

**PERANCANGAN ALAT ANGKAT ANGKUT ERGONOMIS DENGAN
MENGUNAKAN MATRIKS *HOUSE OF QUALITY***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Resvilia Nurzikiresa

Nim : 17522116

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2022

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Januari 2022



Resvilia Nurzikiresa

SURAT KETERANGAN PENELITIAN TUGAS AKHIR



PT. MATARAM TUNGGAL GARMENT

FACTORY ADDRESS: BALONG, DONOHARJO, NGAGLIK, SLEMAN, D.I. YOGYAKARTA 55581 INDONESIA
PHONE: 62 – 274 – 896100 (HUNTING) FAX: 62 – 274 – 895960 EMAIL: yk@mtg.cc

SURAT KETERANGAN **No. 150 / MTG / I / 2022**

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama : RESVILIA NURZIKIRESA
NIM : 17522116
Program Studi : TEKNIK INDUSTRI
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Bahwa nama tersebut di atas telah melaksanakan **Penelitian** di **PT. Mataram Tunggal Garment** yang beralamat di Balong, Donoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta pada tanggal **08 September 2021** sampai dengan **08 Januari 2022**.
Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sleman, 10 Januari 2022

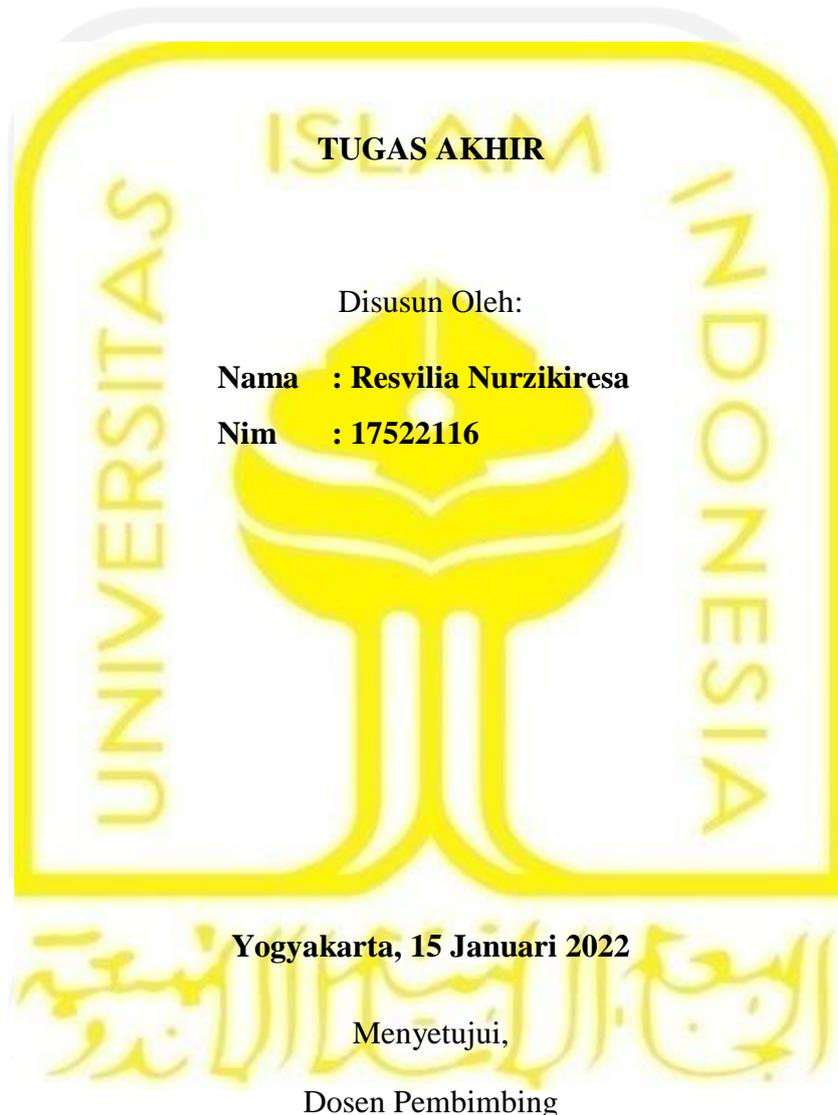
PT. Mataram Tunggal Garment


Muhammad Taufiq

Manajer Personalia & Umum

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERANCANGAN ALAT ANGKAT ANGKUT ERGONOMIS DENGAN
MENGUNAKAN MATRIKS *HOUSE OF QUALITY***



Ir. Hartomo Soewardi, M. Sc., Ph.D.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN ALAT ANGKAT ANGKUT ERGONOMIS DENGAN MENGUNAKAN MATRIKS *HOUSE OF QUALITY*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Resvilia Nurzikiresa

Nim : 17522116

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

Yogyakarta, 03 Februari 2022

Tim Penguji

Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D.

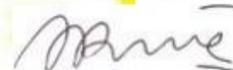
Ketua

Dr. Ir. Elisa Kusriani, MT, CPIM., CSCP

Anggota I

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

Anggota II


Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Lutfi Immawan, S.T., M.M.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas pertolongan, keberkahan, dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Karya tulis ini saya persembahkan teruntuk kedua orang tua saya,

Bapak Edi Purnama, S.Pd.

Ibu Dra. Riani Kustiningsih

Teruntuk saudara saya,

Verdiaz Refikhanata, S.T.

Febriana Kuscahyadi, M.T.

Yang senantiasa selalu memberikan doa dan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Teruntuk segala pihak yang telah mendukung dan membantu saya secara langsung maupun tidak langsung

Dan yang terakhir karya tulis ini saya persembahkan untuk saya sendiri yang telah berjuang sampai titik ini

HALAM MOTO

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”

(QS Ar-Ra’d: 11)



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perancangan Alat Angkat Angkut Ergonomis dengan Menggunakan Matriks *House of Quality*”. Shalawat serta salam tercurah kepada Rasulullah Muhammad *Shallallahu'alaihi Wassallam* beserta keluarga dan sahabat beliau yang membawa umat menuju ridha Allah SWT. Penyelesaian tugas akhir, penulis sadari banyak bimbingan, bantuan, dukungan, semangat, serta do'a. penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan S.T., M.M., selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., dosen pembimbing TA yang memberikan waktu, bimbingan, dan tenaganya sehingga seluruh proses dan ikhtiar panjang ini dapat dilalui.
5. Keluarga tercinta, Bapak Edi Purnama, S.Pd., Ibu Dra. Riani Kustiningsih, saudara saya Verdiaz Refikhanata, S.T., dan Febriana Kuscahyadi, M.T. yang tiada henti memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis selama masa studi.
6. PT. Mataram Tunggal Garment yang memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis dalam melaksanakan penelitian tugas akhir.
7. Bapak Michael Agung Nugroho selaku HR Assistant PT. Mataram Tunggal Garment yang telah membimbing saya selama melakukan penelitian tugas akhir.
8. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri UII atas ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan di Teknik Industri UII.

9. Sahabat-sahabat penulis selama masa studi di Prodi Teknik Industri UII, Eryza Ayu, Paramita Andriani, Fira Oktaviana, Raissa Dyah, Muhammad Raditya Adhyaksa, Fuad Maulana, Dimastera Putradieska, Fahmi Silalahi, Navi Antar, dan Renaldi Gutama yang memberikan dukungan dan bantuan serta selalu menemani penulis selama masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.
10. Teman-teman Asisten Laboratorium DSK&E 2017, Nuzila Putri, Ilham Frandinata, Arum Dwi, Putrama Aulia, Andrian Naufaldi, Vandi Indrawan, dan Muhammad Akbar yang memberikan dukungan, bantuan, dan doa selama masa perkuliahan serta Asisten Lab.DSK&E lainnya yang juga turut memberikan dukungan serta bantuan selama bekerjasama.
11. Sahabat-sahabat penulis di luar kampus UII, Nofianti Vivi dan Chory Melah yang telah memberikan pundak untuk berkeluh kesah, dorongan, dukungan, bantuan, dan doa selama masa perkuliahan hingga seterusnya.
12. Teman-teman Teknik Industri UII, terutama Angkatan 2017 yang memberikan dukungan, semangat, dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu tugas akhir. Semoga kebaikan serta bantuan yang telah diberikan oleh seluruh pihak kepada penulis mendapatkan balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Semoga kebaikan serta bantuan yang telah diberikan oleh seluruh pihak kepada penulis mendapatkan balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 Januari 2022

Resvilia Nurzikiresa

ABSTRAK

PT Mataram Tunggal Garment sebagai salah satu perusahaan garmen menghadapi masalah yang berkaitan dengan SDM adalah adanya keluhan oleh pekerja pada departemen *warehouse* sebagai departemen pertama pada proses produksi yang terjadi di perusahaan. Adapun aktivitas utama pada departemen *warehouse* PT Mataram Tunggal Garment adalah pengangkatan setiap kain gulungan satu-satu dari truk ke troli secara manual yang selanjutnya kain tersebut akan dipindahkan ke rak penyimpanan. Menurut wawancara dan observasi yang dilakukan kepada pekerja, aktivitas ini menimbulkan keluhan ketidaknyamanan akibat alat kerja yang kurang menunjang. Oleh karena itu diperlukannya sebuah perancangan alat bantu kerja angkut bahan baku kain gulungan yang ergonomis dan inovatif untuk mengurangi keluhan ketidaknyamanan troli oleh pekerja. Penelitian ini menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dengan pendekatan Antropometri. Penelitian ini menghasilkan sebuah pengembangan desain alat bantu angkut dengan atribut berupa efisien, *easy to use*, nyaman, dan awet. Spesifikasi desain alat bantu angkut berdasarkan hasil dari *Quality Function Deployment* (QFD) ialah untuk perancangan alat bantu diberikan penggunaan mesin Arduino Uno R3 dengan tombol pengatur naik (hijau) serta turun (merah) dan kerangka pengungkit setinggi 300 cm. Pemberian *handle* setinggi 88,32 cm dan lebar 35,75 cm. Pegangan *handle* berdiameter 4 cm dan panjang *handle* ruas-ruas jari 2,25 cm. Panjang papan angkut 200 cm, lebar papan angkut 100 cm. Pemberian roda karet diameter 10 cm. Alas bawah papan dengan lebar 100 cm, panjang 200 cm, dan tinggi 15 cm. Bahan *stainless steel* digunakan sebagai kerangka alat bantu angkut usulan, alas pegangan *handle* dilapisi karet.

Kata kunci: Alat Bantu Angkut, HOQ, Antropometri.

DAFTAR ISI

PERANCANGAN ALAT ANGKAT ANGKUT ERGONOMIS DENGAN MENGGUNAKAN MATRIKS <i>HOUSE OF QUALITY</i>	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAM MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
KAJIAN LITERATUR	5
2.1 Kajian Empiris	5
2.2 Kajian Teoritis	10
2.2.1. Desain Produk	10
2.2.2. Ergonomi	13
2.2.3. Rapid Entire Body Assessment (REBA)	14
2.2.4. Antropometri	18
2.2.5. Quality Function Deployment (QFD)	22
BAB III	24
METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Subjek Penelitian	24
3.2 Objek Penelitian	24

3.3	Jenis Data Penelitian	24
3.3.1	Data Primer	24
3.4	Instrumen Penelitian	25
3.5	Metode Pengumpulan Data	25
3.5.1	Survei	25
3.5.2	Penyebaran Kuesioner	25
3.5.3	Pengukuran Dimensi Antropometri	26
3.6	Metode Pengolahan Data	26
3.6.1	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	26
3.6.2	Perhitungan Antropometri	28
3.7	Metode Analisis Data	29
3.8	Diagram Alur Penelitian	31
BAB IV		33
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		33
4.1.	Karakteristik Responden	33
4.2.	Pengumpulan Data <i>Quick Exposure Checklist (QEC)</i>	33
4.3.	Pengumpulan Data <i>Nordic Body Map (NBM)</i>	34
4.4.	<i>Rapid Entire Body Assissment (REBA)</i> Postur Awalan	35
4.5.	Tampilan Desain Alat Bantu Angkut Terdahulu	39
4.6.	Perancangan Desain Alat Bantu Angkut Perbaikan (<i>Quality Function Deployment</i>)	40
4.6.1	Identifikasi Kebutuhan Konsumen	40
4.6.2	Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen	41
4.6.3	Hasil <i>Importance Rating</i> Atribut Kebutuhan Konsumen	42
4.6.4	Penentuan Persyaratan Teknis	46
4.6.5	Antropometri	46
4.6.6	Penentuan Target Spesifikasi	59
4.6.7	<i>House of Quality (HOQ)</i>	61
4.7.	Hasil <i>House of Quality (HOQ)</i>	67
4.8.	Desain Rancangan Alat Angkut Kain Gulungan	69
4.9.	<i>Rapid Entire Body Assissment (REBA)</i> Postur Usulan	73
4.10.	Uji Statistik Desain Perbaikan Alat Angkut	78
4.10.1	Uji <i>Marginal homogeneity</i>	78
4.10.2	Uji Beda <i>Wilcoxon</i>	79
BAB V		80
PEMBAHASAN		80

5.1.	Analisis Atribut Kebutuhan Konsumen	80
5.2.	Analisis Desain Parameter Alat Angkut Usulan	81
5.3.	Analisis Uji Statistik	83
5.3.1	Analisis Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	83
5.3.2	Analisis Uji Beda Wilcoxon.....	84
BAB VI.....		86
KESIMPULAN DAN SARAN		86
6.1	Kesimpulan	86
6.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA.....		87
LAMPIRAN.....		90



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Karakteristik Responden	24
Tabel 4. 1: Karakteristik Responden	33
Tabel 4. 2: Hasil Rekapitulasi Quick Eksposure Checklist.....	34
Tabel 4. 3: Grafik Hasil Rekapitulasi Nordic Body Map	34
Tabel 4. 4: Skor REBA Grup A untuk Gambar 4.1	36
Tabel 4. 5: Skor REBA Grup B untuk Gambar 4.1	38
Tabel 4. 6: Skor REBA Grup C untuk Gambar 4.1	38
Tabel 4. 7: Identifikasi Kebutuhan Konsumen	40
Tabel 4. 8: Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen	41
Tabel 4. 9: Atribut Kebutuhan Konsumen.....	41
Tabel 4. 10: Hasil Kuesioner Importance Rating.....	42
Tabel 4. 11: Rekapitulasi Hasil Importance Rating	43
Tabel 4. 12: Nilai Akhir Importance Rating	43
Tabel 4. 13: Hasil Uji Validitas	44
Tabel 4. 14: Case Processing Summary	45
Tabel 4. 15: Hasil Uji Reliabilitas	45
Tabel 4. 16: Skala Nilai Cronbach's Alpha	45
Tabel 4. 17: Penentuan Persyaratan Teknis	46
Tabel 4. 18: Rekapitulasi Data Antropometri Laki-laki	47
Tabel 4. 19: Rekapitulasi Data Antropometri Perempuan	48
Tabel 4. 20: Hasil Uji Normalitas Laki-laki	49
Tabel 4. 21: Hasil Uji Normalitas Perempuan	50
Tabel 4. 22: Nilai Persentil Antropometri Laki-laki	55
Tabel 4. 23: Nilai Persentil Antropometri Perempuan.....	55
Tabel 4. 24: Aspek Kelonggaran	57
Tabel 4. 25: Target Spesifikasi	59
Tabel 4. 26: Simbol Matriks Korelasi	61
Tabel 4. 27: Benchmarking Efisien	63
Tabel 4. 28: Benchmarking <i>Easy to use</i>	63
Tabel 4. 29: Benchmarking Nyaman	64
Tabel 4. 30: Benchmarking Awet.....	64
Tabel 4. 31: Benchmarking on Metric.....	65
Tabel 4. 32: Set Final Spesification.....	66
Tabel 4. 33: Skor REBA Grup A untuk Gambar 4.8	74
Tabel 4. 34: Skor REBA Grup B untuk Gambar 4.8	76
Tabel 4. 35: Skor REBA Grup C untuk Gambar 4.8	76
Tabel 4. 36: Hasil Uji <i>Marginal homogeneity</i>	78
Tabel 4. 37: Hasil Uji Beda Wilcoxon	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4. 1: Sudut Segmen Tubuh Pekerja Awalan.....	35
Gambar 4. 2: Alat bantu angkut terdahulu.....	39
Gambar 4. 3: Uji Keseragaman TBB Perempuan	53
Gambar 4. 4: Uji Keseragaman TBB Laki-laki	53
Gambar 4. 5: Uji Keseragaman LBA Perempuan.....	53
Gambar 4. 6: Uji Keseragaman LBA Laki-laki	53
Gambar 4. 7: Uji Keseragaman DG <i>max</i> Perempuan	54
Gambar 4. 8: Uji Keseragaman DG <i>max</i> Laki-laki.....	54
Gambar 4. 9: Uji Keseragaman TSB Perempuan	54
Gambar 4. 10: Uji Keseragaman TSB Laki-laki.....	54
Gambar 4. 11: Uji Keseragaman LJL Perempuan	54
Gambar 4. 12: Uji Keseragaman LJL Laki-laki	54
Gambar 4. 13: Matriks hubungan atribut kebutuhan konsumen dengan kebutuhan teknis	61
Gambar 4. 14: Nilai Bobot Kolom	62
Gambar 4. 15: Matriks Korelasi Persyaratan Teknis	62
Gambar 4. 16: Matriks HOQ Alat Angkut	68
Gambar 4. 17: Tampilan isometrik visual desain alat angkut kain gulungan.....	69
Gambar 4. 18: Desain Papan Angkut	70
Gambar 4. 19: Desain Kerangka Pengungkit.....	71
Gambar 4. 20: Desain Alas Bawah Papan dan Roda	71
Gambar 4. 21: Desain Tinggi <i>Handle</i>	72
Gambar 4. 22: Desain Detail <i>Handle</i>	72
Gambar 4. 23: Sudut Segmen Tubuh Pekerja Usulan.....	73

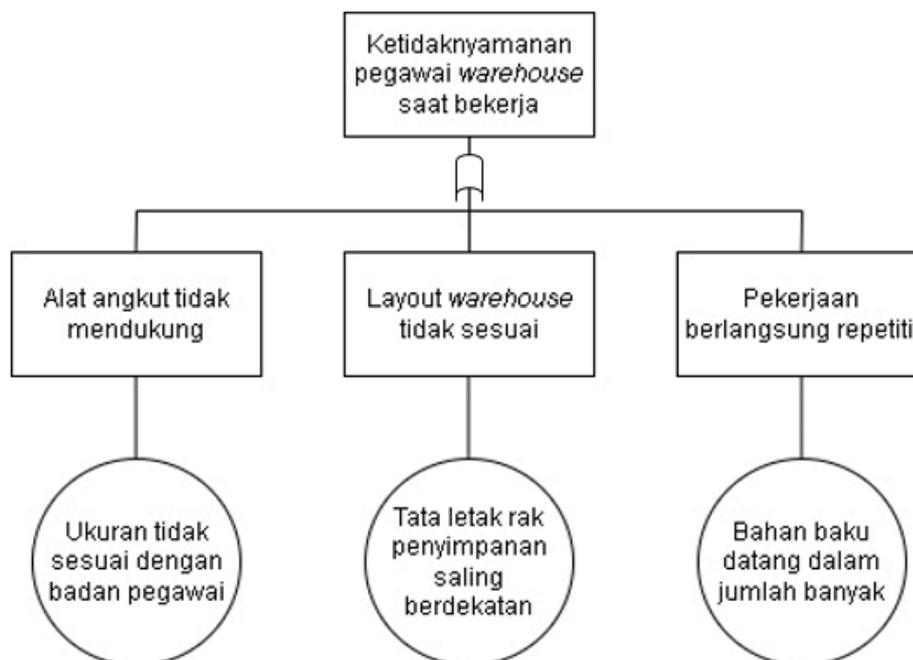
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor industri garmen di Indonesia terus mengalami pertumbuhan (Prasertawati, 2020). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada bulan Januari-Maret 2019 menunjukkan pertumbuhan yang signifikan yaitu sebesar 29,19% per tahun. Pekerjaan dalam industri garmen masih mengandalkan manusia sebagai sumber daya utamanya. Sumber daya manusia berperan penting karena mempengaruhi efisiensi dan efektifitas perusahaan. (Pangestika, 2018). Kinerja industri garmen yang mengalami pembatasan jumlah karyawan pada masa PPKM juga menunjukkan perbaikan utilisasi, yaitu sebesar 79-80 persen pada Bulan Agustus-September 2021 meningkat dari 50 persen di bulan Juli 2021.

PT Mataram Tunggal Garment sebagai salah satu perusahaan garmen menghadapi masalah yang berkaitan dengan SDM adalah adanya keluhan oleh pekerja pada departemen *warehouse* sebagai departemen pertama pada proses produksi keseluruhan PT Mataram Tunggal Garment. Nurdiansyah (2018) mengungkapkan bahwa pada departemen *warehouse* sering terjadi kecelakaan kerja salah satunya adalah cedera punggung atau *low back pain*. Menurut hasil dari teknik *Quick Exposure Check* (QEC) level risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) yang ditimbulkan pada pekerjaan tersebut sebesar 64,12% dengan bagian tubuh punggung, pergelangan tangan, dan leher yang berisiko sedang dan yang termasuk dalam risiko tinggi adalah bagian bahu. Adapun aktivitas utama pada departemen *warehouse* PT Mataram Tunggal Garment adalah pengangkatan setiap kain gulungan satu-satu dari truk ke troli secara manual yang selanjutnya kain tersebut akan dipindahkan ke rak penyimpanan. Menurut wawancara dan observasi yang dilakukan kepada pekerja, aktivitas ini menimbulkan keluhan ketidaknyamanan pegawai saat bekerja. Berikut identifikasi berdasarkan *fault tree analysis* keluhan ketidaknyamanan pegawai saat bekerja:



Gambar 1. 1: *Fault Tree Analysis* Keluhan Ketidaknyamanan Pegawai

Keluhan ketidaknyamanan pegawai juga didukung dari adanya rasa sakit pada bagian tubuh yaitu bahu sebelah kanan (41,7%), punggung (41,7%), pinggang (36,7%), pantat (36,7%) dan bahu sebelah kiri (35%) berdasarkan hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM). Dari hasil kedua identifikasi awal tersebut diketahui bahwa adanya keluhan pekerja yang menyangkut ketidaknyamanan alat angkut oleh pekerja yang perlu diselesaikan dengan fokus pada perbaikan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukannya sebuah perancangan alat bantu angkut untuk menghilangkan maupun mengurangi permasalahan utama yang berkaitan dengan keluhan ketidaknyamanan dengan troli yaitu berupa perancangan alat bantu kerja yang menunjang pekerjaan untuk memindahkan dan mengangkut bahan baku kain gulungan pada *warehouse* dengan menggunakan pendekatan antropometri serta menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) sebagai penentuan kriteria spesifikasi alat bantu kerja yang ergonomis dan sesuai dengan keinginan pekerja. Penelitian ini mengenai perancangan alat bantu kerja angkut bahan baku kain gulungan yang ergonomis dan inovatif untuk mengurangi keluhan ketidaknyamanan troli oleh pekerja sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan keamanan dalam bekerja oleh pekerja *warehouse*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana desain alat bantu kerja yang dapat memenuhi kebutuhan pekerja dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) berdasarkan matriks *House of Quality*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan untuk:

1. Mengidentifikasi kebutuhan atribut desain berdasarkan kebutuhan pekerja.
2. Menentukan spesifikasi desain berdasarkan hasil QFD.
3. Melakukan uji validitas kesesuaian antara kebutuhan pekerja terhadap inovasi desain usulan alat bantu kerja.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya dilakukan di PT. Mataram Tunggal Garment.
2. Penelitian ini tidak membahas analisis ekonomi dari usulan rancangan.
3. Penelitian ini tidak membahas *maintenance* pada usulan rancangan.
4. Penelitian ini hanya membahas proses perancangan desain usulan alat bantu kerja *warehouse* dan tidak membahas uji material terhadap usulan alat bantu.
5. Perancangan produk menggunakan metode QFD dengan pendekatan antropometri dalam penyesuaian ukurannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan manfaat kepada perusahaan dalam hal perbaikan alat bantu angkut yang dapat meningkatkan kinerja pegawai dan meningkatkan efisiensi kerja.

1.6 Sistematika Penulisan

Guna menunjang penulisan tugas akhir yang lebih terstruktur, maka sistematika penulisan ini dibagi menjadi enam bab sebagai berikut.

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi pendahuluan yang berupa pengantar terhadap masalah sebagai kajian yang akan dibahas dan diselesaikan dalam bab selanjutnya. Bab ini meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian sebagai runtutan penulisan laporan penelitian tugas akhir.

BAB II : KAJIAN LITERATUR

Berisi pengkajian terhadap prinsip dasar yang digunakan guna kepentingan memecahkan masalah penelitian. Literatur yang digunakan sebagai bahan kajian bersifat teoritis dan berdasarkan sejumlah penelitian yang pernah dilakukan yang memiliki hubungan linier dengan penelitian sejenis (empiris).

BAB III : METODE PENELITIAN

Berisi tindak lanjut dari pengkajian literatur, baik secara teoritis maupun empiris, yaitu berupa metode yang berisi tahapan-tahapan pemecahan masalah. Dalam hal ini, dipaparkan uraian mengenai kerangka alur penelitian, penggunaan metode penelitian, teknik pengambilan data, penggunaan alat dan atau bahan pengambilan data, serta cara pengkajian dan analisis data yang akan digunakan.

BAB IV : HASIL PENELITIAN

Berisi kumpulan dan pengolahan data yang telah diperoleh selama penelitian sesuai dengan metode pemilihan data dalam bab sebelumnya. Hasil pengolahan data yang berbentuk kualitatif dan kuantitatif ditampilkan dalam bentuk tabel maupun gambar.

BAB V : PEMBAHASAN

Berisi analisis berdasarkan pengolahan data penelitian yang telah dilakukan, serta pemaparan bahasan yang memiliki hubungan antara analisis pengolahan data dengan tujuan penelitian. Sehingga, dapat terlihat bahwa penyelesaian masalah melalui penelitian mampu menjawab rumusan masalah yang telah disusun.

BAB VI : PENUTUP

Berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya. Selain itu, terdapat rekomendasi dan saran berdasarkan hasil yang telah dicapai. Hal ini dirumuskan sebagai bentuk pertimbangan yang telah dilakukan selama penelitian berlangsung guna kepentingan pengembangan penelitian yang akan datang.



BAB II

KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kajian literatur untuk mengetahui tentang landasan dasar teori serta kajian – kajian penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penyelesaian masalah dalam penelitian ini. Kajian pustaka ini terdiri dari kajian empiris dan kajian teoritis.

2.1 Kajian Empiris

Kajian empiris sebagai pendukung penelitian ini diperoleh dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan adanya perancangan dan pengembangan desain sistem kerja ergonomis berdasarkan analisis postur kerja, pendekatan antropometri dalam desain produk, dan metode QFD dengan bantuan matriks HOQ yang digunakan sebagai perancangan:

Pada penelitian terdahulu seputar analisis postur kerja yang dilakukan oleh Afridika Dwi Pramesta pada tahun 2019 yang berjudul “Penilaian Postur Kerja untuk Mengurangi Resiko Cidera *Muskuloskeletal Disorders* (MSDs) (Studi Kasus: Pabrik Tahu Adma)” yang bertujuan untuk menganalisis beberapa aktivitas kerja yang proses pemindahannya masih dilakukan secara manual. Subjek pada penelitian ini ialah pekerja pabrik Tahu Adma. Kegiatan yang dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan kecelakaan akibat kerja. Dengan adanya kegiatan *Manual Material Handling* dapat menyebabkan kecelakaan kerja, maka dilakukan penelitian untuk menganalisis dan mengetahui postur kerja yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja atau tidak. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah ini dengan ialah dengan menganalisis postur kerja menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Sikap kerja yang digunakan untuk menganalisis postur kerja dengan REBA adalah sikap leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki, selain itu juga dipengaruhi oleh faktor kopling atau pegangan tangan. Penelitian ini memberikan solusi terhadap permasalahan keluhan MSDs. Hasil penelitian 1 postur kerja dengan tingkat risiko “sedang”, 1 postur kerja “tinggi” dan 1 postur kerja dengan tingkat risiko “sangat tinggi” untuk terkena MSDs.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Shidiq Hidayatullah pada tahun 2019 dengan judul “Perancangan Alat Bantu Aktivitas Operator *Grey* dengan Penerapan Ilmu Ergonomi (Studi Kasus: PT. Delta Merlin Dunia Tekstil IV)” yang bertujuan untuk memperbaiki postur kerja operator *grey* dengan merancang alat bantu kerja. Subjek penelitian ini ialah operator *grey*. Keluhan pegawai terjadi akibat aktivitas pemindahan rol kain menuju mesin *inspecting* oleh operator *grey* dilakukan dengan cara pekerja mengangkat dan memasang secara manual tanpa bantuan alat bantu yang ergonomis. Mengangkat rol kain dengan berat 100 kg dalam posisi punggung membungkuk, leher membungkuk, dan pegangan rol kain yang tidak sesuai dengan ukuran postur tubuh operator *grey*. Berdasarkan pengamatan dengan kuesioner *Nordic Body Map* aktivitas ini berpotensi besar menyebabkan kelelahan kerja dan keluhan *muskuloskeletal*. Berdasarkan permasalahan yang ada, perlu diadakan perbaikan aktivitas kerja operator *grey* dengan merancang usulan alat bantu yang bertujuan memperbaiki postur kerja aktivitas kerja operator *grey*. Tahap dalam usulan perancangan alat bantu tersebut terdiri dari penjabaran konsep rancangan, tujuan perancangan, penentuan spesifikasi usulan rancangan alat bantu dengan menggunakan data antropometri dimensi tubuh masyarakat Indonesia, perhitungan rancangan, dan validasi usulan rancangan alat bantu yang dilakukan dengan dua cara, yaitu pengujian usulan rancangan alat bantu dan penilaian level resiko simulasi postur kerja dengan metode REBA. Hasil akhir penelitian ini adalah usulan rancangan kereta kain sebagai alat bantu untuk mempermudah aktivitas operator *grey* yang mampu menurunkan level resiko postur kerja, yaitu terjadi penurunan nilai level resiko REBA.

Pada penelitian lain pada tahun 2017 yang dilakukan oleh Vibha Bhatia, Parveen Kalra, dan Jagjit Singh Randhawa dengan judul “*Ergonomic Interventions for Manual Material Handling Tasks in a Warehouse*” berisi tentang adanya keluhan pegawai saat melakukan pekerjaan yang dilakukan pengulangan dengan posisi kerja yang dapat mengembangkan gangguan *muskuloskeletal* seperti nyeri punggung bawah dan cedera kerja pada pekerja. Subjek pada penelitian ini ialah pekerja *warehouse*. Keluhan pekerja ini mengakibatkan penurunan efisiensi, produktivitas, dan kinerja. Dalam penelitian ini, aktivitas *Manual Material Handling* di gudang menjadi perhatian utama karena adanya penyebab ketidakcukupan postural pada pekerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan masalah ergonomis yang dihadapi oleh pekerja di gudang serta melakukan

perancangan ergonomis untuk mengurangi risiko MSDs terkait pekerjaan. Penilaian ergonomis pekerja dilakukan dengan menerapkan metode REBA untuk menganalisis postur kerja yang canggung. Analisis ergonomis gudang mengungkapkan bahwa risiko terjadinya MSDs bervariasi dari sedang hingga tinggi di sebagian besar pekerja. Hal ini menunjukkan kebutuhan untuk melakukan perancangan ergonomis dan menyebarkan kesadaran di antara para pekerja. Disimpulkan bahwa desain ulang sistem kerja yang ergonomis akan mengurangi masalah MSDs, penerahan tenaga, dan produktivitas yang rendah.

Pada penelitian lain oleh Bayu Putut Tri Nugroho pada tahun 2012 dengan judul “Usulan Perancangan Troli sebagai Alat Bantu Angkut Karung Gabah dalam rangka Perbaikan Postur Kerja di Penggilingan Padi (Studi Kasus: Penggilingan Padi di Sragen)” yang berisi tentang adanya keluhan pada postur tubuh pegawai penggilingan padi yang melakukan kegiatan pemindahan karung gabah secara manual tanpa alat bantu. Subjek pada penelitian ini ialah pekerja angkut karung gabah. Sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan troli sebagai alat bantu angkut gabah dengan dilakukannya analisis postur kerja pegawai menggunakan metode REBA. Pada perancangan alat bantu tersebut menggunakan pendekatan antropometri. Berdasarkan pemodelan hasil dengan gambar 3D kemudian dilakukan perhitungan dengan metode REBA, bahwa usulan rancangan troli sebagai alat bantu angkut karung gabah dapat memberikan perbaikan postur kerja.

Terdapat juga pada penelitian terdahulu seputar perancangan alat bantu kerja berdasarkan analisis psotur kerja dan menggunakan pendekatan antropometri dilakukan oleh Sunarso pada tahun 2010 dengan judul “Perancangan Troli Sebagai Alat Bantu Angkat Galon Air Mineral dengan Pendekatan Antropometri (Studi Kasus: Agen Air Mineral ASLI Sukoharjo)” berisi tentang penelitian yang bertujuan untuk memberikan perancangan fasilitas kerja yang berupa troli galon air mineral dilakukan dengan terlebih dahulu mencari data keluhan menggunakan kuesioner NBM lalu melakukan analisis postur kerja dengan metode REBA, kemudian menentukan dimensi anthropometri guna menentukan dimensi troli galon air mineral dan memperoleh hasil rancangan secara ergonomi. Subjek penelitian ini ialah pekerja angkut galon air mineral di Agen Air Mineral Asli Sukoharjo. Data antropometri diambil dari pekerja di agen air mineral ASLI pada saat penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dengan gambar 3D dan perhitungan

dengan metode REBA, troli galon air mineral hasil rancangan dengan pendekatan antropometri dapat memberikan perbaikan pada postur kerja pekerja. Hasil skor REBA tertinggi sebelum perancangan adalah 11 artinya memiliki level resiko sangat tinggi, sedangkan hasil skor REBA tertinggi setelah perancangan adalah 5 artinya memiliki level resiko sedang.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Muhammad Nur Iskandar pada tahun 2021 dengan judul “Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Antropometri dan Ergonomi Partisipatori” berisi tentang adanya keluhan operator berdasarkan hasil metode diskusi bersama pekerja (*Fokus Group Discussion*) bagian *packaging* dan pada bagian *warehouse* yang merasakan sakit punggung akibat menaik-turunkan produk secara manual, kesulitan melewati tanjakan dan tanjakan karena tidak adanya rem, troli sulit dioperasikan, dan troli terlalu berat serta berdampak negatif terhadap keselamatan karyawan dan produktivitas perusahaan. Maka dilakukan pendesainan ulang troli yang ergonomis oleh peneliti menggunakan pendekatan Antropometri dengan tujuan untuk meningkatkan kenyamanan pekerja. Pendesainan ulang yang diusulkan adalah dengan menambahkan rem agar lebih mudah melewati tanjakan atau turunan, pegangan troli dapat diatur ketinggiannya, troli dirancang untuk menaikkan dan menurunkan karton secara otomatis, ukuran wadah troli dibuat menjadi disesuaikan dengan ukuran karton, menambahkan kunci roda, dan memilih bahan *stainless steel* dan plastik *polypropylene* karena kekuatan dan ringannya.

Penelitian lain dari Novi dan Yohanna Alexander pada tahun 2018 dengan judul “Perancangan Alat Bantu Perpindahan Barang yang Ergonomis (Studi Kasus di PT.”X” Bandung)” yang bertujuan untuk merancang alat bantu kerja untuk memindahkan barang dari mobil satu ke mobil lainnya secara ergonomis agar dapat mempermudah serta mempercepat pekerjaan karena sebelumnya dilakukan secara manual. Data keluhan pegawai diambil menggunakan kuesioner NBM lalu untuk analisis postur kerja pegawai digunakan metode REBA serta perancangan alat bantu kerja digunakan pendekatan Antropometri. Usulan perancangan alat bantu kerja dibuat 3 alternatif usulan, setelah itu dilakukan metode penilaian konsep untuk memilih alternatif yang terbaik dan didapatkan hasil bahwa alternatif usulan 1 yang dipilih sebagai alat bantu usulan terbaik.

Penelitian yang dilakukan oleh Dino Caesaron, Jacky Chandra, dan Hendy Tannady pada tahun 2017 yang berjudul “Usulan Perancangan Alat Bantu untuk

Mengurangi Risiko Cidera Kerja pada Buruh Angkut Berdasarkan Penilaian RULA dengan Menggunakan QFD” berisi tentang perusahaan yang masih menggunakan *manual material handling* pada pekerja buruh angkut. Dengan menggunakan metode penilaian RULA yang bertujuan untuk pekerjaan *manual material handling* di PT XYZ pada pekerja buruh angkut yang memiliki tingkat risiko kerja yang sangat tinggi. Tingkat risiko kerja yang sangat tinggi seharusnya dihindari oleh buruh angkut dan harus dilakukan perbaikan cara kerja agar tidak terjadi rasa sakit yang berkelanjutan. Penilaian RULA tersebut dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan alat bantu berupa troli dan rak dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment*. QFD digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pekerja buruh angkut kedalam spesifikasi kebutuhan teknis yang relevan. Berdasarkan hasil QFD didapatkan spesifikasi kebutuhan pekerja dan dilakukan perancangan alat bantu kerja tersebut. Setelah merancang troli dan rak maka troli dan rak tersebut dinilai dengan penilaian RULA dan hasil penilaian RULA terhadap troli dan rak menurun dari angka 7 menjadi 4.

Pada penelitian lain oleh Lukas Parapaga pada tahun 2018 dengan judul “Perancangan Troli Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* (QFD) Studi Kasus: Karyawan *Cleaning Service* Unika de La Salle Manado” yang bertujuan untuk memperbaiki keluhan postur tubuh pegawai yang merasakan sakit pada bagian tubuh akibat aktivitas pekerjaan yang dilakukan karyawan yaitu memindahkan barang melewati tangga dan tidak menggunakan alat bantu kerja apapun (secara manual). Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan dalam hal pemilihan alat bantu seperti troli yang dapat difungsikan pada setiap kondisi bangunan yang ada di UNIKA de La Salle Manado. Dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) maka didapatkan kebutuhan rancangan troli yang nyaman, memiliki kekuatan, dapat beroperasi pada setiap kondisi dan troli yang memiliki estetika. Kebutuhan tersebut telah diterjemahkan dalam matriks *House of Quality* (HOQ). Hasil dari interpretasi maka didapatkan kebutuhan pengguna yaitu dengan adanya dua fungsi pegangan troli berupa pegangan untuk jalan rata dan bertangga.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Subrata Talapatra, Nourin Mohsin, Mehrab Murshed pada tahun 2019 yang berjudul “*An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry*” yang bertujuan untuk menemukan ketidaksesuaian antara dimensi troli dan data antropometri. Subjek pada penelitian ini

ialah pegawai industry. Perancangan troli dikarenakan adanya keluhan bahwa troli tidak dirancang secara ergonomis dan banyak pekerja menderita gangguan *musculoskeletal disorder* (MSD). Ketidacocokan adalah diketahui dengan melakukan uji chi-kuadrat berdasarkan data hasil pengukuran pendekatan antropometri pegawai. Telah ditemukan bahwa radius roda dan tinggi pegangan terlalu pendek yang menyebabkan ketidaknyamanan pada pekerja. Inspeksi ini menyarankan dimensi untuk desain industri troli sehingga kenyamanan dan efisiensi pekerja dapat terjamin.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dibahas pada paragraf sebelumnya, dapat diketahui bahwa sudah terdapat penelitian yang dilakukan untuk menganalisis resiko postur kerja yang berkaitan dengan posisi kerja. Namun, tidak banyak diantara penelitian tersebut menjadikan departemen *warehouse* pada perusahaan garmen sebagai objek dari penelitiannya. Masih terdapat kekurangan yang ada pada penelitian-penelitian terdahulu yaitu, di dalam suatu penelitian hanya menggunakan 1 metode pengamatan posisi kerja seperti REBA. Maka perlu adanya perbaikan yang dilakukan pada postur kerja operator *warehouse* agar dapat meningkatkan kenyamanan dan keefisienan waktu serta tenaga pekerja, sehingga tidak diperlukannya pembuangan waktu dan tenaga yang berlebih. Maka dari itu, fokus penelitian ini untuk melakukan perancangan alat bantu kerja berupa alat angkut yang ergonomis serta dapat mengefisienkan kinerja operator *warehouse*.

2.2 Kajian Teoritis

Kajian teori yang digunakan dalam penelitian ini berkaitan dengan desain produk, penerapan ergonomi dalam desain produk, penilaian postur kerja menggunakan metode REBA, pendekatan antropometri sebagai pengukuran dalam desain produk, dan metode QFD yang digunakan sebagai perancangan produk.

2.2.1. Desain Produk

Menurut Kotler dan Keller (2012:332), desain produk adalah totalitas fitur yang mempengaruhi tampilan, rasa, dan fungsi produk berdasarkan kebutuhan pelanggan. Definisi desain produk lainnya menurut Kotler dan Armstrong (2008:273) adalah konsep yang lebih besar dari pada gaya. Gaya hanya menggambarkan penampilan

produk. Gaya bisa menarik atau membosankan. Gaya yang sensasional bisa menarik perhatian dan menghasilkan estetika yang indah, tetapi gaya tersebut tidak benar-benar membuat kinerja produk menjadi lebih baik. Tidak seperti gaya, desain tidak hanya sekedar kulit luar, desain adalah jantung produk.

Definisi desain produk lainnya menurut Imam Djati Widodo (2005:197) adalah suatu pendekatan yang sistematis untuk mengintegrasikan perencanaan produk dan proses yang berpengaruh dengannya, termasuk manufaktur dan pendukung. Sedangkan menurut Suharno dan Yudi Sutarno (2010:160), desain produk adalah karakteristik produk yang mengakibatkan produk mudah menarik, kuat, mudah dibawa, disimpan dan disimpan dan sebagainya.

Kotler dan Keller (2012:332) menyatakan banyak sekali aspek-aspek rancangan atau desain produk yang mencakup bentuk, fitur, mutu kesesuaian, daya tahan, kehandalan, gaya, dan kemudahan perbaikan. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing aspek:

1. Bentuk

Banyak produk dapat dibedakan dalam bentuk, ukuran, model atau struktur fisik produk. (Kotler dan Keller:329).

2. Fitur

Sebagian besar produk dapat ditawarkan dengan berbagai fitur yang melengkapi fungsi dasar mereka atau keistimewahan tambahan. Sebuah perusahaan dapat mengidentifikasi dan memilih fitur-fitur baru yang sesuai dengan survei pembeli baru-baru ini dan kemudian menghitung nilai pelanggan terhadap biaya perusahaan untuk setiap fitur potensial. Pemasar harus mempertimbangkan berapa banyak orang ingin setiap fitur, berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memperkenalkan itu, dan apakah pesaing bisa dengan mudah menyalin itu (Kotler dan Keller:329).

3. Mutu Kesesuaian

Merupakan tingkat kesesuaian dan pemenuhan semua unit yang diproduksi terhadap spesifikasi yang dijanjikan. Produk didesain dan dioperasikan berdasarkan karakteristik yang mendekati standar produk untuk memenuhi spesifikasi yang diminta (Kotler dan Keller:329).

4. Daya Tahan

Merupakan suatu ketahanan pada suatu produk atau suatu ukuran usia operasi produk yang diharapkan dalam kondisi normal atau berat yang merupakan atribut berharga untuk suatu produk tertentu (Kotler dan Keller:330).

5. Keandalan

Merupakan ukuran kemungkinan bahwa suatu produk tidak akan rusak atau gagal pada periode tertentu dan sifatnya tidak terlihat. Suatu produk dikatakan baik akan memiliki keandalan sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama (Kotler dan Keller:330).

6. Gaya

Gaya yakni cara lain untuk menambah nilai pelanggan adalah melalui gaya dan desain produk yang berbeda. Gaya hanya menggambarkan penampilan produk. Gaya bisa menarik atau bahkan membosankan. Gaya sensasional bisa menarik perhatian dan menghasilkan estetika yang indah, tetapi gaya tersebut tidak benar-benar membuat kinerja produk menjadi lebih baik. Tidak seperti gaya, desain lebih dari sekedar kulit luar desain adalah jantung produk (Kotler dan Keller:330).

7. Kemudahan Perbaikan

Merupakan ukuran kemudahan untuk memperbaiki produk ketika produk itu rusak yang ukurannya dapat dilihat melalui nilai dan waktu yang dipakai (Kotler dan Keller:330). Walaupun mutu produk penting, desain produk mungkin menawarkan suatu keunggulan bersaing yang penting untuk produk-produk tertentu. Selain itu desain produk dapat merupakan cerminan beberapa kategori produk. Desain yang baik memberikan kontribusi pada kegunaan suatu produk disamping penampilannya, karena desain mencapai inti suatu produk. Oleh karena itu, desain produk dapat menjadi alat persaingan yang sangat baik dalam pemasaran yang dilakukan oleh suatu perusahaan.

Untuk mencapai produk yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen, maka dilakukan upaya pengembangan produk. Adapun pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang membutuhkan peran interdisiplin dari fungsi-fungsi pemasaran, perancangan, hingga proses produksi (Eppinger & Ulrich, 2011). Dalam pengembangan produk, fungsi perancangan menjadi bentuk fisik dari sebuah produk yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Fungsi desain yang dilibatkan dapat

meliputi *engineering design* (aspek mesin, elektro, *software*, dan lain-lain) serta *industrial design* (aspek estetika, ergonomi, tampilan, dan lain-lain).

2.2.2. Ergonomi

Pada dasarnya Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu untuk mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman (Sutalaksana, 1979:61).

Mc Cormick, dalam buku "*Human Factor in Engineering and Design*" memberikan pengertian ergonomi kedalam bagian-bagian berikut ini:

- a. Fokus utama dari ergonomi berkaitan dengan pemikiran manusia dalam mendesain peralatan, fasilitas, dan lingkungan yang dibuat oleh manusia, yang digunakan dalam berbagai aspek kehidupannya.
- b. Tujuan dari ergonomi dalam mendesain peralatan, fasilitas dan lingkungan yang dibuat manusia ada dua hal:
 1. Untuk meningkatkan efektifitas fungsional dari penggunaannya.
 2. Untuk mempertahankan atau meningkatkan *human value*, seperti halnya kesehatan, keselamatan, dan kepuasan kerja.
- c. Pendekatan utama dari ergonomi adalah penerapan yang sistematis dari informasi yang relevan mengenai karakteristik dan tingkah laku manusia untuk mendesain peralatan fasilitas dan lingkungan yang dibuat oleh manusia. (Mc Cormick, 1982:4).

Ergonomi memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja misalnya: desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri paha sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual (*visual display unit* stasiun). Hal ini adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual pada postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*hands tools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendali agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan menghasilkan suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kerja dan hilangnya resiko kesalahan, serta supaya didapatkan

optimasi, efisiensi kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metoda kerja yang kurang tepat. (Nurmianto, 1996:3).

Ergonomi dibagi kedalam empat kelompok utama, yaitu (Sutalaksana, 1979, Teknik Tata Cara Kerja [II], hal 64):

1. Anthropometri

Menitikberatkan pada nilai ukuran yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Dalam hal ini terjadi penggabungan dan pemakaian data anthropometri dengan ilmu statistik yang menjadi prasarat utama.

2. Biomekanik

Menitikberatkan pada aktivitas manusia ketika bekerja dan cara mengukur dari setiap aktivitas tersebut.

3. *Display*

Menitikberatkan pada bagian dari lingkungan yang mengkomunikasikan pada manusia.

4. Lingkungan

Menitikberatkan kepada fasilitas-fasilitas dan ruangan-ruangan yang biasa digunakan oleh manusia dan kondisi lingkungan kerja karena kedua hal tersebut banyak mempengaruhi tingkah laku manusia.

2.2.3. *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam analisa postur kerja. REBA dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn Mc Atamney yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomic).

Metode REBA dalam bidang ergonomi yang digunakan secara cepat untuk menilai postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki seorang pekerja. REBA lebih umum, dalam penjumlahan salah satu sistem baru dalam analisis yang didalamnya termasuk faktor-faktor dinamis dan statis bentuk pembebanan interaksi pembebanan perorangan, dan konsep baru berhubungan dengan pertimbangan dengan sebutan "*The Gravity Attended*" untuk mengutamakan posisi dari yang paling unggul (Wisanggeni, 2010).

Metode REBA telah mengikuti karakteristik, yang telah dikembangkan untuk memberikan jawaban untuk keperluan mendapatkan peralatan yang bisa digunakan untuk mengukur pada aspek pembebanan fisik para pekerja. Analisa dapat dibuat sebelum atau setelah sebuah interferensi untuk mendemonstrasikan resiko yang telah dihentikan dari sebuah cedera yang timbul. Hal ini memberikan sebuah kecepatan pada penilaian sistematis dari resiko sikap tubuh dari seluruh tubuh yang bisa pekerja dapatkan dari pekerjaannya (Pramesta, 2018).

Pengembangan dari percobaan metode REBA adalah (Hignett dan McAtamney, 2000):

1. Untuk mengembangkan sebuah sistem dari analisa bentuk tubuh yang pantas untuk resiko musculoskeletal pada berbagai macam tugas.
2. Untuk membagi tubuh kedalam bagian-bagian untuk pemberian kode individual, menerangkan rencana perpindahan.
3. Untuk mendukung sistem penilaian aktivitas otot pada posisi statis (kelompok bagian, atau bagian dari tubuh), dinamis (aksi berulang, contohnya pengulangan yang unggul pada veces/minute, kecuali berjalan kaki), tidak cocok dengan perubahan posisi yang cepat.
4. Untuk menggapai interaksi atau hubungan antara seorang dan beban adalah penting dalam manipulasi manual, tetapi itu tidak selalu bisa dilakukan dengan tangan.
5. Untuk memberikan sebuah tingkatan dari aksi melalui nilai akhir dengan indikasi dalam keadaan terpaksa.
6. Hanya membutuhkan peralatan yang minimal seperti pena dan kertas metode.

Penilaian postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA melalui tahapan–tahapan sebagai berikut (Hignett dan McAtamney, 2000):

1. Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto. Untuk mendapatkan gambaran sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuh pekerja. Hal ini dilakukan supaya peneliti mendapatkan data postur tubuh secara detail (valid), sehingga dari hasil rekaman dan hasil foto bisa didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.

2. Penentuan sudut–sudut dari bagian tubuh pekerja. Setelah didapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan besar sudut dari masing – masing segmen tubuh yang meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki. Pada metode REBA segmen – segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan B. Grup A meliputi punggung (batang tubuh), leher dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Dari data sudut segmen tubuh pada masing– masing grup dapat diketahui skornya, kemudian dengan skor tersebut digunakan untuk melihat tabel A untuk grup A dan tabel B untuk grup B agar diperoleh skor untuk masing– masing tabel. Berikut tabel skor yang digunakan:

Tabel 2. 1: Skor Pergerakan Punggung

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Tegak	1	
0°-20° Flexion	2	1 jika memutar atau kesamping
0°-20° Extention		
20°-60° Flexion	3	
>20° Extention		
>60° Flexion	4	

Tabel 2. 2: Skor Pergerakan Leher

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
0°-20° Flexion	1	1 jika memutar atau miring ke samping
>20° Flexion atau Extention	2	

Tabel 2. 3: Skor Postur Kaki

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Kaki tertopang Ketika berjalan atau duduk dengan bobot seimbang rata-rata	1	1 jika lutut antara 30°-60° Flexion

Kaki tertopang atau bobot tubuh tidak tersebar merata	2	2 jika lutut $>60^\circ$ Flexion
--	---	----------------------------------

Tabel 2. 4: Skor Pergerakan Lengan Atas

Pergerakan	Skor	Skor Pergerakan
20° Extention- 20° Flexion	1	+1 jika lengan atas abducted
$>20^\circ$ Extention 20° - 45° Flexion	2	+1 jika Pundak atau bahu ditinggikan
45° - 90° Flexion	3	-1 jika operator bersandar
$>90^\circ$ Flexion	4	atau bobot lengan tertopang

Tabel 2. 5: Skor Pergerakan Lengan Bawah

Pergerakan	Skor
60° - 100° Flexion	1
$<60^\circ$ Flexion atau $>100^\circ$ Flexion	2

Tabel 2. 6: Skor Pergelangan Tangan

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
0° - 15° Flexion atau Extension	1	+1 jika pergelangan tangan menyimpang atau berputar
$>15^\circ$ Flexion atau Extension	2	

Tabel 2. 7: Load atau Force

Load/Force			
0	1	2	1
<5 kg	5-10 kg	>10 kg	Shock or rapid build up

Tabel 2. 8: *Coupling*

<i>Coupling</i>			
<i>0 Good</i>	<i>1 Fair</i>	<i>2 Poor</i>	<i>3 Unacceptable</i>
<i>Well-fitting handle and a mid-range power grip</i>	<i>Hand hold acceptable but not ideal, or coupling is acceptable via another part of the body</i>	<i>Hand hold not acceptable although possible</i>	<i>Awkward, unsafe grip, no handles; coupling is unacceptable using other parts of the body</i>

Tabel 2. 9: Activity

<i>Activity</i>	
+1	<i>1 more body parts static (held > 1 min)</i>
+1	<i>Repeated > 4 per min in small range (not walking)</i>
+1	<i>Rapid large changes in posture or unstable base</i>

Tabel 2. 10: Level Resiko dan Tindakan

Action Level	Skor REBA	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bisa Diabaikan	Tidak Perlu
1	2-3	Rendah	Mungkin Perlu
2	4-7	Sedang	Perlu
3	8-10	Tinggi	Perlu Segera
4	11-15	Sangat Tinggi	Perlu Saat ini Juga

2.2.4. Antropometri

Sistem kerja yang memiliki interaksi dengan manusia dapat mempertimbangkan karakteristik tubuhnya untuk diimplementasikan ke dalam sistem tersebut. Antropometri

berasal dari bahasa Yunani, dengan *antropos* yang berarti manusia dan *metrikos* yang berarti pengukuran. Sehingga, antropometri dapat dikatakan sebagai salah satu cabang keilmuan yang mempelajari pengukuran tubuh manusia (Berlin & Adams, 2017). Dalam implementasinya terhadap perancangan produk, antropometri dapat dilibatkan dalam pengembangan dan perancangan ulang. Tantangan yang dihadapi dalam perancangan sistem kerja atau alat adalah variasi ukuran-ukuran tubuh dengan perbedaan populasi, jenis kelamin, dan suku/ras sesuai dengan populasi yang disesuaikan dengan *output* yang dirancang. Data antropometri menjadi kunci dalam proses tersebut untuk mengoptimalkan desain dan memaksimalkan penggunaan dan nilai yang ditampilkan kepada penggunanya (Berlin & Adams, 2017).

Adapun variasi dalam data antropometri dapat dipengaruhi oleh faktor – faktor berikut:

1. Keacakan/*random*

Satu kelompok populasi yang memiliki kesamaan dapat menimbulkan perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat. Distribusi frekuensi secara statistik dari dimensi kelompok anggota yang jelas dapat diakurasi menggunakan distribusi normal menggunakan data persentil.

2. Jenis Kelamin

Perbedaan signifikan juga dapat dialami oleh dimensi tubuh pria dan wanita. Umumnya, segmen badan pria dianggap lebih panjang dibandingkan dengan wanita.

3. Suku Bangsa

Variasi suku bangsa yang menimbulkan perbedaan ukuran dimensi tubuh dapat dipengaruhi berdasarkan angka migrasi dari satu negara ke negara lainnya, sehingga data antropometri nasional juga akan berbeda.

4. Usia

Kalangan usia dapat dikelompokkan berdasarkan usia balita, anak-anak, remaja, dewasa, dan lanjut usia. Ukuran antropometri cenderung meningkat hingga batas usia dewasa, namun setelah menginjak fase dewasa cenderung menurun karena berkurangnya elastisitas tulang belakang serta dinamika tangan dan kaki.

5. Jenis Pekerjaan

Tuntutan berbagai jenis pekerjaan tertentu membuat ukuran dimensi tubuh yang diterapkan dalam antropometri juga menimbulkan perbedaan.

6. Iklim/musim

Variabilitas iklim dan perubahan musim berpengaruh terhadap ukuran pakaian yang dikenakan.

7. Faktor Kehamilan

Wanita yang berada dalam fase kehamilan akan memengaruhi antropometri yang diterapkan dalam perancangan produk dan tempat kerja.

8. Cacat Fisik

Permasalahan yang kerap timbul seperti keterbatasan jarak jangkauan, ruang segmen tubuh, jalur khusus, dan bentuk perancangan umum lainnya yang dialami para individu berkebutuhan khusus dapat dipertimbangkan agar implementasi perancangan dapat mengakomodasi jangkauan pengguna yang lebih luas.

Variasi bentuk dan ukuran tubuh populasi manusia yang beragam, membuat perhitungan sebaran normalnya dapat dilakukan dengan perhitungan persentil dalam data antropometri. Persentil dalam data antropometri menunjukkan ukuran rata-rata maupun simpangan baku dari sebaran distribusi normal, sehingga perhitungan persentil menghasilkan nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran didalam atau diluar nilai tersebut (Pratama, Sutejo, & Syuaib, 2011).

Persentil menunjukkan persentase orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu. Umumnya, data antropometri cukup menggunakan perhitungan persentil ke-5, ke-50, dan ke-95 (Purnomo, 2013). Sebagai contoh, persentil ke-5 penting untuk digunakan dalam menentukan jangkauan dan batasan untuk fasilitas dalam rumah, seperti fasilitas kloset (Dawal, et al., 2015). Sedangkan persentil ke-95 dapat digunakan untuk memberikan toleransi jangkauan untuk menghindari kontak yang tidak diinginkan (Pheasant, 1996). Adapun contoh lainnya, untuk merancang produk dengan ukuran yang dapat mengakomodasi 90% dari populasi, maka diambil rentang persentil ke-5 dan ke-95 sebagai batas-batasnya, sehingga dapat mengecualikan 5% ukuran terkecil dan terbesar yang cenderung menemukan kesulitan saat menggunakan produk (Coleman, dkk., 2007).

Pengukuran antropometri dapat dibedakan ke dalam dua jenis, yaitu sebagai berikut (Sanders & McCormick, 1992):

1. Pengukuran Statis

Pengukuran dimensi dan jarak tubuh yang dilakukan dengan subjek berada dalam kondisi posisi yang tidak bergerak (statis). Jenis pengukuran ini sangat mudah dilakukan, namun kurang bisa merepresentasikan ketika subjek sedang dalam kondisi *pre* dan *post* mengakses suatu sistem yang diuji (*real work*).

2. Pengukuran Dinamis (Fungsional)

Pengukuran dimensi melibatkan subjek yang berada dalam kondisi posisi bergerak (dinamis), sehingga dapat terlihat rentang ukuran beberapa pergerakan ketika mengakses suatu sistem yang diuji. Dalam pengujiannya, beberapa skenario kerja dikembangkan sesuai fitur perancangan yang akan ditampilkan dalam sistem atau produk.

Selain itu, prinsip-prinsip desain antropometri yang dirancang dapat diketahui sebagai berikut (Freivalds & Niebel, 2009).

1. Desain untuk ekstrim

Prinsip perancangan yang melibatkan fitur-fitur dengan ukuran dimensi tubuh maksimum/minimum yang terakomodasi dari suatu variabel populasinya. Urgensi ukuran maksimum dapat dijadikan pertimbangan sebagai nilai maksimum fitur untuk mengakomodasi keseluruhan pengguna, sedangkan nilai ukuran minimum dapat dijadikan pertimbangan sebagai nilai minimum fitur untuk mengakomodasi keseluruhan pengguna. Sebagai contoh lorong pintu, yang ukurannya dapat disesuaikan dengan individu yang lebih besar. Umumnya, prinsip ini menggunakan persentil 95 dari kalangan laki-laki dan persentil 5 dari kalangan perempuan sebagai karakteristik parameter desainnya (Sanders & McCormick, 1992).

2. Desain untuk penyesuaian

Prinsip yang digunakan untuk alat atau fasilitas yang dapat disesuaikan ukurannya untuk jangkauan pengguna yang lebih luas. Sebagai contoh meja, kursi, kursi kemudi, stir kemudi, dan lain-lain yang disesuaikan dengan rentang populasi dari

persentil 5 dari kalangan perempuan hingga 95 dari kalangan laki-laki dalam rangka mengakomodasi sebesar 90% dari populasi (Kothiyal & Tettey, 2001).

3. Desain untuk rata-rata

Dalam skala ekonomi, prinsip ini yang paling terjangkau untuk diterapkan namun urgensinya dinilai jarang untuk diimplementasikan. Meskipun demikian, beberapa situasi dapat mempertimbangkan prinsip tersebut. Sebagai contoh perancangan ulang alat yang dirasa massanya terlalu berat sehingga menimbulkan kesan kurang nyaman bagi penggunaannya, maka dari itu prinsip ini dapat diterapkan.

2.2.5. *Quality Function Deployment (QFD)*

Quality Function Deployment (QFD) diperkenalkan oleh Yoji Akao, Professor of Management Engineering dari Tamagawa University yang dikembangkan dari praktek dan pengalaman industri-industri di Jepang. Pertama kali dikembangkan pada tahun 1972 oleh perusahaan Mitsubishi di Kobe Shipyard, dan diadopsi oleh Toyota pada tahun 1978, dan tahun-tahun selanjutnya dikembangkan oleh perusahaan lainnya. Fokus utama dari QFD ini yaitu melibatkan pelanggan pada proses pengembangan produk sedini mungkin. Filosofi yang mendasarinya adalah bahwa pelanggan tidak akan puas dengan suatu produk meskipun suatu produk yang dihasilkan sempurna, seperti yang kemarin dikatakan diposting sebelumnya mengenai kualitas bahwa produk yang superior atau sempurna belum tentu di butuhkan oleh konsumen. Definisi dari QFD menurut Dr. Yoji Akao adalah suatu metode untuk mentransformasikan permintaan dari *user* menjadi sebuah *design quality* untuk menyebarkan *function forming quality* dan menyebarkan metode-metode untuk mencapai *design quality* ke dalam sistem, bagian komponen, dan elemen-elemen spesifik dalam proses manufaktur.

QFD didefinisikan suatu metode pengembangan produk yang berdasarkan dari “penyebaran” *Voice of Customer (VOC)* dalam prosesnya (Hauser, et al., 2010). QFD diyakini menjadi metode yang dapat membantu untuk menginterpetasikan keinginan konsumen menjadi persyaratan perancangan untuk meyakinkan bahwa hasil produk atau proses yang dirancang sesuai dengan kebutuhan konsumen (Erdil & Arani, 2018).

Adapun implementasi QFD melibatkan sekumpulan matriks. Implementasi QFD ini melibatkan 4 matriks yang dapat dilihat pada gambar 2.10 (Erdil & Arani, 2018). Matriks utama disebut dengan *House of Quality* (HOQ), yang mana merupakan matriks yang memiliki elemen kritis pada proses pengimplementasian QFD, dikarenakan pada HOQ ini akan adanya pengumpulan VOC dan menginterpretasikannya menjadi atribut kebutuhan konsumen yang nantinya menjadi dasar untuk melanjutkan ke langkah selanjutnya (Herzwurum & Schockert, 2006). Adapun pada matriks kedua akan ada perubahan kebutuhan teknis menjadi spesifikasi produk, yang nantinya akan digambarkan dalam bentuk persyaratan proses pada matriks ketiga. Matriks terakhir adalah mendefinisikan spesifikasi kualitas (Erdil & Arani, 2018).

Adapun tahapan yang dapat dilakukan untuk pengimplementasian Quality Function Deployment (QFD) secara umum menurut Cohen (1995) terdapat 3 fase yang dapat dilakukan yaitu:

1. Fase pertama, mengumpulkan *Voice of Customer* (VOC). Adapun prosedur yang dapat dilakukan dalam pengumpulan VOC adalah sebagai berikut
 - a. Menentukan atribut yang dipentingkan konsumen (berupa data kualitatif) data ini dapat diperoleh dari proses pengumpulan data wawancara maupun observasi terhadap konsumen.
 - b. Selanjutnya, dari atribut tersebut dapat diukur tingkat kepentingannya.
2. Fase kedua, menyusun *House of Quality*. Adapun prosedur yang dapat dilakukan untuk menyusun HOQ adalah sebagai berikut.
 - a. Membuat matriks kebutuhan konsumen
 - b. Pembuatan persyaratan teknis
 - c. Menentukan tingkat hubungan atribut kebutuhan konsumen dengan persyaratan teknis
 - d. Menentukan korelasi teknis
 - e. Benchmarking dan penetapan target
3. Fase ketiga, analisis dan interpretasi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Responden yang menjadi subjek pada penelitian ini adalah pekerja pada departemen *warehouse* yang melakukan kegiatan mengangkat dan menurunkan gulungan kain bahan baku serta memindahkan dan merapihkan pada rak *warehouse* dari truk secara manual. Adapun karakteristik responden dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Karakteristik Responden

Pertanyaan	Penjelasan
Pekerjaan	Pegawai <i>Warehouse</i> dengan rincian pekerjaan: -Melakukan kegiatan pengangkatan dan penurunan kain bahan baku gulungan secara manual. -Melakukan pengecekan tiap kloter kain gulungan untuk diberi keterangan spesifikasi -Memindahkan sampel kain gulungan untuk dilakukan inspeksi bahan
Jenis Kelamin	Laki-laki/Wanita
Usia	18 Tahun ke atas

3.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah desain alat bantu angkut yang dapat menunjang pekerjaan pegawai *warehouse* yaitu mengangkat, menurunkan, dan memindahkan kain bahan baku gulungan.

3.3 Jenis Data Penelitian

Jenis data penelitian yang digunakan ialah data primer. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2017). Data primer yang diambil secara langsung pada penelitian ini

menggunakan kuesioner berupa pengumpulan data keluhan serta kebutuhan yang diperlukan oleh pegawai *warehouse* selama melakukan kegiatan bekerja. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data secara langsung dalam pengukuran dimensi tubuh pekerja menggunakan pendekatan antropometri yang digunakan sebagai pengukuran dalam desain alat bantu kerja. Observasi dilakukan untuk mengamati posisi pekerja saat melakukan pekerjaan. Pengumpulan data keluhan serta kebutuhan pegawai melalui *interview* dan menggunakan kuesioner NBM serta kuesioner QFD dan untuk pengukuran dimensi tubuh antropometri pekerja menggunakan alat ukur (meteran baju) dan lembar pengamatan antropometri.

1. Data keluhan postur kerja menggunakan kuesioner NBM dan REBA
2. Data kebutuhan desain (QFD)
3. Data antropometri

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan sebagai penunjang kebutuhan dalam proses pengambilan data, pengolahan data, dan analisis data pada penelitian ini meliputi:

1. Kuesioner (NBM dan QFD)
2. *Software IBM SPSS Statistics 24* (Uji statistik)
3. *Software Solidworks 2017* (Desain visual 3D desain)
4. Lembar Pengamatan Antropometri

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini sebagai berikut:

3.5.1 Survei

Survei dilakukan langsung untuk mengamati permasalahan yang ada pada PT. Mataram Tunggal Garment. Pengamatan dilakukan kepada pekerja *warehouse* untuk mengetahui keluhan yang dirasakan oleh pegawai saat melakukan pekerjaan. Survei menggunakan kuesioner serta wawancara langsung kepada pegawai dan pengamatan posisi kerja.

3.5.2 Penyebaran Kuesioner

Penyebaran kuesioner dilakukan sebagai pengumpulan data QFD dan kuesioner NBM sebagai data keluhan posisi kerja. Penyebaran kuesioner dilakukan kepada pekerja *warehouse* pada PT. Mataram Tunggal Garment.

3.5.3 Pengukuran Dimensi Antropometri

Pengukuran dimensi antropometri dilakukan secara langsung dengan mengukur dimensi tubuh pekerja *warehouse* PT. Mataram Tunggal Garment. Dimensi tubuh pegawai yang diukur meliputi dimensi Tinggi Bahu Berdiri (TBB), Lebar Bahu Atas (LBA), Diameter Genggaman Maksimal (DG_{max}), Tinggi Siku Berdiri (TSB), dan Lebar Jari Telunjuk (LJL). Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur meteran baju.

3.6 Metode Pengolahan Data

3.6.1 *Quality Function Deployment* (QFD)

Metode QFD dapat dilakukan dengan empat tahapan sebagai berikut (Crow, 2009):

1. Perencanaan produk

Perencanaan produk dilakukan dengan menentukan dan memprioritaskan kebutuhan pelanggan kemudian dilakukan analisis peluang kompetitif. Selanjutnya merencanakan produk untuk merespon kebutuhan pelanggan dan peluang kompetitif. Dan terakhir menetapkan nilai target dari karakteristik kritis produk

2. *Assembly Part Deployment*

Proses *assembly/part deployment* dilakukan dengan mengidentifikasi *part* yang penting dan menurunkan karakteristik kritis produk ke dalam karakteristik kritis *part*. Serta menetapkan nilai target dari karakteristik kritis *part*

3. Perencanaan Proses

Pada perencanaan proses dilakukan penentuan proses kritis dan aliran proses serta mengembangkan persyaratan peralatan produksi dan menetapkan parameter kritis proses

4. Kontrol Proses

Pada kontrol proses dilakukan penentuan karakteristik proses dan *part* kritis dengan menetapkan metode kontrol proses dan parameternya serta menetapkan metode dan parameter inspeksi dan uji

Agar QFD ini bisa diterapkan dibutuhkan kerangka kerja yang dinamakan *House of Quality* (HOQ). *House of Quality* (HOQ) digunakan dengan menerjemahkan kebutuhan atau permintaan pelanggan, berdasarkan riset pasar dan *benchmarking* data, dalam jumlah yang sesuai target yang harus dipenuhi oleh desain produk baru. Metode *House of Quality* (HOQ) ini menggunakan format matriks untuk menangkap sejumlah isu yang sangat penting untuk proses perencanaan.

HOQ terdiri dari enam tahapan, yaitu sebagai berikut:

- a. *Customer Needs and Benefits*
- b. *Planning Matrix*
- c. *Technical Response*
- d. *Relationship Matrix*
- e. *Technical Correlations*
- f. *Technical Matrix*

1. Uji Validitas

Uji validitas merupakan uji statistik untuk menguji sejauh mana ketepatan dan kecermatan satu instrumen pengukur (tes) dalam melakukan fungsi ukurannya (Azwar & Prihartono, 1987). Instrumen yang dinyatakan valid dapat digunakan untuk mengukur sesuai kebutuhan penelitian dan bersifat tepat guna (Sugiyono, 2005).

Uji validitas dilakukan dengan membandingkan nilai r hitung dengan r tabel untuk *degree of freedom* (df) = $n-2$, dalam hal ini n adalah jumlah sampel dan nilai signifikansi = 0.05. Berikut ini merupakan pernyataan hipotesis dari pengujian validitas (Ghozali, 2012):

- a. Jika nilai r hitung $>$ r tabel, maka H_0 diterima yang berarti item kuesioner dinyatakan valid
- b. Jika nilai r hitung $<$ r tabel, maka H_0 ditolak yang berarti item kuesioner dinyatakan tidak valid

2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas merupakan indeks yang menunjukkan sejauh mana alat ukur dapat diandalkan secara relatif konsisten bila digunakan lebih dari dua kali (Singarimbun & Effendi, 1989) atau secara berulang kali (Sugiyono, 2005). Menurut (Singarimbun & Effendi, 1989) apabila alat ukur sudah dikatakan valid, maka berikutnya adalah alat ukur tersebut diuji

reliabilitasnya. (Yang, Cheng, & Wan, 2019) menggunakan uji reliabilitas guna mencapai hasil evaluasi yang akurat dari kebutuhan pengguna produk dengan metode koefisien *Cronbach's α* . Dalam penelitiannya, nilai *Cronbach's α* > 0,7 menandakan bahwa data memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi dan konsistensi internal yang baik.

Berikut ini merupakan pernyataan hipotesis dari pengujian realibilitas (Ghozali, 2012):

- a. Jika nilai r hitung > r tabel, maka H_0 diterima yang berarti item kuesioner reliabel
- b. Jika nilai r hitung < r tabel, maka H_0 ditolak yang berarti item kuesioner dinyatakan tidak reliabel

3.6.2 Perhitungan Antropometri

Penentuan pengukuran desain alat bantu kerja troli yang menggunakan pendekatan antropometri dengan penyesuaian dimensi tubuh manusia sesuai dengan *part* alat bantu yang akan dirancang, tahapan perhitungan antropometri sebagai berikut (Iridiastadi & Yassierli, 2014):

1. Menentukan populasi pengguna yang akan menggunakan objek rancangan.
2. Menentukan dimensi tubuh yang berkaitan dengan objek rancangan.
3. Mengevaluasi basis data antropometri yang tersedia.
4. Menentukan persentase jumlah populasi yang akan disiapkan.
5. Menentukan prinsip perancangan antropometri yang akan digunakan.
6. Menentukan nilai ukuran untuk setiap dimensi yang sudah ditetapkan, yaitu menggunakan perhitungan nilai persentil.
7. Mempertimbangkan besar kelonggaran jika diperlukan.
8. Mengevaluasi hasil perancangan.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji statistik yang bertujuan untuk melihat sebaran kelompok data yang memiliki distribusi normal atau tidak. Metode yang digunakan dalam uji ini menggunakan Kolmogorov-Smirnov, yang dapat menguji nilai probabilitas dari total skor pengamatan (Panduwiranita, 2014).

Menentukan hipotesis yang dimiliki untuk diuji, adalah sebagai berikut:

- a. H_0 = Nilai Skor Berdistribusi Normal

b. H_1 = Nilai Skor Tidak Berdistribusi Normal

Menentukan parameter pengujian sebagai dasar pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut.

a. Jika nilai probabilitas (α) > 0,05, maka H_0 diterima

Jika nilai probabilitas (α) < 0,05, maka H_0 ditolak

3.7 Metode Analisis Data

1. Uji *Marginal homogeneity*

Uji *Marginal homogeneity* termasuk uji statistik nonparametrik. Uji ini dilakukan untuk tes dua sampel yang saling berhubungan dan merupakan perluasan dari uji McNemar. Penggunaan uji ini untuk melihat apakah terdapat perbedaan atau perubahan antara dua peristiwa sebelum dan sesudahnya (Sheskin, 2004).

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

H_0 : Tidak ada perbedaan antara keinginan pegawai dengan produk usulan

H_1 : Ada perbedaan antara keinginan pegawai dengan produk usulan.

Adapun parameter pengujian sebagai dasar pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut:

Jika hasil $p > 0,05$ maka H_0 diterima yang berarti data dinyatakan homogen

Jika hasil $p < 0,05$ data H_0 ditolak yang berarti data dinyatakan tidak homogen.

2. Uji Beda Wilcoxon

Wilcoxon Signed Rank Test merupakan uji nonparametris yang ditujukan untuk mengukur signifikansi perbedaan antara 2 kelompok data berpasangan berskala ordinal atau interval tetapi berdistribusi tidak normal (Statisika Industri dan Optimasi Laboratory, 2020).

Adapun hipotesis dari pengujian beda wilcoxon adalah sebagai berikut:

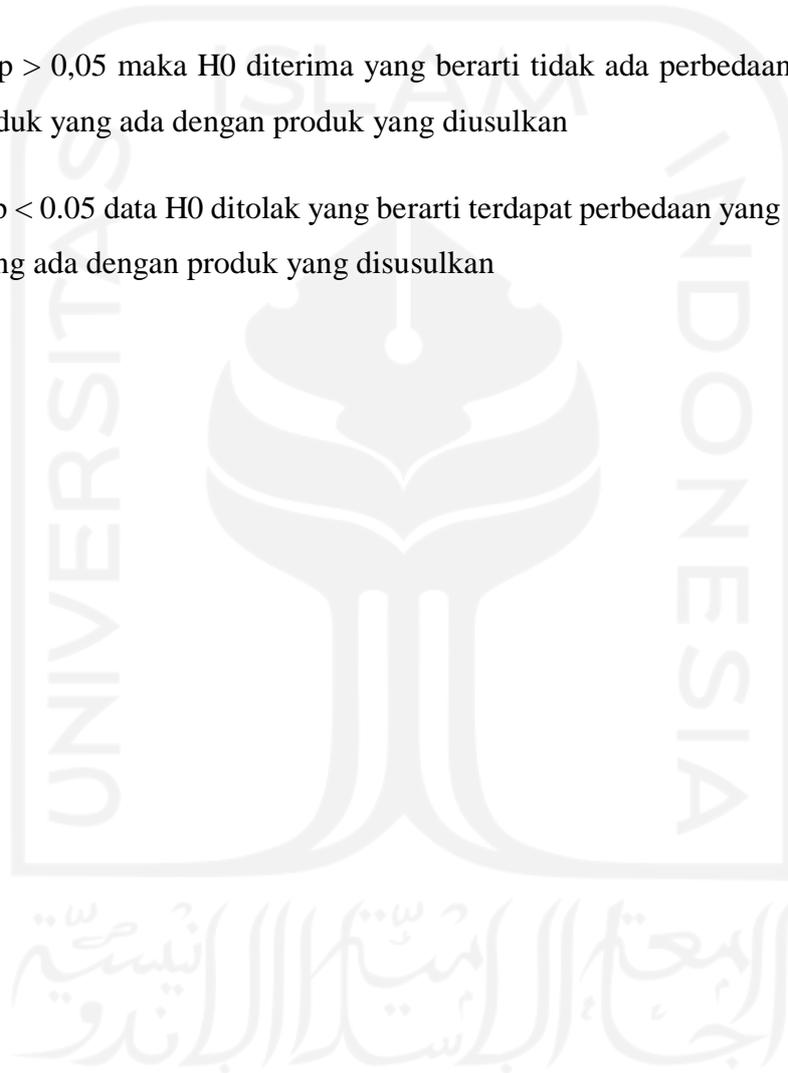
$H_0: \mu_1 = \mu_2$ atau $\mu_1 - \mu_2 = D = 0$ = Tidak terdapat perbedaan rata-rata nilai kepuasan produk alat bantu angkut yang dikembangkan dengan produk alat bantu angkut yang sudah ada

H1: $\mu_1 < \mu_2$ atau $\mu_1 - \mu_2 = D < 0$ = Terdapat perbedaan rata-rata nilai kepuasan antara produk alat bantu angkut yang dikembangkan dengan produk alat bantu angkut yang sudah ada, yaitu kepuasan produk alat bantu angkut yang sudah ada lebih rendah daripada produk alat bantu angkut yang dikembangkan.

Adapun parameter pengujian sebagai dasar pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut:

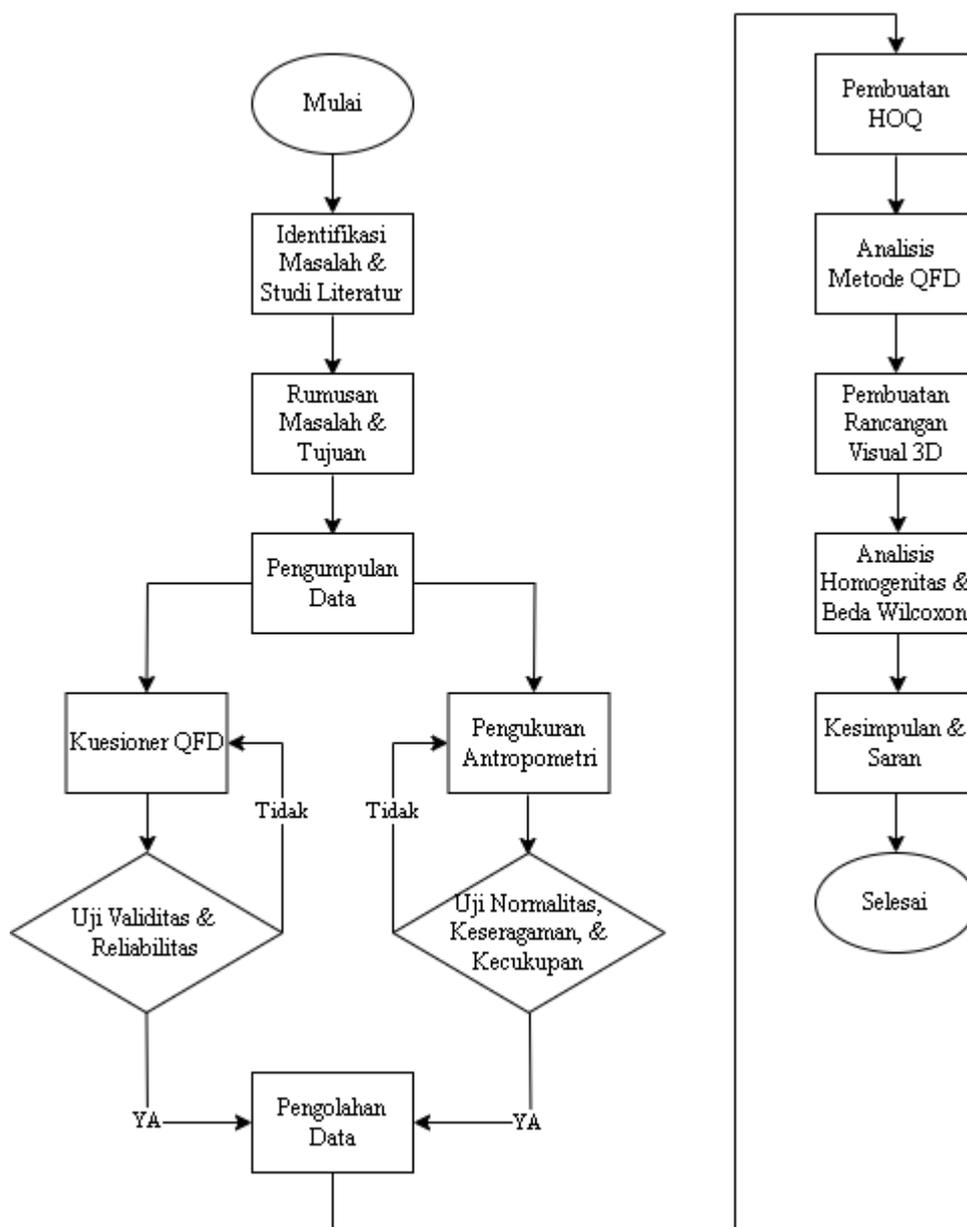
Jika hasil $p > 0,05$ maka H_0 diterima yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan antara produk yang ada dengan produk yang diusulkan

Jika hasil $p < 0.05$ data H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara produk yang ada dengan produk yang diusulkan



3.8 Diagram Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram alur penelitian:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar diagram alir penelitian di atas, terlihat bahwa tahap awal dari penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah yang terjadi pada tempat penelitian. Identifikasi masalah yang dilakukan secara langsung ke tempat penelitian dengan melakukan *interview* serta pengamatan kegiatan pegawai saat melakukan aktivitas bekerja dan penyebaran kuesioner NBM untuk mengetahui tentang keluhan postur kerja kepada responden atau pegawai. Setelah dilakukan survei secara langsung maka dibuat

rumusan masalah sebagai fokus hal yang akan diteliti pada penelitian ini. Setelah menentukan rumusan inti masalah maka ditentukan pula tujuan dari penelitian ini. Kemudian melakukan studi literatur untuk mencari referensi melalui berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan penelitian terdahulu sebagai gambaran referensi dalam menentukan metode yang cocok untuk melakukan penelitian ini.

Selanjutnya pada tahapan pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuesioner QFD. Sebelum itu dilakukan terlebih dahulu penentuan responden. Penentuan responden dipilih berdasarkan kesesuaian dengan kriteria yang telah ditentukan. Setelah mendapatkan responden yang sesuai dengan kriteria maka dilakukan pengumpulan data menggunakan kuesioner QFD. Hasil data kuesioner QFD dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Berikutnya juga melakukan pengambilan data antropometri dimensi tubuh responden sesuai yang sudah ditentukan dimensinya dengan melakukan pengukuran secara langsung kepada pegawai serta pengambilan data antropometri yang lain menggunakan bank data antropometri Lab.DSK&E. Pada hasil data antropometri dilakukan uji normalitas untuk mengetahui data antropometri yang dikumpulkan dapat dikatakan normal atau tidak untuk mewakili populasi responden.

Pada tahap selanjutnya dilakukan pembuatan desain produk alat bantu kerja yang dibutuhkan dengan virtual 3D desain menggunakan aplikasi *Solidworks*. Perancangan desain produk disesuaikan dengan hasil dari QFD sebelumnya serta dalam pemberian ukuran desain alat menggunakan pendekatan antropometri pegawai. Setelah pembuatan desain produk alat bantu kerja secara 3D sudah jadi maka dilakukan validasi terhadap keinginan pegawai sebelumnya serta menguji ada atau tidaknya perbedaan antara keinginan pegawai dengan produk usulan dengan membuat rumah HOQ dengan melakukan uji *marginal homogeneity* dan uji beda wilcoxon.

Terakhir yang dilakukan pada penelitian ini adalah penarikan kesimpulan penelitian berdasarkan kesesuaian dengan rumusan serta tujuan penelitian di awal serta pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Karakteristik Responden

Pada penelitian ini melibatkan 15 responden yang berpartisipasi dan merupakan keseluruhan pekerja departemen *warehouse* yang melakukan kegiatan mengangkat dan menurunkan gulungan kain bahan baku serta memindahkan dan merapihkan dari truk ke rak *warehouse* secara manual. Responden berusia 18 tahun ke atas (Pasal 68 UU No. 13 tahun 2003) dan berjenis kelamin laki-laki maupun perempuan. Berikut tabel data rangkuman profilisasi responden dalam penelitian ini:

Tabel 4. 1: Karakteristik Responden

No.	Karakteristik	Data	Jumlah
1.	Jenis Kelamin	Laki-laki	10
		Perempuan	5
2.	Usia	18-24 tahun	3
		25-31 tahun	2
		32-38 tahun	2
		39-45 tahun	8
3.	Jenis Pekerjaan	Mengangkat kain gulungan menggunakan alat bantu angkut	15

4.2. Pengumpulan Data *Quick Exposure Checklist* (QEC)

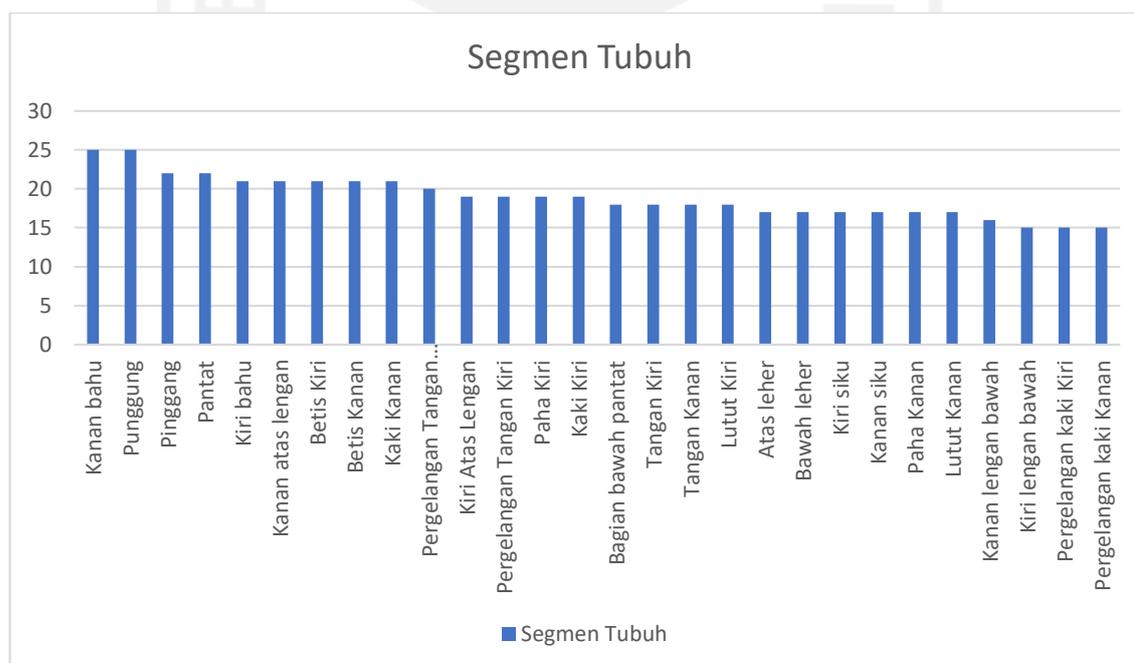
Pengumpulan data *Quick Exposure Checklist* (QEC) dilakukan kepada 15 pekerja *warehouse* dengan tujuan untuk mengukur beban postur yang terfokus pada penilai faktor resiko pada tempat kerja serta untuk mengetahui penilaian level resiko meliputi bagian punggung, bahu/lengan, tangan/pergelangan tangan dan leher. Berikut hasil rekapitulasi nilai rata-rata *exposure level* pada *Quick Exposure Checklist*:

Tabel 4. 2: Hasil Rekapitulasi *Quick Exposure Checklist*

	Nilai	Klasifikasi
Punggung	21,07	<i>Moderate</i>
Bahu	31,20	<i>High</i>
Pergelangan Tangan	25,20	<i>Moderate</i>
Leher	10,80	<i>Moderate</i>
Nilai Exposure Level (%)	64,12	Perlu penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan

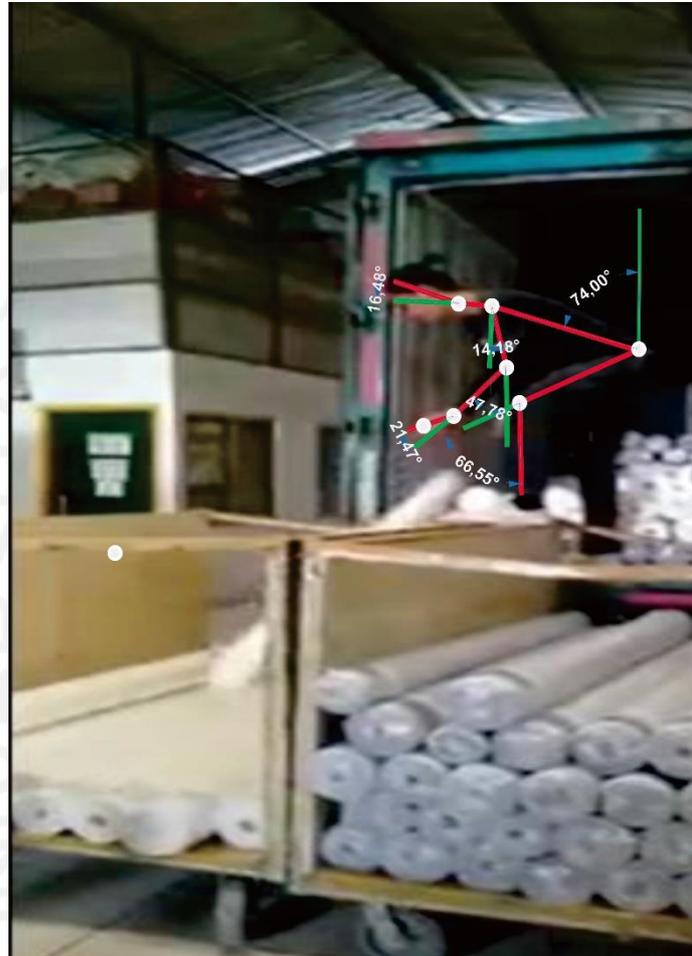
4.3. Pengumpulan Data *Nordic Body Map* (NBM)

Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* yang dilakukan pengamatan kepada 15 responden yaitu pekerja *warehouse*. Pengumpulan data *Nordic Body Map* bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari responden yang terasa sakit saat melakukan aktivitas bekerja. Berikut hasil rekapitulasi kuesioner *Nordic Body Map*:

Tabel 4. 3: Grafik Hasil Rekapitulasi *Nordic Body Map*

4.4. Rapid Entire Body Assessment (REBA) Postur Awalan

Berikut tahap penilaian postur kerja awalan menggunakan metode REBA untuk mengetahui klasifikasi postur pekerja saat melakukan pekerjaan:



Gambar 4. 1: Sudut Segmen Tubuh Pekerja Awalan

Berikut merupakan penjelasan hasil kode REBA dari postur kerja pada gambar 4.1:

Grup A:

- **Punggung (*Trunk*)**

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa pergerakan punggung pada saat karyawan bekerja termasuk dalam posisi bungkuk dengan sudut 74° flexion. Berdasarkan tabel 2.1 diketahui skor REBA untuk pergerakan punggung ini adalah **4**.

- **Leher (Neck)**

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa pergerakan leher pada saat karyawan bekerja membentuk sudut $16,48^\circ$ flexion. Berdasarkan tabel 2.2 diketahui skor REBA untuk pergerakan leher ini adalah **1**.

- **Kaki (Leg)**

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa saat bekerja kaki karyawan tidak tertopang dan bobot tidak tersebar secara merata, sehingga skor REBA yang diberikan adalah 2. Selain itu saat bekerja lutut karyawan membentuk sudut sebesar $66,55^\circ$ sehingga terjadi perubahan skor sebesar +2. Berdasarkan tabel 2.3 diketahui skor REBA untuk pergerakan kaki ini adalah $2 + 2 = 4$.

Penentuan skor **Grup A** dilakukan menggunakan tabel A pada REBA *Worksheet*. Berikut merupakan skor REBA Grup A untuk gambar 4.1:

Tabel 4. 4: Skor REBA Grup A untuk Gambar 4.1

		Punggung				
		1	2	3	4	5
Leher = 1	Kaki					
	1	1	2	2	4	4
	2	2	3	4	6	6
	3	3	4	5	7	7
	4	4	5	6	8	8
Leher = 2	Kaki					
	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
Leher = 3	Kaki					
	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Berdasarkan tabel 4.4 dapat diketahui bahwa skor REBA Grup A adalah 8. Setelah mengetahui skor REBA Grup A, selanjutnya penentuan berat benda yang diangkat. Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa karyawan sedang memindahkan kain gulungan dengan berat 8 kg, sehingga skor berat beban tersebut adalah **2**. Dengan demikian total skor A adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total Skor A} &= \text{Nilai Tabel A} + \text{Skor Berat beban A} \\ &= 8 + 2 \\ &= 10 \end{aligned}$$

GRUP B:

- **Lengan Atas (*Upper Arm*)**

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan atas ke depan (*flexion*) terhadap sumbu tubuh sebesar $14,18^\circ$ dan skor REBA untuk pergerakan lengan atas ini sesuai tabel 2.4 termasuk dalam skor **1**.

- **Lengan Bawah (*Lower Arm*)**

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan bawah ke depan (*flexion*) terhadap lengan atas sebesar $47,78^\circ$ dan termasuk dalam *range* pergerakan $<60^\circ$ *flexion*. Berdasarkan tabel 2.5 skor REBA untuk pergerakan lengan bawah ini adalah **2**.

- **Pergelangan Tangan (*Wrist*)**

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa sudut pergerakan pergelangan tangan ke depan (*flexion*) sebesar $21,47^\circ$ terhadap lengan bawah dan termasuk dalam *range* pergerakan 15° *flexion*. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang menjadikan telapak tangan vertikal sehingga skor +1. Berdasarkan tabel 2.6 nilai skor REBA untuk pergerakan pergelangan tangan ini adalah $2+1 = 3$.

Penentuan skor untuk Grup B dilakukan dengan menggunakan tabel B pada REBA *Worksheet*. Berikut merupakan skor REBA Grup B untuk gambar 4.1:

Tabel 4. 5: Skor REBA Grup B untuk Gambar 4.1

		Lengan Atas					
		1	2	3	4	5	6
Lengan Bawah = 1	Pergelangan						
	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	5	5	7	8
	3	3	3	5	5	8	8
Lengan Bawah = 2	Pergelangan						
	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Skor grup B adalah 3, ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *fair* karena pegangan tangan pada kain gulungan bisa diterima walaupun tidak ideal. Pada tabel 2.8 jenis *coupling fair* diberikan skor *coupling* sebesar 1, maka skor B menjadi $3 + 1 = 4$.

Penentuan skor total untuk fase gerakan mengangkat dilakukan dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C. diketahui bahwa Skor Grup A adalah **10** dan Skor Grup B adalah **4**. Maka didapatkan Tabel REBA Skor C sebagai berikut:

Tabel 4. 6: Skor REBA Grup C untuk Gambar 4.1

Skor B	Skor A											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12

9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Dalam melakukan aktivitas, posisi tubuh pekerja mengalami pengulangan gerakan dalam waktu singkat (diulang lebih dari 4 kali per menit). Berdasarkan tabel 2.9 maka kegiatan tersebut memperoleh skor aktivitas sebesar 1. Sehingga Total Skor REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai Skor C} + \text{Skor Skor Aktifitas} \\
 &= 11 + 1 \\
 &= 12
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 2.10 dari skor REBA tersebut dapat diketahui level tindakan 4 dengan resiko pada *musculoskeletal* yaitu sangat tinggi (*very high*) dan perlu tindakan (*necessary mode*) dilakukan untuk mengurangi resiko kerja.

4.5. Tampilan Desain Alat Bantu Angkut Terdahulu

Berikut merupakan tampilan alat bantu angkut terdahulu yang digunakan oleh pekerja *warehouse* untuk melakukan kegiatan memindahkan bahan baku kain gulungan. Dari adanya alat bantu angkut terdahulu akan diidentifikasi keluhan yang dirasakan pekerja saat menggunakan alat bantu angkut tersebut sebagai alat bantu kerja.



Gambar 4. 2: Alat bantu angkut terdahulu

4.6. Perancangan Desain Alat Bantu Angkut Perbaikan (*Quality Function Deployment*)

Perancangan desain alat bantu angkut perbaikan dilakukan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Pada tahap sebelumnya sudah terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data *Voice of Customer* (VOC) kepada responden sebelum selanjutnya dilakukan tahap *Quality Function Deployment* sebagai berikut:

4.6.1 Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Pada tahap identifikasi kebutuhan konsumen (*customer needs*) dilakukan setelah dilakukannya pengumpulan *Voice of Customer* (VOC). Proses identifikasi kebutuhan konsumen dilakukan untuk menyesuaikan desain perbaikan alat bantu angkut agar sesuai dengan kebutuhan konsumen. Proses identifikasi dilakukan juga untuk merumuskan spesifikasi desain perbaikan alat bantu angkut. Berikut tabel identifikasi kebutuhan konsumen:

Tabel 4. 7: Identifikasi Kebutuhan Konsumen

No.	<i>Voice of Customer</i> (VOC)	<i>Customer Needs</i>
1.	Membutuhkan waktu yang lama karena harus menurunkan dari truk dan mengangkat kain gulungan ke rak penyimpanan satu-satu	Pemindahan yang cepat
2.	Sulit memindahkan alat bantu angkut saat mengangkat kain gulungan	Kemudahan dalam memindahkan alat bantu angkut
3.	Menimbulkan sakit pada telapak tangan saat mendorong alat bantu angkut	<i>Handle</i> yang tidak menimbulkan sakit
4.	Memakan waktu lebih lama ketika bekerja untuk memperbaiki cat yang terkelupas	Bahan yang awet
5.	Tidak nyaman di bagian bahu akibat tinggi alat bantu angkut yang tidak sesuai tubuh	Tinggi alat bantu angkut sesuai dengan tubuh pengguna
6.	Kerangka palang penahan kain gulungan mudah rusak	Kerangka yang tidak mudah rusak

4.6.2 Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen

Penentuan atribut kebutuhan konsumen dirumuskan berdasarkan hasil dari kebutuhan konsumen pada tahap sebelumnya. Atribut kebutuhan konsumen ditentukan sebagai berikut:

Tabel 4. 8: Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen

No.	<i>Voice of Customer (VOC)</i>	<i>Customer Needs</i>	Atribut
1.	Membutuhkan waktu yang lama untuk memindahkan kain gulungan	Pemindahan yang cepat	Efisien
2.	Sulit memindahkan alat bantu angkut saat mengangkut kain gulungan	Kemudahan dalam memindahkan alat bantu angkut	<i>Easy to use</i>
3.	Menimbulkan sakit pada telapak tangan saat mendorong alat bantu angkut	<i>Handle</i> yang tidak menimbulkan sakit	Nyaman
4.	Memakan waktu lebih lama ketika bekerja untuk memperbaiki cat yang terkelupas	Bahan yang awet	Awet
5.	Tidak nyaman di bagian bahu akibat tinggi alat bantu angkut yang tidak sesuai tubuh	Tinggi alat bantu angkut sesuai dengan tubuh pengguna	Nyaman
6.	Kerangka palang penahan kain gulungan mudah rusak	Kerangka yang tidak mudah rusak	Awet

Berdasarkan tabel di atas maka didapatkan atribut kebutuhan konsumen untuk perbaikan alat bantu angkut sebagai berikut:

Tabel 4. 9: Atribut Kebutuhan Konsumen

No.	Atribut Kebutuhan Konsumen
1	Efisien
2	<i>Easy to use</i>
3	Nyaman
4	Awet

4.6.3 Hasil *Importance Rating* Atribut Kebutuhan Konsumen

Tahap perhitungan nilai *importance rating* diperoleh dari menghitung nilai rata-rata setiap atribut kebutuhan konsumen berdasarkan tahap sebelumnya. Nilai skala *importance rating* menggunakan skala likert dari nilai 1 (Sangat Tidak Penting), 2 (Tidak Penting), 3 (Cukup Penting), 4 (Penting), dan 5 (Sangat Penting). Berikut hasil kuesioner *importance rating*:

Tabel 4. 10: Hasil Kuesioner *Importance Rating*

Responden	Efisien	<i>Easy to use</i>	Nyaman	Awet
1.	5	5	5	5
2.	3	3	4	5
3.	4	4	4	3
4.	4	5	5	4
5.	5	5	4	5
6.	5	5	5	5
7.	4	5	5	4
8.	4	5	5	4
9.	3	3	4	3
10.	4	5	5	5
11.	5	5	5	5
12.	5	4	5	4
13.	5	4	5	5
14.	5	4	5	4
15.	4	4	5	5

Berikut tabel rekapitulasi hasil *importance rating*:

Tabel 4. 11: Rekapitulasi Hasil *Importance Rating*

Tribut Kebutuhan Konsumen	Jumlah Penilaian Skala				
	1	2	3	4	5
Efisien			2	6	7
<i>Easy to use</i>			2	5	8
Nyaman				4	11
Awet			2	5	8

Selanjutnya dilakukan penilaian akhir untuk masing-masing atribut kebutuhan konsumen dengan cara menghitung nilai rata-rata setiap atribut kebutuhan konsumen sehingga diperoleh nilai *importance rating*. Berikut nilai akhir *importance rating* masing-masing atribut kebutuhan konsumen:

Tabel 4. 12: Nilai Akhir *Importance Rating*

Atribut Kebutuhan Konsumen	<i>Importance Rating</i>
Nyaman	4,73
<i>Easy to use</i>	4,40
Awet	4,40
Efisien	4,33

Pada tabel terlihat bahwa atribut kebutuhan konsumen yang memiliki nilai akhir paling tinggi ialah nyaman lalu berikutnya *easy to use* berikutnya awet dan paling terakhir ialah efisien.

a. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan berfungsi sebagai untuk mengetahui sejauh manakah ketepatan dan kecermatan alat ukur yang digunakan dalam melakukan fungsinya dan sudah tepat atau belum. Uji validitas adalah tingkat kemampuan untuk menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur itu mengukur apa yang ingin diukur (Singarimbun, M., 1989). Proses uji validitas ini menggunakan bantuan IBM SPSS Statistic 24, berikut hasil uji validitas:

Tabel 4. 13: Hasil Uji Validitas

		<i>Correlations</i>				
		Efisien	<i>Easy to use</i>	Nyaman	Awet	Total
Efisien	<i>Pearson Correlation</i>	1	.536*	.503	.402	.810**
	Sig.(2-tailed)		.040	.056	.138	.000
	N	15	15	15	15	15
<i>Easy to use</i>	<i>Pearson Correlation</i>	.536*	1	.551	.342	.802**
	Sig.(2-tailed)	.040		.033	.212	.000
	N	15	15	15	15	15
Nyaman	<i>Pearson Correlation</i>	.503	.551	1	.339	.727**
	Sig.(2-tailed)	.056	.033		.217	.002
	N	15	15	15	15	15
Awet	<i>Pearson Correlation</i>	.402	.342	.339	1	.707**
	Sig.(2-tailed)	.138	.212	.217		.003
	N	15	15	15	15	15
Total	<i>Pearson Correlation</i>	.810**	.802**	.727**	.707**	1
	Sig.(2-tailed)	.000	.000	.002	.003	
	N	15	15	15	15	15

*= Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

**= Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

Uji validitas dikatakan valid jika nilai $R_{hitung} > R_{tabel}$. Terlihat pada tabel hasil uji validitas di atas bahwa nilai R_{hitung} masing-masing atribut memiliki nilai untuk atribut efisien yaitu 0.810, untuk atribut *easy to use* yaitu 0.802, untuk atribut nyaman yaitu 0.727, dan untuk atribut awet yaitu 0.707. Sedangkan nilai R_{tabel} didapatkan dengan jumlah data (N) sebanyak 15 responden dengan menggunakan $dfN = 13$ sehingga diketahui nilai R_{tabel} yaitu 0.514. Sehingga dapat terlihat bahwa nilai R_{hitung} lebih besar

semua dibandingkan dengan nilai R_{tabel} , maka pada uji validitas tersebut dikatakan bahwa semua item pertanyaan tersebut valid.

b. Uji Reliabilitas

Uji realibilitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran tetap konsisten. Menurut Singarimbun, M., (1989), Uji Reliabilitas adalah nilai yang menunjukkan apakah suatu alat ukur sudah konsisten atau belum di dalam pengukuran dapat dikatakan data dipercaya atau belum diandalkan. Berikut hasil uji reliabilitas menggunakan IBM SPSS 24:

Tabel 4. 14: *Case Processing Summary*

		N	%
Case	Valid	15	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	15	100.0

a. *Listwise deletion based on all variables in the procedure.*

Tabel 4. 15: Hasil Uji Reliabilitas

Cronbach's Alpha	N of items
0.745	4

Pada tabel di atas *case processing summary* terlihat bahwa *cases valid* untuk semua responden (15) atau 100% yang berarti semua valid, maka tidak ada data yang dikeluarkan (*excluded a*) sehingga jumlah total 15 atau 100%. Berdasarkan hasil uji reliabilitas diketahui nilai *Cronbach's Alpha* hitung sebesar 0,745 dengan tingkat keandalan *Cronbach's Alpha* masuk kedalam kategori Andal.

Tabel 4. 16: Skala Nilai *Cronbach's Alpha*

Nilai Cronbach's Alpha	Tingkat Keandalan
0,0 – 0,20	Kurang andal
>0,20 – 0,40	Agak andal
>0,40 – 0,60	Cukup andal

Nilai Cronbach's Alpha	Tingkat Keandalan
>0,60 – 0,80	Andal
>0,80 – 1,00	Sangat andal

4.6.4 Penentuan Persyaratan Teknis

Penentuan persyaratan teknis dilakukan setelah diketahui hasil dari penentuan tingkatan atribut kebutuhan konsumen. Penentuan persyaratan teknis pada perbaikan alat bantu angkut sebagai berikut:

Tabel 4. 17: Penentuan Persyaratan Teknis

Atribut Kebutuhan Konsumen	Persyaratan Teknis
Efisien	Proses angkut cepat
Easy to use	Menggunakan <i>handle</i>
	Desain kerangka pengungkit
	Desain alas bawah
	Penggunaan roda
Nyaman	Desain alat angkut sesuai pengguna
Awet	Penggunaan bahan yang tidak mudah rusak

4.6.5 Antropometri

Pengukuran antropometri menggunakan dimensi Tinggi Bahu Berdiri (TBB) untuk menentukan tinggi alat angkut, Lebar Bahu Bagian Atas (LBA) untuk menentukan lebar *handle*, Diameter Genggaman (maks) (DG_{max}) untuk menentukan diameter *handle*, Tinggi Siku Berdiri (TSB) untuk menentukan tinggi *handle*, dan lebar jari (LJL) untuk menentukan bantalan jari pada *handle*. Berikut hasil rekapitulasi dimensi antropometri laki-laki (tabel 4.18) dan perempuan (tabel 4.19):

Tabel 4. 18: Rekapitulasi Data Antropometri Laki-laki

Responden	TBB (cm)	LBA (cm)	DG max (cm)	TSB (cm)	LJL (cm)
Responden 1	122.30	26.90	4.50	90.80	1.80
Responden 2	124.20	23.30	4.00	94.20	2.30
Responden 3	128.00	29.00	3.00	96.00	2.00
Responden 4	120.10	30.40	5.00	92.10	2.30
Responden 5	127.00	39.00	3.50	95.00	2.00
Responden 6	127.00	38.60	4.50	96.00	1.70
Responden 7	127.00	33.00	3.00	97.00	2.00
Responden 8	128.00	26.00	3.50	101.00	1.90
Responden 9	127.00	32.00	4.00	95.00	2.00
Responden 10	123.70	28.90	5.80	93.50	2.20
Responden 11	127.10	28.00	2.50	96.00	2.40
Responden 12	119.00	27.40	3.00	88.90	1.90
Responden 13	121.00	28.70	4.00	85.50	1.80
Responden 14	126.20	29.30	4.00	97.30	2.10
Responden 15	121.50	28.00	3.50	86.20	1.40
Responden 16	118.80	35.00	5.20	87.60	2.70
Responden 17	113.10	31.10	5.20	90.00	2.60
Responden 18	115.00	30.00	4.00	82.00	1.50
Responden 19	117.00	26.00	5.00	96.00	2.00
Responden 20	125.00	24.00	4.50	95.00	1.80
Responden 21	121.00	31.00	5.00	90.00	2.50
Responden 22	127.00	25.00	5.00	100.00	1.80
Responden 23	120.00	29.00	5.00	89.00	1.50
Responden 24	123.00	34.00	3.00	92.00	1.50
Responden 25	136.00	35.00	4.00	96.00	2.00
Responden 26	136.00	30.00	4.00	104.00	2.40
Responden 27	125.00	25.00	3.00	95.00	2.00
Responden 28	119.00	27.00	6.50	89.00	2.50
Responden 29	130.40	38.00	3.50	100.00	2.10

Responden	TBB (cm)	LBA (cm)	DG max (cm)	TSB (cm)	LJL (cm)
Responden 30	126.50	35.30	6.00	97.00	2.20

Tabel 4. 19: Rekapitulasi Data Antropometri Perempuan

Responden	TBB (cm)	LBA (cm)	DG max (cm)	TSB (cm)	LJL (cm)
Responden 1	134,00	43,00	4,80	99,00	2,40
Responden 2	126,50	45,00	4,55	99,00	2,30
Responden 3	139,00	42,55	4,50	102,80	2,00
Responden 4	127,50	41,00	4,20	103,80	2,55
Responden 5	132,50	42,00	4,35	103,50	2,15
Responden 6	127,00	41,75	4,15	96,50	2,60
Responden 7	138,00	44,80	3,60	105,00	2,80
Responden 8	135,50	40,30	4,40	94,80	3,00
Responden 9	122,50	38,10	4,95	94,40	2,80
Responden 10	138,00	36,90	3,90	104,50	2,70
Responden 11	130,50	35,90	5,00	97,00	2,20
Responden 12	131,00	37,30	4,70	102,50	2,30
Responden 13	137,50	44,70	3,50	102,00	2,60
Responden 14	126,00	44,50	3,70	100,50	2,00
Responden 15	131,00	38,20	4,95	100,00	2,50
Responden 16	137,50	36,80	4,25	104,20	2,70
Responden 17	134,00	42,60	4,50	100,50	2,90
Responden 18	126,50	39,20	3,20	96,50	2,80
Responden 19	137,50	43,55	3,50	99,50	2,20
Responden 20	130,00	39,00	4,00	95,50	2,40
Responden 21	130,50	36,70	4,50	110,50	2,80
Responden 22	129,50	37,50	5,00	105,50	2,30
Responden 23	125,00	37,30	3,30	100,00	2,30
Responden 24	143,50	38,90	3,50	93,30	2,75
Responden 25	136,50	44,75	4,25	96,00	2,50

Responden	TBB (cm)	LBA (cm)	DG max (cm)	TSB (cm)	LJL (cm)
Responden 26	129,00	37,10	4,80	104,50	2,30
Responden 27	123,50	40,75	5,00	110,00	2,45
Responden 28	127,50	36,50	4,35	108,00	2,90
Responden 29	138,50	41,50	4,80	100,00	2,50
Responden 30	140,00	37,90	3,20	100,00	2,15

4.6.5.1 Uji Normalitas Data Antropometri

Pada tahap pertama yang dilakukan untuk pengolahan data antropometri yaitu dilakukannya uji normalitas terhadap data antropometri. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang digunakan telah berdistribusi normal dan untuk mengidentifikasi normalitas data maka dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan ketentuan apabila hasil signifikansi $> 0,05$ maka data dinyatakan berdistribusi normal (Sugiyono & Susanto, 2015). Berikut merupakan hasil uji normalitas data antropometri (menggunakan IBM SPSS Statistic 24):

Tabel 4. 20: Hasil Uji Normalitas Laki-laki

	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TBB	.129	30	.200*	.963	30	.371
LBA	.112	30	.200*	.953	30	.201
DGmax	.155	30	.063	.957	30	.259
TSB	.147	30	.098	.978	30	.756
LJL	.135	30	.168	.970	30	.541

*. *This is a lower bound of the true significance.*

^a. *Lilliefors Significance Correction*

Tabel 4. 21: Hasil Uji Normalitas Perempuan

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TBB	.132	30	.196	.960	30	.318
LBA	.148	30	.093	.912	30	.017
DG_{max}	.104	30	.200*	.923	30	.032
TSB	.109	30	.200*	.971	30	.553
LJL	.125	30	.200*	.963	30	.377

*. *This is a lower bound of the true significance.*

^a. *Lilliefors Significance Correction*

Hipotesis:

H₀ : Populasi berdistribusi normal

H₁ : Populasi tidak berdistribusi normal

Dengan kriteria pengujian:

Jika Sig. nilai > 0,05 maka H₀ diterima

Jika Sig. nilai ≤ 0.05 maka H₀ ditolak

Berdasarkan tabel 4.18 untuk data laki-laki terlihat bahwa masing-masing dimensi memiliki nilai signifikansi untuk TBB yaitu 0.200, untuk LBA yaitu 0.200, untuk DG_{max} yaitu 0.063, untuk TSB yaitu 0.098, dan untuk LJL yaitu 0.168. Terlihat bahwa semua dimensi memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka disimpulkan bahwa H₀ diterima yang berarti data antropometri laki-laki yang digunakan telah berdistribusi normal. Pada tabel 4.19 untuk data perempuan terlihat bahwa masing-masing dimensi memiliki nilai signifikansi untuk TBB yaitu 0.196, untuk LBA yaitu 0.093, untuk DG_{max} yaitu 0.200, untuk TSB yaitu 0.200, dan untuk LJL yaitu 0.200. Terlihat bahwa semua dimensi memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka disimpulkan bahwa H₀ diterima yang berarti data antropometri perempuan yang digunakan telah berdistribusi normal.

4.6.5.2 Uji Kecukupan Data Antropometri

Setelah diketahui bahwa data telah berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji kecukupan data antropometri. Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang digunakan sudah mencukupi. Berikut perhitungan uji kecukupan data:

$$N' = \left\{ \frac{k/s\sqrt{N} \sum x^2 - (\sum x)^2}{\sum x} \right\}^2$$

Dengan tingkat keyakinan (k)=95%~2

Derajat ketelitian (S)=10%~0,1

Jika $N \geq N'$ = maka data dianggap cukup (mencukupi tingkat kepercayaan dan derajat ketelitian)

Jika $N < N'$ = maka data dianggap tidak cukup

a.) Uji kecukupan data dimensi TBB laki-laki:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(462565.2) - (3721.9)^2}{3721.9} \right\}^2$$

$$N' = 0.71$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 0.71$ maka data dianggap cukup.

Uji kecukupan data dimensi TBB perempuan:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(525062.25) - (3965.50)^2}{3965.50} \right\}^2$$

$$N' = 0.68$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 0.68$ maka data dianggap cukup.

b.) Uji kecukupan data dimensi LBA laki-laki:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(27764.07) - (903.9)^2}{903.9} \right\}^2$$

$$N' = 7.78$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 7.78$ maka data dianggap cukup

Uji kecukupan data dimensi LBA perempuan:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(48745.92) - (1206.05)^2}{1206.05} \right\}^2$$

$$N' = 2.15$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 2.15$ maka data dianggap cukup

c.) Uji kecukupan data dimensi DG_{max} laki-laki:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(563.97) - (126.7)^2}{126.7} \right\}^2$$

$$N' = 21.58$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 21.58$ maka data dianggap cukup

Uji kecukupan data dimensi DG_{max} perempuan:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(550.84) - (127.4)^2}{127.4} \right\}^2$$

$$N' = 7.26$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 7.26$ maka data dianggap cukup

d.) Uji kecukupan data dimensi TSB laki-laki:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(263372.9) - (2807.1)^2}{2807.1} \right\}^2$$

$$N' = 1.09$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 1.09$ maka data dianggap cukup

Uji kecukupan data dimensi TSB perempuan:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(306468.21) - (3029.3)^2}{3029.3} \right\}^2$$

$$N' = 0.76$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 0.76$ maka data dianggap cukup

e.) Uji kecukupan data dimensi LJL laki-laki:

$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(126.93) - (60.9)^2}{60.9} \right\}^2$$

$$N' = 10.69$$

Karena $N > N'$ yaitu $30 > 10.69$ maka data dianggap cukup

Uji kecukupan data dimensi LJL perempuan:

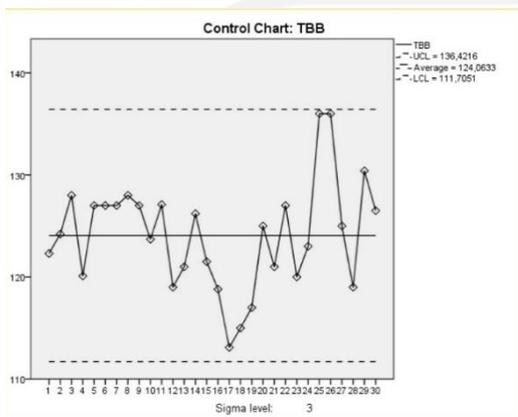
$$N' = \left\{ \frac{2/0.1\sqrt{30}(188.99) - (74.85)^2}{74.85} \right\}^2$$

$$N' = 4.80$$

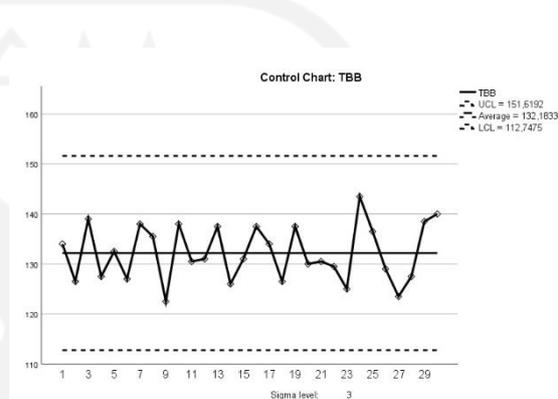
Karena $N > N'$ yaitu $30 > 4.80$ maka data dianggap cukup

4.6.5.3 Uji Keseragaman Data Antropometri

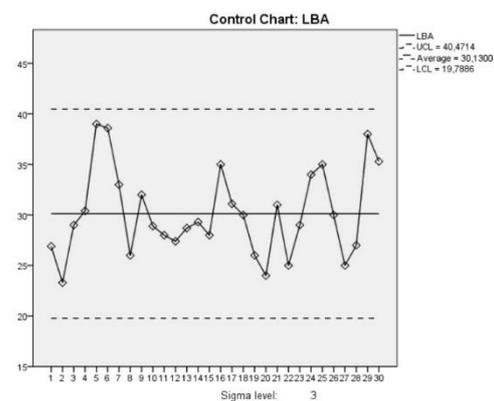
Uji keseragaman menggunakan dua batas nilai sebagai batas kendali yaitu nilai batas kendali atas dan nilai batas kendali bawah. Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui bahwa data yang diambil telah seragam atau belum. Suatu data dikatakan seragam bila berada dalam rentang batas kendali tertentu (Walpole, 1987). Uji keseragaman dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistic 24 sebagai berikut:



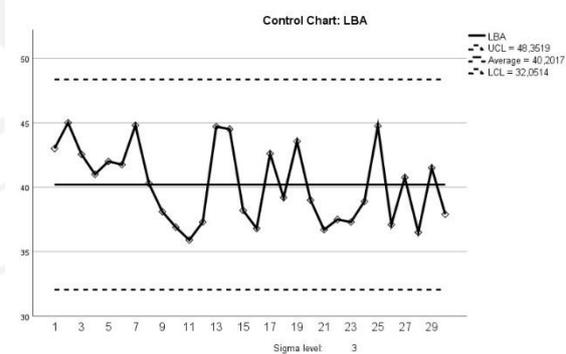
Gambar 4. 4: Uji Keseragaman TBB Laki-laki



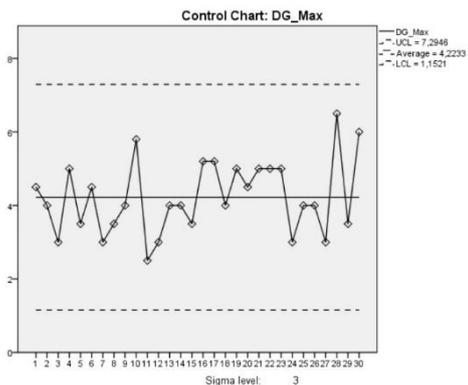
Gambar 4. 3: Uji Keseragaman TBB Perempuan



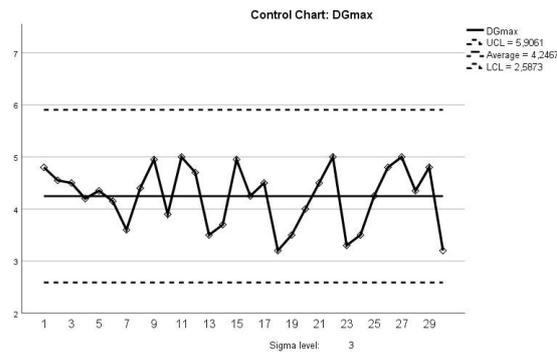
Gambar 4. 6: Uji Keseragaman LBA Laki-laki



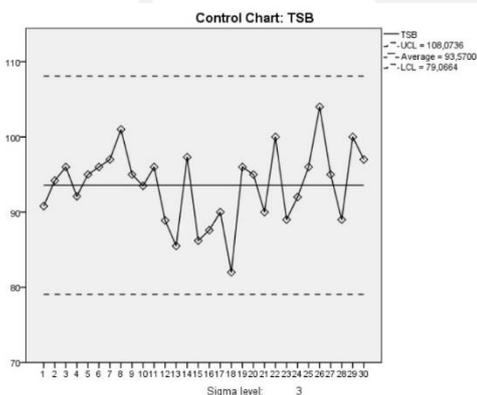
Gambar 4. 5: Uji Keseragaman LBA Perempuan



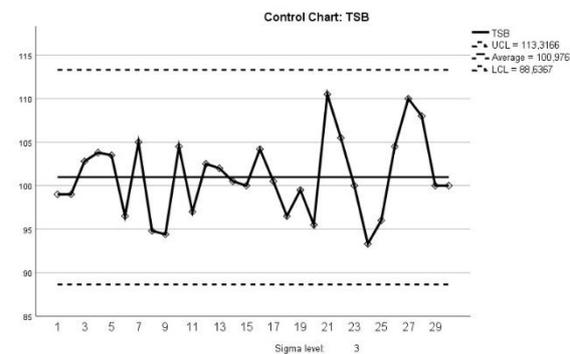
Gambar 4. 8: Uji Keseragaman DG max Laki-laki



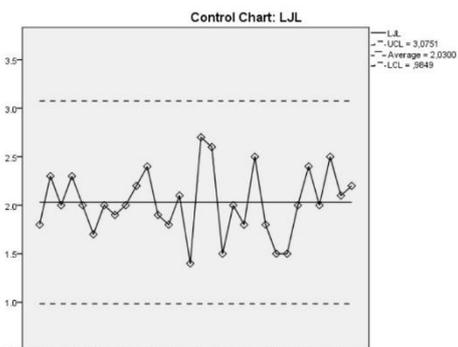
Gambar 4. 7: Uji Keseragaman DG max Perempuan



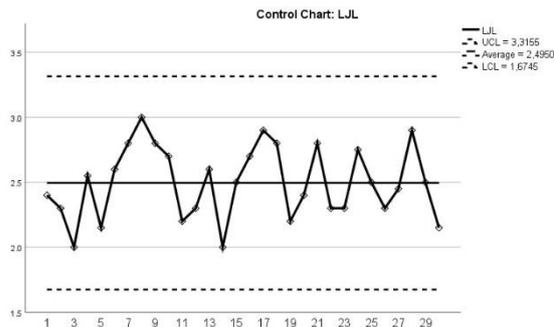
Gambar 4. 10: Uji Keseragaman TSB Laki-laki



Gambar 4. 9: Uji Keseragaman TSB Perempuan



Gambar 4. 12: Uji Keseragaman LJJ Laki-laki



Gambar 4. 11: Uji Keseragaman LJJ Perempuan

Berdasarkan gambar hasil uji kesegaman data antropometri laki-laki dan perempuan di atas terlihat bahwa seluruh dimensi yang digunakan berada dalam rentang batas kendali atas dan batas kendali bawah maka dapat dikatakan bahwa data seragam.

4.6.5.4 Persentil

Persentil dihitung untuk melihat nilai persentase dari data yang memiliki ukuran populasi pengguna untuk dapat diakomodasi pada desain. Berikut hasil nilai persentil menggunakan Ms. Excel 2016:

Tabel 4. 22: Nilai Persentil Antropometri Laki-laki

	TBB (cm)	LBA (cm)	DG _{max} (cm)	TSB (cm)	LJL (cm)
St. Deviasi	5,30	4,27	0,99	4,96	0,34
Persentil 5	115,9	24,45	3	85,82	1,5
Persentil 50	124,6	29,15	4	95	2
Persentil 95	133,48	38,33	5,91	100,55	2,56

Tabel 4. 23: Nilai Persentil Antropometri Perempuan

	TBB (cm)	LBA (cm)	DG _{max} (cm)	TSB (cm)	LJL (cm)
St. Deviasi	5,54	2,99	0,58	4,47	0,28
Persentil 5	124,18	36,59	3,25	94,58	2,07
Persentil 50	131	39,75	4,35	100,25	2,5
Persentil 95	139,55	44,78	5	109,1	2,9

Nilai persentil yang digunakan meliputi persentil 5 untuk dapat mengukur dimensi jangkauan yang menunjukkan ukuran tubuh terkecil, persentil 95 untuk mengukur dimensi ruang yang menunjukkan ukuran tubuh berukuran besar serta persentil 50 untuk menunjukkan ukuran tubuh rata-rata. Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa:

1. Dimensi Tinggi Bahu Berdiri

Dimensi tinggi bahu berdiri digunakan untuk merancang tinggi pembatas papan alat angkut yang berfungsi sebagai pembatas ketinggian maksimal muatan kain gulungan. Persentil yang digunakan ialah persentil 5 sebagai dimensi jangkauan terhadap ukuran tubuh pengguna terkecil sehingga saat melakukan pengangkutan tidak tertutup oleh ketinggian tumpukan kain gulungan. Dilihat pada tabel persentil di atas maka digunakan persentil 5 terkecil pada data antropometri yaitu 115,9 cm.

2. Dimensi Lebar Bahu Atas

Dimensi lebar bahu atas digunakan untuk merancang lebar *handle* alat angkut. Persentil yang digunakan ialah persentil 50 sebagai rata-rata ukuran pengguna sehingga pemilik ukuran tubuh terkecil tidak merasa kebesaran dan pemilik ukuran terbesar tidak merasa sempit saat menggunakan *handle*. Nilai persentil 50 yang digunakan berdasarkan rata-rata persentil 50 laki-laki dengan perempuan yaitu 34,45 cm.

3. Dimensi Diameter Genggaman Maksimal

Dimensi diameter genggaman maksimal digunakan untuk merancang besar pegangan sehingga sesuai dan pas dengan tangan pengguna. Persentil yang digunakan ialah persentil 50 sebagai rata-rata ukuran genggaman tangan pengguna sehingga pemilik ukuran terbesar tidak merasa pegangan kekecilan dan pemilik ukuran terkecil tidak merasa bahwa pegangan terlalu besar. Nilai persentil 50 yang digunakan merupakan hasil rata-rata persentil 50 laki-laki dengan perempuan yaitu 4,18 cm.

4. Dimensi Tinggi Siku Berdiri

Dimensi tinggi siku berdiri digunakan untuk merancang tinggi *handle*. Persentil yang digunakan ialah persentil 5 sebagai dimensi jangkauan sehingga pemilik ukuran terkecil masih dapat menjangkau tinggi *handle*. Nilai persentil 5 yang digunakan ialah yang memiliki nilai terkecil yaitu 85,82 cm.

5. Dimensi Lebar Jari

Dimensi lebar jari digunakan untuk merancang besar pegangan terutama pada ruas-ruas jari pada *handle* sehingga sesuai dan pas dengan tangan pengguna. Persentil yang digunakan ialah persentil 50 sebagai rata-rata ukuran genggaman tangan pengguna

sehingga pemilik ukuran terbesar tidak merasa pegangan kekecilan dan pemilik ukuran terkecil tidak merasa bahwa pegangan terlalu besar. Nilai persentil 50 yang digunakan merupakan hasil rata-rata persentil 50 laki-laki dengan perempuan yaitu 2,25 cm.

4.6.5.5 Ukuran Dimensi Rancangan Alat Bantu Angkut

Pemberian ukuran dimensi rancangan ditentukan dengan memperhatikan *allowance* atau aspek kelonggaran. Berikut aspek kelonggaran yang digunakan (Panero dan Zelnik, 1979):

Tabel 4. 24: Aspek Kelonggaran

Jenis Pakaian dan Sepatu	Nilai Kelonggaran	Ukuran Tubuh yang Dipengaruhi
Pakaian Laki-laki	1,3 cm	Lebar Bahu
Pakaian Perempuan	0,6 cm	Lebar Bahu
Sepatu Bertumit Laki-laki	2,5 cm	Tinggi Bahu Tinggi Siku
Sepatu Bertumit Perempuan	2,5 cm	Tinggi Bahu Tinggi Siku

Berdasarkan aspek kelonggaran di atas maka ukuran dimensi rancangan disesuaikan dengan dimensi tubuh yang dipengaruhi. Berikut penentuan ukuran dimensi rancangan:

1. Dimensi Tinggi Pembatas Papan Angkut

Dimensi rancangan tinggi pembatas papan angkut menggunakan dimensi tubuh tinggi bahu berdiri dengan persentil 5 sehingga didapatkan ukuran 115,9 cm serta pemberian *allowance* tinggi sepatu yang digunakan sebesar 2,5 cm sehingga didapatkan ukuran 118,4 cm. Namun karena ukuran tinggi bahu berdiri dihitung dari atas lantai sedangkan pada rancangan produk terdapat roda berdiameter 10 cm serta papan alas setebal 15 cm maka ukuran 118,4 cm dikurangi dengan 25 cm (roda + papan alas) maka didapatkan ukuran tinggi pembatas papan angkut ialah 93,4 cm.

2. Dimensi Tinggi *Handle*

Dimensi rancangan tinggi *handle* menggunakan dimensi tubuh siku berdiri sebagai acuan ukuran dengan pemberian persentil 5 sehingga didapatkan ketinggian *handle* yaitu 85,82 cm serta pemberian *allowance* untuk penggunaan sepatu bertumit setinggi 2,5 cm maka didapatkan ukuran dimensi rancangan tinggi *handle* ialah 88,32 cm.

3. Dimensi Lebar *Handle*

Dimensi rancangan lebar *handle* menggunakan acuan ukuran dengan dimensi tubuh lebar bahu atas yang menggunakan persentil 50 dikarenakan sebagai rata-rata ukuran yang dapat digunakan oleh ukuran pekerja yang memiliki lebar bahu atas terpendek hingga lebar bahu atas terpanjang dan didapatkan nilai ukuran untuk rancangan lebar *handle* ialah 34,45 cm dengan pemberian *allowance* ketika menggunakan pakaian yang tebal sebesar 1,3 cm maka didapatkan nilai ukuran lebar *handle* yaitu 35,75 cm.

4. Dimensi Lebar Ruas-ruas Jari untuk *Handle*

Dimensi rancangan lebar pegangan *handle* berdasarkan ukuran dimensi lebar ruas-ruas jari tangan serta digunakan sebagai bantalan untuk tiap jari tangan agar nyaman saat digunakan yaitu menggunakan persentil 50 dikarenakan agar didapatkan nilai rata-rata ukuran yang dapat digunakan oleh pekerja dengan lebar ruas jari-jari terkecil hingga terbesar. Ukuran rancangan dimensi lebar ruas-ruas jari untuk pegangan *handle* ialah 2,25 cm dan tidak menggunakan *allowance* karena pada saat bekerja tidak menggunakan sarung tangan.

5. Dimensi Diameter *Handle*

Dimensi rancangan diameter *handle* berdasarkan dimensi tubuh bagian diameter genggam maksimal yang bertujuan untuk mengetahui ukuran diameter pegangan *handle* yang sesuai dengan pekerja agar nyaman saat memegang *handle*. Dimensi rancangan diameter *handle* berdasarkan dimensi diameter genggam maksimal yang menggunakan persentil 50 agar didapatkan ukuran rata-rata yang dapat digunakan oleh ukuran genggam terkecil hingga terbesar yaitu 4,18 cm dan tidak menggunakan *allowance* karena pada saat bekerja tidak menggunakan sarung tangan.

6. Dimensi Luas Papan Angkut dan Alas Bawah Papan Angkut

Dimensi rancangan luas papan meliputi ukuran panjang dan lebar papan angkut yang lebarnya 100 cm menyesuaikan dengan lebar rak pada *warehouse* sehingga dapat menyesuaikan ketika ingin meletakkan kain gulungan pada arak *warehouse* serta untuk panjang papan angkut ialah 200 cm yang menyesuaikan dengan panjang kain gulungan yang diangkut sehingga panjang kain gulungan dapat masuk semua saat diangkut dan tidak menyebabkan kain gulungan keluar-keluar dari papan angkut dan menyenggol barang sekitar saat proses pemindahan. Dimensi rancangan untuk kerangka alas bawah papan angkut menyesuaikan dengan luas papan angkut yaitu panjang 200 cm dan lebar 100 cm serta dengan ketinggian 15 cm yang bertujuan untuk peletakkan mesin Arduino uno R3 dan peletakkan kerangka ungit.

7. Dimensi Kerangka Ungkit

Dimensi rancangan kerangka pengungkit menyesuaikan dengan ketinggian rak maksimal yaitu 300 cm pada *warehouse* sehingga kerangka pengungkit dapat dinaikkan sampai dengan 300 cm agar memudahkan pekerja saat meletakkan kain gulungan pada rak paling atas.

4.6.6 Penentuan Target Spesifikasi

Tahap selanjutnya setelah dilakukan penentuan persyaratan teknis ialah dilakukan penentuan target spesifikasi dari perbaikan alat bantu angkat alat bantu angkut. Berikut tabel target spesifikasi untuk setiap persyaratan teknis:

Tabel 4. 25: Target Spesifikasi

Atribut Kebutuhan Konsumen	Persyaratan Teknis	Target Spesifikasi
Efisien	Proses angkut cepat	Menggunakan tombol pengendali naik turun Menggunakan mesin Arduino uno R3
Easy to use	Menggunakan <i>handle</i>	Diameter genggam tangan pada <i>handle</i> 4 cm Menggunakan rem tangan

		Lebar ruas-ruas jari <i>handle</i> 2,25 cm
	Desain kerangka pengungkit	Kerangka pengungkit dengan ketinggian 300 cm
	Desain alas bawah	Panjang alas bawah 200 cm Lebar alas bawah 100 cm Tebal alas bawah 15 cm
	Penggunaan roda	4 Roda diameter 10 cm
Nyaman	Desain alat angkut sesuai pengguna	Panjang papan angkut 200 cm Lebar papan angkut 100 cm Tinggi papan angkut 93,4 cm Lebar <i>handle</i> 35,75 cm Tinggi <i>handle</i> 88,32 cm
Awet	Penggunaan bahan yang tidak mudah rusak	Papan angkut berbahan <i>stainless steel</i> 304 Pembatas papan angkut berbahan <i>stainless steel</i> 304 Kerangka pengungkit berbahan <i>stainless steel</i> 304 Alas bawah berbahan <i>stainless steel</i> 304 <i>Handle</i> berbahan <i>stainless</i> <i>steel</i> 304 <i>Handle</i> dilapisi karet Roda karet

4.6.7 House of Quality (HOQ)

Hubungan antara kebutuhan pengguna dengan persyaratan teknis yang telah dirumuskan maka dilanjutkan dengan *House of Quality* (HOQ) sebagai berikut:

4.6.7.1 Hubungan Atribut Kebutuhan Konsumen dan Kebutuhan Teknis

Hubungan atribut kebutuhan konsumen dengan kebutuhan teknis menggunakan simbol matriks korelasi untuk menentukan dua hubungan dengan nilai sebagai berikut:

Tabel 4. 26: Simbol Matriks Korelasi

Simbol	Nilai	Keterangan
Δ	1	Lemah
○	3	Sedang
●	9	Kuat

Berikut merupakan hubungan atribut kebutuhan konsumen dengan kebutuhan teknis:

Customer Needs Attribute	Important Rating	Technical Requirement							
		Proses angkut cepat	Desain handle sesuai pengguna	Tinggi kerangka pengungkit adjustable	Desain alas bawah	Penggunaan roda	Desain alar angkut sesuai pengguna	Penggunaan bahan yang tidak mudah rusak	
Efisien	4,73	●	○	●		●		●	
Easy to Use	4,4	○	●	●	●	●	●		
Nyaman	4,4		●			○	●	○	
Awet	4,33							●	

Gambar 4. 13: Matriks hubungan atribut kebutuhan konsumen dengan kebutuhan teknis

4.6.7.2 Bobot Kolom

Bobot kolom dilakukan setelah mengetahui hubungan atribut kebutuhan konsumen dengan kebutuhan teknis di masing-masing kolom. Rumus untuk mendapatkan nilai bobot kolom ialah sebagai berikut:

$$\text{Bobot kolom} = (\text{Important rating}) \times (\text{Nilai korelasi kebutuhan teknis})$$

Berikut hasil nilai bobot kolom pada masing-masing kebutuhan teknis:

		Important Rating	Technical Requirement						
			Proses angkut cepat	Desain <i>handle</i> sesuai pengguna	Tinggi kerangka pengungkit <i>adjustable</i>	Desain alas bawah	Penggunaan roda	Desain alat angkut sesuai pengguna	Penggunaan bahan yang tidak mudah rusak
Customer Needs Attribute	Efisien	4,73	●	○	●		●	○	●
	<i>Easy to Use</i>	4,4	○	●	●	●	●	●	●
	Nyaman	4,4		●				●	
	Awet	4,33					○		●
	<i>Value of importance technical requirements</i>		55,77	93,39	82,17	39,6	95,37	93,39	81,54

Gambar 4. 14: Nilai Bobot Kolom

4.6.7.3 Hubungan *Technical Requirements* (Matriks Korelasi)

Hubungan matriks korelasi persyaratan teknis bertujuan untuk mengetahui korelasi antar persyaratan teknis dengan menggunakan simbol (○) yang berarti terdapat hubungan antara kedua persyaratan teknis. Berikut matriks korelasi persyaratan teknis:

Technical Requirement						
Proses angkut cepat	Desain <i>handle</i> sesuai pengguna	Tinggi kerangka pengungkit <i>adjustable</i>	Desain alas bawah	Penggunaan roda	Desain alat angkut sesuai pengguna	Penggunaan bahan yang tidak mudah rusak
○						
○	○					
		○				
			○			
				○		
					○	
						○

Gambar 4. 15: Matriks Korelasi Persyaratan Teknis

4.6.7.4 *Benchmarking*

Benchmarking dilakukan dengan membandingkan atribut *customer needs* desain alat angkut yang sudah ada sebelumnya:

Tabel 4. 27: *Benchmarking Efisien*

Atribut Efisien					
Keterangan	Bobot	Forklift		Hand Stacker Lift	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat Penting	5	3	15	4	20
Penting	4	2	8	3	12
Cukup Penting	3	3	9	3	9
Tidak Penting	2	1	2	3	6
Sangat Tidak Penting	1	6	6	2	2
Total		15	40	15	49
IR			2,7		3,3

Tabel 4. 28: *Benchmarking Easy to use*

Atribut Easy to use					
Keterangan	Bobot	Forklift		Hand Stacker Lift	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat Penting	5	2	10	2	10
Penting	4	1	4	1	4
Cukup Penting	3	5	15	5	15
Tidak Penting	2	0	0	3	6
Sangat Tidak Penting	1	7	7	4	4
Total		15	36	15	39

IR	2,4	2,6
-----------	-----	-----

Tabel 4. 29: *Benchmarking Nyaman*

Atribut Nyaman					
Keterangan	Bobot	Forklift		Hand Stacker Lift	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat Penting	5	1	5	1	5
Penting	4	5	20	5	20
Cukup Penting	3	0	0	0	0
Tidak Penting	2	2	4	5	10
Sangat Tidak Penting	1	7	7	4	4
Total		15	36	15	39
IR			2,4		2,6

Tabel 4. 30: *Benchmarking Awet*

Atribut Awet					
Keterangan	Bobot	Forklift		Hand Stacker Lift	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat Penting	5	4	20	4	20
Penting	4	1	4	0	0
Cukup Penting	3	6	18	7	21
Tidak Penting	2	2	4	3	6

Sangat Tidak Penting	1	2	2	1	1
Total		15	48	15	48
IR		3,2		3,2	

Selain melalui perbandingan dengan *benchmarking* atribut *customer needs* maka dilakukan juga *benchmarking on metric* sebagai berikut:

Tabel 4. 31: *Benchmarking on Metric*

No.	Customer Needs	Metric	Unit	Forklift	Hand Stacker Lift
1	1	Mesin penggerak	Tipe	Diesel	Pompa hidrolik manual
2	2	Diameter genggaman tangan pada <i>handle</i>	cm	5	3
3	2	Lebar ruas-ruas jari <i>handle</i>	Cm	-	-
4	2	Tinggi pengungkit	Cm	300	160
5	2	Panjang alas bawah	Cm	-	100
6	2	Lebar alas bawah	Cm	-	60
7	2	Tebal alas bawah	Cm	-	10

8	2	Penggunaan roda	Unit	4	2
9	3	Panjang papan angkut	Cm	100	100
10	3	Lebar papan angkut	Cm	100	100
11	3	Tinggi papan angkut	Cm	-	-
12	2,3	Lebar <i>handle</i>	Cm	20	60
13	2,3	Tinggi <i>handle</i>	Cm	150	100
14	4	Bahan alat angkut	Tipe	Besi	Besi
15	4	Bahan <i>handle</i>	Tipe	Plastik	Besi

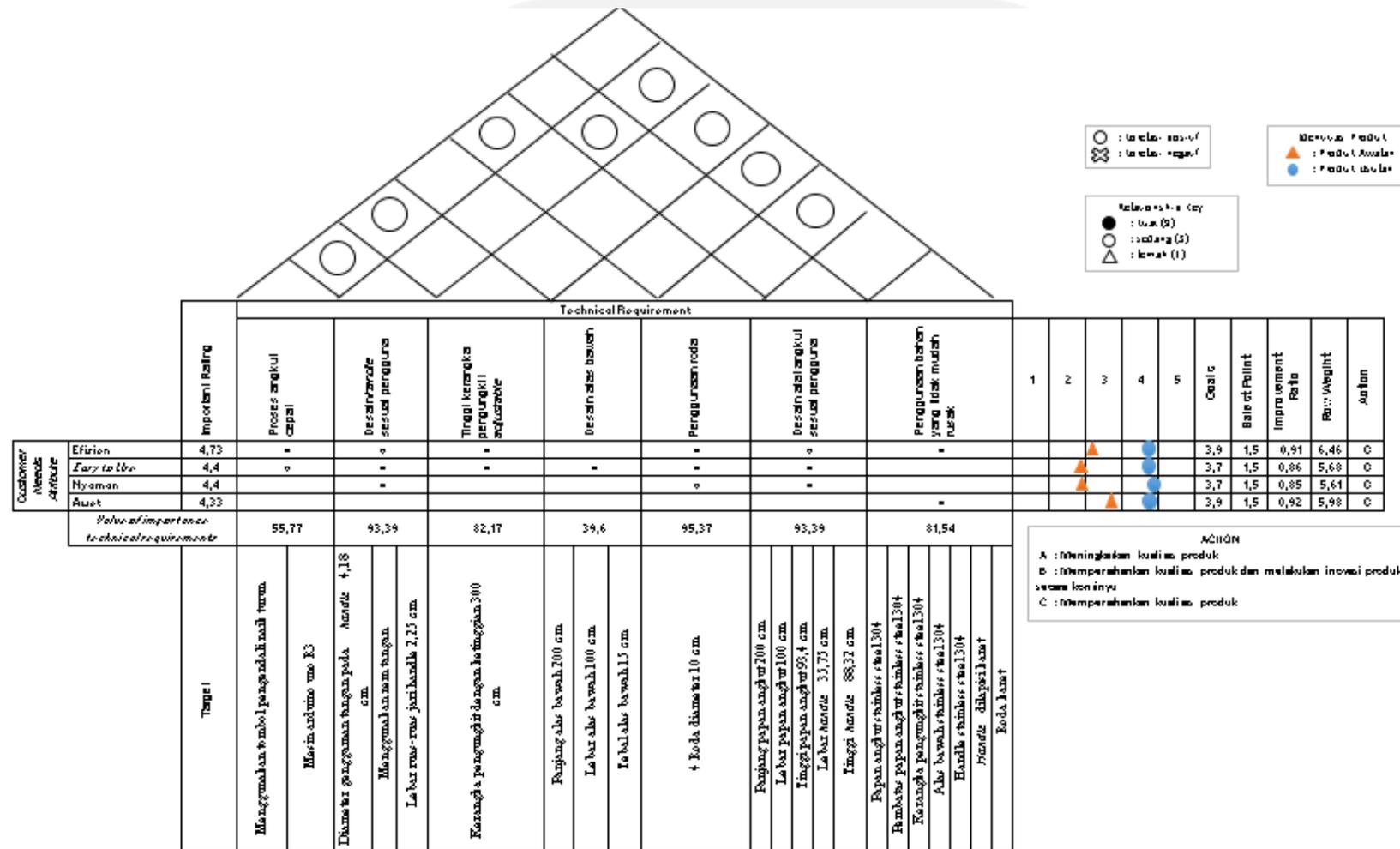
Tabel 4. 32: *Set Final Spesification*

No.	Metric	Unit	Set Value
1	Mesin penggerak	Tipe	Arduino uno R3
2	Diameter genggaman tangan pada <i>handle</i>	cm	4
3	Lebar ruas- ruas jari <i>handle</i>	Cm	2,25

4	Tinggi pengungkit	Cm	300
5	Panjang alas bawah	Cm	200
6	Lebar alas bawah	Cm	100
7	Tebal alas bawah	Cm	15
8	Penggunaan roda	Unit	4
9	Panjang papan angkut	Cm	200
10	Lebar papan angkut	Cm	100
11	Tinggi papan angkut	Cm	93,4 cm
12	Lebar <i>handle</i>	Cm	35,75 cm
13	Tinggi <i>handle</i>	Cm	88,32 cm
14	Bahan alat angkut	Tipe	<i>Stainless steel 304</i>
15	Bahan <i>handle</i>	Tipe	Karet

4.7. Hasil *House of Quality* (HOQ)

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan di atas, maka didapatkan hasil matriks perencanaan produk atau *House of Quality* (HOQ) alat bantu angkut sebagai berikut:



Gambar 4. 16: Matriks HOQ Alat Angkut

4.8. Desain Rancangan Alat Angkut Kain Gulungan

Desain visual rancangan alat angkut kain gulungan dibuat dengan menggunakan *software* Solidworks 2016. Berikut merupakan desain visual rancangan alat angkut kain gulungan:



Gambar 4. 17: Tampilan isometrik visual desain alat angkut kain gulungan

Desain visual rancangan alat angkut kain gulungan dapat dilihat lebih jelas dengan masing-masing part sebagai berikut:

1. Papan Angkut

Papan angkut didesain sesuai keperluan untuk mengangkat bahan baku kain gulungan sehingga diberikan pembatas pada papan angkut yang bertujuan untuk menahan bahan baku kain gulungan agar tidak jatuh dengan ketinggian pembatas yaitu 93,4 cm serta panjang papan angkut 200 cm menyesuaikan dengan panjang kain gulungan dan lebar 100 cm dengan bahan yang digunakan yaitu *stainless steel* 304. Berikut gambar desain papan angkut:



Gambar 4. 18: Desain Papan Angkut

2. Kerangka Pengungkit

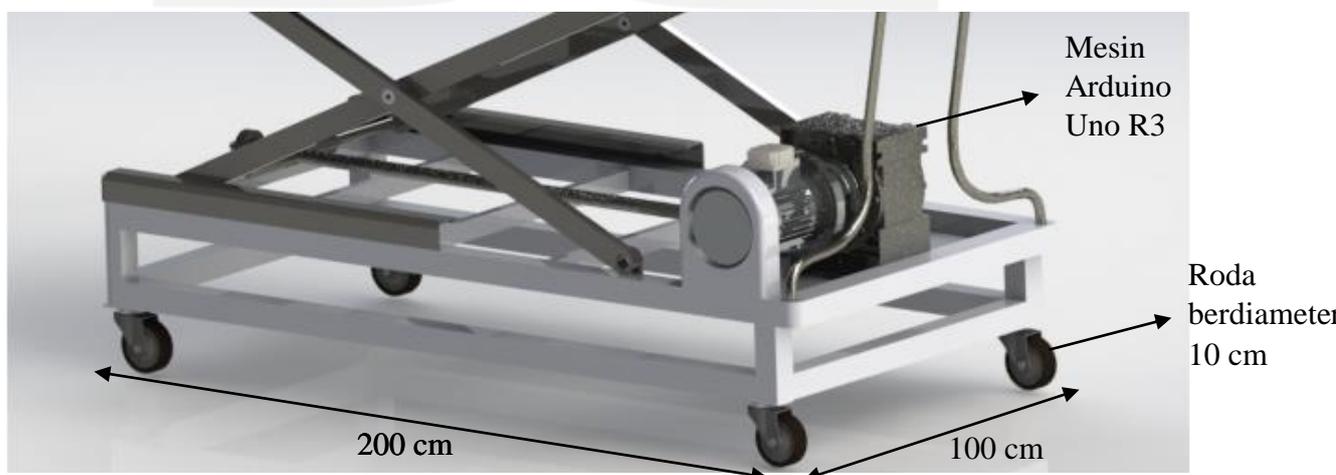
Kerangka pengungkit diberikan agar mempermudah pengguna saat menurunkan bahan baku kain gulungan dari truk serta saat menaikkan ke rak *warehouse* dengan ukuran ketinggian maksimal 3 meter dengan bahan yang digunakan yaitu *stainless steel 304*. Berikut gambar desain kerangka pengungkit:



Gambar 4. 19: Desain Kerangka Pengungkit

3. Alas Bawah dan Roda

Alas bawah didesain untuk menopang papan angkut dengan ukuran panjang 200 cm dan lebar 100 cm dengan ketebalan 15 cm serta sebagai tempat untuk mesin Arduino Uno R3 sebagai mesin penggerak alat angkut dan juga sebagai tempat untuk pemberian roda. Roda yang digunakan ialah roda karet dengan diameter 10 cm. Berikut gambar untuk alas bawah dan roda:



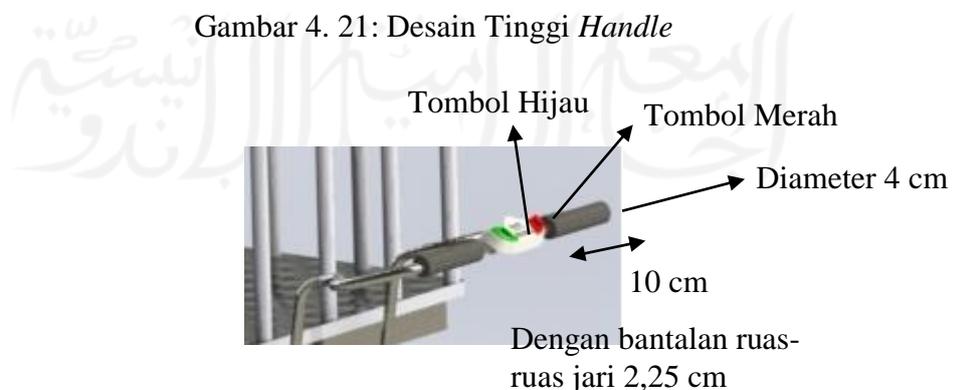
Gambar 4. 20: Desain Alas Bawah Papan dan Roda

4. *Handle*

Handle didesain dengan tambahan tombol pengendali naik turun dengan ketentuan tombol naik berwarna hijau dan tombol turun berwarna merah. *Handle* didesain dengan ukuran tinggi 88,32 cm dan lebar 35,75 cm. Bagian pegangan *handle* diberi ukuran untuk diameter genggamannya yaitu 4 cm dan panjang *handle* untuk ruas-ruas jari 2,25 cm. Berikut gambar untuk *handle* alat angkut:



Gambar 4. 21: Desain Tinggi *Handle*



Gambar 4. 22: Desain Detail *Handle*

4.9. Rapid Entire Body Assessment (REBA) Postur Usulan

Berikut tahap penilaian postur kerja usulan menggunakan metode REBA untuk mengetahui klasifikasi postur pekerja saat melakukan pekerjaan



Gambar 4. 23: Sudut Segmen Tubuh Pekerja Usulan

Berikut merupakan penjelasan dari hasil kode REBA dari postur kerja usulan pada gambar 4.8:

Grup A:

- **Punggung (Trunk)**

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa pergerakan punggung pada saat karyawan bekerja termasuk dalam posisi bungkuk dengan sudut $27,93^\circ$ flexion. Berdasarkan tabel 2.1, skor REBA untuk pergerakan punggung termasuk pergerakan dalam range $20^\circ - 60^\circ$ flexion dengan skor 3.

- **Leher (Neck)**

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa pergerakan leher pada saat karyawan bekerja membentuk sudut $5,61^\circ$ flexion. Berdasarkan tabel 2.2, skor untuk pergerakan leher ini adalah **1**.

- **Kaki (Leg)**

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa saat bekerja kaki karyawan tidak tertopang dan bobot tidak tersebar secara merata, sehingga skor REBA yang diberikan adalah 2. Selain itu saat bekerja lutut karyawan membentuk sudut sebesar $26,56^\circ$ sehingga tidak terjadi perubahan skor. Berdasarkan tabel 2.3 skor REBA untuk pergerakan kaki ini adalah **2**.

Penentuan skor **Grup A** dilakukan menggunakan tabel A pada REBA *Worksheet*. Berikut merupakan skor REBA Grup A untuk gambar 4.8:

Tabel 4. 33: Skor REBA Grup A untuk Gambar 4.8

		Punggung				
		1	2	3	4	5
Leher = 1	Kaki					
	1	1	2	2	4	4
	2	2	3	4	6	6
	3	3	4	5	7	7
	4	4	5	6	8	8
Leher = 2	Kaki					
	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
Leher = 3	Kaki					
	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8

	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Berdasarkan tabel 4.26 dapat diketahui bahwa skor REBA Grup A adalah 4. Setelah mengetahui skor REBA Grup A, selanjutnya penentuan berat benda yang diangkat. Berdasarkan gambar 4.8 dapat dilihat bahwa karyawan sedang kain gulungan dengan berat 8 kg, sehingga skor berat beban tersebut adalah **2**. Dengan demikian total skor A adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor A} &= \text{Nilai Tabel A} + \text{Skor Berat beban A} \\
 &= 4 + 2 \\
 &= 6
 \end{aligned}$$

GRUP B:

- **Lengan Atas (*Upper Arm*)**

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan atas ke depan (*flexion*) terhadap sumbu tubuh sebesar $8,61^\circ$ dan termasuk dalam *range* 20° *extension* - 20° *flexion* dengan skor **1**.

- **Lengan Bawah (*Lower Arm*)**

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan bawah ke depan (*flexion*) terhadap lengan atas sebesar $100,89^\circ$ dan termasuk dalam *range* pergerakan $>100^\circ$ *flexion*. Berdasarkan tabel 2.5 skor REBA untuk pergerakan lengan bawah ini adalah **2**.

- **Pergelangan Tangan (*Wrist*)**

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa sudut pergerakan pergelangan tangan ke depan (*flexion*) sebesar $6,67^\circ$ terhadap lengan bawah dan termasuk dalam *range* pergerakan 0° - 15° *flexion* dengan skor 1. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang menjadikan telapak tangan vertical sehingga skor +1. Berdasarkan tabel 2.6 nilai skor REBA untuk pergerakan pergelangan tangan ini adalah $1+1 = 2$.

Penentuan skor untuk Grup B dilakukan dengan menggunakan tabel B pada REBA *Worksheet*. Berikut merupakan skor REBA Grup B untuk gambar 4.8:

Tabel 4. 34: Skor REBA Grup B untuk Gambar 4.8

		Lengan Atas					
		1	2	3	4	5	6
Lengan Bawah = 1	Pergelangan						
	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	5	5	7	8
	3	3	3	5	5	8	8
Lengan Bawah = 2	Pergelangan						
	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Skor grup B adalah 2, ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *fair* karena pegangan tangan pada kain gulungan bisa diterima walaupun tidak ideal. Pada tabel 2.8 jenis *coupling fair* diberikan skor *coupling* sebesar 1, maka skor B menjadi $2 + 1 = 3$.

Penentuan skor total untuk fase gerakan mengangkat dilakukan dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C. diketahui bahwa Skor Grup A adalah 6 dan Skor Grup B adalah 3. Maka didapatkan Tabel REBA Skor C sebagai berikut:

Tabel 4. 35: Skor REBA Grup C untuk Gambar 4.8

Skor B	Skor A											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12

Skor B	Skor A											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Dalam melakukan aktivitas, posisi tubuh pekerja mengalami pengulangan gerakan dalam waktu singkat (diulang lebih dari 4 kali per menit). Berdasarkan tabel 2.9, kegiatan tersebut memperoleh skor aktivitas sebesar 1. Sehingga Total Skor REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai Skor C} + \text{Skor Skor Aktifitas} \\
 &= 6 + 1 \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 2.10 dari skor REBA tersebut dapat diketahui bahwa Total Skor REBA adalah 7 dan termasuk dalam level tindakan 2 dengan resiko pada *musculoskeletal* yaitu sedang. Hal ini sudah lebih baik jika dibandingkan dengan nilai REBA pada proses kerja karyawan sebelum menggunakan alat bantu angkut usulan.

4.10. Uji Statistik Desain Perbaikan Alat Angkut

4.10.1 Uji *Marginal homogeneity*

Uji statistik *marginal homogeneity* digunakan untuk menguji kesesuaian antara tingkat kepentingan (*important rating*) atribut *customer needs* dengan tingkat kepuasan atribut alat angkut usulan. Hasil uji statistik *marginal homogeneity* sebagai berikut:

Tabel 4. 36: Hasil Uji *Marginal homogeneity*

	Efisien_VOC & Efisien_Usulan	Easy_to_Use_VOC & Easy_to_Use_Usulan	Nyaman_VOC & Nyaman_Usulan	Awet_VOC & Awet_Usulan
Distinct Values	4	3	3	3
Off-Diagonal Cases	8	8	7	9
Observed MH Statistic	33.000	32.000	32.000	39.000
Mean MH Statistic	32.500	31.500	29.500	38.500
Std. Deviation of MH Statistic	2.179	1.658	1.803	1.936
Std. MH Statistic	.229	.302	1.387	.258
Asymp. Sig. (2-tailed)	.819	.763	.166	.769

Berdasarkan hasil uji *marginal homogeneity* di atas terlihat bahwa nilai signifikansi untuk masing-masing atribut ialah 0,819 untuk atribut efisien, 0,763 untuk atribut *easy to*

use, 0,166 untuk atribut nyaman, dan 0,796 untuk atribut awet. Nilai signifikansi untuk masing-masing atribut ialah lebih dari 0,050 yang berarti bahwa H0 diterima, maka tidak terdapat perbedaan antara tingkat kepentingan (*important rating*) atribut *customer needs* dengan tingkat kepuasan atribut alat angkut usulan yang berarti bahwa rancangan desain alat angkut usulan sesuai dengan keinginan konsumen.

4.10.2 Uji Beda Wilcoxon

Uji beda Wilcoxon berguna untuk mengetahui adanya perbedaan kepuasan oleh pekerja terhadap perbandingan alat bantu angkut yang ada dengan rancangan alat angkut usulan. Berikut merupakan hasil uji beda Wilcoxon:

Tabel 4. 37: Hasil Uji Beda Wilcoxon

Test Statistics^a		
	Easy_to_Use_Usulan	Awet_to_Use_Usulan
	Easy_to_Use_Awalan	Awet_to_Use_Awalan
Z	-3.873 ^b	-3.771 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks

Berdasarkan hasil uji beda Wilcoxon di atas terlihat bahwa nilai signifikansi yang diperoleh untuk atribut *easy to use* ialah 0,000 dan untuk atribut awet ialah 0,000. Terlihat bahwa nilai signifikansi untuk masing-masing atribut berada di bawah nilai 0.050 yang berarti bahwa H0 diterima maka terdapat perbedaan antara kepuasan oleh pekerja terhadap perbandingan alat bantu angkut yang ada dengan rancangan alat angkut usulan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisis Atribut Kebutuhan Konsumen

Atribut kebutuhan konsumen yang digunakan terdiri dari efisien, *easy to use*, nyaman, dan awet yang dapat dilihat pada tabel 4.9. Atribut efisien diperlukan untuk menunjang pemilihan cara kerja yang benar untuk memaksimalkan hasil serta meminimalisir waktu sehingga dapat lebih cepat. Hal ini dikarenakan pada penggunaan alat yang manual akan mengakibatkan pekerjaan lebih lama selesai akibat harus memindahkan kain gulungan satu persatu dan menyebabkan kelelahan berlebih pada pekerja bahkan dapat menyebabkan tidak tercapainya target pekerjaan dalam satu waktu kerja. Maka diperlukan spesifikasi alat bantu angkut yang dapat mempercepat proses kerja seperti penggunaan mesin yang didukung dengan penggunaan tombol naik turun yang dapat mempercepat pekerjaan sehingga meminimalisir pembuangan waktu kerja. Penggunaan mesin yang menunjang proses penggunaan alat bantu angkut usulan agar dapat dinaik-turunkan sehingga dapat menjangkau ketinggian truk dan rak *warehouse* maka akan membantu pekerja sehingga tidak perlu mengambil dan memindahkan kain gulungan satu persatu dari bawah ke atas dan meminimalisir tenaga pekerja sehingga terhindar dari kelelahan yang dapat menimbulkan gangguan saat bekerja.

Atribut *easy to use* sebagai penunjang kemudahan pekerja saat mengoperasikan alat bantu angkut sehingga pada saat bekerja menggunakan alat tidak mengalami kesulitan. Hal ini dikarenakan pada alat angkut sebelumnya tidak terdapat *handle* serta alat angkut tidak dapat diatur sesuai penggunaan sehingga menyebabkan terhambatnya proses pemindahan kain gulungan akibat sulitnya mengoperasikan alat angkut serta membutuhkan tenaga lebih untuk mengambil dan memindahkan kain gulungan secara manual dari alat angkut ke rak *warehouse* atau truk. Maka perlu diberikan penunjang kemudahan pada alat bantu angkut agar memudahkan pekerja dalam mengoperasikannya. Penggunaan *handle* pada rancangan alat bantu angkut usulan dapat mempermudah pekerja untuk mengoperasikan alat bantu angkut karena dengan adanya *handle* maka alat bantu angkut dapat dengan mudah diarahkan ke tujuan. Penggunaan

mesin juga mempermudah pekerja saat memindahkan kain gulungan dari truk dan ke rak *warehouse* karena dapat dinaik turunkan sesuai penggunaan.

Atribut nyaman digunakan sebagai penunjang dalam kenyamanan pekerja saat menggunakan alat bantu angkut agar sesuai dengan kondisi pekerja sehingga tidak menyebabkan gangguan pada pekerja saat mengoperasikan alat bantu angkut. Hal ini dikarenakan pada alat angkut sebelumnya tidak didukung antara kesesuaian alat dengan kondisi pekerja yang mengakibatkan pekerja mengalami keluhan pada tubuh saat mengoperasikan alat tersebut. Maka diperlukan kesesuaian desain alat bantu angkut usulan dengan kondisi tubuh pekerja sehingga dapat memberikan kenyamanan kepada pekerja ketika menggunakannya. Penggunaan desain alat bantu yang ergonomis sesuai dengan tubuh pekerja seperti desain tinggi dan lebar *handle* yang menyesuaikan tubuh pekerja sehingga nyaman saat mengoperasikan alat bantu menggunakan *handle*. Penggunaan desain ukuran tinggi papan angkut juga ergonomis menyesuaikan dengan tinggi tubuh pekerja maka akan membuat pekerja lebih nyaman ketika mengangkat kain gulungan sesuai kapasitas tinggi yang sudah ditentukan.

Atribut awet digunakan sebagai pemilihan penggunaan bahan alat bantu angkut usulan agar tahan lama dan tidak mudah rusak. Hal ini dikarenakan bahan pada alat angkut sebelumnya tidak tahan lama dan mudah rusak sehingga menyebabkan pembuangan waktu dan tenaga untuk memperbaiki alat angkut yang ada dan menyebabkan kemunduran proses pemindahan kain gulungan. Maka diperlukan spesifikasi pemilihan bahan yang tepat agar alat bantu angkut usulan dapat tahan lama dan tidak mudah rusak. Pemilihan bahan disesuaikan dengan penggunaan setiap bagian pada alat bantu angkut.

5.2. Analisis Desain Parameter Alat Angkut Usulan

Desain parameter alat angkut usulan telah ditentukan pada tabel 4.25 yang digunakan sebagai spesifikasi untuk desain rancangan alat angkut usulan. Atribut nyaman meliputi ukuran desain tinggi papan angkut yaitu 93,4 cm yang disesuaikan dengan tinggi bahu berdiri dari pekerja sehingga nyaman bagi pekerja karena ketinggian tumpukan kain gulungan masih sesuai ketentuan dan tidak bermuatan lebih sehingga pekerja tetap dapat bekerja dengan aman dan nyaman, untuk luas papan angkut dengan panjang papan angkut 200 cm yang menyesuaikan dengan panjang kain gulungan serta lebar papan angkut 100

cm yang disesuaikan dengan rak *warehouse* agar memudahkan pekerja saat melakukan pemindahan kain gulungan. Pemberian *handle* juga diberikan ukuran yang disesuaikan dengan dimensi tubuh lebar bahu atas dengan ukuran ialah 35,75 cm yang sudah disesuaikan dengan lebar bahu rata-rata pekerja agar pekerja dapat mengendalikan alat bantu angkut dengan nyaman karena adanya *handle* yang sudah disesuaikan dengan ukuran lebar pegangan tangan pekerja saat memegang *handle* sehingga membantu pekerja untuk dapat mengoperasikan alat bantu angkut. Tinggi *handle* juga disesuaikan dengan tinggi siku berdiri pekerja yaitu 88,32 cm sehingga pekerja saat mengoperasikan alat angkut merasa nyaman dengan kesesuaian tinggi *handle* yang tidak terlalu rendah ataupun terlalu tinggi sehingga posisi tubuh pekerja juga dalam kondisi nyaman, tidak bungkuk. Atribut awet menentukan pilihan bahan alat angkut yang tahan lama dan sesuai dengan tujuan penggunaan. Body alat angkut seperti papan angkut, pembatas papan angkut, kerangka pengungkit, alas bawah, serta *handle* menggunakan bahan *stainless steel* agar awet, kuat serta tidak mudah korosi sehingga tidak mudah rusak jika digunakan secara rutin. *Handle* alat angkut diberi pelapis karet dengan tujuan agar pekerja nyaman saat memegang *handle* dan tidak secara langsung memegang *stainless steel* karena jika terlalu lama memegang langsung pada *stainless steel* dapat menyebabkan rasa pegal dan sakit pada tangan.

Atribut efisien memberikan alternatif cara kerja alat angkut sehingga dapat menyelesaikan tujuan dengan waktu lebih cepat maka diberikan mesin Arduino uno R3 sebagai pengendali papan angkut agar dapat dinaik turunkan sesuai keperluan saat memindahkan dari truk ataupun ke rak *warehouse*. Penggunaan mesin Arduino uno R3 mempermudah pekerja karena pengaturan mesin sudah disetel sesuai keperluan dan pekerja tinggal menggunakan sesuai ketentuan dengan tombol pengatur naik turun. Sistem naik turun menggunakan tombol yang diberi isyarat untuk tombol warna hijau sebagai tombol untuk pengatur papan angkut ketika dinaikkan dan tombol warna merah sebagai tombol untuk pengatur papan angkut ketika diturunkan. Selain pemberian tombol, juga diberikan kerangka pengungkit sebagai penopang agar papan angkut dapat naik turun sesuai ketentuan. Sehingga penggunaan mesin Arduino uno R3 dapat membantu untuk mempercepat proses angkut kain gulungan karena lebih efisien ketika papan angkut dapat dinaik turunkan dan tidak menyebabkan pekerja harus membungkuk berkali-kali untuk mengambil satu persatu kain gulungan ketika dilakukan pemindahan.

Atribut *easy to use* menggunakan penunjang kemudahan alat angkut saat digunakan untuk bekerja berupa *handle* sehingga mempermudah alat angkut untuk diarahkan dan digerakkan sesuai tujuan. *Handle* yang digunakan menggunakan ukuran diameter gengaman *handle* sebesar 4 cm yang sesuai dengan rata-rata ukuran pekerja baik laki-laki maupun perempuan dan *handle* juga dilapisi karet sebagai bantalan untuk menghindari pegangan pekerja secara langsung ke *stainless steel* yang digunakan sebagai kerangka sehingga pekerja merasa nyaman saat mengarahkan kendali dengan *handle* tersebut dan tidak menyebabkan rasa sakit pada tangan. Luas *handle* disesuaikan dengan lebar ruas jari-jari pekerja yaitu 10 cm untuk masing-masing kanan dan kiri sesuai dengan ukuran rata-rata ruas jari laki-laki dan perempuan sehingga ruas-ruas jari nyaman dengan bantalan yang ada pada *handle* dan meminimalisir pegal dan kaku pada tangan. Kerangka pengungkit juga ditambahkan sebagai penunjang kemudahan alat angkut ketika dinaik turunkan dengan ketinggian 200 cm sehingga dapat mempermudah ketika menaik turunkan kain gulungan pada truk ataupun pada rak *warehouse*. Alas bawah diberikan sebagai alas untuk tempat kerangka pengungkit ketika tidak digunakan dan sebagai tempat mesin diletakkan serta untuk tempat penggunaan roda alat angkut. Ukuran alas bawah papan angkut yaitu 200 cm x 100 cm yang disesuaikan dengan ukuran panjang dan lebar papan angkut serta tebal 15 cm. penggunaan roda berjumlah 4 dengan diameter 10 cm bertujuan untuk membantu mempermudah alat angkut saat dioperasikan.

5.3. Analisis Uji Statistik

5.3.1 Analisis Uji *Marginal Homogeneity*

Uji *marginal homogeneity* dilakukan untuk membuktikan bahwa rancangan alat bantu angkut usulan sudah memenuhi kebutuhan pekerja. Hasil uji *marginal homogeneity* pada tabel 4.36 diketahui bahwa nilai signifikansi untuk masing-masing atribut rancangan desain alat angkut ialah untuk atribut *easy to use* memiliki nilai signifikansi 0,763 dan atribut awet memiliki nilai signifikansi 0,796. Nilai signifikansi yang digunakan ialah 0,050 yang berarti bahwa uji *marginal homogeneity* memiliki tingkat kepercayaan 95% dan tingkat kesalahan sebesar 5%. Berdasarkan hasil uji *marginal homogeneity* didapatkan nilai signifikansi untuk masing-masing atribut $>0,050$ yang berarti H_0 diterima artinya bahwa rancangan alat bantu angkut usulan sudah sesuai dengan kebutuhan pekerja.

Pada atribut efisien rancangan produk alat angkut usulan dinilai sudah sesuai dengan kebutuhan konsumen. Hal ini dikarenakan spesifikasi yang diberikan pada rancangan produk alat angkut usulan seperti penggunaan mesin Arduino uno R3 yang penggunaannya didukung dengan pemberian tombol hijau (naik) dan tombol merah (turun) dengan tujuan agar dapat menghemat penggunaan waktu dalam bekerja sudah memenuhi kebutuhan pekerja untuk mengurangi penggunaan waktu lama saat melakukan pekerjaan. Pada atribut *easy to use*, rancangan produk alat bantu angkut yang diusulkan sudah dinilai sesuai dengan kebutuhan konsumen karena spesifikasi yang diberikan berupa penggunaan *handle* pada alat bantu angkut yang didukung dengan penggunaan roda sehingga lebih fleksibel untuk digunakan bekerja sehingga memudahkan akses alat bantu angkut pada saat proses pemindahan dari truk ke rak *warehouse* dan juga didukung dengan kerangka pengungkit sehingga mempermudah kinerja pemindahan kain gulungan pada tempat yang tinggi seperti rak dan truk. Pada atribut nyaman, rancangan produk alat bantu angkut dinilai sudah memenuhi kebutuhan pekerja berupa kesesuaian ukuran alat bantu angkut dengan tubuh pekerja. Dengan pemberian spesifikasi yang ada yaitu mendesain produk sesuai dengan ukuran tubuh pekerja berdasarkan pendekatan antropometri maka dapat meningkatkan kenyamanan penggunaan alat bantu angkut. Pada atribut awet, rancangan produk alat bantu angkut dinilai sudah memenuhi kebutuhan pekerja mengenai bahan troli yang ada sebelumnya yang tidak awet sehingga dengan spesifikasi yang dirancang menggunakan bahan alat angkut yang sesuai dan awet seperti kerangka alat angkut menggunakan *stainless steel* dan untuk *handle* dilapisi karet maka telah menjawab kebutuhan pekerja untuk mengurangi waktu dan tenaga memperbaiki alat yang tidak awet sebelumnya.

5.3.2 Analisis Uji Beda Wilcoxon

Uji beda Wilcoxon dilakukan untuk membuktikan bahwa adanya perbedaan antara rancangan alat bantu angkut usulan dengan alat angkut yang ada. Hasil uji beda Wilcoxon pada tabel 4.37 terlihat bahwa nilai signifikansi untuk masing-masing atribut rancangan desain alat angkut pada atribut *easy to use* yaitu 0,000 dan atribut awet yaitu 0,000. Terlihat bahwa masing-masing atribut memiliki nilai signifikansi $<0,05$ yang berarti H_0 ditolak artinya terdapat perbedaan signifikan antara rancangan alat bantu angkut usulan yang lebih baik dibandingkan dengan alat bantu yang ada sebelumnya.

Hasil uji beda Wilcoxon menunjukkan adanya perbedaan yang dikarenakan rancangan alat bantu angkut usulan sudah mengatasi keluhan serta memenuhi kebutuhan pekerja. Berdasarkan hasil uji beda Wilcoxon pada *easy to use* terlihat bahwa rancangan alat bantu angkut usulan memberikan gambaran kemudahan dalam penggunaan alat bantu angkut kain gulungan yang sudah diberi *handle* dan kerangka pengungkit sehingga memudahkan akses pemindahan dan peletakkan pada rak *warehouse*. Hasil uji beda Wilcoxon pada keawetan bahan menunjukkan bahwa rancangan alat bantu angkut usulan memiliki bahan yang tahan lama dan tidak mudah rusak sehingga dapat mengurangi pembuangan tenaga dan waktu yang digunakan untuk memperbaiki serta alat bantu angkut usulan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Atribut desain alat bantu angkat-angkut yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pekerja meliputi efisien, *easy to use*, nyaman, dan awet.
2. Spesifikasi desain alat bantu angkut berdasarkan hasil dari *Quality Function Deployment* (QFD) ialah untuk perancangan alat bantu diberikan penggunaan mesin Arduino Uno R3 dengan tombol pengatur naik (hijau) serta turun (merah) dan kerangka pengungkit setinggi 300 cm. Pemberian *handle* setinggi 88,32 cm dan lebar 35,75 cm. Pegangan *handle* berdiameter 4 cm dan panjang *handle* ruas-ruas jari 2,25 cm. Panjang papan angkut 200 cm, lebar papan angkut 100 cm. Pemberian roda karet diameter 10 cm. Alas bawah papan dengan lebar 100 cm, panjang 200 cm, dan tinggi 15 cm. Bahan *stainless steel* digunakan sebagai kerangka alat bantu angkut usulan, alas pegangan *handle* dilapisi karet.
3. Desain alat angkat-angkut yang dikembangkan adalah valid untuk memenuhi kebutuhan pekerja dan lebih mudah dan awet digunakan pada taraf signifikansi 5%.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan untuk penelitian ke depan adalah pengembangan lebih lanjut dengan mempertimbangkan beberapa aspek yang belum dibicarakan pada penelitian ini sedemikian rupa sehingga akan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama.T.Y. 2002. Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Badan Pusat Statistika, 2019. Permintaan Pakaian Jadi Naik. [Online] <https://kemenperin.go.id/artikel/20640/Permintaan-Pakaian-Jadi-Naik> [Diakses 8 April 2021]
- Bhatia, V., Kalra, P., & Randhawa, J. S. 2017. *Ergonomic Interventions for Manual Material Handling Tasks in a Warehouse*. Ergonomics for Improved Productivity (pp.205-212).
- Caesaron, D., Chandra, J., & Tannady, H. 2017. Usulan Perancangan Alat Bantu untuk Mengurangi Risiko Cidera Kerja Pada Buruh Angkut Berdasarkan Penilaian Rula dengan Menggunakan QFD. Universitas Bunda Mulia, Jakarta Utara.
- Crow, Kenneth A. (2009, 24 September), *Quality Function Deployment*, Diakses pada 17 Desember 2018 dari https://www.ieee.li/tmc/quality_function_deployment.pdf.
- Hidayatullah, M. S. 2019. Perancangan Alat Bantu Aktivitas *Operator Grey* Dengan Penerapan Ilmu Ergonomi (Studi Kasus: PT. Delta Merlin Dunia Tekstil IV). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Iskandar, M. E. 2020. Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Antropometri dan Ergonomi Partisipatori. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kansil, Pangestika. 2018. Analisa Pengukuran Kinerja Sumber Daya Manusia Dengan Menggunakan Pendekatan *Human Resource Scorecard* (Studi Kasus: PT. Pisma Garment Indo). Undergraduate Thesis, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Kotler, & Keller. 2012. Manajemen Pemasaran, Edisi 12 Halaman 332. Jakarta: Erlangga.
- M. Prasertawati, W. Sudarwati, & R. Mujiastuti .2020. Analisis Proses Bisnis Pada Industri Garmen Di Perkampungan Industri Kecil Penggilingan.
- McCormick, E. J. 1987. *Human Factors in Engineering and Design*, 6 th Edition. Singapore: Mc Graw Hill Book Company.

- Muslim, E., Nurtjahyo, B., & Ardi, R. 2011. Analisis Ergonomi Industri Garmen dengan *Posture Evaluation Index* pada *Virtual Environment*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Novi, & Alexander, Y., 2018. Perancangan Alat Bantu Perpindahan Barang yang Ergonomis (Studi Kasus di PT."X" Bandung). Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Nugroho, B. P. T. 2012. Usulan Perancangan Troli sebagai Alat Bantu Angkut Karung Gabah dalam rangka Perbaikan Postur Kerja di Penggilingan Padi (Studi Kasus: Panggilingan Padi di Sragen). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Nurdiansyah, E., Faisal, E., & Sulkipani. 2018. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Powtoon* Pada Perkuliahan Pendidikan Kewarganegaraan. Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.
- Parapaga, L. 2018. Perancangan Troli Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* (QFD) Studi Kasus: Karyawan *Cleaning Service* Unika de La Salle Manado. Universitas Katolik De La Salle, Manado.
- Pramesta, A. D. 2018. *Penilaian Postur Kerja Untuk Mengurangi Resiko Cidera Muskuloskeletal Disorders (Msd)* (Studi Kasus: Pabrik Tahu Adma). University of Muhammadiyah Malang, Malang.
- Soesilo, N. & Alexander, Y. 2018. Perancangan Alat Bantu Perpindahan Barang yang Ergonomis (Studi Kasus di PT."X" Bandung). Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Suharno & Sutarmo, Y. 2010. *Marketing in Practice*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Steven D. Eppinger & Ulrich, Karl T. 2001. Perancangan & Pengembangan Produk. Salemba Teknika, Jakarta.
- Sunarso. 2010. Perancangan Troli Sebagai Alat Bantu Angkat Galon Air Mineral dengan Pendekatan Antropometri (Studi Kasus: Agen Air Mineral ASLI Sukoharjo). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sutalaksana I. Z. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Talapatra, S., Mohsin, N., & Murshed, M. 2019. *An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry*. American Journal of Industrial and Business Management, Halaman: 2156-2167.

Vhatia, V., Kaira, P., & Randhawa, J. S. 2021. *Ergonomic Interventions for Manual Material Handling Tasks in a Warehouse*. Buku: *Ergonomics for Improved Productivity*, Halaman: 205-212.

Widihastuti. 2017. *Merchandising di Industri Garmen*. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.



LAMPIRAN

Lampiran 1: Kondisi Warehouse



Lampiran 2: Kuesioner VOC**SURVEY KEBUTUHAN PENGGUNAAN TROLI PENGANGKAT BAHAN
BAKU KAIN GULUNGAN**

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, Salam Sejahtera.

Perkenalkan nama saya Resvilia Nurzikiresa, mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saat ini saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir yang berjudul "Desain Troli Ergonomis dengan Menggunakan Pendekatan QFD dan Atropometri".

Sehingga saya memohon kesediaan saudara/i untuk berkenan meluangkan waktu sejenak untuk mengisi kuesioner penelitian ini.

Perlu diketahui bahwa kerahasiaan data yang saudara/i isi akan dijamin kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian semata.

Apabila ada pertanyaan lebih lanjut dapat menghubungi saya melalui Whatsapp/ E-mail (089619487477 / 17522116@students.ac.id)

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, Terima kasih banyak.

Identitas Responden

Nama/ Inisial :

Usia : Tahun

Jenis Kelamin : P/L*

*Coret yang tidak perlu

A. Kuesioner Kekurangan Troli Pengangkatan Saat Ini

Berikut ini merupakan Troli Pengangkatan yang ada pada saat ini.



1. Seberapa puas Saudara/I terhadap troli pengangkatan yang telah ada saat ini (Gambar 1)?

- A. Puas
- B. Kurang Puas
- C. Tidak Puas

2. Harapan atau keinginan Saudara/I untuk desain troli pengangkatan yang lebih nyaman, aman, dan mendukung produktivitas kerja? (Dapat di sebutkan, boleh dijelaskan secara rinci)

Jawaban :

Lampiran 3: Importance Rating Atribut Kebutuhan Pekerja

SURVEY KEBUTUHAN DESAIN HARAPAN ALAT PENGANGKAT BAHAN BAKU KAIN GULUNGAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, Salam Sejahtera.

Perkenalkan nama saya Resvillia Nurzikiresa, mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saat ini saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir yang berjudul "Desain Troli Ergonomi dengan Menggunakan Pendekatan QFD dan Atropometri".

Sehingga saya memohon kesediaan saudara/i untuk berkenan meluangkan waktu sejenak untuk mengisi kuesioner penelitian ini.

Perlu diketahui bahwa kerahasiaan data yang saudara/i isi akan dijamin kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian semata.

Apabila ada pertanyaan lebih lanjut dapat menghubungi saya melalui Whatsapp/ E-mail (089619487477 / 17522116@students.ac.id)

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, Terima kasih banyak.

Identitas Responden

Nama/ Inisial :

Usia : Tahun

Jenis Kelamin : P/L*

*Coret yang tidak perlu

A. Atribut yang Diperlukan dalam Desain Troli Pengangkat Bahan Baku Kain Gulungan

Berikut merupakan pertanyaan yang ditujukan untuk mengetahui seberapa penting atribut-atribut tersebut dalam mendesain troli pengangkatan perbaikan, pertanyaan berikut akan menggunakan skala likert. **Silahkan centang (√) pada penilaian yang diinginkan.**

1 = Sangat Tidak Penting (STP)

2 = Tidak Penting (TP)

3 = Kurang Penting (KP)

4 = Penting (P)

5 = Sangat Penting (SP)

NO	PERNYATAAN	STP (1)	TP (2)	KP (3)	P (4)	SP (5)
1	Atribut Efisien (Proses pemindahan kain gulungan lebih singkat dan cepat)					
2	Atribut <i>Easy to use</i> (Produk mudah digunakan serta meringankan proses pemindahan kain gulungan)					
3	Atribut Nyaman (Desain produk sesuai dengan pengguna dan mengurangi resiko kecelakaan kerja)					
4	Atribut Awet (Produk tidak mudah rusak)					

Lampiran 4: Penilaian Desain Alat Bantu Usulan

PENILAIAN TERHADAP DESAIN ALAT PENGANGKAT BAHAN BAKU KAIN GULUNGAN PERBAIKAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, Salam Sejahtera.

Perkenalkan nama saya Resvillia Nurzikiresa, mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saat ini saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir yang berjudul "Desain Troli Ergonomi dengan Menggunakan Pendekatan QFD dan Atropometri".

Sehingga saya memohon kesediaan saudara/i untuk berkenan meluangkan waktu sejenak untuk mengisi kuesioner penelitian ini.

Perlu diketahui bahwa kerahasiaan data yang saudara/i isi akan dijamin kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian semata.

Apabila ada pertanyaan lebih lanjut dapat menghubungi saya melalui Whatsapp/ E-mail (089619487477 / 17522116@students.ac.id)

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, Terima kasih banyak.

Identitas Responden

Nama/ Inisial :

Usia : Tahun

Jenis Kelamin : P/L*

*Coret yang tidak perlu

Berikut ini merupakan Troli Pengangkatan perbaikan.



A. Atribut yang Diperlukan dalam Desain Troli Pengangkat Bahan Baku Kain Gulungan

Berikut merupakan pertanyaan yang ditujukan untuk menilai desain Troli Pengangkat Bahan Baku Kain Gulungan usulan peneliti. pertanyaan berikut akan menggunakan skala likert. Silahkan centang (✓) pada penilaian yang diinginkan :

1 = Sangat Tidak Penting (STP)

2 = Tidak Penting (TP)

3 = Kurang Penting (KP)

4 = Penting (P)

5 = Sangat Penting (SP)

NO	PERNYATAAN	STP (1)	TP (2)	KP (3)	P (4)	SP (5)
1	Apakah desain Troli pengangkatan perbaikan sudah baik? (Keterangan)					

2	Atribut Efisien (Proses pemindahan kain gulungan lebih singkat dan cepat)					
3	Atribut <i>Easy to use</i> (Produk mudah digunakan serta meringankan proses pemindahan kain gulungan)					
4	Atribut Nyaman (Desain produk sesuai dengan pengguna dan mengurangi resiko kecelakaan kerja)					
5	Atribut Awet (Produk tidak mudah rusak)					