



**USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT
ANGKUT GALON DENGAN PENDEKATAN
ERGONOMI**

SKRIPSI

REYNALDO RIZKY

1610312023

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INDUSTRI

2020



**USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT
ANGKUT GALON DENGAN PENDEKATAN
ERGONOMI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik**

REYNALDO RIZKY

1610312023

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INDUSTRI

2020

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Reynaldo Rizky
NIM : 161.0312.023
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Usulan Perancangan Troli Sebagai Alat Angkut Galon Dengan Pendekatan Ergonomi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta



M. As'adi, MT
Penguji Utama



Donny Montreano, ST. MT
Penguji I



Nurfajriah, ST. MT.
Penguji II (Pembimbing)



M. As'adi, MT
Ka. Prodi

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal Ujian : 25 Juni 2020

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT ANGKUT GALON
PENDEKATAN ERGONOMI

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

Reynaldo Rizky

161.0312.023

Pembimbing I



Nurfajriah. ST. MT.

Pembimbing II



M. Rachman Waluvo, ST. MT.

Jakarta, 13 Juli 2020
Mengetahui,
Ketu Program Studi S-1 Teknik Industri



M. As'adi, ST. MT.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Proposal skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Reynaldo Rizky

NIM : 161.0312.023

Program Studi : Teknik Industri

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 13 Juli 2020

Yang menyatakan...



(Reynaldo Rizky)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reynaldo Rizky
NIM : 161.0312.023
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT ANGKUT GALON
DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti ini Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasi skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 13 Juli 2020

Yang Menyatakan,



(Reynaldo Rizky)

USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT ANGKUT GALON DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI

Reynaldo Rizky

Abstrak

Kegiatan pengangkutan galon di Fakultas Teknik UPN Veteran Jakarta dari lantai ke lantai masih dilakukan tanpa alat kerja. Pada prosesnya pekerja masih menunjukkan postur kerja tidak normal dan dapat menyebabkan operator mengalami Musculoskeletal Disorder (MSDs). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan alat angkut galon berupa troli melalui analisis ergonomi yang sesuai dan postur operator guna menghilangkan keluhan Musculoskeletal Disorder (MSDs). Metoda yang digunakan adalah Nordic Body Map (NBM), Rapid Upper Limb Assesment (RULA), Low Back Analysis (LBA), Ovako Working Analysis System (OWAS), Postur Evaluation Index (PEI). Untuk mendapatkan nilai PEI nantinya menggunakan software Siemens Jack. Dengan perbandingan metode – metode tersebut, penulis akan membuat usulan alat pengangkutan berupa troli, sehingga pengangkutan tidak dilakukan tanpa alat kerja. Dari hasil analisa maka didapatkan hasil nilai PEI sebelum desain alat pada postur 1 yaitu 1,85 dan setelah usulan desain alat yaitu 0,96 dan hasil nilai PEI sebelum usulan alat pada postur 2 yaitu 2,66, sedangkan setelah usulan alat nilai PEI menjadi 1,24. Ketika semakin kecil nilai PEI maka semakin ergonomis postur pekerja.

Kata Kunci : *Musculoskeletal Disorder, Nordic Body Map, Rappid Upper Limb, Assesment, Ovako Working Analysis System, Postur Evaluation Indes, Siemens Jack, Alat.*

REDESIGN OF TROLLEY AS A GALLON TRANSPORT TOOL WITH ERGONOMIC

Reynaldo Rizky

Abstract

Gallon hauling activities at the UPN Veteran Jakarta Faculty of Engineering from floor to floor are still carried out without working tools. In the process workers still show abnormal work postures and can cause operator to have Musculoskeletal Disorder (MSD)s. The aim of this study is to provide a gallon aid consisting of an appropriate analysis and posture operator to eliminate Musculoskeletal Disorder (MSD)s complaints. The methods used are the Nordic Body Map (NBM), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Low Back Analysis (LBA), Ovako Working Analysis System (OWAS), Posture Evaluation Index (PEI). To get the PEI value issued using the Siemens Jack software. By involving these methods, the author will make a transportation is not carried out without working tools. From the result of the analysis the results obtained PEI value before the design of tool in posture 1 is 1,85 and after receiving a tool that is 0,96 and the result of PEI value before accessing the tool in posture 2 is 2,66. When after using the tool, the value of PEI becomes 1,24. The smaller the PEI value, the more ergonomic the worker's posture.

Keywords : *Musculoskeletal Disorder, Nordic Body Map, Rapid Upper Limb, Assessment, Ovako Working Analysis System, Posture Evaluation Index, Siemens Jack, Tools.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi dengan judul “Usulan Perancangan Troli sebagai alat angkut galon dengan Pendekatan Ergonomi”.

Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terwujud dengan baik dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung dan tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan banyak dukungan serta doa kepada penulis.
2. Bapak Dr. Reda Rizal, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
3. Bapak M. As’adi, ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
4. Ibu Nurfajriah, ST. MT. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan, pengetahuan dan bantuan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak M. Rachman Waluyo, ST. MT. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan, pengetahuan dan bantuan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staff Tata Usaha Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bang Fadhil Son Wakwaw yang telah membantu penulis segala kebutuhan.
8. Rekan – rekan Teknik Industri UPN “Veteran” Jakarta generasi 3.5 maupun 4.0 yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada Penulis.
9. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Pada penulisan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih adanya kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran senantiasa penulis harapkan dalam menyempurnakan penulisan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat memberikan ilmu dan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca serta dapat dikembangkan lebih lanjut.

Jakarta, 13 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian	5
I.4 Manfaat Penelitian	5
I.5 Ruang Lingkup.....	5
I.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
II.1 Penelitian Terdahulu.....	8
II.2 Landasan Teori.....	10
II.2.1 Ergonomi.....	10
II. 2.2 Muscoloskeletal Disorder.....	12
II. 2.3 Antropometri.....	15
II.3 Metode Penelitian.....	23
II.3 Metode Statistik.....	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
III.1 Jenis Penelitian.....	36
III.2 Teknik Penentuan Populasi dan Sampel.....	36
III.3 Metode Pengumpulan Data.....	37
III.4 Metode Pengolahan Data.....	37
III.5 Analisa dan Pembahasan.....	38
III.6 Tahap Akhir dan Penelitian.....	39

III.7 Diagram Alir Penelitian.....	39
BAB VI PEMBAHASAN DAN PENELITIAN.....	41
IV.1 Pengumpulan Data.....	41
IV. 1.1 Kuesioner <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	42
IV. 1.2 Postur Kerja Operator... ..	43
IV. 1.3 Data Antropometri Operator.....	44
IV.2 Pengolahan Data.....	45
IV. 2.1 Nordic Body Map (NBM).....	45
IV.2.2 Pembuatan Pemodelan Pekerja	48
IV. 2.3 Pembuatan Postur Kerja.....	51
IV.2.4 Penilaian RULA,OWAS dan LBA sebelum	54
IV.2.5 Perhitungan Persentil	59
IV.2.6 Perancangan Desain Usulan.....	60
IV.2.7 Penilaian RULA,OWAS dan LBA sesudah.....	62
IV.2.8 Perhitungan PEI.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
V.I Kesimpulan	70
V.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	71
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persentase NBM Operator	4
Tabel 2.1 Dimensi Antropometri Tubuh Manusia	18
Tabel 2.2 Tabel Pengklasifikasian Kategori Resiko.....	27
Tabel 2.3 Klasifikasi Tingkat resiko menurut Frekuensi Relatif	28
Tabel 2.4 Tingkat keluhan pada kuesionerNBM	33
Tabel 4.1 Lembar kuisisioner NBM	42
Tabel 4.2 Rekapitulasi Kuesioner NBM.....	43
Tabel 4.3 Dimensi Tubuh yang diperlukan.....	44
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Dimensi tubuh operator	45
Tabel 4.5 Presentase NBM berdasarkan operator.....	46
Tabel 4.6 Presentase NBM berdasarkan keluhan	47
Tabel 4.7 rekapitulasi data antropometri operator	60
Tabel 4.8 Pebandingan nilai PEI sebelum dan sesudah.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Postur Janggal saat proses pengangkutan (a).....	3
Gambar 1.1 Postur Janggal saat proses pengangkutan (b).....	3
Gambar 2.1 Dimensi antropometri tubuh manusia.....	17
Gambar 2.2 Tahap Pengolahan Antropometri.....	22
Gambar 2.3 Sikap Punggung OWAS.....	25
Gambar 2.4 Sikap Tangan OWAS.....	25
Gambar 2.5 Sikap Kaki OWAS.....	26
Gambar 2.6 Peta tubuh NBM.....	34
Gambar 2.4 Peta Tubuh <i>Nordic Body Map</i>	24
Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian.....	39
Gambar 4.1 Postur tubuh kerja saat melakukan kegiatan bekerja.....	43
Gambar 4.4 Customize Manekin pada software.....	48
Gambar 4.5 Pembuatan Manekin.....	49
Gambar 4.6 Pembuatan Manekin.....	50
Gambar 4.7 Pembuatan Manekin.....	51
Gambar 4.8 Penentuan Postur Tubuh.....	52
Gambar 4.9 Proses manipulasi manekin mengikuti postur tubuh.....	53
Gambar 4.10 Hasil Postur tubuh operator dengan usulan troli.....	53
Gambar 4.11 Command untuk analisis TAT.....	54
Gambar 4.12 Postur mengangkat galon.....	54
Gambar 4.13 Hasil Analisis perhitungan RULA.....	55
Gambar 4.14 Hasil Analisis Perhitungan LBA.....	55
Gambar 4.15 Hasil Analisis Perhitungan OWAS.....	56
Gambar 4.16 Hasil Analisis PEI.....	56
Gambar 4.17 Postur mengambil dan menuangkan galon.....	57
Gambar 4.18 Hasil analisis perhitungan RULA.....	57
Gambar 4.19 Hasil analisis perhitungan LBA.....	58
Gambar 4.20 Hasil analisis perhitungan OWAS.....	58
Gambar 4.21 Hasil analisis PEI.....	59
Gambar 4.22 Perhitungan persentil menggunakan SPSS.....	60
Gambar 4.23 Desain usulan troli galon.....	61

Gambar 4.24 Command untuk analysis TAT	63
Gambar 4.25 Postur mengangkat dan menuangkan galon.....	63
Gambar 4.26 Hasil analisis perhitungan RULA	64
Gambar 4.27 Hasil analisis perhitungan LBA	64
Gambar 4.28 Hasil analisis Perhitungan OWAS	65
Gambar 4.29 Hasil analisis PEI	65
Gambar 4.30 Postur mengambil dan menuangkan galon	66
Gambar 4.31 Hasil analisis perhitungan RULA	67
Gambar 4.32 Hasil perhitungan LBA	67
Gambar 4.33 Hasil analisa perhitungan OWAS	68
Gambar 4.34 Hasil analisis PEI	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manual Material Handling dapat diartikan sebagai memindahkan atau menangani sesuatu dengan mengangkat, menurunkan, menarik, membawa, memegang, atau menahan yang menggunakan manusia sebagai sumber tenaga. Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab, penanganan material secara manual memiliki suatu keuntungan yaitu fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan.

Penanganan Manual Material Handling menimbulkan beberapa resiko bagi pekerja. Bagian tubuh yang terancam oleh tugas – tugas penanganan manual adalah punggung, lutut, pinggul, bahu, siku, leher. Tugas penanganan Manual Material Handling berbahaya jika seorang pekerja, menggunakan teknik mengangkat yang buruk (mengangkat terlalu cepat, terlalu sering, atau terlalu lama, mengangkat dengan punggung tertekuk atau saat memutar, dan menjangkau terlalu jauh, memindahkan material dari jarak yang jauh, tidak mengambil waktu istirahat atau pemulihan yang cukup, melakukan kombinasi tugas seperti, mengangkat, membawa, dan menurunkan.

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan oleh manusia saat sedang bekerja. Apabila tidak diperhatikan maka akan memberikan kerugian tersendiri bagi para pekerja dan perusahaan. Kerugian yang di dapat berupa berkurangnya tenaga kerja, menurunnya produktivitas, dan kebutuhan biaya kesehatan. Keluhan musculoskeletal adalah keluhan pada bagian – bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam jangka waktu yang lama akan dapat menyebabkan

keluhan berupa kerusakan pada sendi , ligamen , dan tendon. Keluhan inilah yang biasanya disebut Musculoskeletal Disorder (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean,1993).

Keluhan ini terjadi selain karena faktor beban yang ditanggung terlalu berat, juga dikarenakan frekuensi yang berulang melebihi kapasitas dan kondisi lingkungan kerja yang kurang memadai.

Di Fakultas Teknik UPN Veteran Jakarta dalam proses pengangkutan air galon, masih dilakukan secara manual, terlebih ketika melakukan pengangkutan galon dari lantai ke lantai. Secara kasat mata, tingkat resiko cedera yang dihadapi oleh pekerja sangat besar. Untuk menghindari terjadinya kecelakaan atau cedera otot, dilakukannya sebuah penganalisaan lebih lanjut terhadap pekerjaan – pekerjaan yang sedang berlangsung Penulis melakukan penelitian yang didasarkan pada postur kerja dengan menggunakan metode Rapid Upper Limb Assesment (RULA) , Ovako Working Analysis System (OWAS) ,Low Back Analysis (LBA), Postur Evaluation Index (PEI), Nordic Body Map (NBM) sebagai perangkat identifikasi,lalu merancang dan membuat simulasi alat berdasarkan analisis antropometri dimensi tubuh pekerja di Fakultas Teknik UPN Veteran Jakarta.



(a)



(b)

Gambar 1.1. Postur janggal saat proses pengangkutan galon
(a) Postur tubuh kerja 1, (b) Postur tubuh kerja 2

Gambar diatas menunjukkan cara pendistribusian galon dari lantai ke lantai masih dilakukan secara manual, serta memasukkan galon ke dispenser dengan posisi yang tidak ideal. Postur kerja tidak normal seperti digambar, menyebabkan ketidaknyamanan dalam proses pengangkutan galon dari lantai ke lantai dan operator dapat mengalami gejala *Musculoskeletal Disorder* (MSDs).

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati postur pekerja ketika sedang mengangkat galon dari lantai ke lantai secara manual dan memasukkan galon ke dalam dispenser. Pengamatan postur dilakukan dengan mendokumentasikan pekerja dalam mengangkat galon dan memasukkan galon ke dalam dispenser serta melakukan wawancara untuk mengetahui keluhan ketika sedang mengangkat dan menuangkan galon.

Tabel 1.1 Persentase NBM operator

No	Operator	Jenis Kelamin	Persentase				kategori
			TS	AS	S	SS	
1	Septian	Laki – Laki	36%	36%	25%	3%	Tinjau
2	Tiran	Laki – Laki	29%	54%	14%	3%	Tinjau
3	Anwar	Laki – Laki	43%	29%	14%	14%	Tinjau
4	Wahyudi	Laki – Laki	25%	32%	25%	18%	Tinjau
5	Irfan Pratama	Laki – Laki	21%	43%	21%	15%	Tinjau
6	Sulaiman	Laki – Laki	29%	25%	17%	29%	Tinjau
7	Sukardi	Laki – Laki	36%	29%	25%	10%	Tinjau
8	Ahmad Yani	Laki – Laki	43%	25%	29%	3%	Tinjau
9	Ahmad Juniardi	Laki – Laki	39%	15%	39%	7%	Tinjau

Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Dari hasil rekapitulasi NBM awal maka kegiatan pengangkatan galon secara manual perlu ditinjau karena indikator AS, S , SS lebih besar dari indikator TS.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang di alami diatas maka fokus penelitian adalah:

1. Apakah kegiatan tersebut sudah termasuk kegiatan yang aman dari keluhan MSDs, sehingga perlu ditinjau dari hasil kuisisioner Nordic Body Map (NBM)
2. Bagaimana nilai akhir yang dihasilkan dari perhitungan metode Postur Evaluation Index (PEI)?
3. Bagaimana bentuk usulan perancangan alat yang ergonomis, sehingga mengurangi resiko terjadinya keluhan MSDs.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membuat simulasi usulan perancangan dengan menyesuaikan antropometri operator guna mengurangi keluhan MSDs.
2. Menganalisis ergonomis postur kerja dengan metode RULA, OWAS, LBA dan PEI dengan tools TAT pada software siemens jack.
3. Menganalisis hasil kuesioner dengan metode NBM

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Manfaat bagi penulis :

1. Dapat mengaplikasikan ilmu – ilmu ergonomi dan mengimplementasikannya dengan melihat secara langsung aktivitas nyata pada dunia industri, maka diharapkan mampu menambah ilmu pengetahuan serta wawasan.

Manfaat bagi organisasi :

1. Mendapatkan usulan alat perancangan untuk menunjang kenyamanan kerja.
2. Memperoleh informasi untuk melakukan pencegahan dini berkaitan dengan kenyamanan kerja.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada:

1. Variabel yang diteliti yaitu tingkat keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) dengan metode nordic body map , postur tubuh saat kerja dengan mengetahui nilai PEI, dimensi tubuh operator dan dimensi alat angkut troli galon.
2. Data penelitian merupakan data variabel pada tahun 2020.
3. Waktu penelitian dan pembuatan simulasi alat dimulai dari tahun 2020.
4. Simulasi Alat angkut berupa troli hanya dilihat dari sudut pandang ergonomis, dengan mengabaikan sudut pandang mekanika teknik dan perhitungan kekuatan material.

5. Pengolahan data dan model simulasi dibuat dengan menggunakan TAT yang terdapat pada software siemens Jack
6. Aspek yang dibahas dalam penelitian ini adalah aspek keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs), postur tubuh saat kerja dan dimensi tubuh operator. Aspek waktu kerja dan metode pengoperasian tidak dibahas dalam penelitian ini.
7. Perancangan simulasi alat dibatasi pada variabel-variabel yang diteliti, tidak dipengaruhi adanya penemuan metode pengoperasian baru, jenis produk baru dan kondisi lingkungan kerja sekitar.
8. Pekerja yang diteliti hanya pekerja di fakultas teknik.
9. Alas permukaan roda adalah berupa tangga dan lantai.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Pendahuluan memuat materi tentang latar belakang penelitian, mengulas atau menjelaskan dengan singkat pentingnya penelitian dilakukan, perumusan, tujuan masalah, metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang akan didapatkan . Menjelaskan alasan yang kuat tentang pemilihan perumusan masalah, metode penelitian , manfaat dari luaran penelitian.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah rujukan teori dari bidang ilmu tertentu yang digunakan sebagai dasar untuk memperkuat landasan penelitian, dan menjadi rujukan dalam mengeksplorasi metode penelitian atau rangkaian proses penelitian agar dapat menghasilkan tujuan penelitian yang diharapkan.

BAB III: Metode Penelitian

Metode penelitian adalah kerangka pendekatan teori (studi) dari kegiatan penelitian. Metode penelitian menjelaskan tahapan perhitungan dari proses penyelesaian penelitian, dan sebaiknya dilengkapi dengan menjelaskan secara rinci model rancangan yang digunakan untuk memperoleh hasil penelitian, serta menjelaskan cara pengumpulan data penelitian.

BAB IV: Pembahasan dan Hasil penelitian

Pembahasan penelitian adalah proses penyelesaian penelitian yang urutan prosesnya sama dengan diagram alir dari metode penelitian.

BAB V: Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan menjelaskan ringkasan hasil penelitian tertuang dengan kalimat yang sederhana, mudah dimengerti, serta tidak menimbulkan multi tafsir.

Saran merupakan himbauan sesuatu yang baik yang semestinya dilakukan berkaitan dengan hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan beberapa referensi penelitian terdahulu, bersumber dari beberapa jurnal ilmiah yang membahas topik serupa

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Christofora Desi Kusmindari, Rina Oktaviana, Erna Yuliwati	Aplikasi <i>Nordic Body Map</i> Untuk Mengurangi Muskuloskeletal Disorder Pada Pengrajin Soket	Songket adalah suatu buah karya yang memiliki citarasa seni yang tinggi. Dalam proses pengerjaannya, songket harus dilakukan dengan cermat. Permasalahan yang timbul saat ini adalah belum ergonomisnya alat utama yang di sebut dayan. Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana mendesain dayan yang ergonomis untuk mengurangi musculoskeletal disorder pada pengrajin songket dengan menggunakan aplikasi nordic body map. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) Identifikasi Musculoskeletal Disorder yang dialami pengrajin selama menggunakan dayan dengan Nordic Body Ma 2) Menghitung antropometri

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
2.	Djodi Erlangga	Usulan perancangan kabin masinis KRL Commuter Line yang ergonomis menggunakan model virtual environment.	Desain aktual dan desain usulan memiliki grand score yaitu 4 dan 3 artinya kedua desain sama sama memiliki resiko di kategori sedang, namun pada rancangan kabin usulan sudah dilakukan perbaikan dengan menyesuaikan ukuran tubuh masinis.
3.	Ahmad Atoillah	Analisis Stasiun kerja pemotongan tahu dan rancang bangun alat potong tahu dengan virtual environment pada industri kecil tahu	<p>1. Dari hasil simulasi virtual environment terhadap pekerja dan stasiun kerja di proses pemotongan tahu, didapatkan skor PEI kondisi aktual meja pemotongan tahu adalah sebesar 2,042.</p> <p>2. Walaupun mendapat skor PEI yang paling optimal dari perubahan konfigurasi tinggi meja, skor RULA masih diangka 5 (perlu dilakukan perbaikan segera). Kemudian dibuat rancangan alat potong tahu dalam bentuk prototipe digital yang disimulasikan dalam virtual environment dan menghasilkan skor PEI sebesar 1697, dengan skor RULA = 4. Skor PEI ini merupakan penurunan skor yang cukup signifikan dibandingkan skor pei aktual sebesar 2042. Dengan penurunan ini diharapkan tidak terjadi lagi resiko cedera muscoloskletal disorder.</p>

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Ergonomi

“Ergonomi dapat didefinisikan sebagai suatu disiplin yang mengkaji keterbatasan, kelebihan, karakteristik manusia, dan memanfaatkan informasi tersebut dalam merancang produk, mesin fasilitas, lingkungan dan bahkan sistem kerja, dengan tujuan tercapainya kualitas kerja yang terbaik tanpa mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia penggunaannya” (Hardianto, 2014). Mengacu pada definisi ini, dapat dikatakan bahwa manusia memerlukan ilmu ergonomi. Beberapa definisi serta pengertian mengenai ergonomi dapat dilihat dari poin-poin berikut ini:

- *“Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies the theory, other principles, data and method to design in order to optimize human well-being and overall system performance”*(International Ergonomics Association).
- B.W. Jastrzebowski , seorang ilmuwan Polandia , pada 1857 memelopori penggunaan kata ergonomi, yang dalam bahasa Yunani *ergos* berarti “kerja” sedangkan *nomos* adalah “kajian (atas)” atau “hukum-hukum” (Karwowski , 2008; Konz dan Johnson, 200). Pada akhir 1949 , K.F.H. Murrel memperkenalkan kata *ergonomics* , yang kemudian menjadi populer sebagai suatu disiplin.
- “Ergonomi merupakan kajian interaksi antara manusia dan mesin, serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan” (Bridger, 2009).

Dengan demikian, pada dasarnya ergonomi adalah ilmu yang mempelajari berbagai aspek dan karakteristik manusia (kemampuan, kelebihan, keterbatasan, dan lain-lain) yang relevan dalam konteks kerja, serta memanfaatkan informasi yang diperoleh dalam upaya merancang produk, mesin, alat, lingkungan, serta sistem kerja yang terbaik.

Bidang-Bidang Kajian Ergonomi

Cikal bakal ergonomi adalah pemanfaatan dari sejumlah ilmu dasar yang mempelajari manusia, seperti anatomi, fisiologi, kedokteran, ortopedi, psikologi serta sosiologi. Ergonomi kemudian tumbuh dan berubah dengan pesat. Selain itu, ergonomi dalam konteks perancangan banyak memanfaatkan ilmu-ilmu rekayasa, berikut adalah sebagian dari berbagai sub-disiplin ergonomi (Sutalaksana, 2006) :

- Antropometri, yaitu bidang yang mengkaji dimensi fisik tubuh manusia termasuk usia, tinggi berdiri, bobot, panjang jangkauan lengan, tinggi duduk, dan lain sebagainya. Data antropometri banyak dimanfaatkan dalam perancangan produk, peralatan, serta tempat kerja.
- Biomekanika kerja, yaitu satu bidang yang memfokuskan pada proses mekanika (gaya, momen, kecepatan, percepatan, serta tekanan) yang terjadi pada tubuh manusia, terkait dengan aktivitas fisik yang dilakukan pekerja.
- Fisiologi kerja, yaitu bidang ergonomi yang mengkaji respon fungsi-fungsi tubuh (misalnya sistem kardiovaskular), yang terjadi saat bekerja. Aplikasinya dapat berupa penentuan besar beban kerja (energi yang dikeluarkan) bila dibandingkan dengan kemampuan metabolisme pekerja (misalnya kapasitas aerobik maksimal),

serta penentuan jadwal kerja istirahat optimal yang meminimalkan *stress* dan kelelahan.

- *Human Information processing* dan ergonomi kognitif, yaitu bidang ergonomi yang mempelajari bagaimana manusia memproses informasi dari lingkungannya, dimulai dari tahap mengindra adanya stimulus dan mepersepsikannya, sampai dengan mengambil keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan
- *Human-computer interaction* (HCI), yaitu bidang ergonomi yang mengkaji dan merancang interaksi antara pengguna dan sistem computer, dengan kinerja sistem operasi, serta meningkatkan kepuasan pengguna.
- *Displays* dan *controls*, yaitu bidang ergonomi yang memiliki fokus berupa kajian atas rancangan display maupun kontrol yang cocok dengan karakteristik penggunaannya.
- Lingkungan kerja, yaitu bidang yang mencoba memahami respon manusia terhadap lingkungan fisik kerja, termasuk kebisingan, temperature, pencahayaan, getaran, dan sebagainya.
- Ergonomi makro, berangkat dari konsep sosio-teknologi, bidang ini merupakan suatu pendekatan sistem dalam mengkaji kesesuaian antara individu, organisasi, teknologi, serta proses interaksi yang terjadi.

2.2.2 Musculoskeletal Disorder (MSDs)

Musculoskeletal disorders merupakan sekumpulan gejala yang berkaitan dengan jaringan otot, tendon, ligamen, kartilago, sistem saraf, struktur tulang, dan pembuluh darah. MSDs pada awalnya menyebabkan rasa sakit, nyeri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, gemetar, gangguan tidur, dan rasa terbakar (Sutalaksana, 2006) yang pada akhirnya

menyebabkan ketidakmampuan seseorang untuk melakukan pergerakan dan koordinasi gerakan anggota tubuh atau ekstremitas sehingga dapat mengakibatkan efisiensi kerja berkurang dan produktivitas menurun. Pekerjaan-pekerjaan dan sikap kerja statis yang berpotensi mempercepat timbulnya kelelahan dan nyeri pada otot-otot yang terlibat, jika berlangsung tiap hari dan dalam waktu yang lama dapat menimbulkan sakit permanen dan kerusakan pada otot, sendi, tendon, ligamen, dan jaringan-jaringan lain.

Faktor Penyebab MSDs

Menurut (Macleod, 1999), faktor penyebab *Musculoskeletal Disorders* antara lain:

1. Peregangan Otot yang Berlebihan (*overexertion*)

Peregangan otot yang berlebihan pada umumnya dikeluhkan oleh pekerja dimana aktivitas kerjanya menuntut pengerahan yang besar, seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik, menahan beban yang berat.

2. Aktivitas berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus. Seperti mencangkul, membelah kayu, angkat-angkut.

3. Sikap kerja tidak alamiah

Sikap kerja tidak ilmiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi ilmiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk.

4. Faktor penyebab sekunder

Getaran dengan frekuensi yang tinggi menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar,

penimbunan asam laktat meningkat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot.

5. Penyebab kombinasi

Faktor penyebabnya diantara lain adalah umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kesegaran jasmani, kekuatan fisik, dan ukuran tubuh (antropometri).

Gejala Keluhan MSDs

Keluhan MSDs ditandai dengan beberapa gejala sebagai berikut (Macleod, 1999):

- a. Sakit, nyeri dan rasa tidak nyaman
- b. Mati rasa
- c. Rasa lemas atau kehilangan daya dan koordinasi lengan
- d. Rasa panas
- e. Rasa sukar bergerak
- f. Rasa kaku dan retak pada sendi
- g. Kemerahan, bengkak, dan panas
- h. Rasa sakit yang membuat terjaga pada malam hari dan rasa untuk memijit tangan, pergelangan dan tangan.

Gejala yang dirasakan oleh tiap individu jika menderita gangguan otot rangka atau musculoskeletal tidak sama, meskipun pekerjaan atau aktivitas yang dilakukan hampir sama. Gejala tersebut adalah adanya rasa sakit, nyeri, atau tidak nyaman, pegal-pegal, gerakan menjadi lemah dan kaku, adanya rasa terbakar, pergerakan menjadi terbatas, kaku pada persendian, kemerahan, bengkak dan hangat pada daerah tersebut (Macleod,1999).

Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu:

- a. Keluhan Sementara (*reversible*) , yaitu keluhanrotot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian

keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan, dan,

- b. Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap, walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

Tahapan Keluhan MSDs

Gejala yang menunjukkan tingkat keparahan MSDs dapat dilihat dari tingkatan sebagai berikut :

- a. Tingkat pertama

Timbulnya rasa nyeri, pegal-pegal dan kelelahan selama jam kerja tetapi gejala ini biasanya menghilang setelah waktu kerja (dalam satu malam). Tidak berpengaruh pada kapasitas kerja. Efek ini dapat menghilang atau pulih setelah istirahat.

- b. Tingkat kedua

Gejala ini tetap ada setelah melewati waktu beristirahat satu malam setelah bekerja. Pada tahap ini terkadang menyebabkan berkurangnya kapasitas kerja.

- c. Tingkat ketiga

Rasa nyeri tetap ada walaupun telah istirahat yang cukup, nyeri ketika melakukan pekerjaan yang berulang, tidur menjadi terganggu, kesulitan menjalankan pekerjaan yang akhirnya mengakibatkan terjadinya inkapasitas.

2.2.3 Antropometri

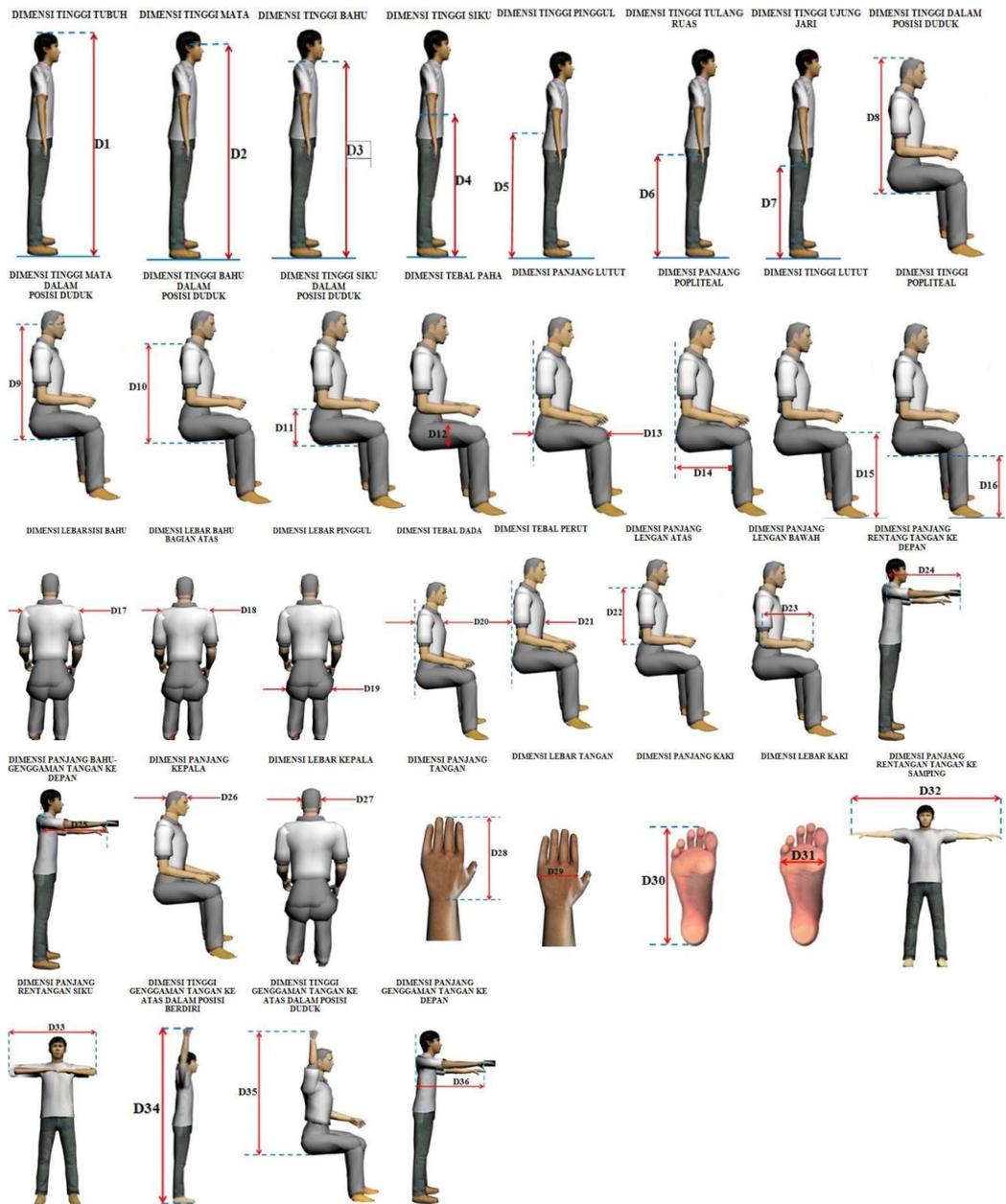
Anthropometri berasal dari kata “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri secara luas akan diaplikasikan dalam hal seperti perancangan areal kerja (*work station*, interior mobil, dll); perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya; perancangan produk-

produk onsumtif seperti pakaian, kursi/meja komputer, dll; perancangan lingkungan kerja fisik (Wignjosoebroto, 2006).

Dari uraian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa data antropometri dapat digunakan untuk menentukan bentuk, ukuran serta dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang untuk digunakan atau dioperasikan oleh manusia.

Dimensi Antropometri

Menurut Wignjosoebroto (2006), dimensi antropometri digunakan untuk memperjelas mengenai data antropometri yang bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja. Berikut ini merupakan 36 dimensi tubuh manusia yang perlu diukur untuk memberikan informasi dalam melakukan perancangan produk atau fasilitas kerja.



Gambar 2.1 Dimensi antropometri tubuh manusia

Sumber: antropometri Indonesia (2018)

Keterangan dari 36 dimensi antropometri tubuh manusia berdasarkan antropometri Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Dimensi antropometri tubuh manusia

Dimensi	Nama Dimensi	Definisi
D23	Panjang lengan bawah	Jarak horizontal dari lengan bawah diukur dari bagian belakang siku kanan ke bagian ujung dari jari tengah.
D24	Panjang rentang tangan kedepan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke ujung jari tengah tangan kanan dengan siku dan pergelangan tangan kanan lurus.
D25	Panjang bahu-genggaman tangan ke Depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke pusat batang silinder yang digenggam oleh tangan kanan, dengan siku dan pergelangan tangan lurus.
D26	Panjang kepala	Jarak horizontal dari bagian paling depan dahi (bagian tengah antara dua alis) ke bagian tengah kepala.
D27	Lebar kepala	Jarak horizontal dari sisi kepala bagian kiri ke sisi kepala bagian kanan, tepat di atas telinga.
D28	Panjang tangan	Jarak dari lipatan pergelangan tangan ke ujung jari tengah tangan kanan dengan posisi tangan dan seluruh jari lurus dan terbuka.
D29	Lebar tangan	Jarak antara kedua sisi luar empat buku jari tangan kanan yang diposisikan lurus dan rapat.

Sumber: antropometri Indonesia (2018)

Faktor Pembeda Populasi Antropometri

Terdapat perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain adalah dikarenakan oleh faktor-faktor sebagai berikut (Nurmianto, 2003):

1. Keacakan / random

Walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku/bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, masih akan ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat. Distribusi frekuensi secara statistik dari dimensi kelompok anggota masyarakat jelas dapat diaproksimasikan dengan menggunakan diagram normal, yaitu dengan menggunakan data percentil yang telah diduga, jika mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi) nya telah dapat diestimasi.

2. Jenis kelamin

Secara distribusi statistik ada perbedaan yang signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan yang signifikan diantara mean (rata-rata) dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan begitu saja. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya daripada wanita. Oleh karena itu, data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa (Ethnic Variability)

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya terutama karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara yang lain. Suatu contoh sederhana bahwa yaitu dengan meningkatnya jumlah penduduk yang migrasi dari negara Vietnam ke Australia, untuk mengisi jumlah satuan angkatan kerja (industrial workforce), maka akan mempengaruhi antropometri secara nasional.

4. Usia

Usia Digolongkan atas beberapa kelompok usia yaitu :

- a. Balita
- b. Anak-anak
- c. Remaja
- d. Dewasa
- e. dan Lanjut usi

Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak - anak. Antropometrinya akan cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan untuk menurun yang antara lain disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (intervertebral discs). Selain itu juga berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis Pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan / stafnya. Seperti misalnya: buruh dermaga/pelabuhan adalah harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

6. Pakaian

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim/musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakan pakaian relatif lebih tebal untuk ukuran yang relatif lebih besar. Ataupun untuk para pekerja dipertambangan, pengeboran lepas pantai, pengecoran logam. Bahkan para penerbang dan astronot pun harus memiliki pakaian khusus.

7. Faktor Kehamilan pada Wanita

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk (APP) dan analisis perancangan kerja (APK).

8. Cacat Tubuh Secara Fisik

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir, yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi pada penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan “kesamaan” dalam menggunakan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (knee space) untuk desain meja kerja, lorong/jalur khusus untuk kursi roda, ruang

khusus di dalam lavatory, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, super market, dll.

Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data Antropometri

Data antropometri digunakan agar rancangan produk atau fasilitas kerja dapat sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Pengukuran dimensi produk tidak akan sulit ditetapkan jika produk tersebut hanya digunakan oleh satu orang. Akan tetapi akan menjadi lebih kompleks jika produk yang dirancang harus dapat dioperasikan oleh beberapa orang (Wignjosoebroto, 2006). Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan distribusi normal mampu diterapkan sebagai penetapan data antropometri. Pada statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan nilai rata-rata (mean) dan standart deviasi dari data yang ada. Oleh karena itu, dari nilai yang ada dapat ditetapkan persentil yang disesuaikan dengan tabel probabilitas distribusi normal. Persentil disini adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Contohnya adalah 95-th *percentile* menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut. dalam antropometri, angka 95-th *percentile* menunjukkan ukuran manusia yang terbesar dan 5-th *percentile* akan menunjukkan ukuran terkecil. Berikut merupakan macam-macam persentil serta proses perhitungannya dalam distribusi normal.



Gambar 2.2 Tahap pengolahan antropometri
Sumber: Wignjosoebroto (2006)

Prinsip-Prinsip Penerapan Data Antropometri dalam Perancangan Produk

Menurut Wignjosoebroto (2006) dalam melakukan perancangan produk, ada beberapa prinsip-prinsip yang bisa diambil agar perancangan produk atau fasilitas kerja dapat sesuai dengan dimensi tubuh dari manusia. Berikut merupakan prinsip-prinsip dalam penerapan data antropometri.

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim

Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim digunakan dengan tujuan agar produk yang dirancang dapat digunakan oleh individu yang memiliki ukuran tubuh yang termasuk dalam kategori ekstrim (dalam hal ini bisa terlalu besar atau terlalu kecil). Sehingga dalam perancangan produk pada prinsip ini produk yang dirancang ukurannya disesuaikan dengan ukuran ekstrim. Sehingga produk bisa digunakan baik oleh individu

dengan ukuran tubuh yang ekstrim ataupun individu dengan ukuran tubuh yang lain. Secara umum, dalam perancangan produk untuk dimensi maksimum biasanya ditetapkan persentil 5-th dan untuk dimensi minimum digunakan persentil 95-th dari distribusi data antropometri yang ada. Contohnya adalah untuk menetapkan tinggi pintu darurat yang minimum maka digunakan persentil 95-th.

2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu

Prinsip perancangan ini diterapkan dengan merancang produk yang ukurannya bisa diubah-ubah sehingga produk yang dirancang dengan prinsip ini merupakan produk yang fleksibel untuk digunakan oleh semua orang. Untuk mendapatkan rancangan produk yang fleksibel, maka data antropometri yang umum digunakan adalah dalam rentang nilai persentil 5-th sampai 95-th.

3. Prinsip perancangan produk untuk ukuran rata-rata

Perancangan produk ini didasarkan pada rata-rata ukuran tubuh dari manusia. Produk yang dirancang dengan prinsip ini biasanya digunakan untuk mereka yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan bagi mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuat rancangannya tersendiri.

2.3 Metode Penelitian

Untuk melakukan analisa ergonomi dan perbaikan lingkungan kerja dalam permasalahan faktor resiko pekerjaan, terdapat beberapa cara yaitu observasi kejanggalan posisi tubuh, meneliti kelelahan otot, dsb. Berikut adalah metode yang digunakan:

1. *OWAS (Ovako Working Analysis System)*

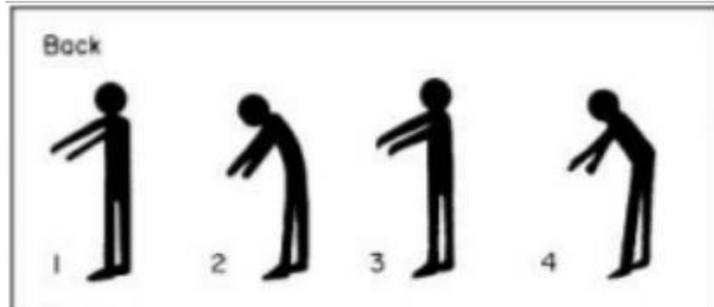
Metode OWAS merupakan suatu metode yang digunakan untuk menilai postur tubuh pada saat bekerja, seperti halnya metode RULA dan REBA. Metode ini merupakan suatu metode sederhana dan dapat digunakan untuk menganalisa suatu pembebanan pada postur tubuh. Penerapan dari metode

ini dapat memberikan suatu hasil yang baik , yang dapat meningkatkan kenyamanan kerja , sebagai peningkatan kualitas produksi, setelah dilakukannya perbaikan sikap kerja.

Aplikasi metode OWAS didasarkan pada hasil pengamatan dari berbagai posisi yang diambil pada pekerja selama melakukan pekerjaannya , dan digunakan untuk mengidentifikasi sampai dengan 252 posisi yang berbeda , sebagai hasil dari kemungkinan kombinasi postur tubuh bagian belakang (4 posisi) , lengan (3 posisi) , kaki (7 posisi) , dan pembebanan (3 interval) .

Metode OWAS dibedakan kedalam empat(4) tingkat atau kategori risiko . Tingkat atau kategori resiko tersebut secara berurutan adalah nilai 1 dengan resiko terendah dan nilai 4 dengan resiko tertinggi . Untuk setiap kategori resiko yang diperoleh akan digunakan untuk melakukan rekomendasi suatu perbaikan . Berikut ini adalah sikap bagian tubuh yang diamati untuk dianalisa dan dievaluasi.

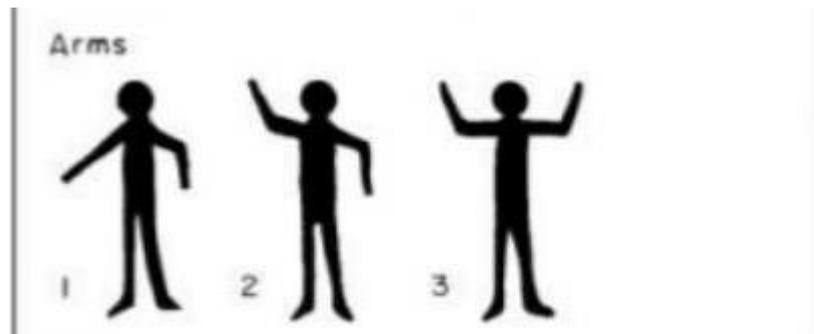
- a. Sikap punggung, terdiri dari :
 1. Lurus
 2. Membungkuk
 3. Memutar atau miring kesamping
 4. Membungkuk dan memutar atau membungkuk ke depan dan ke samping



Gambar 2.3 Sikap Punggung OWAS

b. Sikap lengan, terdiri dari :

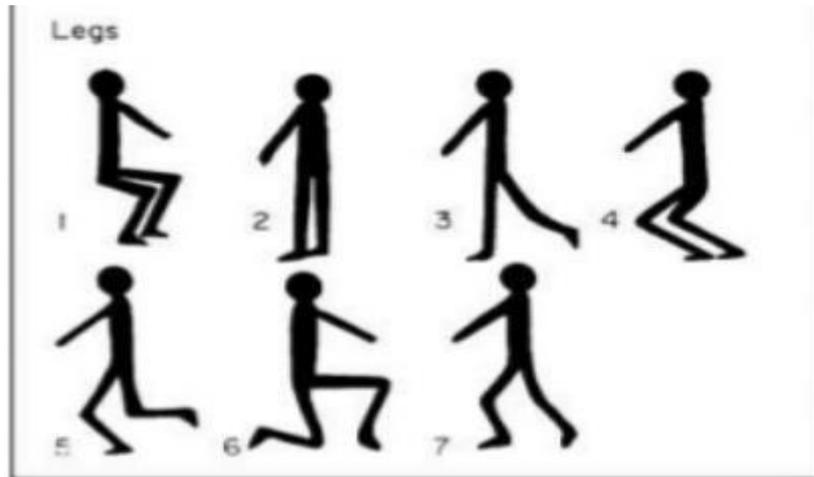
1. Kedua lengan berada dibawah bahu
2. Satu lengan berada pada atau diatas bahu
3. Kedua lengan pada atau diatas bahu



Gambar 2.4 Sikap Tangan Owas

c. Sikap kaki terdiri dari :

1. Duduk
2. Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus
3. Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus
4. Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk $< 150^{\circ}$
5. Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk $< 150^{\circ}$
6. Berlutut pada satu atau kedua lutut
7. Berjalan



Gambar 2.5 Sikap Kaki Owas

d. Berat Beban, terdiri dari :

1. Berat beban adalah kurang dari 10Kg ($W = 10\text{Kg}$)
2. Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ($10\text{Kg} < W = 20\text{kg}$)
3. Berat beban adalah lebih besar dari 20kg ($W > 20\text{Kg}$)

Hasil dari analisis postur kerja OWAS terdiri dari empat level skala sikap kerja yang berbahaya bagi para pekerja. Setelah didapat kode berdasarkan penilaian klarifikasi sikap tubuh yang diamati selanjutnya kode tersebut dimasukkan ke dalam tabel analisis sikap kerja OWAS agar didapat kategori dari tiap postur kerja .Kategori sikap pekerja dibagi menjadi 4 yaitu :

- KATEGORI 1 : Pada sikap ini tidak ada masalah pada sistem muskuloskeletal (tidak berbahaya) . Tidak perlu ada perbaikan.
- KATEGORI 2 : Pada sikap ini berbahaya pada sistem muskuloskeletal (postur tubuh kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan). Perlu perbaikan dimasa yang akan datang .
- KATEGORI 3 : Pada sikap ini berbahaya pada sistem muskuloskeletal (postur tubuh kerja

mengakibatkan pengaruh ketegangan yang sangat signifikan). Perlu perbaikan segera mungkin .

- KATEGORI 4 : Pada sikap ini sangat berbahaya pada sistem musculoskeletal (postur kerja ini mengakibatkan resiko yang jelas). Perlu perbaikan secara langsung / saat ini juga.

Tabel 2.2 Tabel Pengklasifikasian Kategori Resiko

Punggung	Lengan	Kaki																							
		1			2			3			4			5			6			7					
		Beban			Beban			Beban			Beban			Beban			Beban			Beban					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	3	3	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Sumber: Pengolahan data penulis 2020

Metode ini tidak hanya sebatas pada klasifikasi posisi sesuai dengan resiko yang ditimbulkan pada sistem musculoskeletal , tetap juga menyediakan analisa frekuensi relative dari posisi yang berbeda pada bagian punggung , lengan , dan kaki yang telah diamati dan dicatat pada setiap kode posisi. Oleh karena itu harus dihitung jumlah repetitive dari setiap posisi punggung, lengan, dan kaki dalam kaitannya dengan posisi lainnya selamat total waktu pengamatan, yaitu, frekuensi relative pekerjaan. Setelah perhitungan ini, maka sebagai langkah terakhir dari metode ini , adalah menentukan kategori resiko yangt mencakup setiap posisi.

Penilaian frekuensi relatif dilakukan setelah merekam gambar selama proses kerja berlangsung , setelah dilakukan perekaman , dilakukan perhitungan terhadap jumlah repetitif dari setiap posisi yang dominan terjadi pada punggung , lengan dan kaki dalam kaitannya dengan posisi lainnya selamat totalt waktut pengamatan.

Setelah perhitungan ini maka sebagai langkah terakhir dari metode ini, adalah menentukan kategori resiko yang mencakup setiap posisi.

Tabel 2.3 Klasifikasi Tingkat Risiko Menurut Frekuensi Relatif

Punggung											
1. Lurus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Membungkuk	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
3. Memutar atau miring kesamping	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
4. Membungkuk dan memutar atau membungkuk ke depan dan ke samping	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Lengan											
1. Kedua lengan berada dibawah bahu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Satu lengan berada pada atau diatas bahu	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
3. Kedua lengan pada atau diatas bahu	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Kaki											
1. Duduk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2. Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3. Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus	3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
4. Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk <150°	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
5. Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk >150°	5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
6. Berlutut pada satu atau kedua lutut	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
7. Berjalan	7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Frekuensi Relatif (%)		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%

Sumber: Pengolahan data penulis 2020

2. *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

RULA dikembangkan untuk menyelidiki pemaparan pekerja individual terhadap faktor risiko yang terkait dengan gangguan tungkai atas. Metode ini menggunakan diagram postur tubuh dan tiga tabel penilaian untuk memberikan evaluasi pemaparan terhadap faktor risiko. Faktor risiko yang diteliti digambarkan oleh McPhee sebagai faktor beban eksternal, yaitu:

1. Jumlah gerakan
2. Kerja otot statis
3. Gaya
4. Postur kerja yang ditentukan oleh peralatan dan bahan
5. Waktu bekerja tanpa istirahat.

Selain faktor-faktor ini McPhee menyebutkan faktor penting lainnya yang mempengaruhi beban, namun dapat bervariasi antar individu. Ini adalah postur kerja yang terjadi, penggunaan otot statik yang tidak penting atau kekuatan, kecepatan dan ketepatan gerakan, frekuensi dan durasi jeda yang diambil oleh operator. Selanjutnya, menurut McPhee, faktor individu (seperti usia dan pengalaman), faktor lingkungan kerja dan variabel psikososial adalah faktor-faktor yang mengubah respons individu terhadap beban tertentu.

Dalam upaya untuk menilai pergerakan empat nilai pertama yang dijelaskan diatas (kerja otot statis , gaya dan postur) RULA dikembangkan untuk :

1. Menyediakan metode penyaringan populasi kerja dengan cepat , untuk memperkecil kemungkinan terkena risiko gangguan pada lengan atas yang disebabkan kerja
2. Mengidentifikasi usaha otot yang berhubungan dengan postur kerja , mengerahkan tenaga dan melakukan pekerjaan statis atau berulang, dan yang dapat menyebabkan kelelahan otot .
3. Memberikan hasil yang dapat digabungkan dalam penilaian ergonomi yang lebih luas yang mencakup faktor epidemiologis, fisik , mental , lingkungan dan organisasional , dan terutama untuk membantu memenuhi persyaratan penilaian *UK Guidelines on the prevention of work -related upper limb disorders*

RULA dikembangkan tanpa memerlukan peralatan khusus. Hal ini memberi kesempatan kepada sejumlah penyelidik untuk dilatih dalam melakukan penilaian tanpa tambahan biaya peralatan. Karena penyelidik hanya membutuhkan clipboard dan pena, penilaian RULA dapat dilakukan di tempat kerja terbatas tanpa gangguan pada angkatan kerja. Mereka yang dilatih untuk menggunakannya tidak membutuhkan keterampilan sebelumnya dalam teknik observasi walaupun ini akan menjadi keuntungan

Saat meninjau literatur, berbagai metode ditemukan untuk menilai postur, gerakan dan kekuatan yang diberikan saat melakukan pekerjaan dan pengaruhnya terhadap kapasitas dan kemampuan fisik orang tersebut. Metode survei telah dikembangkan untuk mengumpulkan informasi tentang keluhan muskuloskeletal yang dilaporkan oleh populasi pekerja. Kemmlert dan Kilbom mengembangkan daftar pertanyaan yang menghubungkan faktor risiko di tempat kerja dengan

informasi tentang laporan operator tentang ketidaknyamanan bagian tubuh. Metode untuk mengevaluasi postur kerja juga dilaporkan, baik dengan cara observasi, rekaman video, sistem optik atau rangka. Penggunaan analisis tugas untuk mengevaluasi kekuatan yang diberikan, frekuensi gerakan dan postur kerja yang diadopsi dilaporkan oleh Drury.

3. *Postur Evaluation Index (PEI)*

Untuk mendapatkan suatu tingkat kenyamanan yang optimal, harus diminimalisasi terbentuknya *critical posture* selama operasi kerja berlangsung. *Critical posture* dari setiap rangkaian operasi kerja merupakan postur kerja yang paling berpotensi menimbulkan WMSD. Sering kali *critical posture* sulit untuk dideteksi dengan tepat. Untuk mengatasi hal ini, dikembangkan sebuah tool yang disebut dengan PEI. PEI adalah tool untuk menilai kualitas dari suatu postur tunggal dengan mengandalkan TAT pada software Jack. Dengan menggunakan metode PEI, kualitas dari suatu postur tunggal dengan mengandalkan TAT ini dapat dinilai sehingga *critical posture* juga dapat dideteksi.

Secara garis besar, terdapat 7 fase yang harus dilalui dalam perhitungan nilai PEI, yaitu :

1. Penilaian OWAS

OWAS merupakan metode sederhana untuk mengetahui tingkat kenyamanan dari suatu postur kerja serta untuk memberikan informasi mengenai tingkat kepentingan perlunya dilakukan kegiatan perbaikan. Tingkat penilaian ini didasarkan pada postur dan observasi rangkaian kerja operator yang disimulasikan. Nilai OWAS yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan indeks kenyamanan maksimum yang ada pada OWAS, yaitu 4.

2. Penilaian RULA

RULA adalah tools untuk mengevaluasi postur tubuh bagian atas dan mengidentifikasi risiko cedera atau gangguan pada tubuh bagian atas. Nilai RULA yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan indeks maksimum RULA, yaitu 7.

3. Perhitungan nilai PEI

PEI mengintegrasikan nilai LBA, OWAS, dan RULA yang dihasilkan oleh software Jack. PEI mengintegrasikan ketiga nilai ini dengan menjumlahkan tiga variabel dimensional I_1 , I_2 , dan I_3 , dengan keterangan sebagai berikut:

- Variabel I_1 merupakan perbandingan antara skor LBA dengan batas aman kekuatan kompresi yang dapat diterima manusia, yaitu sebesar 3.400 N. Adapun sebelum dilanjutkan ke perhitungan berikutnya, perlu diyakini bahwa nilai I_1 harus lebih kecil dari 1. Jika $I_1 > 1$ menunjukkan kegiatan kerja dalam simulasi tidak

valid . Nilai I1 dapat dihitung dengan menggunakan formula:

$$I1 = LBA / 3400$$

- Variabel I2 merupakan perbandingan nilai OWAS dengan nilai maksimumnya , yaitu 4 . Nilai I2 dapat dihitung menggunakan formula : $I2 = OWAS / 4$
- Variabel I3 merupakan perbandingan nilai RULA dengan indeks batas maksimum tingkat kenyamanan RULA, yaitu 7. Nilai I3 dapat dihitung dengan menggunakan formula: $I3 = RULA / 7$

Setelah didapatkan nilai dari tiap variabel , dapat dihitung nilai PEI dengan menggunakan formula : $PEI = I1 + I2 + I3 \cdot mr$

Dengan : mr = amplification factor yang bernilai 1,42
Semakin kecil nilai PEI , semakin tinggi tingkat kenyamanan dan semakin rendah resiko keluhan kesehatan yang dapat diderita oleh manusia yang melakukan postur tersebut . Sebaliknya , semakin tinggi nilai PEI , semakin rendah tingkat kenyamanan dan semakin tinggi resiko keluhan kesehatan yang dapat diderita oleh manusia . Oleh karena itu , dapat disimpulkan bahwa suatu postur kerja dikatakan optimal jika memiliki nilai PEI paling rendah.

4. Penilaian LBA

LBA merupakan tools yang digunakan untuk mengevaluasi gaya dan tekanan yang terjadi pada tulang belakang manusia berdasarkan postur dan beban yang dikenakan saat melakukan suatu operasi kerja . Nilai tekanan yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan batasan tekanan yang ada pada standar NIOSH , yaitu sebesar 3.400 N .

4. *Nordic Body Map (NBM)*

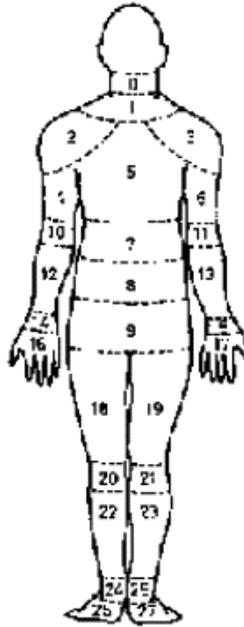
NBM merupakan salah satu metode berupa kuisisioner untuk mengetahui bagian tubuh yang mengalami keluhan mulai dari tidak terasa sakit (*no pain*) hingga sangat sakit (*very painful*) Wignjosoebroto (2006) yang dijelaskan di tabel bawah ini:

Tabel 2.4 Tingkat keluhan pada kuisisioner Nordic Body Map

Simbol	Deskripsi
A	No Pain / Tidak Sakit
B	Moderately Pain / Cukup Sakit
C	Painful / Sakit
D	Very Painful / Sangat Sakit

Sumber: Wignjosoebroto (2006)

Kuisisioner ini menggambarkan bagian tubuh manusia yang dibagi menjadi 9 bagian tubuh utama yaitu leher, bahu, punggung, bagian atas, siku, punggung bagian bawah, tangan, pinggang, lutut dan tumit. Dari 9 bagian tubuh tersebut kemudian terbagi menjadi 28 bagian kuisisioner peta tubuh yang didistribusikan 5 responden yang melakukan pengerjaan pembuatan modal. Gambar dibawah ini menunjukkan 9 bagian tubuh yang dibagi menjadi 27 bagian peta tubuh:



Gambar 2.6 Peta tubuh *Nordic Body Map*
 Sumber: Wignjosoebroto (2006)

5. Metode Statistik untuk Antropometri

Mean

Mean (\bar{X}) adalah nilai rata-rata yang dihitung dari sekelompok data tertentu. Rumus mean (nilai rata-rata) dinyatakan sebagai berikut:

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

Dimana: $\sum X_i$ = Jumlah semua nilai X ke i
 n = jumlah sampel yang diteliti

Sumber : (Sutalaksana, 2006)

Standar Deviasi

Standar Deviasi (SD) adalah simpangan yang dibakukan dari data yang dihitung. Rumus standar deviasi dinyatakan sebagai berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}}$$

Dimana: $\sum X_i^2$ = Jumlah semua nilai X ke i
dikuadratkan
 $\sum X_i$ = Jumlah semua nilai X ke i
n = Jumlah sampel yang diteliti

Sumber : (Sutalaksana, 2006)

BAB III

TAHAPAN PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah evaluasi dan pengembangan produk tentang usulan rancangan troli sebagai alat bantu angkut galon yang ergonomis sehingga pekerja dapat mengangkut galon dari lantai ke lantai dengan nyaman dan aman. Dalam penelitian ini menggunakan jenis data kualitatif, dan kuantitatif. Data kualitatif yaitu data yang berbentuk kalimat, kata-kata atau gambaran. Dalam penelitian ini diperlukan data postur tubuh pekerja saat proses pengangkutan galon dari lantai ke lantai dan keluhan cedera otot pada pekerja dalam proses pengangkutan. Karena dengan mengetahui hubungan ketergantungan ini maka desain prototipe berfokus untuk mengurangi titik-titik keluhan cedera otot pekerja. Data kuantitatif adalah data informasi yang berupa simbol angka atau bilangan. Data kuantitatif pada penelitian ini terdiri dari data dimensi troli galon dan data antropometri pekerja yang berhubungan dengan permasalahan penelitian.

3.2 Teknik Penentuan Populasi dan Sampel

Penentuan populasi dan sampel untuk penelitian ini adalah seluruh pekerja atau caraka yang akan menggunakan troli galon berjumlah 9 orang. Penulis melakukan penelitian dengan data populasi agar hasil akhir penelitian berupa alat dapat tepat guna bagi seluruh pekerja atau caraka Fakultas Teknik Upn Veteran Jakarta.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini, dilakukan identifikasi dan pengumpulan data-data yang akan digunakan dalam pengerjaan penelitian. Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Data interaksi antara pekerja yaitu data keluhan otot (*musculoskeletal disorders*) yang dialami pekerja saat melakukan proses pengangkutan galon secara manual dengan mengisi Kuisisioner *Nordic Body Map* (NBM) oleh pekerja dengan cara wawancara dan menyebar kuesioner.
2. Postur tubuh operator selama melakukan proses kerja untuk mengetahui dimensi usulan alat perancangan melalui observasi dan dokumentasi.
3. Gambaran kebiasaan postur pekerja dengan observasi, dokumentasi, penilaian RULA, OWAS, LBA, PEI
4. Dimensi tubuh (antropometri) operator berupa tinggi siku (D4), lebar sisi bahu (D17), lebar kaki (D31) dengan cara observasi dan dokumentasi.

Tahap pengumpulan data ini dilakukan dengan pengukuran langsung, dokumentasi, wawancara dan kuesioner.

3.4 Metode Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan setelah data yang dikumpulkan mencukupi. Berikut adalah tahap – tahap yang perlu dilakukan antara lain:

1. Mengolah kuisisioner NBM untuk mengetahui seberapa besar dampak resiko cedera otot (*musculoskeletal disorders*) yang dihadapi pekerja.
2. Mengolah data antropometri pekerja dengan pengujian keseragaman, kecukupan, kenormalan, dan nilai persentil yang digunakan sebagai ukuran usulan perancangan.
3. Merancang desain usulan menggunakan bantuan *software Autocad 2017* berdasarkan postur tubuh pekerja, data dimensi tubuh (antropometri) pekerja dan dimensi usulan perancangan troli galon
4. Membuat simulasi perancangan troli galon berdasarkan desain usulan.

5. Mengolah hasil simulasi yang dikeluarkan oleh software jack berupa nilai LBA, RULA, dan OWAS sehingga didapatkan nilai Postur Evaluation Index (PEI).

3.5 Analisa dan Pembahasan

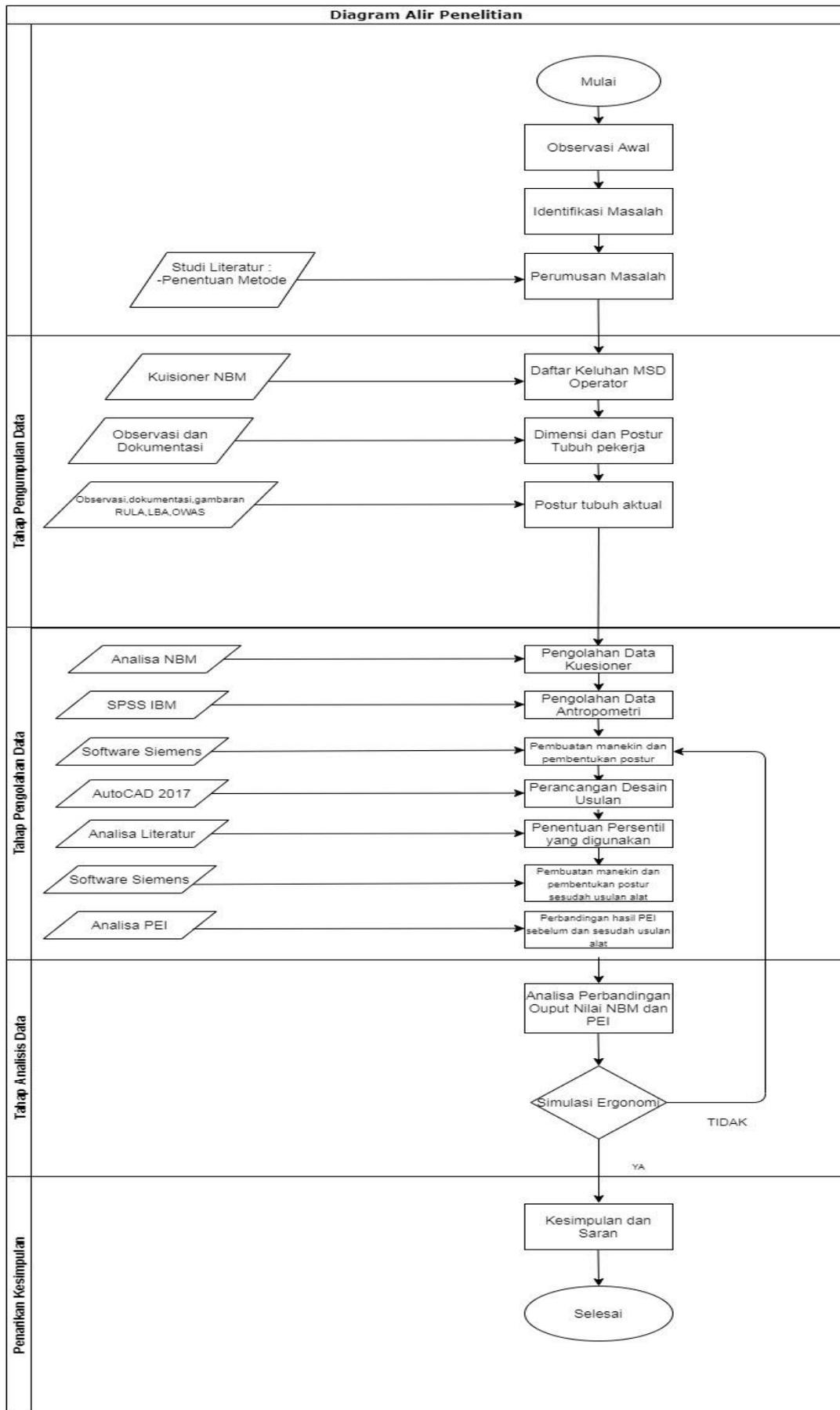
Tahap Analisa dan pembahasan dimulai setelah alat sudah berjalan sesuai dengan desain usulan. Kemudian dilakukan analisis Postur Evaluation index dari software simulasi jack dan alat untuk menilai kualitas ergonomi postur kerja yang dihasilkan dari setiap konfigurasi alat, sehingga akan didapatkan usulan perbaikan yang paling ideal secara ergonomis untuk aktivitas kerja pada troli galon.

3.6 Tahap Akhir Penelitian

Tahap akhir Penelitian dimulai dengan pembuatan kesimpulan dan saran. Kesimpulan dibuat untuk merangkum dari hasil penelitian. Sementara, saran dibuat sebagai bahan masukan untuk penelitian berikutnya.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Penelitian harus dilakukan dengan sistematis, oleh karena itu diagram alir dibutuhkan untuk memperjelas tahapan – tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini. berikut adalah diagram alir untuk penelitian ini :



Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian diatas adalah :

1. Membuat simulasi usulan perancangan dengan menyesuaikan antropometri operator guna mengurangi keluhan MSDs.
2. Menganalisis ergonomis postur kerja dengan metode RULA, OWAS,LBA dan PEI dengan tools TAT pada software siemens jack.
3. Menganalisis hasil kuesioner dengan metode NBM

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan data

Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu: Data keluhan otot (*musculoskeletal disorders*) yang dialami pekerja saat mengangkat galon secara manual, Dimensi Troli galon, Proses pengoperasian mesin *Injection*, Postur tubuh operator saat mengoperasikan troli galon dan Dimensi tubuh (*antropometri*) pekerja. Penulis mengambil data untuk metode NBM, RULA, OWAS, LBA, dan PEI menggunakan alat bantu kamera untuk mendokumentasikan kegiatan yang dilakukan pekerja yang kemudian diolah dan diteliti.

Setelah dilakukan pengolahan data dengan kelima metode tersebut lalu dibandingkan setiap metode mana yang menghasilkan pekerjaan yang berisiko, yang kemudian akan dilakukan perbaikan alat melalui proses simulasi dan saran.

4.1.1 Kuisisioner *Nordic Body Map* (NBM)

Pengambilan data NBM dilakukan pada saat pekerja mengangkat galon secara manual dan menuangkan galon ke dispenser, jumlah pekerja sebanyak 2 orang terdiri dari 2 orang laki – laki, yang berusia 27 dan 36 tahun menggunakan kuisisioner. Berikut contoh hasil kuisisioner salah satu operator :

Tabel 4.2 rekapitulasi kuesioner NBM

No	Operator	Jenis Kelamin	Keluhan			
			TS	AS	S	SS
1	Septian	Laki – Laki	10	10	7	1
2	Tiran	Laki – Laki	8	15	4	1
3	Anwar	Laki – Laki	12	8	4	4
4	Wahyudi	Laki – Laki	7	9	7	5
5	Irfan Pratama	Laki – Laki	6	12	6	4
6	Sulaiman	Laki – Laki	8	7	5	8
7	Sukardi	Laki – Laki	10	8	7	3
8	Ahmad Yani	Laki – Laki	12	7	8	1
9	Ahmad Juniardi	Laki – Laki	11	4	11	2

Sumber : Pengumpulan data penulis (2020)

4.1.2 Postur kerja operator

Hal pertama yang dilakukan penulis dalam analisis pekerja adalah observasi grafis berupa pengambilan gambar pada saat pekerja mengangkat galon secara manual dan menuangkan galon ke dispenser, agar didapatkan postur tubuh aktual untuk dapat menentukan skor pada analisis postur. Berikut foto postur tubuh



Sumber : Pengumpulan data penulis (2020)

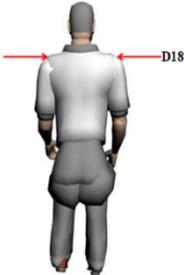
Gambar 4.1 Postur tubuh pekerja saat melakukan kegiatan bekerja
 Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa pekerja dalam mengangkat galon masih dilakukan secara manual serta dalam menuangkan galon masih dalam postur kerja yang bungkuk. Postur tersebut

dapat menyebabkan gejala yang berkaitan dengan otot jika aktivitas tersebut secara terus – menerus dilakukan dan berulang.

4.1.3 Data Antropometri Operator

Pengukuran antropometri operator dilakukan untuk mengetahui berapa persentil dari setiap dimensi tubuh operator yang akan digunakan untuk menyesuaikan desain troli galon. Berdasarkan observasi penulis, dimensi tubuh pekerja yang berkaitan dengan desain troli galon adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Dimensi tubuh yang diperlukan

No	Dimensi tubuh	Kode	Gambar
1	Tinggi siku	D4	
2	Lebar bahu bagian atas	D18	
3	Lebar telapak kaki	D31	

Sumber: Pengumpulan data penulis (2020)

Dimensi – dimensi tubuh pekerja seperti pada tabel 4.3 diatas yang akan diukur dan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan usulan perancangan simulasi troli galon. Berikut adalah hasil pengukuran dimensi tubuh pekerja berdasarkan hasil observasi penulis.

Tabel 4.4 Hasil pengukuran dimensi tubuh operator

NAMA	L/P	Kode		
		D4	D18	D31
		tinggi siku	lebar bahu bagian atas	Lebar kaki
Septian	L	104	42	10
Tiran	L	106	43	10,2
Anwar	L	109	42	9
Wahyudi	L	105	42	10
Irfan Pratama	L	110	41	10
Sulaiman	L	96	36	9,5
Sukardi	L	97	38	9,5
Ahmad Yani	L	104	41	10
Ahmad Juniardi	L	104	40	10
Satuan : Centimeter (CM)				

Sumber : Pengumpulan data penulis (2020)

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dari penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu Analisa NBM, Uji data Antropometri, perhitungan persentil data, hasil analisa simulasi dan perancangan desain usulan simulasi.

4.2.1 Nordic Body Map (NBM)

Setelah data kuesioner telah di rekapitulasi, perlu dilakukan perhitungan persentase keluhan di tiap peta tubuh, dan juga presentase secara keseluruhan. Perhitungan presentase dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$Persentase = \frac{\sum_i \text{Indeks Pengukur}}{\text{jumlah kuisisioner}} \times 100 \% = \frac{\sum TS_i}{n} \times 100\%$$

Berikut perhitungan persentase pengoperasian mengangkat galon secara manual pada pekerja 1.

$$\text{Persentase TS1} = \frac{10}{28} \times 100\% = 36\%$$

Untuk analisa NBM, dilakukan penilaian persentase terjadinya keluhan dengan cara menghitung jumlah persentase dari 4 indikator pengukur di setiap stasiun, yang dimana hasil persentase tersebut digunakan untuk membandingkan antar keempat indikator .

Perbandingan dilakukan dengan kondisi :

1. Jika penjumlahan persentase indikator AS,S,SS lebih kecil dari indikator TS maka stasiun kerja dapat “Diabaikan”
2. Jika penjumlahan persentase indikator AS,S,SS sama dengan indikator TS maka stasiun kerja “Aman”
3. Jika penjumlahan persentase indikator AS,S,SS lebih besar dari indikator TS maka stasiun kerja dilaksanakan “Tinjau”

Berikut rekapitulasi perhitungan persentase keluhan setiap operator:

Tabel 4.5 Persentase NBM berdasarkan opera

No	Operator	Jenis Kelamin	Persentase				kategori
			TS	AS	S	SS	
1	Septian	Laki – Laki	36%	36%	25%	3%	Tinjau
2	Tiran	Laki – Laki	29%	54%	14%	3%	Tinjau
3	Anwar	Laki – Laki	43%	29%	14%	14%	Tinjau
4	Wahyudi	Laki – Laki	25%	32%	25%	18%	Tinjau
5	Irfan Pratama	Laki – Laki	21%	43%	21%	15%	Tinjau
6	Sulaiman	Laki – Laki	29%	25%	17%	29%	Tinjau
7	Sukardi	Laki – Laki	36%	29%	25%	10%	Tinjau
8	Ahmad Yani	Laki – Laki	43%	25%	29%	3%	Tinjau
9	Ahmad Juniardi	Laki – Laki	39%	15%	39%	7%	Tinjau

Dari semua responden hasil rekapitulasi menyatakan bahwa kegiatan mengangkat galon secara manual memiliki keterangan “tinjau” dimana harus dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengurangi keluhan operator mengenai MSDs saat melakukan kegiatan.

Pada penelitian ini penulis melakukan persentase pada setiap keluhan otot, yang dimana akan dilakukan perbandingan sama seperti diatas. Berikut otot yang terindikasi resiko terkena cedera akibat kerja.

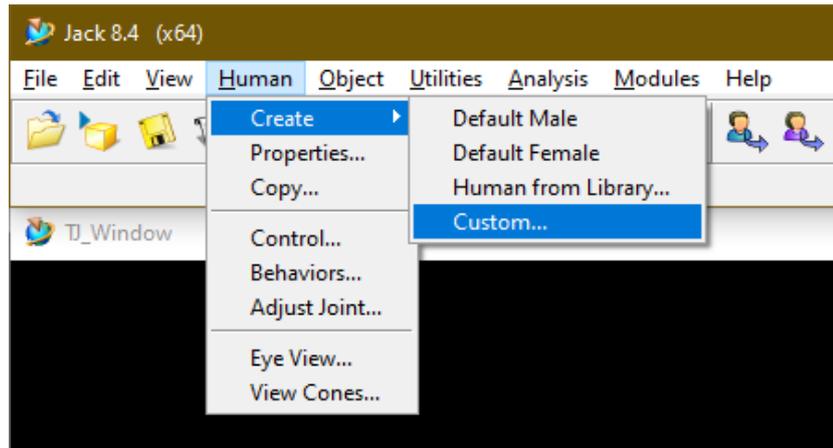
Tabel 4.6 Presentase NBM berdasarkan keluhan

4.24 Pembuatan Pemodelan Pekerja

No	keluhan	TOTAL				PRESENTASE				Kategori
		TS	AS	S	SS	TS	AS	S	SS	
0	Sakit kaku pada dibagian leher atas	0	0	9	0	0%	0%	100%	0%	S
1	Sakit kaku pada dibagian leher bawah	0	1	7	1	0%	11%	78%	11%	S
2	Sakit di bahu kiri	4	3	2	0	44%	33%	23%	0%	TS
3	Sakit di bahu kanan	0	3	3	3	0%	33%	34%	33%	S
4	Sakit di lengan atas kiri	7	2	0	0	78%	22%	0%	0%	TS
5	Sakit di punggung	1	5	3	0	11%	56%	33%	0%	AS
6	Sakit lengan atas kanan	1	1	3	4	11%	11%	33%	45%	SS
7	Sakit pada pinggang	0	2	5	2	0%	22%	56%	22%	S
8	Sakit pada bokong	5	4	0	0	56%	44%	0%	0%	TS
9	Sakit pada pantat	7	2	0	0	78%	22%	0%	0%	TS
10	Sakit pada siku kiri	4	5	0	0	44%	56%	0%	0%	AS
11	Sakit pada siku kanan	2	2	5	0	22%	22%	56%	0%	S
12	Sakit lengan bawah kiri	0	8	1	0	0%	89%	11%	0%	AS
13	Sakit lengan bawah kanan	0	1	4	4	0%	12%	44%	45%	SS
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri	4	5	0	0	44%	56%	0%	0%	AS
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	0	1	3	5	0%	11%	33%	56%	SS
16	Sakit pada tangan kiri	2	6	1	0	22%	67%	11%	0%	AS
17	Sakit pada tangan kanan	2	0	4	3	22%	0%	45%	33%	S
18	Sakit pada paha kiri	0	9	0	0	0%	100%	0%	0%	AS
19	Sakit pada paha kanan	0	2	6	1	0%	22%	67%	11%	S
20	Sakit pada lutut kiri	7	2	0	0	78%	22%	0%	0%	TS
21	Sakit pada lutut kanan	1	4	4	0	12%	44%	45%	0%	S
22	Sakit pada betis kiri	9	0	0	0	100%	0%	0%	0%	TS
23	Sakit pada betis kanan	3	4	2	0	33%	45%	22%	0%	AS
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	6	3	0	0	67%	33%	0%	0%	TS
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	1	5	3	0	11%	56%	33%	0%	AS
26	Sakit pada kaki kiri	9	0	0	0	100%	0%	0%	0%	TS
27	Sakit pada kaki kanan	9	0	0	0	100%	0%	0%	0%	TS

4.22 Pembuatan Pemodelan Pekerja

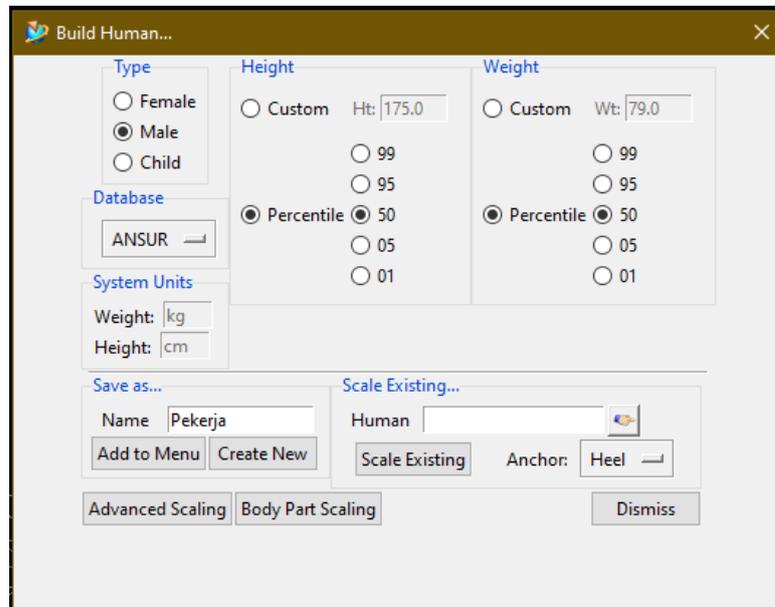
Model atau manekin pada aplikasi Siemens Jack ini dibuat untuk mempresentasikan postur tubuh pekerja pada saat proses pengangkatan galon. Manekin pekerja dibuat berdasarkan data antropometri yang dikumpul dan diolah. Data – data antropometri yang telah diolah dimasukkan ke dalam fitur build Human yang tersedia pada software.



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

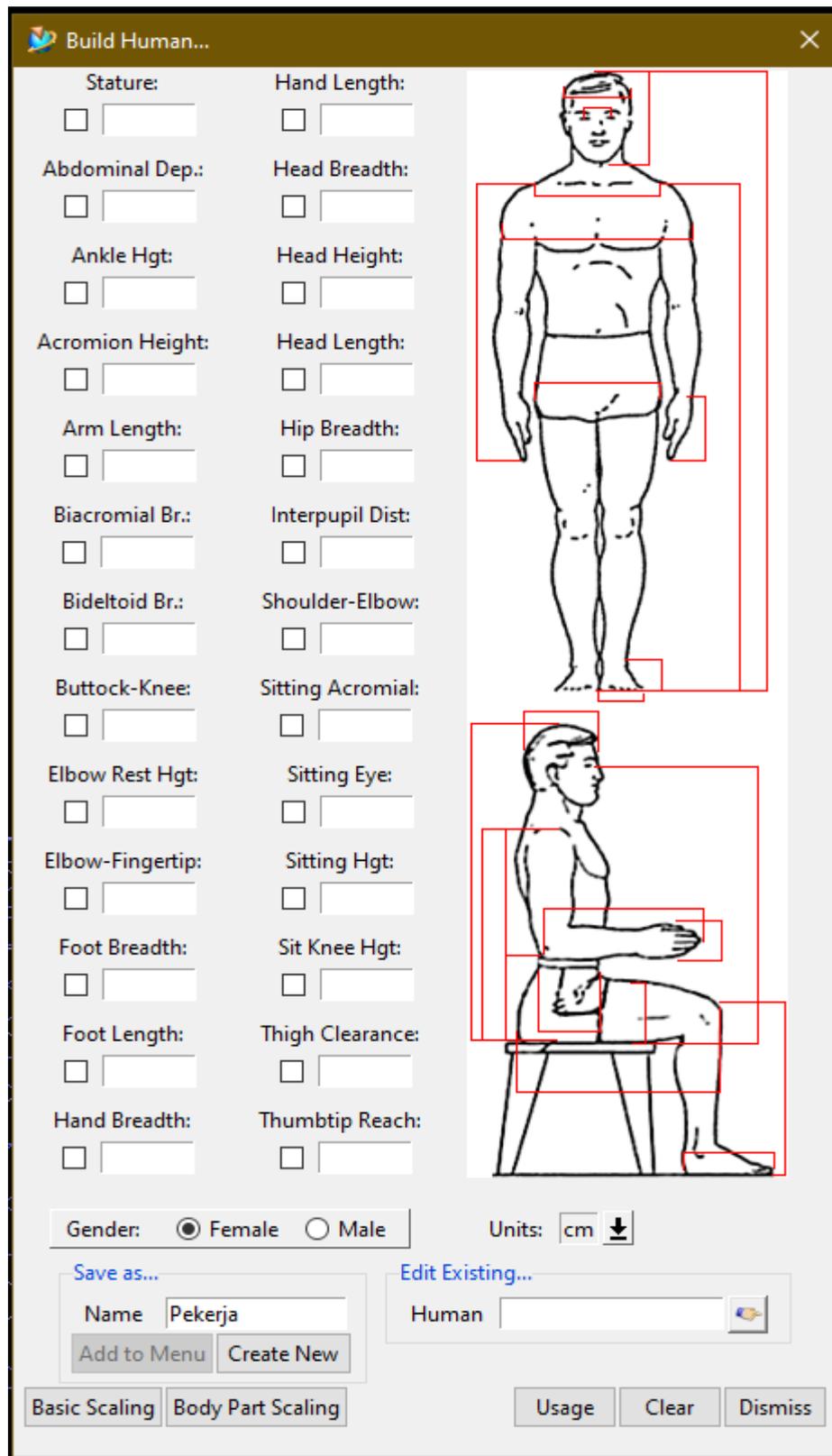
Gambar 4.4 Customize manekin pada software

Pembuatan manekin dilakukan dari menu custom dan data dasar yang dimasukkan adalah jenis kelamin berat badan dan tinggi badan. Pada menu custom juga dapat menentukan ukuran manekin dengan memilih database antropometri yang dimiliki oleh Software siemens jack. Data base yang digunakan pada penelitian ini adalah database Asian_Indian_Nid97.



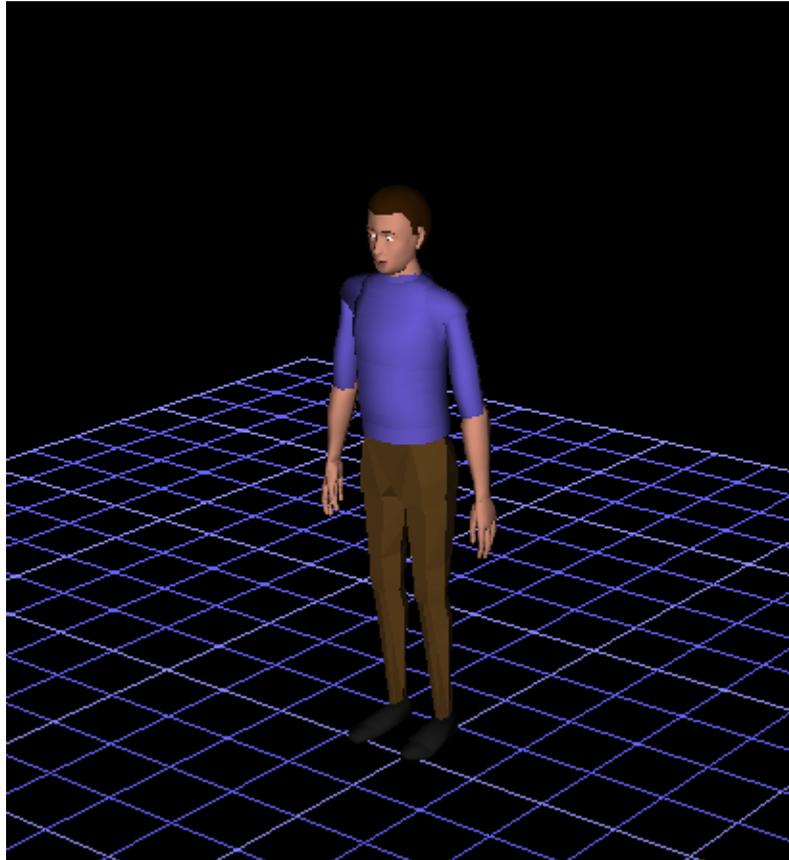
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.5 Pembuatan Manekin



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.6 Pembuatan Manekin



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

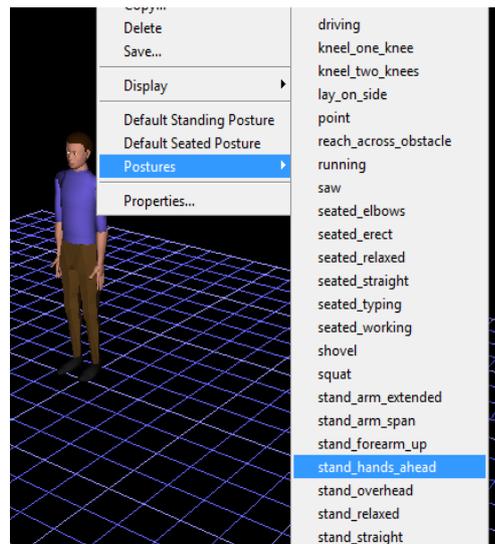
Gambar 4.7 Pembuatan Manekin

4.23 Pembentukan Postur kerja

Setelah model manekin selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah pembentukan postur dalam keadaan menarik. Postur kerja yang dibuat harus disesuaikan dengan interaksi manekin dengan konfigurasi troli yang dibuat serta harus sesuai dengan hasil observasi kebiasaan postur operator saat pekerja.

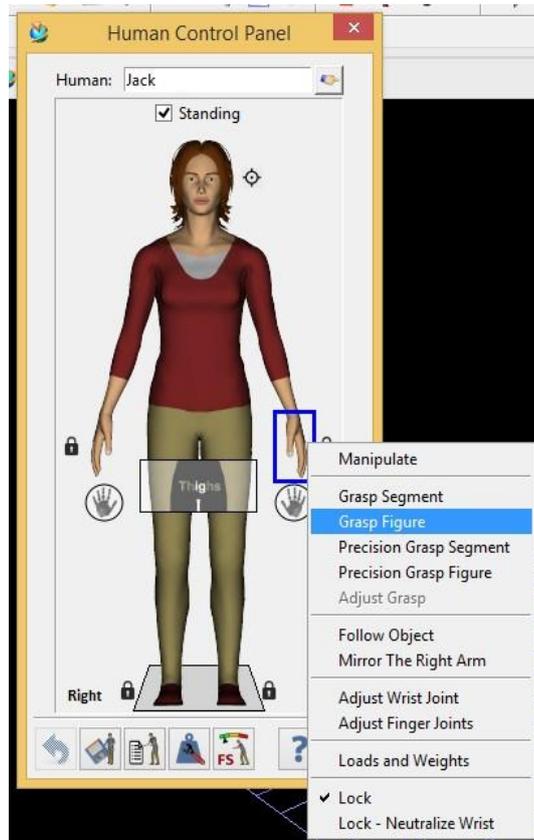
Pembuatan postur kerja harus dilakukan dengan teliti agar postur yang terbentuk sedemikian hingga mendekati kondisi sebenarnya. Pembuatan postur diawali dengan mengkondisikan posisi manekin mengikuti bentuk kondisi operator yang tersedia di database siemens jack 8.4. Penyesuaian bentuk postur dan posisi anggota tubuh dikerjakan melalui menu human control yang tersedia pada software siemens jack 8.4. Melalui menu ini dapat dilakukan

manipulasi terhadap bagian tubuh manekin. Manipulasi yang dilakukan dapat berupa pengaturan posisi anggota tubuh dan menyesuaikan persendian tubuh sesuai dengan postur yang diinginkan. Beberapa persendian yang dapat dimanipulasi saat untuk mengatur postur kerja antara lain kepala, mata, leher, bahu dilakukan dapat berupa pengaturan posisi anggota tubuh dan menyesuaikan persendian tubuh sesuai dengan postur yang diinginkan.



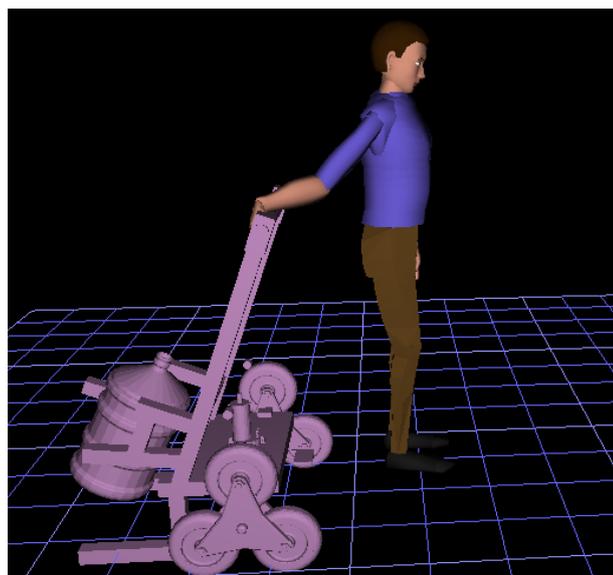
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.8 Penentuan postur tubuh



Sumber: Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.9 Proses manipulasi manekin mengikuti postur tubuh

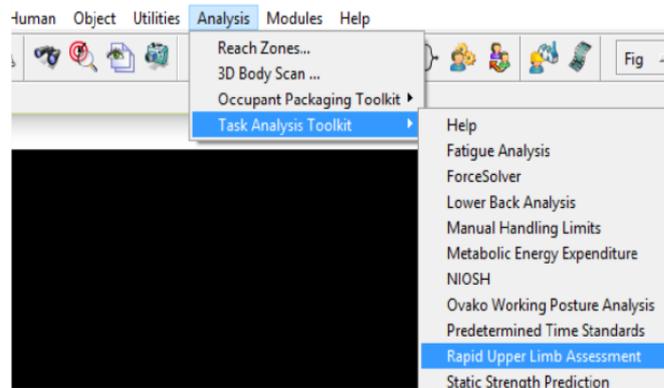


Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.10 Hasil Postur tubuh operator dengan usulan troli

4.24 Penilaian RULA,OWAS, dan LBA Sebelum Usulan pada Virtual Environment

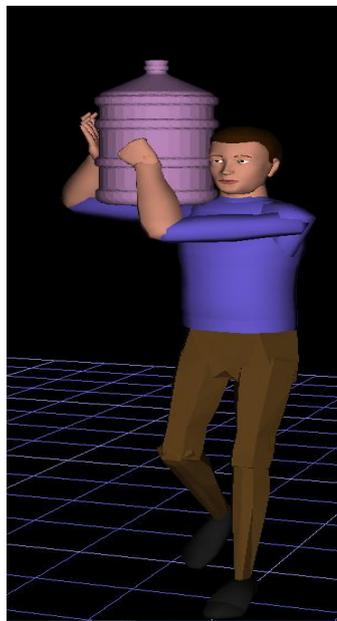
Dalam menganalisa pengaruh material handling dengan postur tubuh pekerja saat melakukan pekerjaannya digunakan tools penilaian RULA,OWAS, dan, LBA pada Task Analysis Toolkit (TAT) .



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

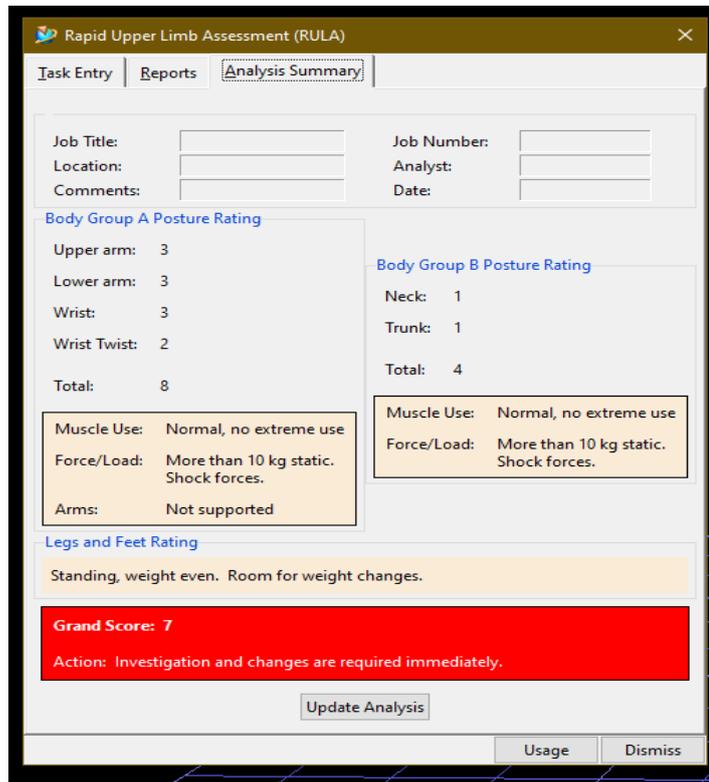
Gambar 4.11 Command untuk Analysis TAT

4.2.4.1 Penilaian RULA,OWAS, dan LBA Postur Mengangkat galon



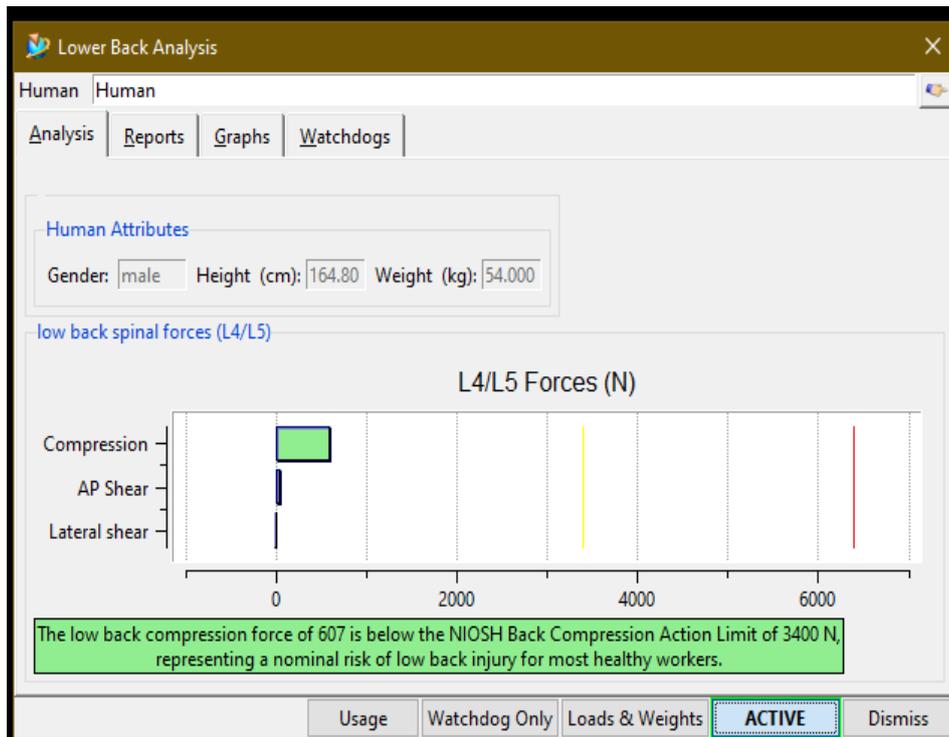
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.12 Postur mengangkat galon



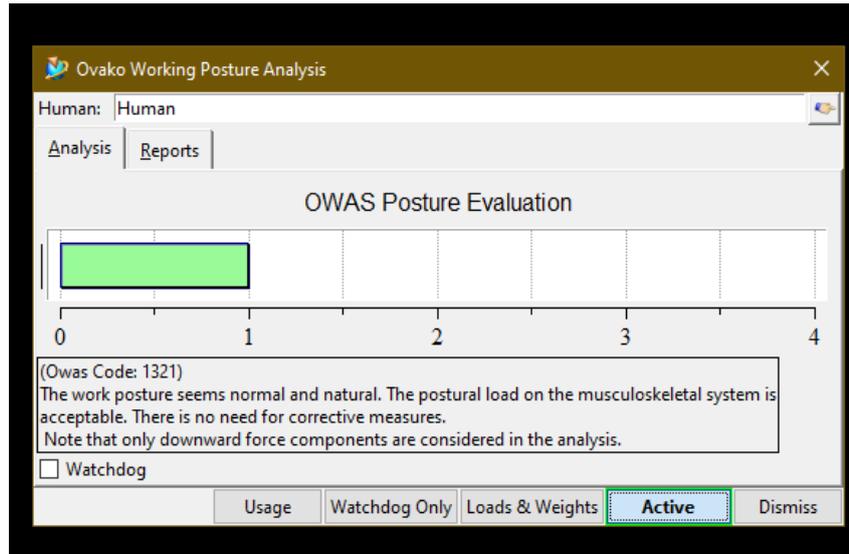
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.13 Hasil Analisis Perhitungan RULA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.14 Hasil Analisis Perhitungan LBA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.15 Hasil Analisis Perhitungan OWAS

	Sebelum	keterangan
LBA	607	Mengangkat Galon
OWAS	1	Mengangkat Galon
RULA	7	Mengangkat Galon
PEI	1,85	Mengangkat Galon

Sumber : Pengolahan data penulis 2020

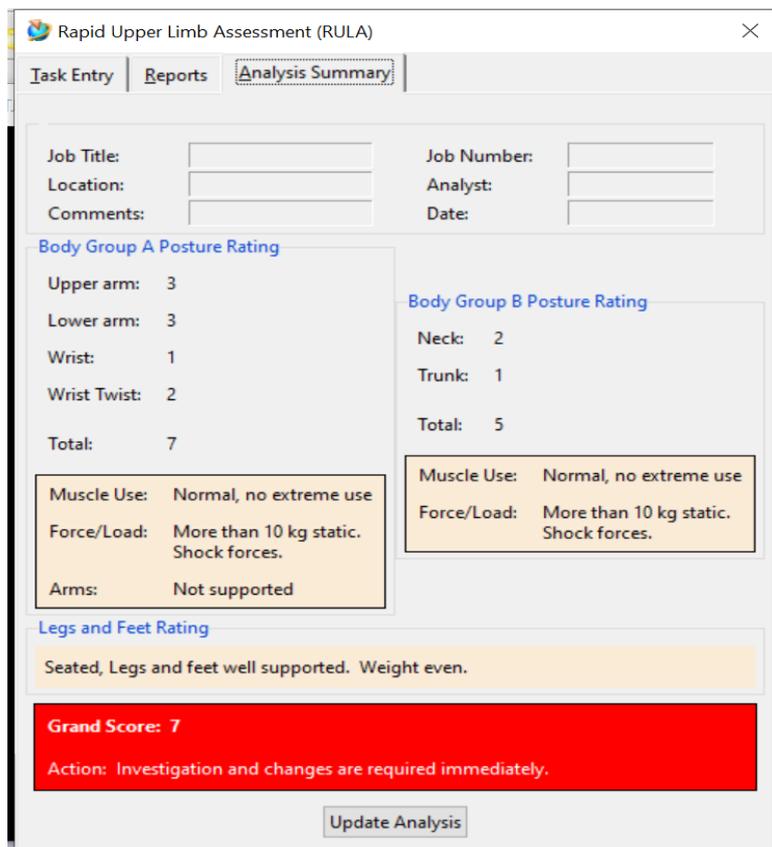
Gambar 4.16 Hasil Analisis PEI

4.2.4.2 Penilaian RULA, OWAS, dan LBA Postur mengambil dan menuangkan



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.17 Postur mengambil dan menuangkan galon



Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Job Number:
Location: Analyst:
Comments: Date:

Body Group A Posture Rating

Upper arm:	3
Lower arm:	3
Wrist:	1
Wrist Twist:	2
Total:	7

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: More than 10 kg static. Shock forces.
Arms: Not supported

Body Group B Posture Rating

Neck:	2
Trunk:	1
Total:	5

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: More than 10 kg static. Shock forces.

Legs and Feet Rating

Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

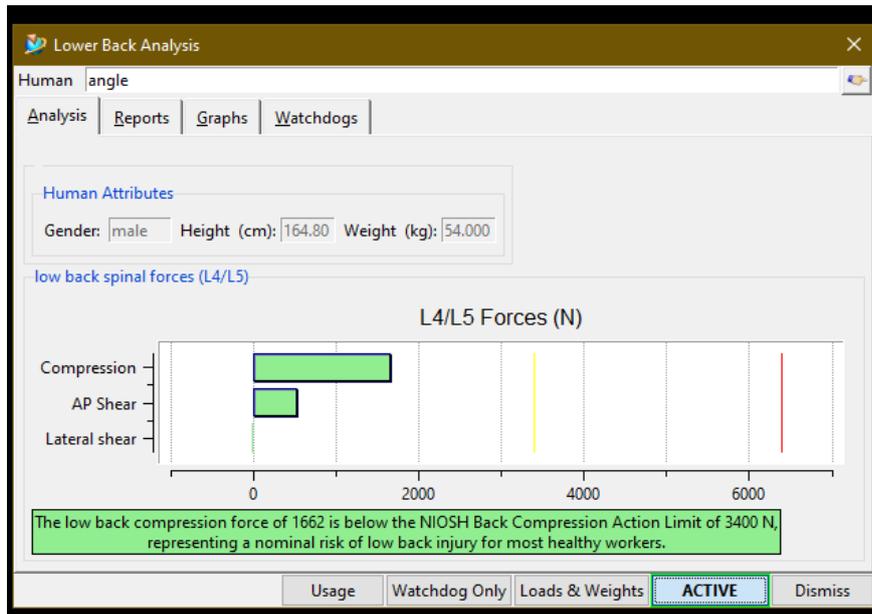
Grand Score: 7

Action: Investigation and changes are required immediately.

Update Analysis

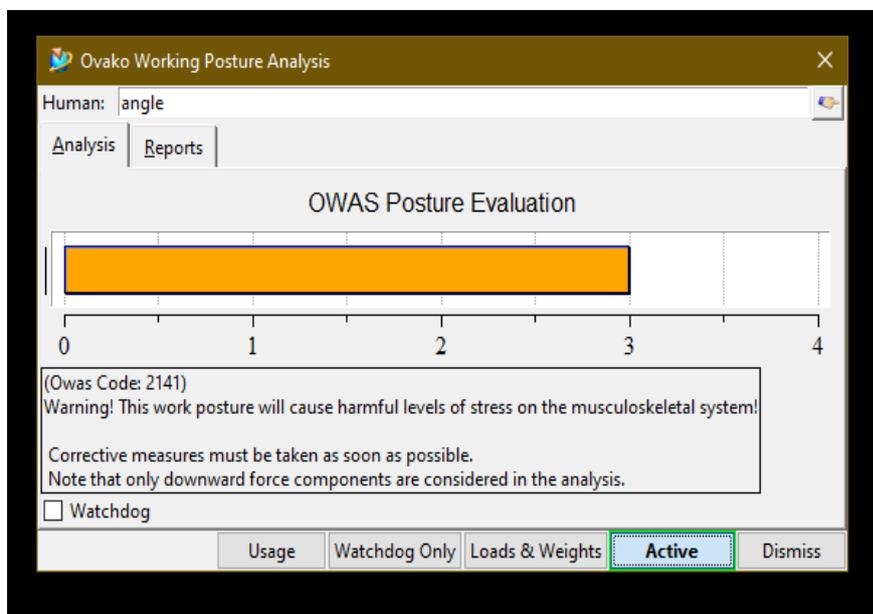
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.18 Hasil Analisis Perhitungan RULA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.19 Hasil Analisis perhitungan LBA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.20 Hasil Analisis perhitungan OWAS

	Sebelum	keterangan
LBA	1662	Menuangkan Galon
OWAS	3	Menuangkan Galon
RULA	7	Menuangkan Galon
PEI	2,66	Menuangkan Galon

Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.21 Hasil analisis PEI

4.2.5 Perhitungan Persentil

Ukuran dimensi yang akan diterapkan pada desain usulan berdasarkan dimensi tubuh pekerja yang berkaitan dengan part – part troli galon. Dikarenakan pekerja untuk mengoperasikan mesin galon tidak hanya satu orang, maka perlu diterapkan ukuran persentil agar ukuran yang akan diterapkan pada desain usulan merepresentasikan operator. Pada penelitian ini, pendekatan antropometri yang diterapkan adalah prinsip perancangan dengan ukuran ekstrim, dimana penentuan dimensi menggunakan persentil 5th untuk dimensi maksimum, persentil 75th untuk dimensi minimum dan persentil 50th untuk rata – rata. Berikut perhitungan persentil menggunakan software SPSS IBM :

Frequencies

		Statistics		
		TSB	LBBA	LK
N	Valid	9	9	9
	Missing	0	0	0
Mean		103,922	40,556	9,878
Std. Deviation		4,7307	2,2423	1,0329
Percentiles	5	96,000	36,000	8,500
	10	96,000	36,000	8,500
	25	100,500	39,000	8,850
	50	104,300	41,000	10,000
	75	107,500	42,000	10,900
	90	.	.	.
	95	.	.	.

Sumber : pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.22 Perhitungan persentil menggunakan SPSS

Berikut hasil perhitungan persentil data antropometri operator

:

Tabel 4.7 Rekapitulasi data antropometri operator

	Percentiles				
	5	10	25	50	75
Tinggi Siku Berdiri	96,0	96,0	100,5	104,3	107,5
Lebar Bahu Bagian Atas	36,0	36,0	39,0	41,0	42,0
Lebar Kaki	8,5	8,5	8,85	10,0	10,9

Sumber : pengolahan data penulis 2020

4.2.6 Perancangan Desain Usulan

Pada tahap merancang desain usulan, penulis mempertimbangkan beberapa indikator yang akan menjadi acuan dalam membuat desain yang ergonomis. Dalam penelitian ini, indikatornya sebagai berikut

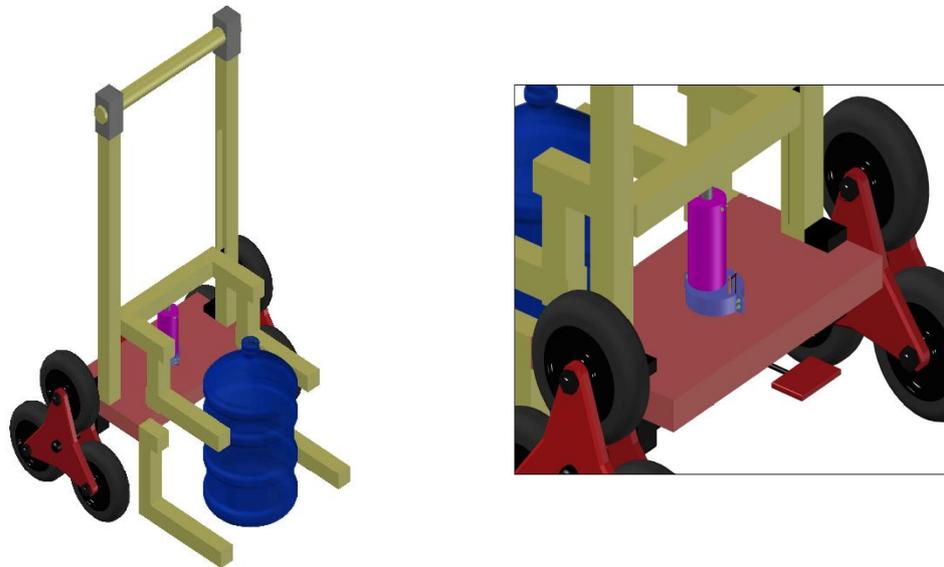
:

1. Rekapitulasi keluhan pada bagian – bagian tubuh yang berada pada tingkat SS (sangat sakit) dan S (sakit) berdasarkan hasil dari persentase NBM.

2. Rekapitulasi persentil 5th, 50th dan 75th data antropometri operator

A. Tahap Drawing

Pada tahap ini penulis akan menggambar desain usulan dengan software AutoCAD 2017. Desain Ukuran Prototipe berdasarkan dari persentil 5th, 50th dan 75th selaku persentil minimum , rata-rata, dan maksimum. Berikut adalah desain troli galon yang telah disesuaikan dengan dimensi antropometri serta ditambahkan fitur- fitur baru.



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.23 Desain usulan troli galon

Dimensi-dimensi tubuh operator yang diimplementasikan kedalam dimensi troli galon adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Implementasi dimensi tubuh

Part	dimensi tubuh	persentil	Besaran
tinggi troli dari dasar	tinggi siku berdiri	50 th	105 cm
Lebar troli	Lebar bahu bagian atas	50 th	41 cm
Lebar pedal	Lebar kaki	50 th	10 cm

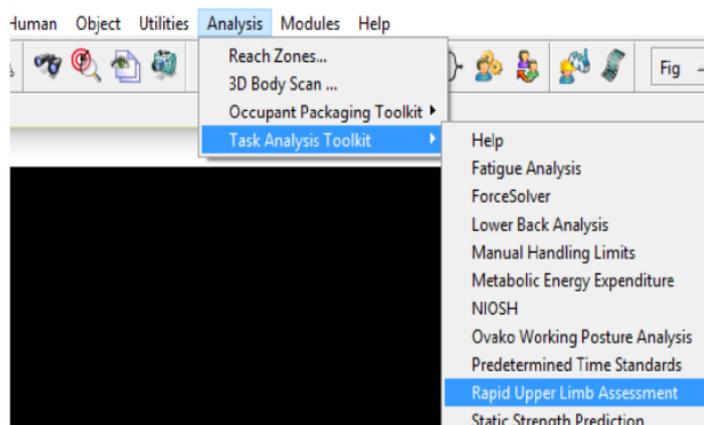
B. Cara Penggunaan Alat dan Keunggulan Fungsi Alat

Ketika mengangkat galon menggunakan troli maka dilakukan dengan menarik troli, lalu ketika ingin menuangkan galon ke dispenser maka terlebih dahulu pedal kaki diinjak terlebih dahulu sehingga dongkrak naik dan pengapit pada galon pun akan ikut bergerak naik.

Keunggulan pada alat ini terletak pada pedal kaki yang berfungsi untuk menaikkan dongkrak yang terhubung kepada pengapit galon untuk menaikkan galon, sehingga untuk memasukkan dispenser ke galon tidak perlu bungkuk.

4.27 Penilaian RULA,OWAS, dan LBA Sesudah Usulan pada Virtual Environment

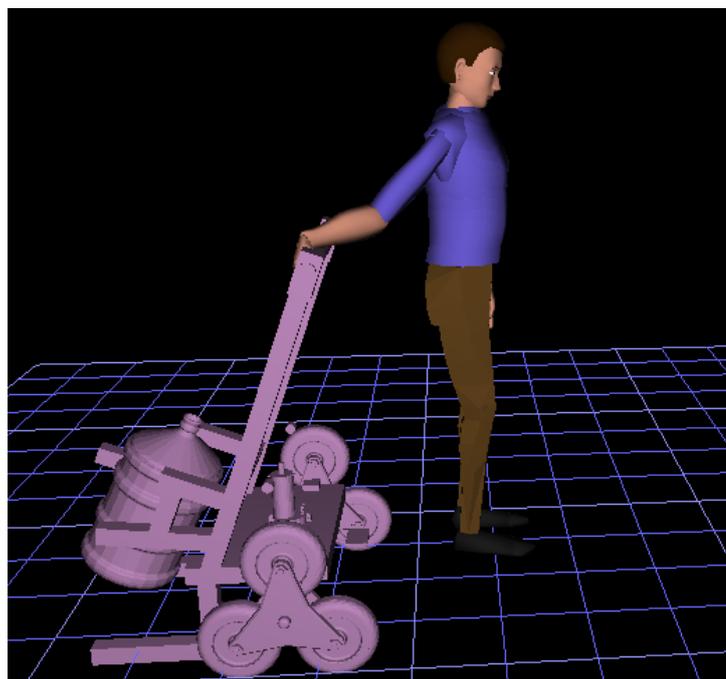
Dalam menganalisa pengaruh material handling dengan postur tubuh pekerja saat melakukan pekerjaannya digunakan tools penilaian RULA,OWAS, dan, LBA pada Task Analysis Toolkit (TAT) .



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

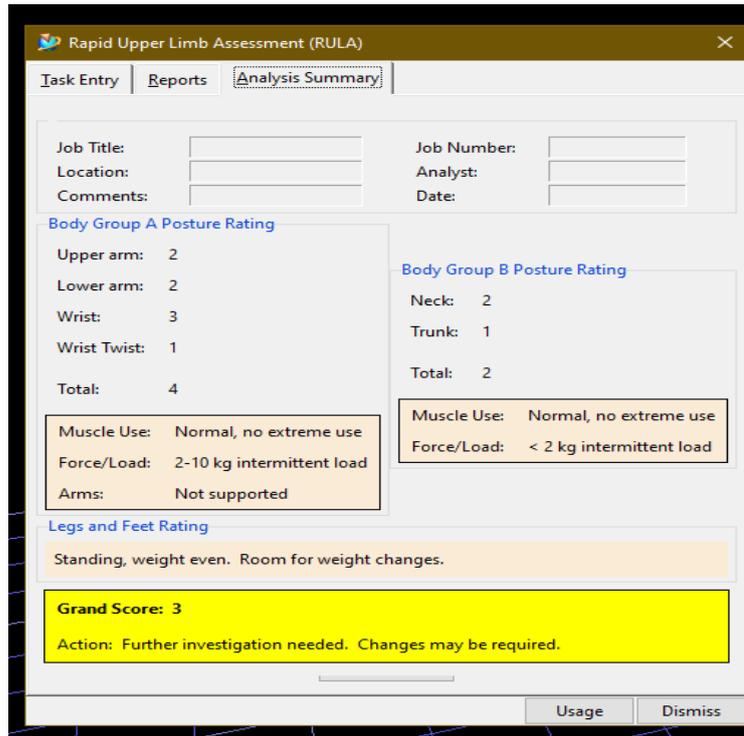
Gambar 4.24 Command untuk Analisis TAT

4.2.7.1 Penilaian RULA,OWAS, dan LBA Postur Mengangkat galon



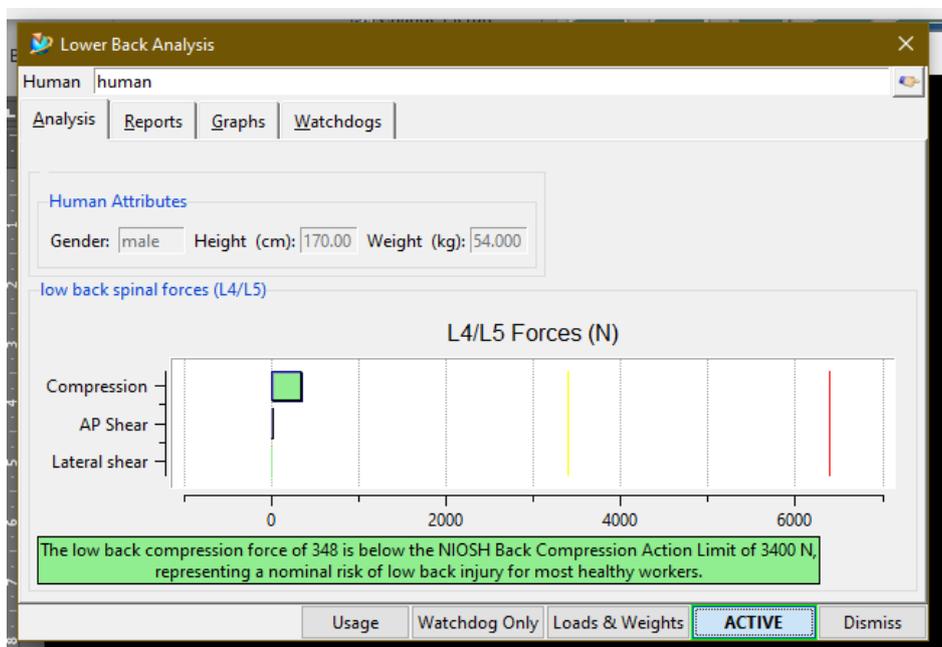
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.25 Postur mengangkat dan menuangkan galon



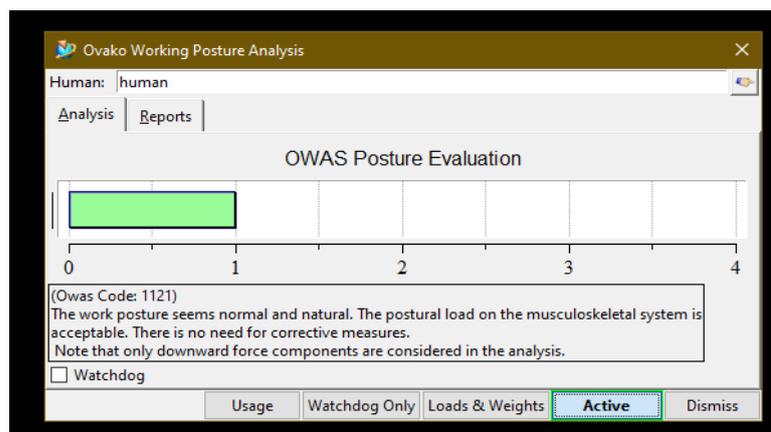
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.26 Hasil Analisis Perhitungan RULA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gsmbar 4.27 Hasil Analisis Perhitungan LBA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

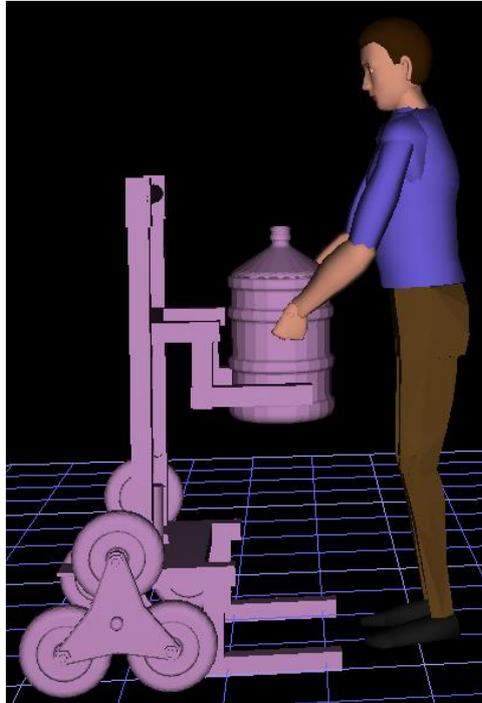
Gambar 4.28 Hasil Analisis Perhitungan OWAS

	Sesudah	keterangan
LBA	348	Mengangkat Galon
OWAS	1	Mengangkat Galon
RULA	3	Mengangkat Galon
PEI	0,96	Mengangkat Galon

Sumber : Pengolahan data penulis 2020

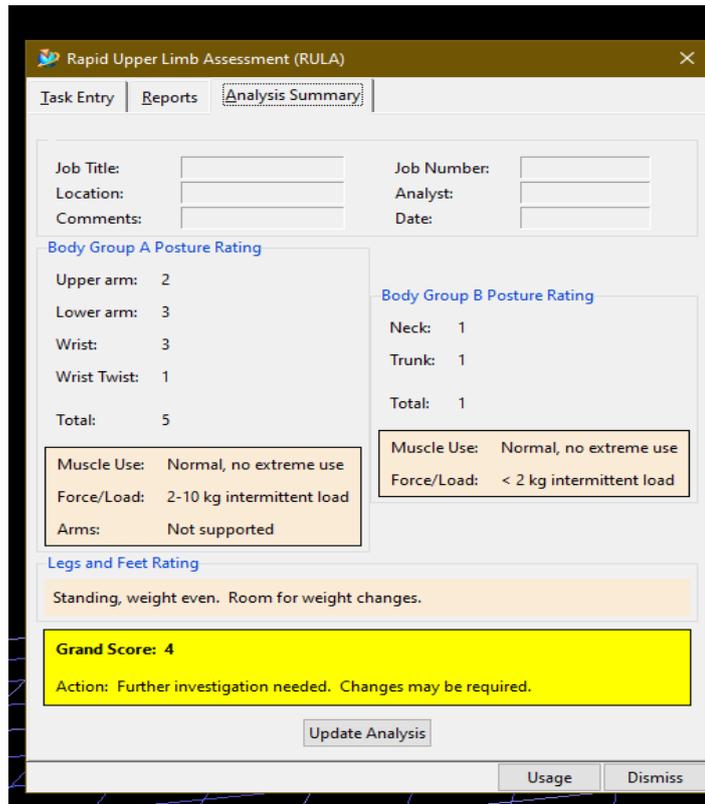
Gambar 4.29 Hasil Analisis PEI

4.2.7.2 Penilaian RULA, OWAS, dan LBA Postur mengambil dan menuangkan galon



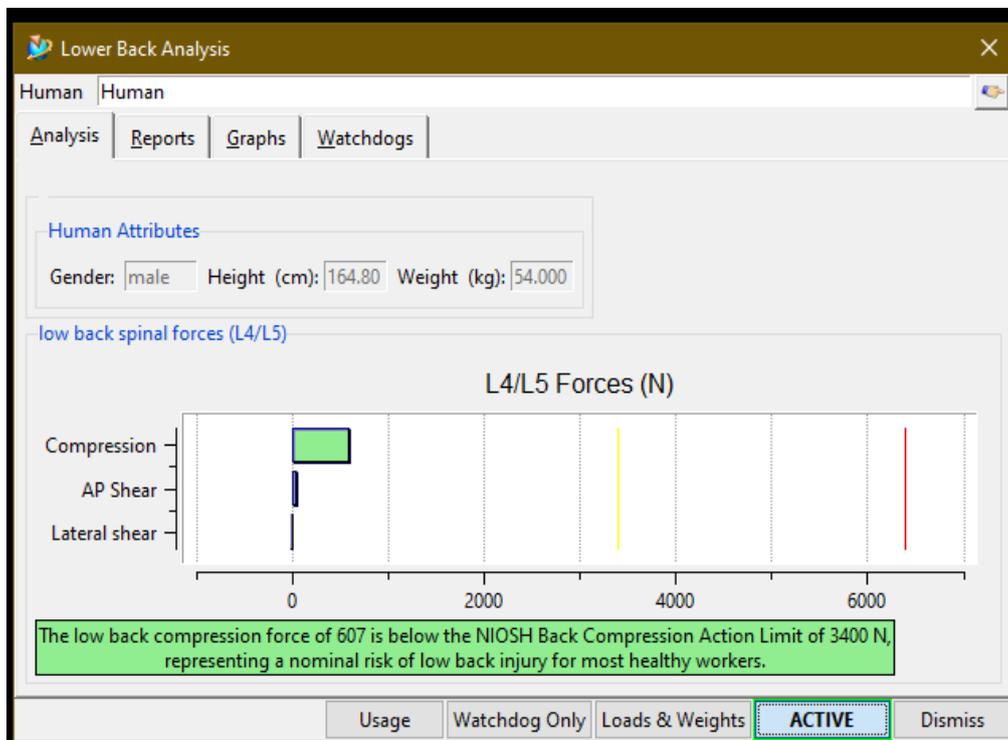
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.30 Postur mengambil dan menuangkan galon



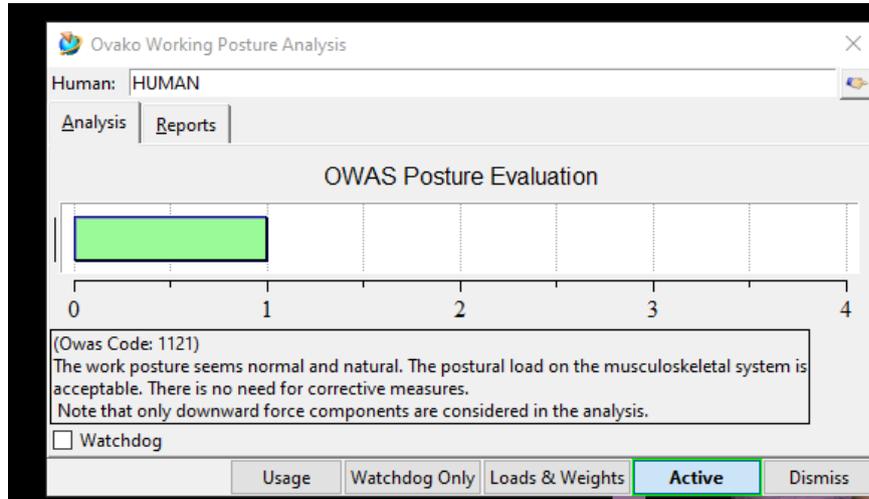
Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.31 Hasil Analisis Perhitungan RULA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.32 Hasil Perhitungan LBA



Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.33 Hasil Analisa Perhitungan OWAS

	Sesudah	keterangan
LBA	607	Menuangkan Galon
OWAS	1	Menuangkan Galon
RULA	4	Menuangkan Galon
PEI	1,24	Menuangkan Galon

Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Gambar 4.34 Hasil analisis PEI

4.28 Perhitungan Nilai PEI

Setelah didapatkan skor dari tiap metode analisis, diperlukan suatu metode untuk menggabungkan keempat penilaian dari Jack TAT agar menjadi penilaian yang utuh. Postur Evaluation Index (PEI) digunakan untuk memberikan hasil penilaian berupa rating yang didapatkan dengan persamaan : $PEI = I1 + I2 + I3 \cdot mr$. Dimana $mr = 1,42$, Adapun Hasil dari perhitungan PEI adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Perbandingan nilai PEI sebelum dan sesudah

	Sebelum	sesudah	keterangan
LBA	607	348	Mengangkat Galon
OWAS	1	1	Mengangkat Galon
RULA	7	3	Mengangkat Galon
PEI	1,85	0,96	Mengangkat Galon
	Sebelum	sesudah	keterangan
LBA	1662	607	Menuangkan Galon
OWAS	3	1	Menuangkan Galon
RULA	7	4	Menuangkan Galon
PEI	2,66	1,24	Menuangkan Galon

Sumber : Pengolahan data penulis 2020

Dari hasil perbandingan nilai PEI diatas terlihat bahwa nilai PEI sebelum ada alat di 2 postur berbeda adalah 1,85 dan 2,66, sedangkan setelah ada usulan alat nilainya 0,96 dan 1,24 dari nilai ini menunjukkan, setelah ada usulan alat nilai PEI di kedua postur menjadi lebih kecil yang artinya , jika semakin kecil nilai PEI maka postur pekerja semakin ergonomis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian usulan perancangan troli sebagai alat bantu angkut galon dengan pendekatan ergonomi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil simulasi virtual environment terhadap pekerja dan stasiun kerja, didapatkan skor PEI pada postur 1 yaitu ketika sedang mengangkat galon sebelum usulan desain alat yaitu sebesar 1,85. Lalu dilakukan usulan desain alat baru yang lebih ergonomis sehingga nilai PEI yang didapatkan setelah redesain alat yaitu 0,96.
2. Dari hasil simulasi virtual environment terhadap pekerja dan stasiun kerja, didapatkan skor PEI pada postur 2 yaitu ketika mengambil dan memasukkan galon sebelum usulan desain alat yaitu sebesar 2,66. Lalu dilakukan usulan desain alat baru yang lebih ergonomis, sehingga nilai PEI yang didapatkan setelah redesain alat yaitu, 1,24
3. Kelelahan otot berdasarkan perhitungan rata – rata NBM Awal pada 9 pekerja dalam mengangkat galon secara manual menunjukkan keterangan “tinjau” dimana harus dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengurangi keluhan operator mengenai MSDs saat melakukan kegiatan.
4. Semakin kecil nilai PEI, maka akan semakin baik postur tubuh pekerja.

5.2 Saran

1. Proses penelitian usulan desain ergonomis membutuhkan waktu pengumpulan, analisa, dan proses pendesainan yang sangat panjang. Oleh karena itu diperlukan persiapan dan perancangan yang sangat matang untuk menemukan usulan desain alat yang tepat.
2. Penelitian ini masih memerlukan penyempurnaan lebih lanjut, karena masih terdapat kekurangan dari hasil rancangan troli galon yang ergonomis adalah kekuatan batas angkut rangka serta bahan yang digunakan untuk membuat troli galon ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Antropometri Indonesia. 2018. Rekap Data Antropometri Indonesia.
<http://antropometriindonesia.org>. Diakses pada Januari 2019.
- BLS (Bureau of Labor Statistic). 2016. Employer Reported Workplace Injuries and Illness: 2016
- Karwowski, W. 2006. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors Volume 1*. CRC Press.
- Sutalaksana, Iftikar Z. dkk.. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja Edisi Kedua*. Bandung: Penerbit ITB.
- Ahmad Atoillah 2019. *Analisis Stasiun Kerja Pemotongan Tahu dan dan rancang bangun alat potong tahu dengan virtual environment pada industri kecil tahu*
- International Ergonomics Association. *Definition of Ergonomics*.
<https://www.iea.cc/whats/index.html>. Diakses pada Januari 2019.
- Muhammad Agung Zulmi 2018. *Usulan perbaikan material handling yang ergonomis pada bagian jundate front axle di PT.XYZ menggunakan virtual environment*
- Nurmianto, Eko. 2003 . Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Surabaya: Guna Widya.
- Santoso, S. 2014. Statistik Parametrik: Konsep dan Aplikasi SPSS. Edisi Revisi 2. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Wignjosoebroto, S. 2006 . Ergonomi Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Guna Widya.
- Sunarso. 2010. *Perancangan Troli sebagai alat bantu angkut galon air mineral dengan pendekatan anthropometri*

RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Reynaldo Rizky Andreas Mapaung
Nama Panggilan : Aldo
Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 27 April 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Kristen Protestan
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Rawabebek RT/R015
Nomor Telpon : 081410063783
Email: : reynaldorizky78@gmail.com

Nama Orang tua
Ayah : Bobby M
Ibu : Rasmi

Pendidikan

Nama Instansi	Kota	Jurusan	Tahun Pendidikan	
			Masuk	Lulus
SD Harapan Bunda	Jakarta		2004	2010
SMPN 256 Jakarta	Jakarta		2010	2013
SMAN 76 Jakarta	Jakarta	IPA	2013	2016
UPN "Veteran" Jakarta	Jakarta	Teknik Industri	2016	2020

Organisasi

Nama Organisasi	Jabatan	Tahun
Rohkris SMA N 76JKT	Ketua	2015
HMTI UPNVJ	Staff	2018
MPM UPNVJ	Anggota Komisi 1	2019
DPM HMTIUPNVJ	Ketua	2019

DAFTAR PUSTAKA

- Antropometri Indonesia. 2018. Rekap Data Antropometri Indonesia.
<http://antropometriindonesia.org>. Diakses pada Januari 2019.
- BLS (Bureau of Labor Statistic). 2016. Employer Reported Workplace Injuries and Illness: 2016
- Karwowski, W. 2006. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors Volume 1*. CRC Press.
- Sutalaksana, Iftikar Z. dkk.. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja Edisi Kedua*. Bandung: Penerbit ITB.
- Ahmad Atoillah 2019. *Analisis Stasiun Kerja Pemotongan Tahu dan dan rancang bangun alat potong tahu dengan virtual environment pada industri kecil tahu*
- International Ergonomics Association. *Definition of Ergonomics*.
<https://www.iea.cc/whats/index.html>. Diakses pada Januari 2019.
- Muhammad Agung Zulmi 2018. *Usulan perbaikan material handling yang ergonomis pada bagian jundate front axle di PT.XYZ menggunakan vitrual environment*
- Nurmianto, Eko. 2003 . Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Surabaya: Guna Widya.
- Santoso, S. 2014. Statistik Parametrik: Konsep dan Aplikasi SPSS. Edisi Revisi 2. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Wignjosoebroto, S. 2006 . Ergonomi Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Guna Widya.
- Sunarso. 2010. *Perancangan Troli sebagai alat bantu angkut galon air mineral dengan pendekatan anthropometri*

RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Reynaldo Rizky Andreas Mapaung
Nama Panggilan : Aldo
Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 27 April 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Kristen Protestan
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Rawabebek RT/R015
Nomor Telpon : 081410063783
Email: : reynaldorizky78@gmail.com
Nama Orang tua
Ayah : Bobby M
Ibu : Rasmi

Pendidikan

Nama Instansi	Kota	Jurusan	Tahun Pendidikan	
			Masuk	Lulus
SD Harapan Bunda	Jakarta		2004	2010
SMPN 256 Jakarta	Jakarta		2010	2013
SMAN 76 Jakarta	Jakarta	IPA	2013	2016
UPN "Veteran" Jakarta	Jakarta	Teknik Industri	2016	2020

Organisasi

Nama Organisasi	Jabatan	Tahun
Rohkris SMA N 76JKT	Ketua	2015
HMTI UPNVJ	Staff	2018
MPM UPNVJ	Anggota Komisi 1	2019
DPM HMTIUPNVJ	Ketua	2019

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISM

saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reynaldo Rizky

NIM : 1610312023

Program Studi : Teknik Industri

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi "USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT ANGKUT GALON DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI" benar bebas dari plagiarism, dengan skor 23%. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

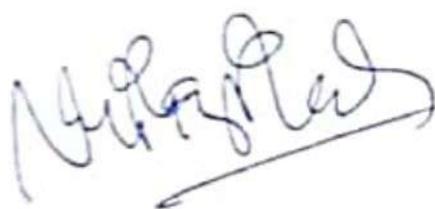
Jakarta, 22 Juli 2020

Yang menyatakan



(Reynaldo)

Dosen Pembimbing 1



(Nurfaejriah, S.T.,M.T)

Dosen Pembimbing 2



(Mohammad Rachman Waluyo, S.T.,M.T)

USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT ANGKUT GALON DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI

by Reynaldo Rizky

Submission date: 21-Jul-2020 09:29AM (UTC+0700)

Submission ID: 1360214356

File name: Reynaldo_skripsi.docx (4.2M)

Word count: 8759

Character count: 58073

USULAN PERANCANGAN TROLI SEBAGAI ALAT ANGKUT GALON DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI

ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

19%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docobook.com Internet Source	2%
2	docplayer.info Internet Source	2%
3	Submitted to Binus University International Student Paper	2%
4	id.scribd.com Internet Source	2%
5	Submitted to Universitas Putera Batam Student Paper	1%
6	id.123dok.com Internet Source	1%
7	eprints.binadarma.ac.id Internet Source	1%
8	eprints.umm.ac.id Internet Source	1%
9	es.scribd.com	

20

Internet Source

<1%

21

eprints.itn.ac.id

Internet Source

<1%

22

repository.unhas.ac.id

Internet Source

<1%

23

edoc.site

Internet Source

<1%

24

media.neliti.com

Internet Source

<1%

25

repository.its.ac.id

Internet Source

<1%

26

Submitted to Universitas Andalas

Student Paper

<1%

27

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1%

28

Submitted to Universitas International Batam

Student Paper

<1%

29

Submitted to Universitas Muhammadiyah

Surakarta

Student Paper

<1%

30

repositori.uin-alauddin.ac.id

Internet Source

<1%

31	Internet Source	<1%
32	www.tandfonline.com Internet Source	<1%
33	edoc.pub Internet Source	<1%
34	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1%
35	www.theseus.fi Internet Source	<1%
36	Submitted to Universitas Indonesia Student Paper	<1%
37	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	<1%
38	Submitted to Bridgepoint Education Student Paper	<1%
39	Submitted to UIN Sunan Ampel Surabaya Student Paper	<1%
40	idec.ft.uns.ac.id Internet Source	<1%
41	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	<1%

Submitted to University of Malaya

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches Off


P. J. M. P. A.
489.06 100.5411