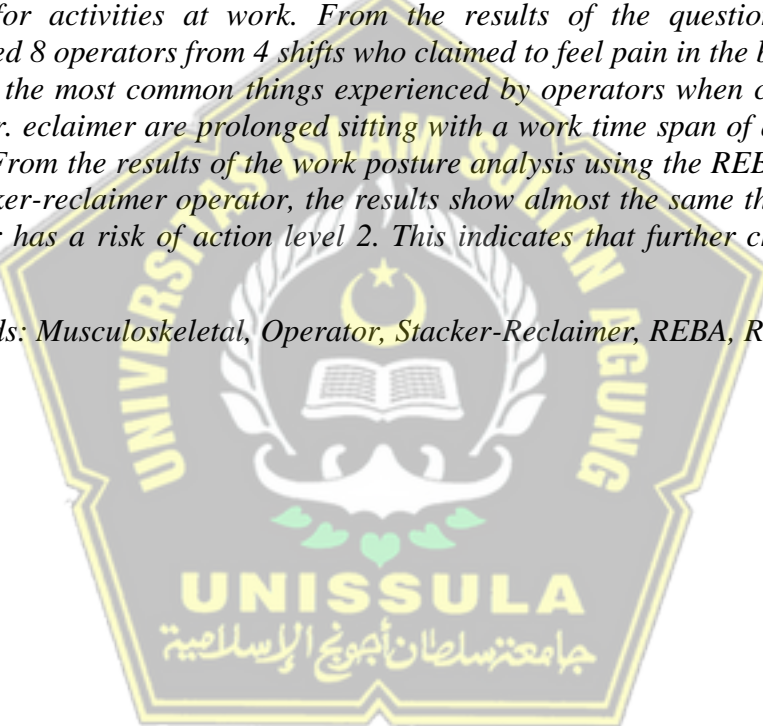
Perkembangan teknologi dan industri menyebabkan kebutuhan energi listrik domestik cenderung meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi. PLTU Tanjung Awar-awar Tuban merupakan pembangkit listrik berbahan bakar batu bara. Sistem penanganan material batu bara terdiri dari mesin bergerak yang disebut *Stacker-Reclaimer* (SR) yang dikombinasikan dengan fasilitas penyimpanan atau penimbunan. Otomatisasi peralatan mesin *stacker-reclaimer* menjanjikan beberapa keuntungan, terutama peningkatan kondisi kerja dan keselamatan, peningkatan produksi, pengurangan biaya perawatan, serta kecepatan pemangkasan yang dioptimalkan dan operasi peralatan yang lebih lancar. Pekerjaan yang dilakukan berulang maka hal tersebut akan memberikan masalah ergonomi bagi operator. Gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan WMSD (*Work-related Musculoskeletal Disorders*) dapat mengakibatkan kelainan otot, tulang, saraf, tendon, dan jaringan lunak lainnya untuk aktivitas di tempat kerja. Dari hasil survei kuisisioner yang dilakukan 8 operator dari 4 shift yang merasakan sakit pada bagian punggung dan leher. Beberapa hal paling umum yang dialami oleh operator pada saat mengendalikan *stacker-reclaimer* adalah duduk lama dengan rentang waktu pekerjaan kurang lebih 8 jam. Dari hasil analisis postur kerja dengan metode REBA pada operator *stacker-reclaimer*, hasilnya menunjukkan hal yang hampir sama dimana operator memiliki risiko action level 2. Hal ini menandakan bahwa pemeriksaan lebih lanjut untuk membuat perubahan.

Kata Kunci: Muskuloskeletal, Operator, *Stacker-Reclaimer*, REBA, RULA

ABSTRACT

The development of technology and industry causes the need for electrical energy to tend to increase from year to year. Of course, domestic electricity needs continue to increase in line with economic and population growth. PLTU Tanjung Awar-awar Tuban is a coal-fired power plant. The coal material handling system consists of a mobile machine called a stacker-reclaimer (SR) combined with a storage or stock piling facility. Stacker-reclaimer machine tool automation promises several advantages, notably improved working conditions and safety, increased production, reduced maintenance costs, as well as optimized trimming speed and smoother equipment. Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSD) can result in abnormalities of muscles, bones, nerves, tendons, and other soft tissues for activities at work. From the results of the questionnaire survey conducted 8 operators from 4 shifts who claimed to feel pain in the back and neck. Some of the most common things experienced by operators when controlling the stacker-reclaimer are prolonged sitting with a work time span of approximately 8 hours. From the results of the work posture analysis using the REBA methods on the stacker-reclaimer operator, the results show almost the same thing where the operator has a risk of action level 2. This indicates that further checks to make changes.

Keywords: Musculoskeletal, Operator, Stacker-Reclaimer, REBA, RULA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri dan teknologi, serta pertumbuhan penduduk dengan pesat menyebabkan kebutuhan energi listrik yang cenderung meningkat semakin tahun. Menanggapi ini, utamanya Tujuan dari program ini adalah untuk menutupi kebutuhan listrik dalam negeri yang terus tumbuh seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk. PLTU Tanjung Awar-awar Tuban merupakan pembangkit listrik dengan penggunaan batu bara. Sistem penanganan material batu bara terdiri dari mesin bergerak yang disebut *stacker-reclaimer* (SR) yang dikombinasikan dengan fasilitas penyimpanan atau penimbunan. Pada dasarnya, *stacker-reclaimer* adalah suatu peralatan yang berfungsi/digunakan untuk menerima (*unloading*) material batu bara dari tongkang/kapal, *vessel* yang dibongkar/diambil dengan alat pencakup (*ship unloader*) dan diteruskan ke tempat penyimpanan batu bara (*coal yard*) melalui *stacker reclaimer*. Adapun, proses transportasi menggunakan *system conveyor*. Proses ini disebut *STACKING*, sedangkan untuk posisi mengambil (*loading*) batu bara dari tempat penyimpanan (*coal yard*) dan ditransportasikan dengan *belt conveyor* dan berakhir di *coal bunker boiler*, proses ini disebut *RECLAIMING*.

Otomatisasi peralatan mesin *stacker-reclaimer* menjanjikan beberapa keuntungan, terutama peningkatan kondisi kerja dan keselamatan, peningkatan produksi, pengurangan biaya perawatan, serta kecepatan pemangkasan yang dioptimalkan dan operasi peralatan yang lebih lancar. Penggunaan *stacker-reclaimer* menjadikan pekerjaan penanganan bahan baku batu bara lebih banyak dikerjakan dengan mesin yang dikontrol melalui kabin yang menjadi bagian dari mesin tersebut. Operator cukup bekerja sambil duduk dengan menggerakkan tombol dan *joystick* kontrol dan pekerjaan mengangkat dilakukan secara robotik. Pekerjaan duduk dengan memainkan kontrol di kabin kemudi bagi operator *stacker-reclaimer* bukan pula merupakan pekerjaan yang mudah karena ini

memerlukan keahlian dan konsentrasi dari operator. Secara praktis, *stacker-reclaimer* diposisikan di atas tumpukan batu bara sehingga operator dalam posisi duduk di kabin juga akan melihat material yang akan diangkat di bawah mereka. Selain itu, duduk yang terlalu lama dengan gerakan-gerakan yang hampir sama dalam banyak kasus kerja juga dapat menimbulkan masalah ergonomi bagi operator. Hal ini mirip dengan yang terjadi pada supir.



Gambar 1.1 Kursi Kabin *Stacker-Reclaimer*.

Sumber : PLTU TJ. Awar-Awar Tuban

Rutinitas pekerjaan yang dilakukan dengan posisi utama duduk karena operator memegang kendali gerak mesin secara umum dan juga gerak lengan mekanis menjadikan adanya sejumlah besar gangguan muskuloskeletal karena pekerjaan yang memiliki postur dan sudut penglihatan yang tidak memadai. Waktu yang digunakan untuk pengendalian tersebut dapat memperbesar resiko terjadinya gangguan otot dan tulang yang akan menurunkan tingkat konsentrasi. Hal ini disebabkan oleh posisi duduk dalam posisi statis dalam waktu lama, yang dapat menyebabkan masalah pada leher dan punggung. Fenomena ini biasa disebut dengan pegal. Pegal sendiri dapat diartikan sebagai terjadinya kekakuan yang terjadi pada area otot, sendi ataupun tulang. Fenomena ini terjadi karena dalam posisi kerja statis terjadi kontraksi otot dan tulang yang kuat dan lama tanpa kesempatan yang cukup untuk pemulihan dan sirkulasi otot menjadi sulit

(kelelahan). Fenomena seperti ini biasanya dipengaruhi oleh tekanan antara ruas tulang belakang yang meningkat jika dibiarkan posisi tubuh yang seperti itu mendapatkan masalah muskuloskeletal yang dipengaruhi oleh kondisi kerja mental dan fisik (Firdaus, 2018).

Pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang maka hal tersebut akan memberikan masalah ergonomi bagi operator. Gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan WMSD (*Work-related Musculoskeletal Disorders*) dapat mengakibatkan kelainan otot, tulang, saraf, tendon, dan jaringan lunak lainnya untuk aktivitas di tempat kerja. Pada banyak kasus, WMSD bertanggung jawab atas morbiditas pada banyak orang yang bekerja dan diketahui menyebabkan masalah pekerjaan yang signifikan dengan meningkatnya kompensasi dan biaya kesehatan, berkurangnya produktivitas, dan kualitas hidup yang lebih rendah (Yasobant, dkk, 2015).

Setelah dilakukan survei terhadap operator Stacker-reclamer di PLTU Tanjung Awar-Awar terdapat beberapa operator yang bekerja sesuai waktu kerja perusahaan dengan 4 *Shift*, mereka mengalami permasalahan yang berhubungan dengan *muskuloskeletal* yaitu permasalahan yang mengenai tubuh operator yaitu sakit pada area punggung dan leher. Beberapa hal paling umum yang dialami oleh operator pada saat mengendalikan *stacker-reclamer* adalah duduk lama dengan rentang waktu pekerjaan kurang lebih 8 jam, getaran pada seluruh tubuh, ketidakcocokan ergonomis, yaitu perbedaan antara ukuran antropometrik *driver* dan lingkungan fisik mereka. Hal ini termasuk pengendalian mekanis (otomatis atau manual). Ketidaknyamanan yang dirasakan operator menunjukkan adanya masalah ergonomis dalam posisi kerja operator. Intervensi dengan tindakan yang tepat dapat mengurangi kejadian dan tingkat keparahan cedera muskuloskeletal secara signifikan. Dengan menggunakan metode REBA yang tepat, hal tersebut dapat dikurangi hingga sepertiganya. Ini diperoleh dari pekerjaan rendah yang rasa sakitnya dapat dikompensasi. Postur orang yang duduk tergantung pada desain kursi itu sendiri, pekerjaan yang harus dilakukan, dan kebiasaan duduk.

Adanya permasalahan tersebut dapat berdampak pada perusahaan yaitu kinerja karyawan yang tidak maksimal sehingga dapat menurunkan tingkatnya produksi perusahaan.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam karya ini didasarkan pada latar belakang di atas dan mencakup hal-hal berikut.

1. Bagaimana usulan perbaikan terhadap ukuran, bentuk dan posisi tempat duduk kerja karyawan sehingga dapat mengurangi resiko gangguan *musculoskeletal* ?
2. Bagaimana postur kerja karyawan ketika melakukan pekerjaan ?

1.3. Pembatasan Masalah

Agar kajian ini lebih terarah dan komprehensif, batasan masalah dalam kajian ini dibatasi pada analisis evaluasi kursi kabin *stacker reclaimer*. Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan di PLTU Tanjung awar-awar Tuban.
2. Data kecelakaan dan keselamatan kerja dari perusahaan dikumpulkan.
3. Data dikumpulkan dari operator dan karyawan di perusahaan.
4. Data ergonomi diperoleh dari kuesioner dan survei.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk menganalisa postur kerja operator *stacker-reclaimer* saat sedang melakukan pekerjaan dengan metode REBA dan posisi tempat duduk yang efektif untuk mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal yang dapat dialami oleh operator.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat dilihat dari sudut pandang mahasiswa dan tempat dilakukannya penelitian ini dengan rincian sebagai berikut.

1. Memperoleh lebih banyak pemahaman tentang bahaya dan risiko pada posisi kabin operator yang tidak ergonomis.
2. Mendapatkan spesifikasi postur kerja operator dari risiko cedera muskuloskeletal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini dilakukan oleh Thedy Yogasara, Daniel Siswanto dan Rieska Pangeghar(2013) di PT. Sinar Terang Logam Jaya dengan judul Perancangan Ulang Ruang Kemudi *Forklift* Secara Ergonomis didapatkan hasil penelitian mengenai desain tempat kerja ruang kemudi *forklift* dengan menggunakan dasar ergonomis. Hasil penelitian ini menyatakan adanya faktor yang mempengaruhi kecelakaan forklift, yaitu faktor spesifik pekerjaan, faktor perilaku dan operasional, dan faktor desain pekerjaan. Faktor desain tempat kerja merupakan isu penting dalam merancang *forklift* secara ergonomis. Tempat kerja operator forklift tidak lebih dari kabin *forklift*. Komponen kemudi yang akan diselidiki adalah kursi pengemudi, pegangan dan layar. Forklift PT. Sinar Terang Logam Jaya diduga tidak memenuhi kriteria ergonomis dan tidak memperhatikan keterbatasan operator yang bekerja di perusahaan tersebut. Sebuah desain ulang forklift dengan prinsip "fit the man for the job" dan bukan sebaliknya. Tujuannya agar pengemudi forklift dapat menggunakan forklift dengan nyaman dan aman. Kondisi kerja yang ergonomis menciptakan kondisi kerja yang dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas dan kinerja sistem kerja yang relevan.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurrina Riska Amalia, Ida Wahyuni, Ekawati (2017) di PT. Terminal Peti Kemas Semarang dengan judul Hubungan posisi kerja dengan keluhan kelelahan pengemudi container crane bertujuan untuk mengetahui hubungan antara posisi kerja dengan kelelahan pengemudi container crane. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan desain cross sectional. Subyek penelitian ini adalah seluruh operator container crane yang berjumlah 42 orang. Analisis datanya menggunakan Chi-square dengan Fisher Exs Test alternatif dengan tingkat signifikansi 95%. Pengukuran postur kerja menggunakan metode RULA, sedangkan mengukur kelelahan kerja dengan alat ukur kuesioner kelelahan kerja (KAUPK2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan antara posisi kerja ($p = 0,0001$) dengan keluhan kelelahan operator

crane di peti kemas, namun tidak ada hubungan antara umur ($p = 0,188$) dan lama pelayanan ($p = 0,225$). keluhan kelelahan. Penelitian ini memberikan saran kepada perusahaan untuk meremajakan *crane container* lama dengan yang baru sehingga lebih ergonomis dan jumlah keluhan kelelahan kerja dapat berkurang.

Penelitian yang dilakukan oleh Deasy Pardede, A. Rahim Matondang, Listiani Nurul Huda (2013) di PT. YYY dengan judul Analisis ergonomis desain kursi kantor pekerja menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif dengan menggunakan instrumen SNQ (Standard Nordic Questionnaire) dan survey kenyamanan. Fungsi SNQ adalah untuk menginvestigasi nyeri pada bagian tubuh yang disebabkan oleh kursi yang tidak ergonomis. Metode kuantitatif yaitu dengan mengukur ukuran tubuh pemesan dan mentransformasikan kursi dengan menggunakan pendekatan antropometri.. Dalam pendekatan antropometri, beberapa tes dilakukan terhadap ukuran tubuh karyawan. Pengujian yang dilakukan meliputi uji homogenitas, uji kecocokan, uji normalitas dan penentuan nilai persentil. Lebar bahu dan tinggi bahu dihitung berdasarkan persentil ke-95, sedangkan lutut-bokong dihitung berdasarkan persentil ke-50.. Jumlah sampel adalah 39 karyawan. Hasil SNQ menunjukkan pekerja merasakan nyeri di beberapa bagian tubuh, seperti pinggang dan bokong. Jika dibiarkan terus menerus, pekerja dapat terpapar MSDs. Hasil menunjukkan bahwa risiko penyakit telah berkurang. Tingkat postur sebenarnya adalah 6, menunjukkan bahwa kursi perlu diperbaiki, sedangkan tingkat postur simulasi dari kursi yang didesain ulang adalah 3. Level 3 berarti lebih sedikit risiko bagi pekerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Santoso, Haryoand Yoga, Praditya (2010) yang berlokasi di Honda New City VTEC-Steermatic dan Volkswagen New Beetle 1.6L A/T bertajuk *Ergonomic Analysis of Steering Seat and Key Controls in European and Japanese Sedans*. Penggunaan mobil sebagai alat transportasi yang penting ini meningkatkan frekuensi penggunaan yang menimbulkan permasalahan baru yaitu ketidaknyamanan yang disebabkan oleh perbedaan ukuran alat yang digunakan. Hal tersebut yang melatarbelakangi penelitian ini. Permasalahan tersebut adalah menerapkan analisis ergonomis pada setir mobil

sedan Eropa dan Jepang yang dipasarkan di Indonesia dengan menggunakan aspek antropometri pengemudi dan kontrol utama serta aspek biomekanik pengemudi di dalam mobil. Dengan menggunakan ergonomi, khususnya antropometri dan biomekanik pada pengemudi dan kontrol utama (primary control) pada kabin mobil, Anda dapat merasakan perbandingan kenyamanan kedua mobil tersebut. Dengan menggunakan konsep persentil dan perhitungan biomekanik pada subjek yang dipelajari, kelebihan dan kekurangan masing-masing mobil dapat diidentifikasi dan dipelajari dari perspektif antropometri dan biomekanik.

Penelitian yang dilakukan oleh Purwati (2014) di PD. Sonata Jaya dengan judul Menganalisis dan menyempurnakan bentuk fisik kursi kantor mesin jahit dengan memperhatikan aspek ergonomis, PD Sonata Jaya menjelaskan bentuk kursi kantor mesin jahit yang terdiri dari bantalan kursi, penyangga bantalan kursi, kaki kursi, pijakan kaki kursi dan kursi pendukung. Kursi kerja operator menjahit ini kurang ergonomis jika ditinjau dari segi ukuran, material penyusun maupun desain, dan bentuk fisik. Hal ini dapat mempercepat proses kelelahan hingga dapat mengganggu kinerja pengguna dalam bekerja. Masa pakai kursi kantor harus didukung dengan kursi kantor yang baik sehingga dapat memperlambat proses kelelahan. Berdasarkan uraian di atas, memang perlu dilakukan analisis dan perbaikan bentuk fisik kursi jahit dalam mendesain kursi jahit yang ergonomis. Penelitian diawali dengan pengumpulan data berupa wawancara dan data antropometri yang kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis statistik dan perhitungan antropometri. Memperbaiki bentuk fisik kursi kantor penjahit dan mensimulasikan ergonomi kursi menggunakan perangkat lunak (Manikin In Catia Related 13). Penyempurnaan ini menghasilkan perubahan ukuran dan desain atau bentuk fisik kursi jahit yang lebih ergonomis. Perubahan dimensi dan desain atau bentuk fisik kursi jahit diharapkan dapat memperlambat prosesnya kelelahan.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

| No | Peneliti | Judul | Sumber Referensi | Metode | Permasalahan | Hasil Penelitian |
|----|--|---|------------------|---|--|--|
| 1 | Theddy Yogasara, Daniel Snatoso, dan Rieska Panghegar | Rancangan Setir ergonomis dengan PT. Sinar metalik cahaya Jaya | | Metodenya melaksanakan prinsip " <i>fit the job to the man</i> " | Faktor yang berkontribusi terjadinya kecelakaan <i>forklift</i> | Hasil penelitian menunjukan bahwa dengan menggunakan prinsip tersebut diharapkan mampu memberikan rasa nyaman dan aman pada operator dalam mengoperasikan alat <i>forklift</i> |
| 2 | Nurrina Amalia Riska, Ida Wahyuni, dan Ekawati | Hubungan posisi kerja dengan keluhan kelelahan kerja pada pengguna container crane PT. Terminal Peti Kemas Semarang | | Metode RULA untuk pengukuran postur kerja dan alat ukur perasaan kelelahan kerja kuesioner (KAUPK2) untuk kelelahan kerja | Hubungan posisi kerja dengan tingkat kelelahan pengemudi container crane | Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan antara posisi kerja ($p = 0,0001$) dengan keluhan kelelahan operator crane di peti kemas, namun tidak ada hubungan antara umur ($p = 0,188$) dan lama pelayanan ($p = 0,225$). keluhan kelelahan |
| 3 | Deasy M. Pardede, A. Rahim Matondang, dan Listiyani Nurul Huda | Analisis Ergonomi Desain Kursi Kerja Karyawan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif di PT. YYY | | Metode tools SNQ (<i>Standar Nordic Questionnaire</i>) dan kuisisioner kenyamanan | Jenis sakit akibat kerja yang dipengaruhi oleh kursi kerja karyawan | Hasil SNQ menunjuk bahwa karyawan merasakan sakit pada bagian tubuh seperti pinggang, pantat. Jika terus menerus, hal tersebut dapat mengakibatkan MSDs pada karyawan |

| | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|---|--|--|
| 4 | Santoso, Haryoand Yoga, dan Praditya | Analisa Ergonomi Kursi Kemudi dan Peralatan Kontrol Utama Pada Mobil Sedan Eropa | | Antropometri dan biomekanika | ketidaknyamanan karena ketidaksesuaian ukuran pada peralatan yang dipakai | Hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan penerapan ergonomi, khususnya Antropometri dan Biomekanika pada kursi kemudi dan peralatan kontrol utama (<i>primary controls</i>) pada kabin mobil, perbandingan kenyamanan pada kedua mobil dapat diketahui |
| 5 | Purwati | Analisis dan perbaikan bentuk fisik kursi kantor operator jahit untuk aspek ergonomis, di PD di Sonata Jaya | | Menggunakan perangkat lunak (<i>software</i>) Manikin In Catia Related 13 | Pengaruh alas duduk, penyangga alas duduk, kaki kursi, penyangga kaki kursi dan penyangga kursi terhadap tingkat kelelahan kerja | Hasil penelitian menunjukkan perbaikan bentuk fisik kursi kantor operator jahit, serta simulasi ergonomi kursi menggunakan perangkat lunak Manikin's In Catia Related 13 yang membuat pekerjaan operator lebih ergonomis. Perubahan dimensi dan desain kursi kantor diharapkan dapat memperlambat perkembangan kelelahan |

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Ergonomi

Ergonomi secara etimologis berasal dari bahasa Yunani, yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti peraturan/hukum. Menurut Pulat (1992), ergonomi secara sederhana didefinisikan sebagai studi tentang interaksi antara manusia dengan peralatan yang mereka gunakan dan lingkungannya. Definisi ini menunjukkan unsur-unsur dasar ergonomi, yaitu manusia, benda/peralatan, lingkungan dan interaksi antara semua unsur tersebut. Tujuan Tarwaka et al. (2004) dalam menerapkan ergonomi adalah sebagai berikut.

- a. peningkatan kesejahteraan fisik dan mental melalui pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, pengurangan beban kerja fisik dan mental, promosi dan pencarian kepuasan kerja.
- b. meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, pengelolaan dan koordinasi kerja yang efektif, serta peningkatan jaminan sosial baik selama hidup produktif maupun setelah hidup tidak produktif.
- c. Untuk menciptakan keseimbangan yang dapat diterima antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomi, antropologi dan budaya dalam setiap sistem kerja yang diterapkan untuk menciptakan kualitas kerja dan kehidupan yang tinggi.

2.2.2 Antropometri

Antropometri secara harfiah berarti ukuran manusia, dalam antropologi fisik, mengacu pada ukuran orang untuk menentukan variabilitas fisik manusia. Saat ini, antropometri memainkan peran penting dalam desain industri, desain pakaian, ergonomi dan arsitektur. Di daerah-daerah tersebut, informasi statistik tentang distribusi ukuran tubuh populasi sangat diperlukan untuk menghasilkan produk yang optimal.

Data antropometrik diambil dari publikasi sebelumnya. Umumnya saat mengambil dalam aspek ergonomis, pengukuran dipilih berdasarkan tanggal 5-95 rentang persentil. Ini sama dengan 90% populasi pengguna menengah, tetapi tetap saja, untuk sisa 10% nya tidak boleh ada yang mengalami masalah

ketidaknyamanan atau keselamatan. Pheasant (dalam Karwowski, 2005) menjelaskan empat set kendala yang ada pada sebagian besar kasus masalah antropometrik, karenanya juga merupakan dasar untuk sebagian besar rekomendasi ergonomi. Semua data yang disarankan mengikuti pertimbangan ini. Empat batasan utama dari antropometrik adalah jarak bebas, jangkauan, postur dan kekuatan.

Jarak bebas: Batasan satu arah yang menentukan dimensi minimum objek atau jarak, artinya desain ditujukan untuk semuanya, kecuali 5% terbesar populasi, yaitu persentil ke-95, sisanya dari populasi yang akibatnya ditampung.

Jangkauan: Batasan satu arah yang menentukan dimensi maksimum objek atau jarak, artinya desain ditujukan untuk semuanya, kecuali yang terkecil dari 5% populasi, yaitu persentil ke-5, maka sebagai konsekuensinya, seluruh populasi ditampung.

Postur: Postur kerja ditentukan sebagian berdasarkan hubungan antara dimensi tubuh dan tempat kerja atau dimensi tempat kerja, sebagian didasarkan pada preferensi individu. Postur tubuh mempengaruhi bagaimana dan bagian mana otot yang bekerja untuk menstabilkan tubuh saat diam atau menggerakkan anggota badan.

Kekuatan: Kendala satu arah, di mana pengguna yang membatasi adalah yang terlemah. Mungkin menjadi kendala dua hari dalam kasus di mana operasi kontrol yang tidak disengaja telah sangat parah. Ini adalah konsekuensi yang tidak diinginkan.

2.2.3 Biomekanika Kerja

Menurut Chaffin dan Andersson (Baroundes, 2001), biomekanik adalah studi tentang hubungan antara pekerja dan peralatan, tempat kerja, dll., untuk meningkatkan kinerja sambil meminimalkan risiko cedera muskuloskeletal. Biomekanika adalah ilmu yang digunakan dalam pendekatan ergonomi untuk mendesain dan memposisikan tubuh manusia untuk melakukan aktivitas dengan nyaman. Biomekanika berkaitan dengan aspek gerak tubuh manusia dan

merupakan gabungan dari mekanika, antropometri dan ilmu dasar kedokteran (biologi dan fisiologi).

Menurut Pulat (1992), biomekanik berkaitan dengan unsur-unsur mekanik makhluk hidup. Ini berbeda dari biomekanik profesional, yang berhubungan dengan sifat mekanik dan motorik tubuh manusia dan elemen-elemennya. Biomekanika kerja mengambil input dari berbagai ilmu, memiliki metode analisis dan beberapa output.

Menurut Chaffin dan Anderson (Barondes et al, 2000), Tubuh manusia terdiri dari enam sendi, yaitu sebagai berikut ini.

- a. Sendi lengan bawah berbatasan dengan sendi telapak tangan dan siku.
- b. Sendi lengan atas terbatas pada sendi siku dan bahu.
- c. Sendi lengan belakang terbatas pada sendi bahu dan pinggul.
- d. Sendi paha dibatasi oleh sendi pinggul dan lutut.
- e. Sendi tungkai bawah terbatas pada sendi lutut dan pergelangan kaki.
- f. Pergelangan kaki, yang terbatas pada sendi pergelangan kaki dan telapak kaki.

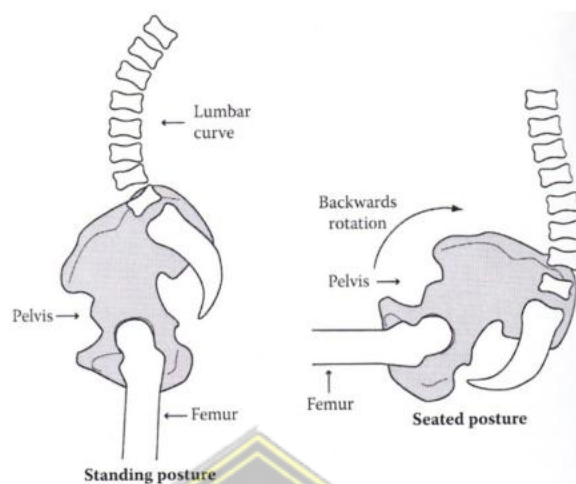


Gambar 2.1 Sendi dan Joint (Chaffin,1999).

2.2.4 Sistem Muskuloskeletal dan Posisi Duduk

Bagian ini memperkenalkan definisi sistem muskuloskeletal dan pentingnya ini ketika berpikir tentang mengubah postur, terutama dari berdiri ke duduk. Sistem muskuloskeletal adalah operasi gabungan dari kerangka dan otot rangka yang memberikan dukungan inti dan keseluruhan gerakan untuk tubuh manusia. Otot rangka membuat hampir setengah dari total berat tubuh manusia dan menyediakan kekuatan yang memungkinkan tubuh untuk bergerak dan mempertahankan postur (Baggaley, 2001). Dengan informasi ini, terbukti bahwa postur yang tidak alami atau postur tidak pas untuk pekerjaan, akan memberikan lebih banyak ketegangan ke sistem otot dan meningkatkan kemungkinan menderita cedera dari paparan berulang.

Ketika mengubah dari posisi berdiri ke posisi duduk, rotasi mundur panggul meratakan kurva tulang belakang lumbar dan mengubah bentuknya. Ini meningkatkan tekanan di bagian posterior cakram intervertebralis dan di dalam inti, membuat kerusakan jangka panjang rentan terjadi. Hal ini secara spesifik telah memberikan implikasi pada cakupan dari ketinggian langkah tumit langkah (jarak vertikal antara titik tumit titik atau kabin lantai dan titik panggul pengemudi) pada posisi mengemudi, sebagai dari kendaraan pengambil dan pengangkat yang berubah dari posisi berdiri ke posisi duduk secara berulang sepanjang hari. Selain itu literatur menunjukkan bahwa pekerjaan penanganan manual dan membawa muatan sepanjang hari membuat kelompok pekerja ini rentan mengalami ketidaknyamanan muskuloskeletal (Sang et al., 2009).



Gambar 2.2 Rotasi Panggul Saat Berubah dari Postur Berdiri ke Duduk
(Gyi, 2013).

a. Tinggi Kursi

Salah satu aspek kunci dari desain kursi adalah ketinggian permukaan atas alas kursi yang diukur dari permukaan lantai. Jika bagian bawah kursi terlalu tinggi, bagian bawah paha tertekan, yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan mengurangi sirkulasi darah. Sebaliknya, jika alas kursi terlalu rendah, kaki akan meregang dan mengarah ke depan, sehingga kaki mengganggu kestabilan tubuh.

Orang badan tinggi merasa lebih nyaman bahkan di kursi rendah daripada kursi pendek dengan kursi terlalu tinggi. Secara antropometrik, tinggi hamstring persentil ke-5 sudah tepat untuk menentukan tinggi seluruh alas dudukan.

b. Kedalaman Kursi

Kedalaman kursi diukur dari depan kursi ke belakang. Jika kedalaman alas kursi terlalu besar, bagian depan atau tepi permukaan kursi menekan area di belakang lutut dan memutus sirkulasi di kaki, menyebabkan iritasi, penggumpalan darah, dan rasa tidak nyaman. Jika kedalaman alas jok terlalu sempit, akan melemahkan penyangga paha bagian bawah. Ukuran yang salah melemahkan kestabilan tubuh, dan kekuatan otot yang dibutuhkan untuk menjaga keseimbangan meningkat. Secara antropometri, panjang antara pantat

dan lutut menjadi acuan untuk menentukan kedalaman tempat duduk yang tepat. Data persentil ke-95 tidak cocok untuk pengguna terkecil, sedangkan data persentil ke-5 tidak cocok untuk pengguna terbesar.

c. Sandaran Punggung

Tugas utama sandaran adalah menopang daerah lumbar. Tinggi total sandaran dapat variasi sesuai dengan jenis dan tujuan kursi. Kursi yang tidak memiliki penyangga punggung akan mempercepat rasa lelah dan menambah nyeri atau nyeri pada punggung dan pinggang akibat posisi duduk yang salah. Secara antropometri, tinggi bahu kursi persentil ke-95 merupakan pedoman untuk menentukan tinggi sandaran yang benar. Sandaran harus ada meskipun hanya digunakan untuk waktu yang singkat. Ini juga penting untuk stabilitas saat mengoperasikan kontrol tangan atau kaki, gaya penangkal diberikan pada kontrol. Sandaran tingkat menengah disarankan di mana mendukung punggung atas dan bahu yang diinginkan, seperti halnya ketika menggunakan kontrol tangan presisi tinggi 500 mm adalah estimasi yang tidak tepat dari ketinggian sandaran yang sesuai (Pheasant, 1996), cukup untuk mendukung pengerahan tenaga yang nyaman pada kontrol.

Jika operator *crane* harus berputar ke arah sekitar untuk melihat lebih baik dan dilakukan secara , ini mungkin terlalu tinggi dan menyebabkan ketegangan di leher dan bahu ketika operator hanya bisa menoleh dan tidak seluruh batang tubuh. Untuk memungkinkan kelengkungan tulang belakang yang sehat, jarak antara sandaran dan kursi permukaan harus antara 152 dan 190 mm untuk pria dan antara 127 dan 190 untuk perempuan. 95° hingga 115° sebagai yang lebih disukai sudut dari permukaan tempat duduk. Permukaannya harus sedikit cembung (Croney, 1971). Sandaran tidak boleh terlalu lebar, karena bisa menghambat gerakan lengan. Alexander (1986) menyarankan lebar maksimum 330 mm, untuk pembersihan siku.

d. Bantalan

Tujuan tujuan bantalan pada dasarnya adalah untuk mendistribusikan tekanan relatif terhadap berat ke area yang lebih luas pada titik kontak dengan permukaan. Tulang duduk pada pantat adalah area sensitif yang paling

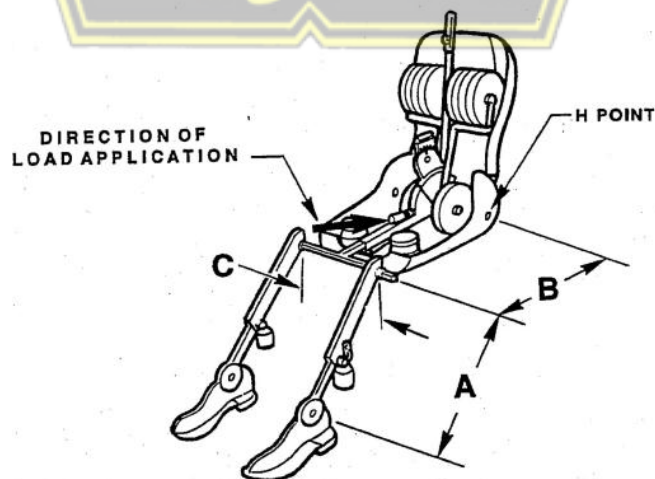
mempunyai bantalan. Kursi dengan alas datar yang keras tidak nyaman untuk digunakan dalam waktu lama. Demikian pula, kursi yang terlalu empuk dapat menyebabkan ketidaknyamanan. Beberapa rekomendasi bantalan antara lain 3,8 cm untuk busa sedang dan 1,3 cm untuk busa tebal.

2.2.5 Postur Kerja Duduk dan Mengemudi

Efisiensi dari setiap postur dari sudut pandang biomekanik dapat ditentukan oleh sejauh mana ia memuat kerangka dan otot postural (Gyi, 2013). Tekanan postural adalah akibat dari gaya gravitasi (dan lainnya) bertindak pada tubuh dan kekuatan yang dibutuhkan oleh aktivitas otot untuk mempertahankan postur tertentu. Upaya otot yang diperlukan untuk duduk lebih besar daripada untuk berdiri. Tekanan intra-diskus di tulang belakang adalah 40% lebih tinggi dalam duduk daripada dalam berdiri.

Tabel 2.2 Ringkasan kursi yang dirancang secara baik dan dirancang secara buruk (diadaptasi dari Gyi, 2013).

| Tempat Duduk yang Didesain Baik | Tempat Duduk yang Didesain Buruk |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Berat tubuh belakang diambil oleh sandaran • Otot-otot di punggung terasa santai • Lengkung tulang belakang lumbar dapat didukung | <ul style="list-style-type: none"> • Lengkung tulang belakang pilih (tidak terdukung) • Peningkatan tekanan dalam disk • Mengencangkan ligamen tulang belakang dan otot gluteal dan meningkatkan kurva berbentuk c toraks di tulang belakang bagian atas (peningkatan kyphosis). |



Gambar 2.4 Manekin hip-point OSCAR.

Postur duduk standar yang telah disorot menawarkan panduan untuk tempat duduk kendaraan konvensional. Literatur ini penting karena konsepnya postur tinggi dihilangkan dari konvensi 'posisi duduk normal'. Akibatnya, standar yang ditaati dalam industri otomotif saat ini tidak cocok untuk perbandingan dan tidak menawarkan panduan untuk tempat duduk yang ditinggikan.

2.2.6 Metode Analisis Postur: *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

Rapid Entire Body Assessment (REBA) adalah metode yang digunakan untuk menilai tingkat risiko suatu posisi kerja. REBA dikembangkan oleh Sue dan Hignett dan pertama kali dipresentasikan ke publik pada tahun 2000. Pengembangan metode ini didasarkan pada beberapa metode evaluasi ergonomi sebelumnya seperti NIOSH Lifting Equation, Rating of Perceived Exertion, OWAS, Body Part Discomfort Survey dan Rapid Upper Limb Assessment (Hignett and McAtamney, 2000). REBA membagi bagian tubuh menjadi 6 bagian yaitu: *trunk* (badan), *neck* (leher), *legs* (kaki), *upper arms* (lengan atas), dan *lower arms* (lengan bawah). Untuk mendapatkan skor REBA secara keseluruhan, ada beberapa langkah yang perlu dilakukan yang di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Ambil foto posisi yang akan dianalisis
- b. Penilaian sudut enam bagian tubuh yang dianalisis
- c. Mengubah data sudut menjadi klasifikasi posisi menurut REBA
- d. Tentukan beberapa penyesuaian, seperti apakah gaya dilepaskan oleh benda pada posisi ini.

Klasifikasi REBA yang sangat bergantung pada informasi sudut yang didapatkan ini mengakibatkan penentuan sudut secara tepat sangatlah penting ketika menggunakan metode ini. Untuk mendapatkan sudut yang tepat dari leher, badan, dan beberapa bagian tubuh lainnya, foto dari postur yang dianalisis sebaiknya diambil dari sudut pengambilan gambar yang tepat.

Analisis REBA dibagi menjadi dua kelompok yang berbeda, yaitu kelompok A yang terdiri dari leher, punggung, dan kaki, dan kelompok B yang terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Setiap kelompok memiliki skala penilaian postur dan nilai yang berbeda yang dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan. Dalam analisis REBA, selain evaluasi posisi

tubuh, hal-hal lain juga dipertimbangkan, seperti nilai beban atau gaya yang diterapkan dan faktor yang terkait dengan kopling atau pegangan.

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
 +1 (0-20°) +2 (20-30°) +3 (30-45°) +4 (45-60°) +5 (60-75°) +6 (75-90°)
 Step 1a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position
 +1 (0-20°) +2 (20-30°) +3 (30-45°) +4 (45-60°) +5 (60-75°) +6 (75-90°)
 Step 2a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs
 +1 (0-30°) +2 (30-60°) +3 (60-90°) +4 (90-120°) +5 (120-150°) +6 (150-180°)
 Adjust: 30-60° +50°

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Step 5: Add Force/Load Score
 If load < 11 lbs: +0
 If load 11 to 22 lbs: +1
 If load > 22 lbs: +2
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Step 6: Score A, Find Row in Table C
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Table A: Neck, Trunk and Leg Scores

| | Neck | | |
|---------------------|---------|---------|---------|
| Table A | 1 | 2 | 3 |
| Legs | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 |
| Trunk Posture Score | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 |

Table B: Lower Arm Scores

| | Lower Arm | |
|-----------------|-------------|---------|
| Table B | 1 | 2 |
| Wrist | 1 2 3 1 2 3 | 1 2 3 |
| Upper Arm Score | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 |

Table C: Coupling Score

| Score A | Score B (table B value x coupling score) | | | | | | | | | | | |
|---------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Score A | 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 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 5 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 6 | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:
 +1 (0-20°) +2 (20-45°) +3 (45-90°) +4 (90-180°)
 Step 7a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:
 +1 (0-30°) +2 (30-60°) +3 (60-90°) +4 (90-120°) +5 (120-150°) +6 (150-180°)

Step 9: Locate Wrist Position:
 +1 (0-15°) +2 (15-45°) +3 (45-90°) +4 (90-135°) +5 (135-180°)

Step 9a: Adjust...
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score
 Well fitting Handle and good power grip: good: +0
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Step 12: Score B, Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score
 -1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 -1 Repeated small range actions (more than 4% per minute)
 -1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Scoring:
 1 = negligible risk
 2 or 3 = low risk, change may be needed
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
 11+ = very high risk, implement change

Final REBA Score

Gambar 2.5 Pedoman Pengukuran REBA.

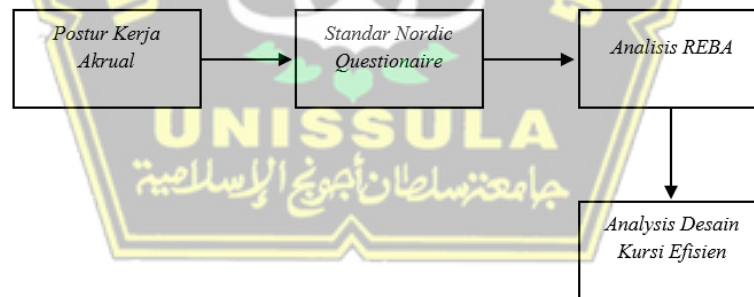
Gambar 2.5. di atas adalah formulir REBA yang diambil dari Hignett dan MacAtamney (2000), Rapid Entire Body Assessment, Applied Ergonomics, 201-205. Langkah-langkah dalam analisis REBA adalah sebagai berikut.

1. Carilah informasi berupa gambar tentang posisi karyawan yang melakukan aktivitas Anda.
2. Tentukan bagian tubuh yang akan dianalisa dengan REBA.
3. Menentukan nilai masing-masing jabatan sesuai Lembar Kerja Evaluasi Pegawai REBA.
4. Tentukan skor posisi pada masing-masing kelompok (A dan B) dengan melihat tabel skor A dan B.
5. Tentukan nilai A dengan menambahkan nilai bobot pada pada postur tubuh atau gaya yang digunakan.
6. Tentukan nilai B dengan menambahkan nilai posisi B pada faktor pegangan.
7. Tentukan nilai C dengan mengacu pada tabel estimasi C.

8. Tentukan nilai tindakan yang dilakukan.
9. Tambahkan nilai C dan nilai aktivitas untuk mendapatkan nilai akhir analisis REBA.
10. Tentukan tingkat risiko dan buat keputusan tentang perbaikan.
11. Membuat model, ruang, metode kerja, dan lingkungan kerja baru untuk mendapatkan perbaikan.
12. Menerapkan dan mengevaluasi kembali perbaikan yang diusulkan.
13. Penilaian kembali perbaikan yang telah dilaksanakan dengan menggunakan metode REBA.
14. Evaluasi perbandingan nilai REBA kondisi sebelum dan sesudah perbaikan.

2.3. Kerangka Berpikir

Penelitian ini akan menghasilkan temuan-temuan terkait dengan evaluasi keamanan dan kenyamanan ergonomis dari tempat duduk dalam kabin *crane*. Berdasarkan tinjauan pustaka dan landasan teori di atas, maka kerangka berpikir pada penelitian ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 1.6 berikut ini.



Gambar 2.6 Kerangka Berpikir

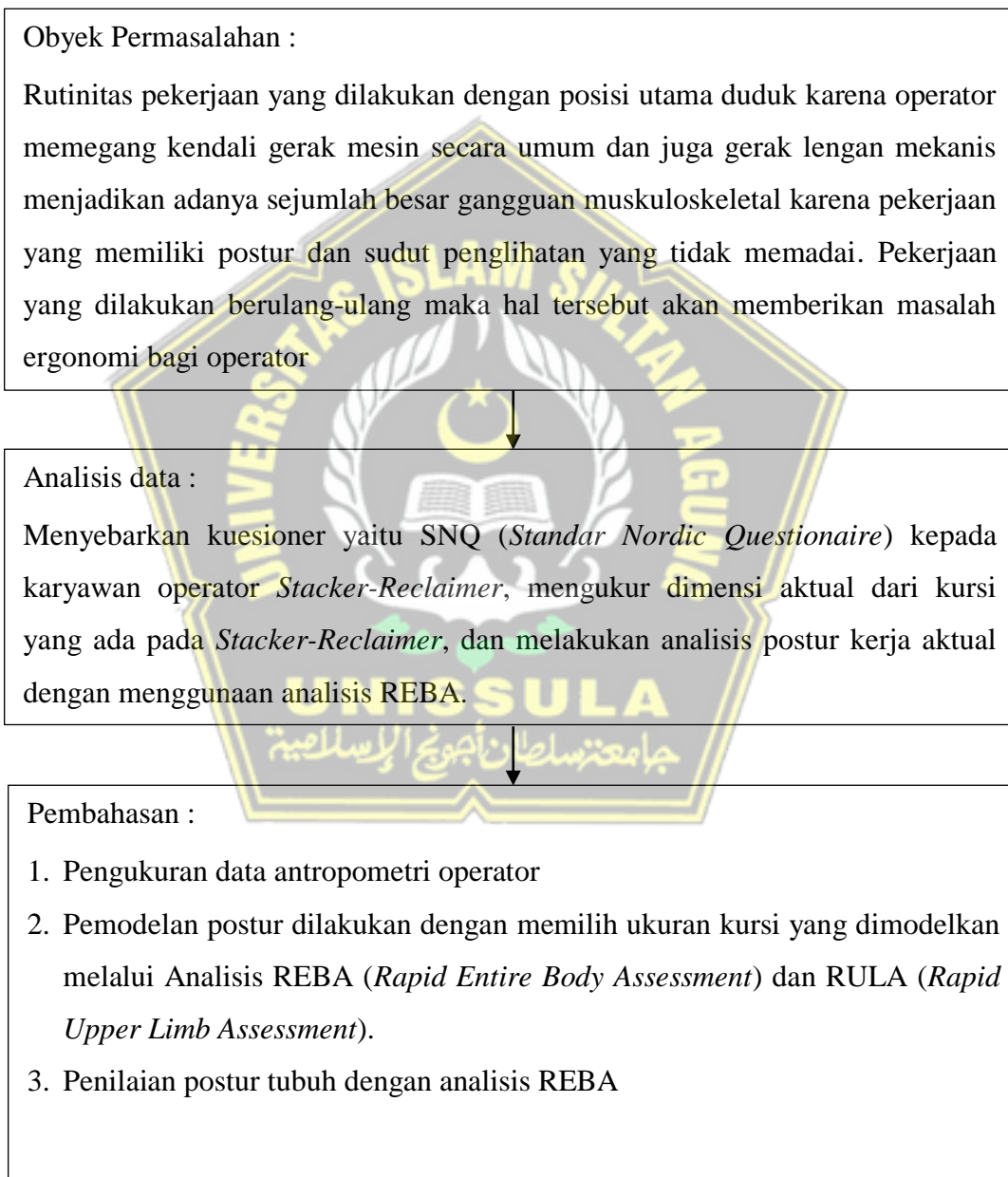
2.4. Hipotesis

Berdasarkan studi pustaka dari beberapa literatur jurnal dan sumber pustaka yang lain, maka penulis mengambil hipotesa atau pra anggapan bahwa dimensi kursi tempat duduk operator *Stacker-Reclaimer* masih belum tepat sehingga masih memerlukan perbaikan dalam dimensinya. Menurut Purwati (2014) penggunaan

perangkat lunak (*software*) dalam pembuatan dimensi kursi tempat duduk operator diharapkan mampu mengurangi resiko tingkat kelelahan.

2.5. Kerangka Teoritis

Berdasarkan kerangka berpikir penulis, maka hipotesis dari penelitian ini dapat dijelaskan dalam skema sebagai berikut :



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahap Penelitian

Tahap penelitian adalah tahap di mana penentuan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian dari awal hingga akhir ditetapkan.

3.2. Studi Pustaka

Pada tahap ini, studi kepustakaan guna mendapatkan data-data dan informasi-informasi teoritis dilakukan. Data-data tersebut akan dimanfaatkan sebagai acuan dalam menentukan landasan teori. Studi pustaka didapatkan dari jurnal, buku-buku, majalah-majalah, dan literatur yang berhubungan dengan manajemen risiko kecelakaan kerja.

3.3. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini, observasi awal untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya di lapangan dilakukan. Informasi-informasi di lapangan diperoleh dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan untuk melengkapi data yang diperlukan dalam analisa penyebab permasalahan.

3.4. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahapan ini, pengumpulan dan pengolahan data dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui penyebaran kuesioner kepada responden dan data pengamatan langsung berupa data dimensi tubuh manusia.

3.5. Teknik Analisa Data dan Pembahasan

Proses pekerjaan ini membutuhkan aktivitas yang rutin sehingga dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal. Dalam proses analisis ini, ada beberapa langkah dalam pengolahan data seperti merekam, mengamati, menganalisis, dan mendokumentasikan hasil. Sebuah proses bekerja di kabin *stacker-reclaimer* dilakukan oleh pekerja untuk proses manual yang direkam dan selanjutnya di

analisis. Waktu tugas dan pengulangan tugas dicatat dari video. Beberapa tahapan yang dilakukan dalam analisa data adalah sebagai berikut.

1. Penelitian awal dilakukan dengan menyebarkan kuesioner yaitu SNQ (*Standar Nordic Questionnaire*) kepada karyawan operator *Stacker-Reclaimer*. Kuisisioner berisi pertanyaan mengenai bagian-bagian yang dapat terasa sakit pada saat menjalankan *Stacker-Reclaimer* atau setelahnya. Dengan kata lain, SNQ digunakan untuk mengukur ketidaknyamanan yang dirasakan oleh opetator.
2. Mengukur dimensi aktual dari kursi yang ada pada *Stacker-Reclaimer* untuk menganalisis ketidak ergonomisan yang ada.
3. Melakukan analisis postur kerja aktual dengan menggunakan analisis REBA. Leher, tubuh, kaki, sudut lengan kali diperiksa dan selanjutnya dihitung dengan REBA. REBA adalah metode yang dikembangkan untuk analisis ergonomis *workstation* di mana seluruh aktivitas tubuh dilaporkan dapat berbahaya. Untuk melakukan penilaian REBA, *observasi* diperoleh dari anggota badan dan postur tubuh yang paling sering digunakan, juga memperhatikan sudut sendi ekstrim, durasi, serta kekuatan.

Pertama, pengamatan dilakukan terhadap badan, leher dan kaki. Postur tersebut kemudian diberikan nilai numerik sehubungan dengan seberapa jauh mereka menyimpang dari posisi netral. Setelah itu, skor postur ditentukan dari Tabel A menggunakan nilai numerik pengamatan sebelumnya. Selanjutnya, skor penggunaan otot dan skor kekuatan ditambahkan ke nilai yang ditentukan oleh Tabel A. Postur lengan bawah, lengan atas dan pergelangan tangan baru diperiksa setelahnya. Postur kemudian diberi nilai numerik dalam hubungannya seberapa jauh mereka menyimpang dari posisi netral, lalu skor postur ditentukan dari Tabel B menggunakan nilai numerik dari pengamatan sebelumnya. Berikutnya, skor penggunaan otot dan skor kekuatan ditambahkan ke nilai yang ditentukan oleh Tabel B. Setelah nilai-nilai dari bagian A dan B telah dihitung, nilai-nilai ini digunakan untuk mencari hasil Tabel C. Skor Tabel C dikombinasikan dengan Skor Tabel C

digabungkan dengan skor aktivitas untuk menghasilkan skor akhir. REBA kemudian mencantumkan sekumpulan nilai dengan rekomendasi.

Tabel-tabel berikut menunjukkan gambaran analisis REBA untuk analisis lengan, pergelangan tangan, leher, *trunk* dan tungkai dalam proses manual. Analisis dilakukan untuk operator kabin *stacker-reclaimer*.

Tabel 3.1 A

| REBA | | Skor |
|---------------------------------|-------------------|------|
| Analisis Leher, Badan, dan Kaki | Skor Leher | |
| | Skor Badan | |
| | Skor Kaki | |
| | Skor Postur Tubuh | |
| | Skor Beban Gaya | |
| Total Skor A | | |

Tabel 3.2 B

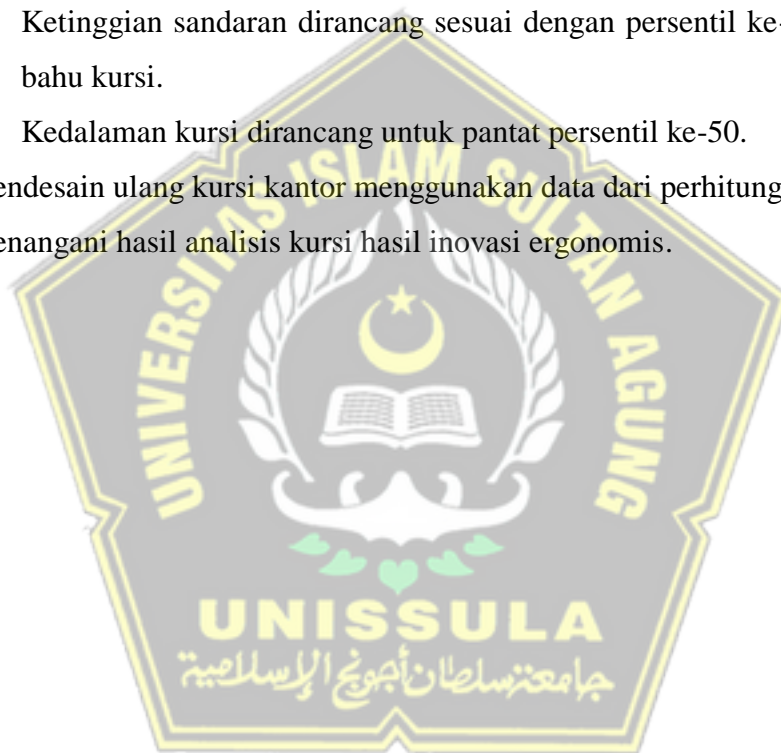
| REBA | | Skor |
|--------------------------|-------------------|------|
| Analisis Lengan dan Jari | Skor Lengan Atas | |
| | Skor Lengan Bawah | |
| | Skor Jari | |
| | Skor Postur Tubuh | |
| | Total Skor B | |
| Skor Aktivitas | | |
| Skor Tabel C | | |
| Skor Akhir REBA | | |
| Rekomendasi | | |

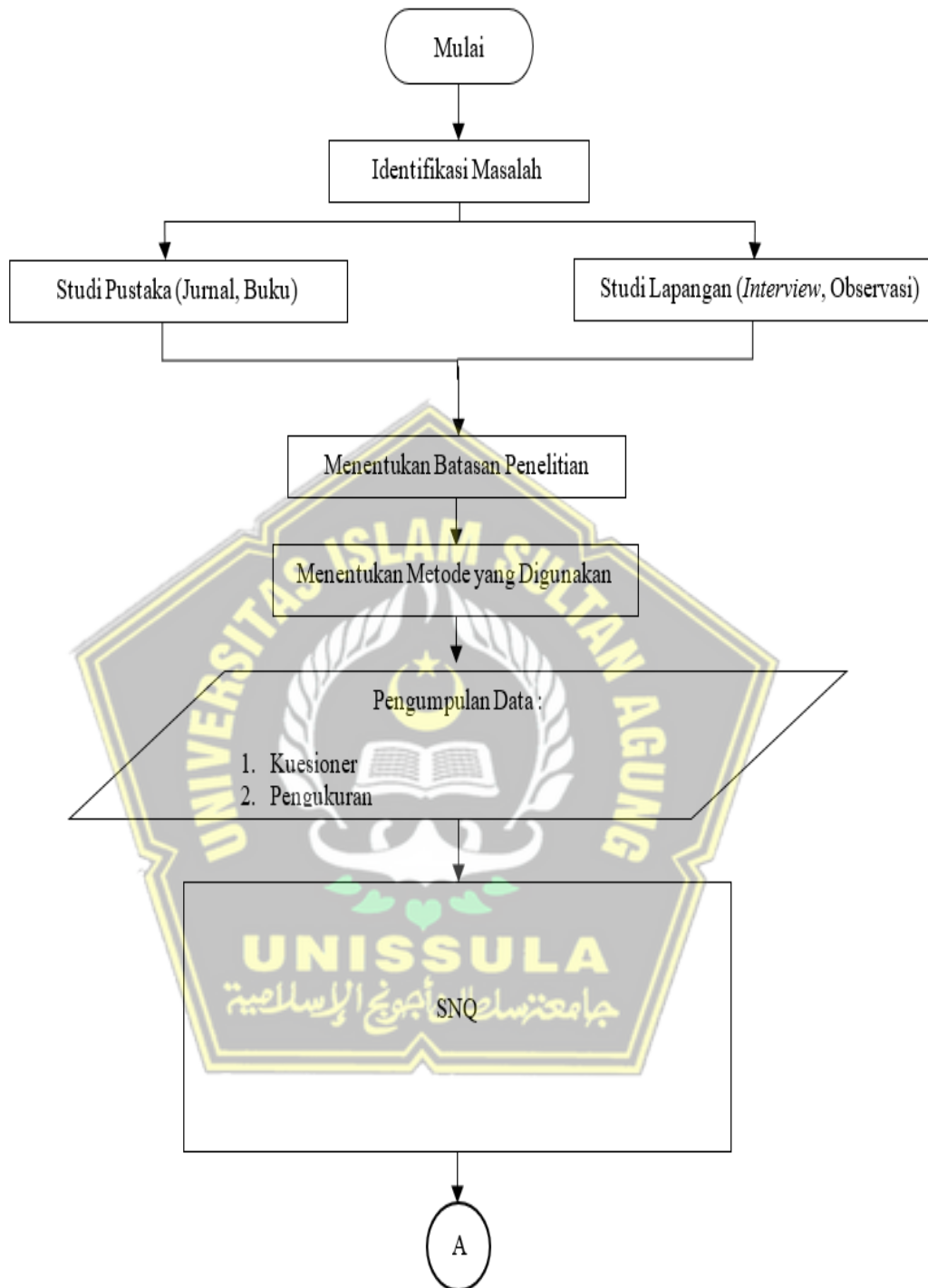
4. Melakukan pengukuran dimensi tubuh karyawan operator secara khusus terkait hal-hal berikut ini.
 - a. Lebar Bahu
 - b. Tinggi Bahu Duduk
 - c. Pantat Popliteal
 - d. Tinggi Popliteal

Lebar bahu digunakan untuk mendesain lebar punggung, tinggi bahu kursi digunakan untuk mendesain tinggi punggung, tekukan lutut dan pergelangan tangan kanan digunakan untuk mendesain panjang kursi sebesar

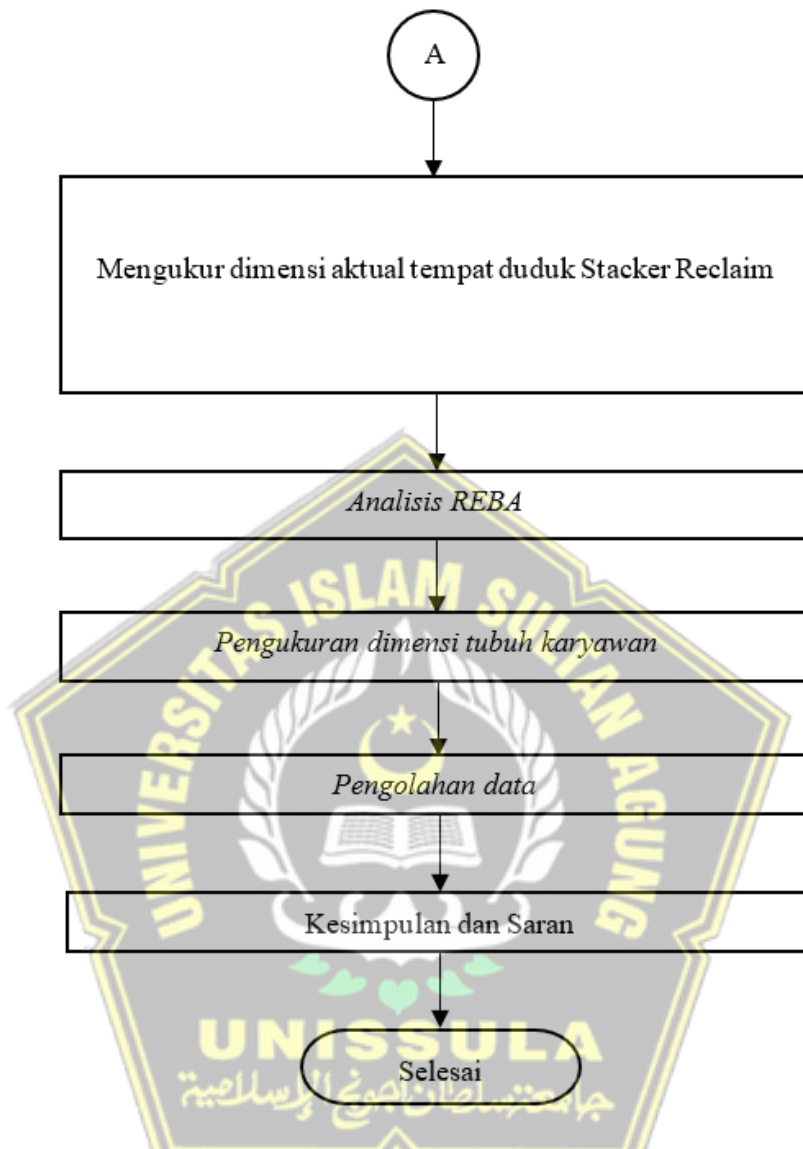
7,69% dari total jumlah karyawan. Demikian selanjutnya sampai kepada jumlah karyawan yang mengalami sakit di bagian kaki kanan. Tinggi popliteal untuk mendesain ulang tinggi kursi dari lantai sebelum didesain *adjustable*.

5. Pengolahan ukuran tubuh. Bentuk pengolahannya adalah perhitungan uji data, uji kecukupan data, uji distribusi normal dan perhitungan persentil. Persentase yang digunakan antara lain.
 - a. Lebar bahu sesuai dengan lebar bahu persentil ke-95.
 - b. Ketinggian sandaran dirancang sesuai dengan persentil ke-95 dari tinggi bahu kursi.
 - c. Kedalaman kursi dirancang untuk pantat persentil ke-50.
6. Mendesain ulang kursi kantor menggunakan data dari perhitungan persentil.
7. Menangani hasil analisis kursi hasil inovasi ergonomis.





Gambar 3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian (Lanjutan)

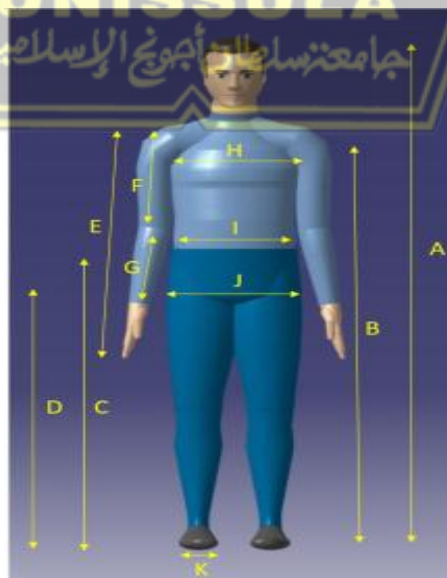
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Pengamatan

Data antropometri sampel dicatat dan diperoleh dari operator dengan rentang ketinggian dan massa tubuh yang berbeda. Data antropometri yang diukur dibandingkan dengan data yang ada untuk memudahkan validasi. Data-data tersebut ditabulasi untuk di-input ke dalam dimensi kursi operator *Stacker-Reclaimer*, untuk kemudian diukur. Data antropometri manusia digunakan untuk model dari data yang ditentukan untuk analisis ergonomi dalam kondisi statis. Model postur disesuaikan menurut posisi operator secara *real-time*. Analisis RULA dilakukan untuk model manusia dalam posisi mengemudi. Hasil yang diperoleh dari pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan grafik RULA standar. Kesimpulan ini dibuat sesuai dengan tingkat tekanan dan skor RULA yang didapatkan.

4.1.1. Pengukuran Data Antropometri Operator

Penelitian ini mendapatkan sampel sebanyak 2 operator *Stacker-Reclaimer*. Data parameter dari operator *Stacker-Reclaimer* yang diukur adalah sebagai berikut.



Gambar 4.1 Representasi Operator *Stacker-Reclaimer*.

Keterangan:

A : Tinggi total saat berdiri

B : Tinggi dari dada sampai kaki saat berdiri

C : Tinggi dari pinggang sampai ujung kaki saat berdiri

D : Tinggi dari perut sampai kaki saat berdiri

E : Total panjang lengan

F : Panjang total lengan atas

G : Panjang total lengan bawah

H : Lebar dada

I : Lebar pinggang

J : Lebar perut

K : Lebar pergelangan kaki

4.1.2. Kabin Operator

Kabin operator *stacker-reclaimer* merupakan pusat kendali dari operasi *stacker-reclaimer*. Kabin aslinya tidak memiliki kursi sehingga operasionalnya dilakukan dengan berdiri. Hal ini tidak memberikan kenyamanan bagi operator. Setelah itu, di kabin menggunakan kursi kayu.

4.2. Hasil Analisis

4.2.1. Pemodelan Postur

Data dimensi kursi dan data antropometri manusia di bawah pemodelan 'Desain dan Analisis Ergonomis'. Pemodelan postur dilakukan dengan memilih ukuran kursi yang dimodelkan melalui Analisis REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) dan RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*).

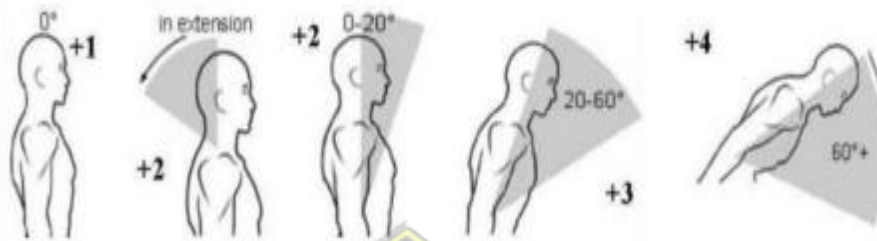
4.2.1.1 Penilaian Postur Tubuh REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

Umumnya, penilaian postur tubuh menggunakan REBA terdiri dari dua analisis, yaitu analisis leher tubuh dan kaki; serta analisis lengan dan jari-jari.

Postur tubuh Grup A terdiri dari batang tubuh (trunk), neck (leher) dan leg (kaki).

1. Batang Tubuh (*Trunk*)

Skor peringkat bagian tubuh (trunk) ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.4 Batang Tubuh Dengan Kondisi Menyorong Ke Depan

Posisi badan operator dalam kondisi sedikit menyorong ke depan dengan sudut sebesar 12°. Dengan demikian, posisi batang tubuh operator diberi skor +2.

2. Leher (*Neck*)

Skor leher (neck) ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Leher Dengan Kondisi Menyorong Ke Depan

Posisi leher operator dalam kondisi sedikit menyorong ke depan dengan sudut sebesar 26°. Dengan demikian, posisi leher operator diberi skor +2.

3. Kaki (*Legs*)

Skor kaki dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.6 Kaki Dengan Posisi Berdiri

Posisi kaki operator berada dalam posisi duduk sehingga kondisinya membentuk sudut lebih dari 60o. Dengan demikian, posisi kaki operator ini diberi skor +3.

Skor posisi leher, badan dan kaki dimasukkan ke dalam Tabel 4.1 di bawah ini untuk penilaian.

Tabel 4.1 Skor Kelompok A analisis REBA

| Tabel A | Leg | Neck | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Trunk | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 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 |

Tabel A di atas merupakan kombinasi dari nilai posisi Grup A, leher dan kaki untuk mendapatkan poin Tabel A. Skor pada Tabel A kemudian ditambahkan ke jumlah beban atau gaya yang diterapkan pengguna selama aktivitas. Skor untuk grup A diperoleh sebesar 5.

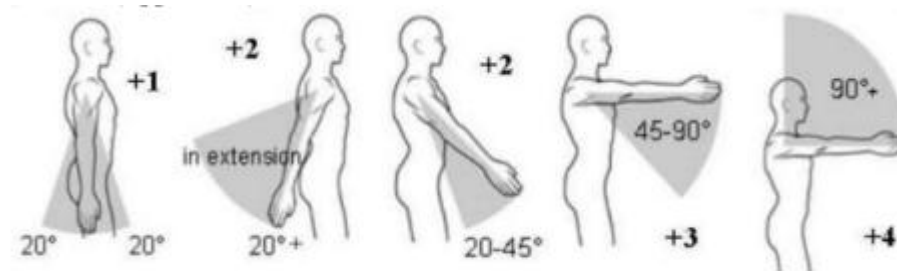
Skor Grup B terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan).



Gambar 4.7 Postur Kerja Operator *Stacker-Reclaimer 2*

1. Lengan Atas (*Upper Arm*)

Skor lengan atas dapat dilihat seperti pada gambar berikut.

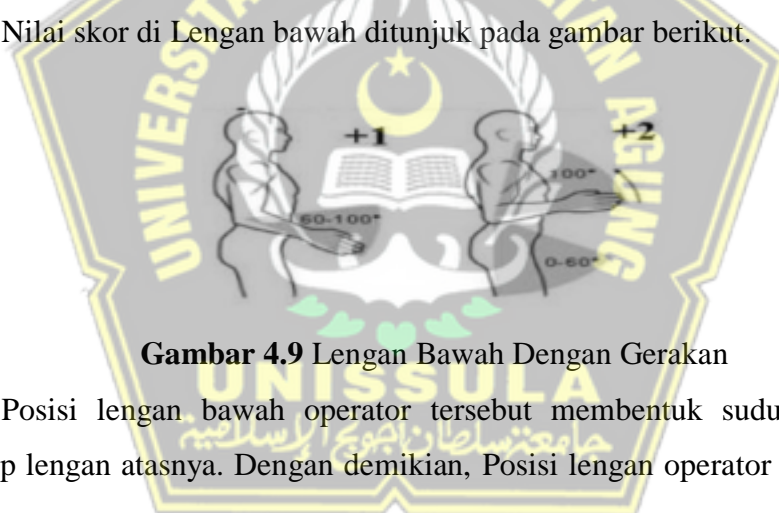


Gambar 4.8 Lengan Atas Dengan Gerakan

Posisi lengan atas operator bergerak sedikit ke depan dengan membentuk sudut sebesar 160 dengan garis vertikal. Dengan demikian, posisi lengan atas operator ini diberi skor +1.

2. Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Nilai skor di Lengan bawah ditunjuk pada gambar berikut.

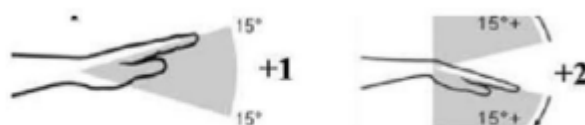


Gambar 4.9 Lengan Bawah Dengan Gerakan

Posisi lengan bawah operator tersebut membentuk sudut sekitar 92o terhadap lengan atasnya. Dengan demikian, Posisi lengan operator ini diberi skor +1.

3. Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Skor Titik pergelangan tangan bawah (pergelangan tangan) ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.10 Pergelangan Tangan Dengan Gerakan

Posisi pergelangan tangan pengguna membentuk sudut hanya kurang lebih 6° terhadap lengan atas. Dengan demikian, posisi pergelangan tangan operator ini diberi skor +1.

Tabel B merupakan kombinasi nilai kelompok B nilai posisi *upper arm*, *forearm* dan *wrist* untuk menghasilkan skor Tabel B. Poin-poin dari Tabel B kemudian ditambahkan bersama untuk mendapatkan nilai untuk setiap lengan. Nilai Tabel B ditambah 0 (nol) yang berarti baik atau beban ada pegangannya dan pengemudi mengangkat beban hanya setengah usaha ditambah 1 (satu) yang berarti cukup atau beban ada pegangannya walaupun tidak ada setir dan Pengemudi mengangkat beban dengan badan lainnya ditambah 2 (dua) yang berarti kurang atau tidak melekatnya beban dan ditambah 3 (tiga) yang berarti tidak dapat diterima yaitu tidak melekat kuat. bagian tubuh lainnya tidak dapat membantu beban atau pengguna dalam mengangkat beban.

Tabel 4.2 Skor Kelompok B Analisis REBA

| Tabel B | | Lower Arm | | | | | |
|-----------|-------|-----------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | 2 | | |
| | Wrist | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Upper Arm | 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 |

Berdasarkan perhitungan, skor untuk grup B diperoleh sebesar 1. Setelah itu, Untuk mendapatkan skor akhir (skor besar), pada tabel C, poin yang diperoleh dari peringkat grup A dan B ditambahkan dan skor REBA adalah jumlah poin C dan poin kinerja.

Tabel 4.3 Skor REBA

| Tabel C | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Skor A | Skor 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 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

Score C ditambah 1 (satu) poin aktivitas, jika satu atau lebih bagian tubuh bergerak secara statis selama lebih dari satu menit, ditambah 2 jika gerakan diulangi beberapa (empat) kali per menit (kecuali berjalan) dan ditambah 3 jika gerakan atau perubahan posisi lebih cepat dan lebih tidak stabil. Tahap akhir REBA menilai tingkat fungsi skor REBA akhir. Berikut adalah tabel level aktivitas untuk metode REBA.

Tabel 4.4 Level Akhir dari Skor REBA

| No. | Skor | Kategori | Keterangan |
|-----|--------|---------------|--|
| 1 | 1 | Sangat Rendah | Risikonya masih bisa diterima dan tidak perlu diubah |
| 2 | 2 – 3 | Rendah | Perubahan mungkin diperlukan |
| 3 | 4 – 7 | Sedang | Membutuhkan pemeriksaan dan penggantian |
| 4 | 8 – 10 | Tinggi | Berbahaya. Oleh karena itu, pemeriksaan dan penggantian harus segera dilakukan |
| 5 | 11 + | Sangat Tinggi | Perubahan dilakukan segera saat itu juga |

Total skor berdasarkan Tabel C diperoleh sebesar 4. Jika nilai ini ditambah dengan nilai +1, maka skor akhir REBA adalah sebesar 5. Hal ini berarti bahwa

Tabel 4.5 Hasil Penilaian RULA

| | Operator |
|---------------------------|----------------------------|
| Lengan Atas | 3 |
| Lengan Bawah | 1 |
| Posisi Pergelangan Tangan | 3 |
| Pergelangan Memutar | 1 |
| Leher | 2 |
| Badan | 3 |
| Kaki | 1 |
| Skor Akhir | 6 |
| Kategori | Perlu pemeriksaan lanjutan |

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis aktivitas operator *Stacker Reclaimer*, tindakan perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengurangi dampak risiko kelelahan otot akibat aktivitas karyawan yang bekerja tanpa menggunakan alat bantu dan bekerja untuk waktu yang lama.

Menurut metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA), posisi yang dapat segera diperbaiki adalah posisi fleksi, yang memberikan nilai risiko level 2. Ini diidentifikasi sebagai risiko yang harus segera dilakukan perbaikan disebabkan oleh beberapa faktor yang terus terjadi dan menumpuk hingga menimbulkan “kelelahan kronis”. Oleh karena itu, untuk mendapatkan postur tubuh yang baik, rancangan diperlukan alat alternatif yang baik dan nyaman bagi pekerja, mengingat alat pengembangan alternatif dibuat dari rata-rata data antropometri orang Indonesia.

4.2.2. Gambaran Keluhan Operator *Stacker-Reclaimer*

Berdasarkan tingkat risiko untuk menghitung skor RULA tertinggi, posisi duduk yang salah saat bekerja dapat meningkatkan risiko keluhan nyeri pinggang. Lembaran kuesioner digunakan untuk mengetahui keluhan *low back pain*.

Tabel 4.6 Distribusi Keluhan *Low Back Pain* pada Operator *Stacker-Reclaimer*

| Pertanyaan | Keluhan | |
|---|---------|-------|
| | Ada | Tidak |
| Sebelum bekerja di perusahaan merasakan keluhan otot dan tulang | | 2 |
| Mengalami kecelakaan atau trauma sendi sebelumnya | | 2 |
| Saat bekerja merasakan keluhan pada otot dan tulang | 2 | |

Berdasarkan tabel di atas, sebelum bekerja di perusahaan, semua operator *stacker-reclaimer* tidak ada keluhan otot atau kecelakaan sebelumnya atau trauma yang melibatkan persendian, tetapi memiliki keluhan otot selama pekerjaan saat ini. Hasil keluhan punggung bawah ditunjukkan pada tabel beriku.

Tabel 4.7 Distribusi Titik Keluhan *Low Back Pain* pada Operator *Stacker-Reclaimer*

| Bagian Tubuh | Keluhan | |
|-------------------|---------|-------------|
| | Sakit | Tidak sakit |
| Pinggang belakang | 2 | |
| Pinggul belakang | 1 | 1 |
| Bokong | 2 | |
| Kaki/tungkai | 1 | 1 |

Berdasarkan tabel di atas, operator *stacker-reclaimer* diketahui mengalami keluhan *low back pain* terbanyak, yaitu keluhan pada pinggang dan bokong (100%), kemudian pinggul dan kaki atau tungkai sebanyak 1 orang (50%).

Tabel 4.8 Distribusi Lama Keluhan *Low Back Pain* Lebih dari Satu Tahun yang Dirasakan oleh Operator *Stacker-Reclaimer*

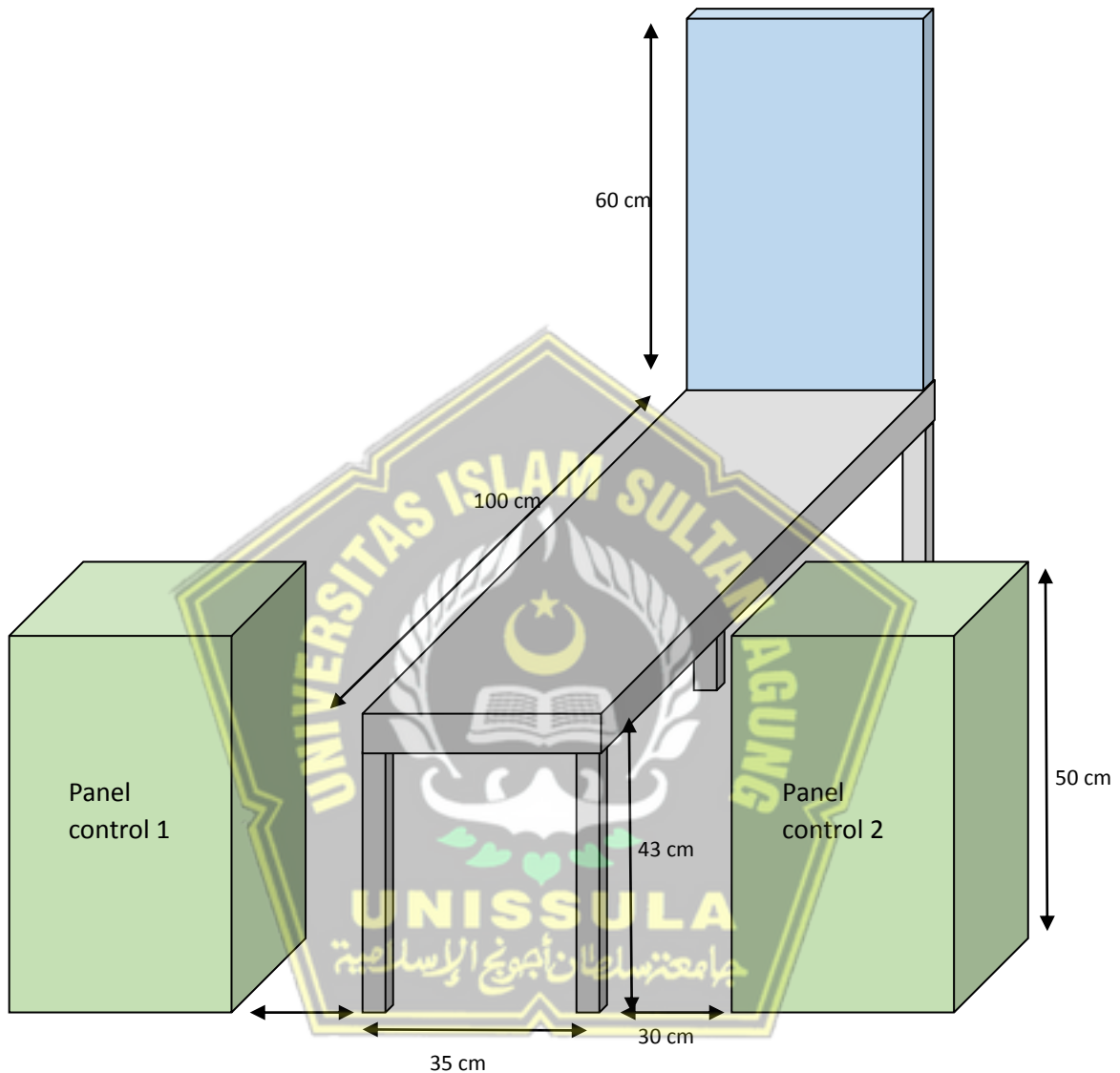
| Keluhan <i>low back pain</i> | Keluhan lebih dari 1 tahun | |
|------------------------------|----------------------------|-------|
| | Ya | Tidak |
| Pinggang Belakang | 2 | |
| Pinggul belakang | 1 | 1 |
| Bokong | 2 | |
| Kaki | 1 | 1 |

Berdasarkan tabel di atas, semua operator (100%) diketahui merasakan keluhan pada pinggang belakang, sementara 50% sisanya merasakan keluhan pada bagian pinggul belakang, 100% operator merasakan keluhan di pantat dan 50% pengguna merasakan keluhan yang menjalar ke kaki.

4.3. Perancangan Ulang Tempat Duduk Operator

Kabin operator *stacker-reclaimer* merupakan pusat kendali dari operasi *stacker-reclaimer*. Kabin aslinya tidak memiliki kursi sehingga operasionalnya dilakukan dengan berdiri. Hal ini tidak memberikan kenyamanan bagi operator.

Setelah itu, di kabin menggunakan kursi kayu. Dimensi kursi dan posisi operator adalah sebagai berikut.



Gambar 4.12 Tempat Duduk Operator

Data antropometri berikut ini adalah ukuran yang diambil dari 2 responden yang merupakan operator stacker reclaimer. Dimensi yang diukur adalah :

1. tinggi Popliteal (Tpo): Jarak vertikal dari lantai ke bagian bawah paha saat subjek duduk tegak.
2. Tinggi siku duduk (Tsd): jarak vertikal dari tanah ke siku saat subjek duduk tegak.
3. Lengan (Jt): Jarak horizontal dari bahu ke ujung jari tengah.

4. Tinggi kaki sampai paha duduk (Tpo Tp): Jarak vertikal dari lantai ke atas sampai paha.
5. Panjang popliteal (Ppo): Jarak horizontal dari pantat hingga paha bawah saat subjek duduk tegak.
6. Lebar Pinggul (Lp): Jarak horizontal dari pinggul kanan luar ke pinggul kiri luar saat subjek duduk tegak.

Tabel 4.9 Perhitungan Jarak

| | Operator 1 | Operator 2 | Rata-rata | Std Dev | Persentil | ukuran |
|----------|------------|------------|-----------|---------|-----------|-------------|
| Tpo | 44 | 42.5 | 43.25 | 1.06 | 50 | 43.25 |
| Tsd | 53 | 52 | 52.50 | 0.71 | 50-90 | 52.50-52.95 |
| Jt | 70.5 | 69 | 69.75 | 1.06 | 5 | 69.08 |
| Tpo + Tp | 60.5 | 58 | 59.25 | 1.77 | 50-90 | 59.25-60.38 |
| Ppo | 45 | 43 | 44.00 | 1.41 | 50 | 44.00 |
| Lp | 44 | 43 | 43.50 | 0.71 | 50 | 43.50 |

Penerapan Presentil pada Desain Prototype Pemilihan presentil untuk tiap dimensi didasarkan kepada beberapa pertimbangan, yaitu :

1. Tinggi kaki kursi ke alas, untuk tinggi kaki kursi, gunakan 50% tinggi kaki dari bagian bawah paha saat duduk agar sesuai dengan tinggi rata-rata pengemudi. Metrik ini berdasarkan keluhan kelelahan yang ditandai dengan nyeri menusuk di kaki pengguna.
2. Tinggi alas meja bagian atas menggunakan pengukuran tinggi siku saat duduk dengan persentase 5% sampai 95%, agar pengguna yang bertubuh besar maupun kecil merasa nyaman dan ringan saat bekerja. Pengukuran rasio ini berdasarkan keluhan kelelahan bahu, nyeri leher dan nyeri muskuloskeletal pada punggung dan pinggang pengguna akibat posisi kerja membungkuk.
3. Panjang kursi menurut panjang kursi menggunakan jarak mendatar dari pantat hingga paha bawah dengan persentase 50% saat duduk, yang disesuaikan dengan tinggi rata-rata pengguna. Pengukuran ini didasarkan pada keluhan kelelahan gluteal dan paha.
4. Lebar meja, untuk lebar meja dengan persentase 5% dari dimensi jangkauan, sehingga pengguna dengan jangkauan terkecil dapat menjangkau objek yang ada di sudut-sudut meja. Pengukuran rasio ini didasarkan pada keluhan

kelelahan bahu dan siku yang disebabkan oleh jarak antara bahu dan permukaan kerja yang terlalu dekat.

5. Ketinggian alas meja, tinggi meja dapat diatur dari kaki hingga paha dengan persentase 5-95%, sehingga pengguna besar atau kecil merasa nyaman dan mudah saat bekerja. Pengukuran ini menentukan ketebalan alas meja dan jarak antara alas kursi dan alas meja agar paha pengguna dapat bergerak bebas.
6. Lebar kursi menggunakan pengukuran lebar kursi dengan persentase lebar pinggul sebesar 50%, yang sesuai dengan tinggi rata-rata pengguna. Pengukuran ini berdasarkan keluhan pada bagian bokong dan paha.

Berdasarkan data-data antropometri dan desain kursi yang ada menunjukkan bahwa secara ukuran yang sudah ada memiliki ukuran yang sudah sesuai bagi operator. Resiko yang paling besar diperoleh dari lengan atas yang posisinya membentuk sudut yang agak lebar yang juga mempengaruhi postur lengan bawah. Perbaikan nampaknya dilakukan dengan sedikit meninggikan bantalan bawah kursi sehingga posisi lengan atas menjadi lebih tidak memberikan beban pada lengan bawah.

Perbaikan lain nampaknya diperlukan dengan menambahkan fasilitas busa pada bantalan kursi dan sandaran kursi untuk mengurangi beban tekanan berat badan dan punggung pada kursi maupun bantalannya. Selain itu sandaran dibuat untuk bisa digeser kedepan dan kebelakang. Sandaran digeser ke depan jika operator ingin menyandarkan punggungnya sehingga punggung dapat terjaga pada sudut normal dalam waktu tertentu. Sedangkan sandaran bisa digeser ke belakang untuk memberikan ruang kepada operator untuk berbaring dalam waktu tertentu untuk mengembalikan postur normal.

4.4. Penilaian Postur RULA setelah Perbaikan Kursi

Data-data tersebut memberikan skor penilaian sampel dan data berikut ini dapat diperoleh.

Tabel 4.10 Hasil Penilaian RULA

| | Operator |
|---------------------------|----------------|
| Lengan Atas | 1 |
| Lengan Bawah | 1 |
| Posisi Pergelangan Tangan | 2 |
| Pergelangan Memutar | 1 |
| Leher | 2 |
| Badan | 2 |
| Kaki | 1 |
| Skor Akhir | 2 |
| Kategori | dapat diterima |

Total skor RULA berdasarkan nilai Skor Akhir diperoleh sebesar 2. Hal ini berarti bahwa ada tingkat risiko “rendah” dalam postur kerja operator *stacker-reclaimer* sehingga dapat diterima.

Tabel 4.11 Perbandingan skor sebelum dan setelah *redesign*

| Analisis | Sebelum | Sesudah |
|----------|---------|---------|
| RULA | 6 | 2 |

Hasil perbandingan pengukuran skor RULA menunjukkan adanya penurunan pada analisis yaitu dari skor 6 menjadi 2. Hal ini mungkin berkaitan dengan perubahan posisi yang akan menjadikan beban lengan atas dan bawah menjadi berkurang.

4.5. Pembahasan

Proses kerja yang dilakukan oleh operator *stacker-reclaimer* adalah memindahkan batu bara sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap di PLTU Tanjung Awar-awar Tuban. Proses pemindahan dilakukan setiap hari sehingga pembangkit dapat terus beroperasi. Posisi *stacker-reclaimer* berada di atas tumpukan batu bara sehingga operator yang bekerja akan memperhatikan posisi gerak mesin yang digunakan serta melihat posisi tumpukan batu bara di bawahnya. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di bagian kabin *stacker-*

reclaimer, Tidak ada sandaran atau bantal di kursi yang digunakan oleh karyawan. Meja kerja tidak memiliki sandaran tangan, sehingga tangan pekerja terkulai memegang panel kontrol yang digunakan untuk memindahkan posisi bagian mesin yang digunakan untuk mengeluarkan batubara. posisi yang terjadi pada saat pekerja bekerja cenderung condong ke depan, sehingga kursi yang terjadi pada saat pengguna bekerja tidak ergonomis.

Posisi duduk operator juga dipengaruhi oleh bentuk kursi yang digunakan pekerja, dimana kursi yang digunakan tidak memiliki sandaran, sehingga pekerja tidak dapat duduk tegak tanpa penyangga sandaran, karena sandaran punggung kanan mengurangi tekanan. Duduk tegak dianggap sebagai posisi duduk yang baik. Duduk tegak sangat cocok untuk bekerja dengan mesin.

Pengukuran posisi duduk operator *stacker reclaimer* dilihat dari nilai aktivitas yang dihasilkan skor RULA tidak berbeda jauh untuk setiap pengguna, tergantung besar sudut yang diciptakan oleh pergerakan pekerja selama bekerja.

Hasil analisis RULA operator memiliki nilai sebesar 2 poin dalam skor lengan atas di mana pekerjaan lengan atas tampak membentuk sudut antara ruang dari 20° . Kedua operator juga bekerja dengan lengan bawahnya dalam kisaran hingga lebih dari $90-100^{\circ}$. Dengan posisi kerja ini, operator memiliki posisi pergelangan tangannya dalam 0° sampai 15° . *Wrist* pergelangan tangan diamati berada di kisaran menengah untuk semua operator sehingga 1 poin RULA yang didapat.

Kedua operator harus menekuk lehernya lebih dari 20° yang memberikan 2 poin. Satu operator (operator 1) dari berbagai antropometri cenderung menekuk tubuhnya hingga $10^{\circ}-20^{\circ}$, sedangkan operator kedua sampai menekuk punggung tubuhnya hingga $20^{\circ}-60^{\circ}$. Jadi, skor RULA akhir dihitung menurut metode bobot sesuai deskripsi diatas untuk menganalisis kenyamanan tempat duduk secara keseluruhan untuk operator. Kedua operator *stacker-reclaimer* mendapat skor yang sama besar dan kemungkinan akan menderita penyakit pada ototnya jika terus berada dalam postur yang sama. Operator mungkin akan menghadapi tekanan otot dalam jangka panjang. Kursi operator yang demikian tidak universal dan tidak memberikan kenyamanan untuk semua operator dari berbagai sudut

antropometri. Dengan demikian, analisis ergonomis yang dilakukan melalui RULA ini dapat membantu dalam menyimpulkan bahwa kursi *stacker-reclaimer* harus lebih nyaman untuk operator yang bertubuh tinggi atau agak pendek. Melalui perbaikan desain kursi hasil analisis RULA memberikan penurunan skor dari 6 menjadi 2 yang menurunkan kategori risiko menjadi rendah.



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Posisi kerja ergonomis adalah posisi bekerja yang baik, jika pekerjaan atau aktivitas tidak ergonomis, akibatnya adalah ketidaknyamanan kerja, bahkan penyakit *muskuloskeletal*. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil analisis RULA untuk 2 operator memiliki nilai sebesar 2 poin dalam skor lengan atas dimana pekerjaan lengan atas tampak membentuk sudut antara ruang dari 20° . Kedua operator juga bekerja dengan lengan bawahnya dalam kisaran hingga lebih dari $90-100^{\circ}$. Dengan posisi kerja ini, operator memiliki posisi pergelangan tangannya dalam 0° sampai 15° . *Wrist* pergelangan tangan diamati berada di kisaran menengah untuk semua operator sehingga 1 poin yang di dapat. Kedua operator harus menekuk lehernya lebih dari 20° yang memberikan 2 poin. Satu operator (operator 1) dari berbagai antropometri cenderung menekuk tubuhnya hingga $10^{\circ}-20^{\circ}$, sedangkan operator kedua sampai menekuk punggung tubuhnya hingga $20^{\circ}-60^{\circ}$. Jadi, skor akhir dihitung menurut metode bobot sesuai deskripsi di atas untuk menganalisis kenyamanan tempat duduk secara keseluruhan untuk operator
- Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka beberapa kesimpulan dapat diperoleh. Dari hasil analisis postur kerja dengan metode RULA pada operator *stacker-reclaimer*, hasilnya menunjukkan hal yang hampir sama untuk dua orang operator dimana operator memiliki risiko *action level 2*. Sealah perbaikan ergonomi kursi risiko menjadi level 1 atau risiko rendah. Hal ini menandakan bahwa pemeriksaan lebih lanjut untuk membuat perubahan agar timbulnya cedera (*urgent change*) dapat dilakukan untuk mengurangi cedera.

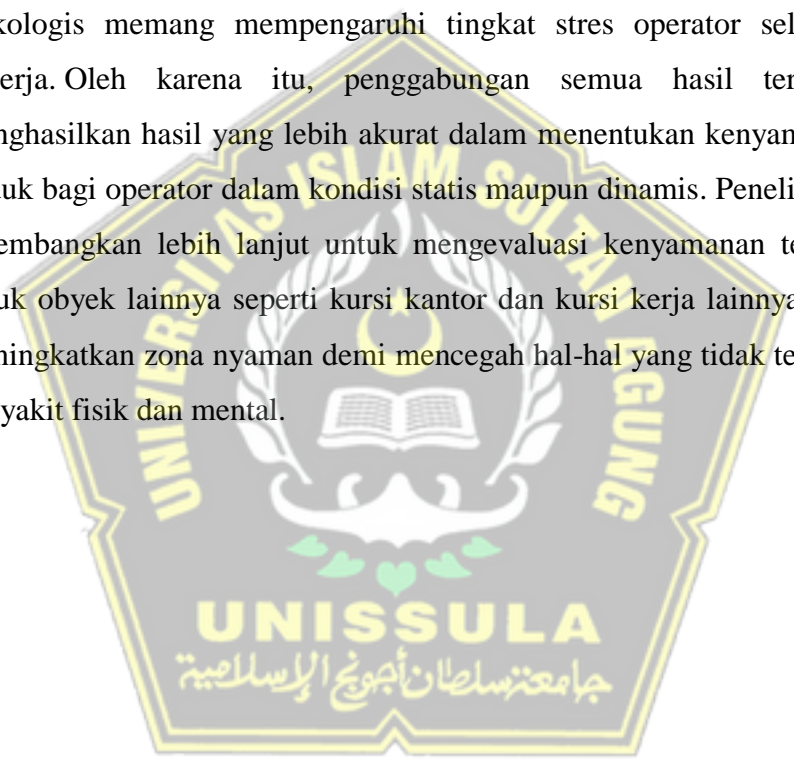
5.2. Saran

1. Bagi Instansi

Perusahaan selayaknya menyediakan tempat duduk operator yang dapat dipasang dengan ketinggian yang ergonomis sehingga memudahkan operator untuk penyesuaian posisinya dan mengurangi timbulnya *Musculoskeletal* dikemudian hari.

2. Bagi Peneliti Berikutnya

Analisis ergonomis dapat dilakukan melalui analisis lain. Selain itu, faktor psikologis memang mempengaruhi tingkat stres operator selama kondisi bekerja. Oleh karena itu, penggabungan semua hasil tersebut dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat dalam menentukan kenyamanan tempat duduk bagi operator dalam kondisi statis maupun dinamis. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mengevaluasi kenyamanan tempat duduk untuk obyek lainnya seperti kursi kantor dan kursi kerja lainnya, yang dapat meningkatkan zona nyaman demi mencegah hal-hal yang tidak terduga seperti penyakit fisik dan mental.



DAFTAR PUSTAKA

- Amalia NR, Ida Wahyuni, Ekawati (2017), Hubungan Postur Kerja Dengan Keluhan Kelelahan Kerja Pada Operator *Container Crane* PT. Terminal Peti Kemas Semarang
- Baroundes. (2001), *Musculoskeletal Disorders and the Workplace: Low Back and Upper Extremities*. Show details National Research Council (US) and Institute of Medicine (US) Panel on Musculoskeletal Disorders and the Workplace. Washington (DC): National Academies Press (US); 2001.
- Firdaus, Raka Nugraha (2018), Perancangan Ulang Kursi Duduk Supir Bus Untuk Mengurangi Terjadinya Pegal Pada Area Punggung (Traffic Seat). e-Proceeding of Art & Design : Vol.5, No.1 Maret 2018 | Page 622
- Gyi, D., Sang, K., & Haslam, C. (2013). *Participatory ergonomics: co-developing interventions to reduce the risk of musculoskeletal symptoms in business drivers*. *Ergonomics*, 56(1), 45–58.
- Hignett S, McAtamney L (2000) Rapid entire body assessment (REBA). *Appl Ergon* 31: 201-205.
- Karwowski, W, (2005) Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems, *Ergonomics* volume 48, issue 5
- Pardede DM, Matondang R, dan Hudan LN (2013), Analisis Ergonomi Desain Kursi Kerja Karyawan Di PT. YYY. e-Jurnal Teknik Industri FT USU Vol 8, No. 2, Desember 2013 pp. 14-18
- Pulat, B. Mustafa. 1992. Fundamentals of Industrial Ergonomic. AT & T. Network System. Oklahoma*
- Sang K, Gyi DE dan Haslam CO, (2009). Musculoskeletal symptoms in pharmaceutical sales representatives., *Occupational Medicine* 60(2):108-14
- Tarwaka, Sholichul, Lilik Sudiajeng, 2004. Ergonomi Untuk Keselamatan,. Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta : UNIBA PRESS*
- Yasobant S dan Chandran M, (2015), Are Bus Drivers at an Increased Risk for Developing Musculoskeletal Disorders? An Ergonomic Risk Assessment Study, *Journal of Ergonomics*, S3:011
- Yogasara T, Siswanto D dan Panghegar R, (2013), Perancangan Ulang Ruang Kemudi *Forklift* Secara Ergonomis (Studi Kasus di PT. Sinar Terang Logam Jaya).