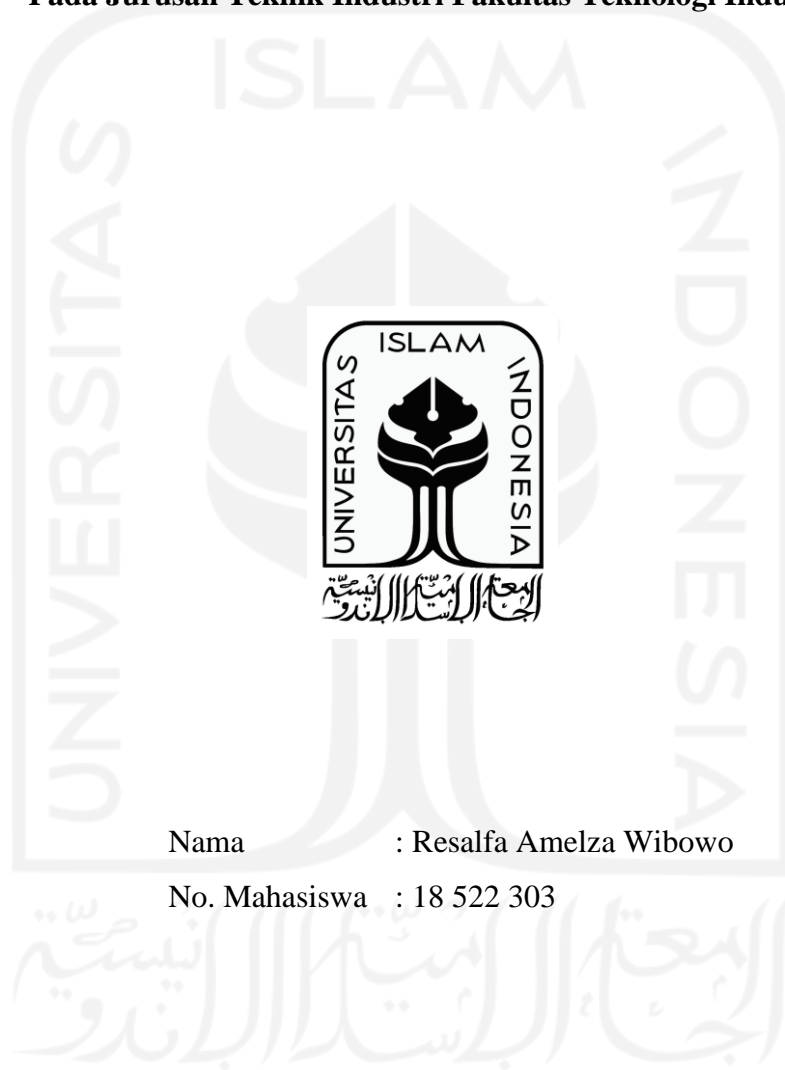


**PERANCANGAN ALAT BANTU PENGANGKUTAN BIBIT TANAMAN
DENGAN MENGGUNAKAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT***

TUGAS AKHIR

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



Nama : Resalfa Amelza Wibowo

No. Mahasiswa : 18 522 303

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

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERANCANGAN ALAT BANTU PENGANGKUTAN BIBIT TANAMAN DENGAN
MENGUNAKAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT***



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN ALAT BANTU PENGANGKUTAN BIBIT TANAMAN DENGAN MENGGUNAKAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*

TUGAS AKHIR

ISLAM Disusun Oleh

Nama : Resalfa Amelza Wibowo

No. Mahasiswa : 18 522 303

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

Yogyakarta, 21 September 2022

Tim penguji		
Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., IPU.		
Ketua		
Amarria Dila Sari, S.T., M.Sc.		
Anggota I		
Dr. Qurtubi, S.T., M.T.		
Anggota II		

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Anil Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.



SURAT KETERANGAN PENELITIAN



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

Nomor : 07/Ka.Lab DSK&E/70/Lab. DSK&E/VIII/2022

Hal : **Surat Keterangan Penelitian**

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Kami yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi (DSK&E), Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, dengan ini ingin memberitahukan bahwa mahasiswa di bawah telah melakukan penelitian di Laboratorium DSK&E.

Nama Peneliti : Resalfa Amelza Wibowo
NIM : 18522303
Program Studi : Teknik Industri-FTI-UII
Tempat Penelitian : Laboratorium Desain Sistem Kerja & Ergonomi, Universitas Islam Indonesia
Waktu Penelitian : November 2021 - Juni 2022
Judul Penelitian : Perancangan Alat Bantu Pengangkutan Bibit Tanaman dengan Menggunakan *Quality Function Deployment*
Dosen pembimbing : Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., IPU.

Demikian surat permohonan ini kami buat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta 8 Agustus 2022

Ka.Lab DSK&E,

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “PERANCANGAN ALAT BANTU PENGANGKUTAN BIBIT TANAMAN DENGAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*” merupakan hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat plagiat dari karya oranglain kecuali kutipan dengan sumber yang telah dicantukan sesuai dengan etika penulisan karya ilmiah.

Yogyakarta, 06 Agustus 2022



Resalfa Amelza Wibowo

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

HALAMAN MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah 5-6)

“Dan ketahuilah, sesungguhnya kemenangan itu beriringan dengan kesabaran. Jalan keluar beriringan dengan kesukaran. Dan sesudah kesulitan pasti akan datang kemudahan”

(HR. Tirmidzi)

“Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya menemukanmu”

(Ali bin Abi Thalib)

الجامعة الإسلامية
الاستدلال بالاندية

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam tercurah kepada Rasulullah Muhammad Shallallahu 'alaihi Wasallam beserta keluarga dan sahabat Beliau yang membawa umat menuju ridha Allah Subhanahu wa Ta'ala. Penulis menyadari terselesaikannya karya tulis ini dikarenakan adanya banyak bimbingan, bantuan, dukungan, semangat, serta do'a dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., IPU., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan tenaganya sehingga seluruh proses ini dapat terlalui.
5. Keluarga tercinta, Ayah Totok Wibowo, S.H., Ibu Asri Widayati, A.Md., Adik Afifah Ramadhani Wibowo, Adik Arina Ramadhani Wibowo, dan segenap keluarga yang tiada henti memberikan do'a, dukungan, serta kasih sayang kepada penulis.
6. Seluruh responden yang terlibat dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Islam Indonesia atas ilmu yang diberikan.
8. Sahabat-sahabat penulis yang selalu memberikan tempat untuk berkeluh kesah dan memberikan semangat kepada penulis.
9. Teman-teman Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, terutama Angkatan 2018 yang saling memberikan dukungan, semangat, dan bantuan selama masa perkuliahan.
10. Seluruh pihak yang turut membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan oleh berbagai pihak mendapatkan balasan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhanahu wa Ta'ala. Amiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 06 Agustus 2022

Resalfa Amelza Wibowo

ABSTRAK

Pada UMKM pertanian XYZ, beberapa pekerja melakukan proses pemindahan kotak bibit secara manual dengan mengangkat satu per satu kotak dengan berat 9-10 kg dan ukuran 101 x 41 cm. Pada UMKM tersebut, terdapat alat bantu berupa troli tetapi hanya dapat membawa dua kotak bibit dalam satu kali jalan. Troli yang digunakan pun rawan jatuh ketika digunakan. Berdasarkan hasil NBM, aktivitas tersebut menyebabkan keluhan sangat menyakitkan sebesar 29% pada bahu kanan, 57% pada lengan kiri bagian atas, 71% pada lengan kanan bagian atas, 100% pada lengan kiri bagian bawah, 100% pada lengan kanan bagian bawah, 57% pada pergelangan tangan kanan, dan 43% pada tangan kanan. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti melakukan perancangan alat bantu pemindahan bibit tanaman dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD) agar sesuai dengan kebutuhan pengguna. Perancangan juga menggunakan pendekatan antropometri agar sesuai dengan ukuran dimensi tubuh. Berdasarkan hasil survei, diketahui bahwa atribut kebutuhan pengguna adalah *comfortable, easy to use*, efektif, dan kuat. Selanjutnya, dirancang spesifikasi desain yang dapat memenuhi atribut kebutuhan pengguna tersebut. Berdasarkan hasil uji *marginal homogeneity* diketahui bahwa produk usulan telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berdasarkan *mann whitney U test*, diketahui bahwa produk usulan lebih baik dibandingkan dengan produk awalan. Hal tersebut dibuktikan pula dengan adanya penurunan skor *Rapid Entire Body Assessment* (REBA).

Kata kunci: *Rapid Entire Body Assessment, Quality Function Deployment, Troli*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	15
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Manfaat Penelitian	16
1.5 Batasan Penelitian	16
1.6 Sistematika Penelitian	17
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	19
2.1 Kajian Empiris	19
2.2 Kajian Teoritis.....	29
2.2.1 Ergonomi	29
2.2.2 Postur Kerja	30
2.2.3 <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	31
2.2.4 <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA).....	32
2.2.5 <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs)	34
2.2.6 <i>Quality Function Deployment</i> (QFD).....	35
2.2.7 Antropometri	36
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Kerangka Rancangan Penelitian	38
3.2 Subjek Penelitian.....	39
3.3 Objek Penelitian	39
3.4 Jenis Data Penelitian	39
3.4.1 Data Primer.....	39
3.4.2 Data Sekunder	40
3.5 Metode Pengumpulan Data	40
3.6 Instrumen Penelitian.....	40
3.7 Metode Pengolahan Data	41
3.7.1 Pengolahan REBA.....	41
3.7.2 Pengolahan QFD	41
3.7.3 Uji Validitas.....	42
3.7.4 Uji Reliabilitas.....	42
3.7.5 Uji Normalitas	43
3.7.6 Uji Kecukupan Data	43
3.7.7 Uji Keseragaman Data.....	44
3.8 Metode Analisis Data.....	44
3.8.1 Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	44

3.8.2 <i>Mann Whitney U Test</i>	44
3.9 Alur Penelitian	45
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	47
4.1 Karakteristik Responden	47
4.2 Pengumpulan Data NBM	47
4.3 REBA Postur Awalan	48
4.3.1 REBA Postur Pengambilan	48
4.3.2 REBA Postur Pengangkutan.....	51
4.4 REBA Postur Pengangkatan	54
4.5 <i>Quality Function Deployment</i>	58
4.5.1 Identifikasi Kebutuhan Konsumen	58
4.5.2 Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen	58
4.5.3 Uji Validitas dan Reliabilitas.....	59
4.5.4 Penentuan <i>Importance Rating</i> (IR).....	61
4.5.5 Penentuan <i>Technical Requirements</i>	61
4.5.6 Antropometri	62
4.6 Penentuan Target Spesifikasi	69
4.7 <i>House of Quality</i> (HOQ)	71
4.7.1 Hubungan Atribut <i>Customer Needs</i> dengan <i>Technical Requirements</i>	71
4.7.2 Bobot Kolom	73
4.7.3 Hubungan Matriks Korelasi <i>Technical Requirement</i>	75
4.7.4 <i>Customer Competitive Evaluation</i>	75
4.7.5 <i>Goal, Sales Point, Important Ratio, Row Weight, dan Action</i>	77
4.8 Hasil <i>House of Quality</i> (HOQ).....	81
4.9 Desain Produk Usulan.....	82
4.10 Uji REBA Postur Produk Usulan.....	85
4.10.1 REBA Postur Pengangkutan.....	85
4.10.2 REBA Postur Pengangkatan.....	88
4.11 Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	91
4.12 <i>Mann Whitney U Test</i>	92
4.12.1 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut <i>Comfortable</i>	92
4.12.2 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut <i>Easy to Use</i>	93
4.12.3 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut Efektif	94
4.12.1 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut Kuat.....	94
BAB V PEMBAHASAN	96
5.1 Analisis Atribut Kebutuhan Konsumen	96
5.2 Analisis Spesifikasi Desain Produk Usulan	97
5.3 Analisis Uji REBA.....	98
5.4 Analisis Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	100
5.5 Analisis <i>Mann Whitney U Test</i>	100
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	102
6.1 Kesimpulan	102
6.2 Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	107
Lampiran 1. Kuesioner NBM.....	107
Lampiran 2. Lembar Pengamatan REBA.....	108
Lampiran 3. Kuesioner VOC	109
Lampiran 4. Kuesioner <i>Importance Rating</i> Atribut	110

Lampiran 5. Kuesioner *Customer Competitive Evaluation* 111



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi NBM.....	32
Tabel 2.2 Klasifikasi Skor REBA.....	34
Tabel 3.1 Kerangka Rancangan Penelitian.....	38
Tabel 3.2 Karakteristik Responden.....	39
Tabel 3.3 Skala Tingkat Keandalan.....	43
Tabel 4.1 Karakteristik Responden.....	47
Tabel 4.2 Identifikasi Kebutuhan Konsumen.....	58
Tabel 4.3 Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen.....	58
Tabel 4.4 Atribut Kebutuhan Konsumen.....	59
Tabel 4.5 Hasil Uji Validitas.....	59
Tabel 4.6 Hasil Status Uji Validasi.....	60
Tabel 4.7 Hasil Uji Reliabilitas.....	60
Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Kuesioner 2.....	61
Tabel 4.9 <i>Importance Rating</i>	61
Tabel 4.10 <i>Technical Requirements</i>	62
Tabel 4.11 Rekapitulasi Data Antropometri.....	62
Tabel 4.12 Hasil Uji Normalitas.....	63
Tabel 4.13 Persentil.....	67
Tabel 4.14 Kelonggaran.....	68
Tabel 4.15 Target Spesifikasi.....	69
Tabel 4.16 <i>Benchmarking on Metric</i>	70
Tabel 4.17 <i>Set Value</i>	70
Tabel 4.18 Simbol Matriks dan Interpretasi Nilai Hubungan.....	71
Tabel 4.19 <i>Customer Competitive Evaluation</i> Atribut <i>Comfortable</i>	75
Tabel 4.20 <i>Customer Competitive Evaluation</i> Atribut <i>Easy to Use</i>	76
Tabel 4.21 <i>Customer Competitive Evaluation</i> Atribut Efektif.....	76
Tabel 4.22 <i>Customer Competitive Evaluation</i> Atribut Kuat.....	76
Tabel 4.23 Perbandingan CCE.....	77
Tabel 4.24 <i>Goal</i>	77
Tabel 4.25 <i>Sales Point</i>	78
Tabel 4.26 Klasifikasi <i>Improvement Ratio</i>	78
Tabel 4.27 <i>Improvement Ratio</i>	79
Tabel 4.28 <i>Row Weight</i>	79
Tabel 4.29 <i>Action</i>	80
Tabel 4.30 Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	92
Tabel 4.31 <i>Descriptive Statistics</i> Atribut <i>Comfortable</i>	92
Tabel 4.32 <i>Ranks</i> Atribut <i>Comfortable</i>	92
Tabel 4.33 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut <i>Comfortable</i>	93
Tabel 4.34 <i>Descriptive Statistics</i> Atribut <i>Easy to Use</i>	93
Tabel 4.35 <i>Ranks</i> Atribut <i>Easy to Use</i>	93
Tabel 4.36 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut <i>Easy to Use</i>	93
Tabel 4.37 <i>Descriptive Statistics</i> Atribut Efektif.....	94
Tabel 4.38 <i>Ranks</i> Atribut Efektif.....	94
Tabel 4.39 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut Efektif.....	94
Tabel 4.40 <i>Descriptive Statistics</i> Atribut Kuat.....	94
Tabel 4.41 <i>Ranks</i> Atribut Kuat.....	94
Tabel 4.42 <i>Mann Whitney U Test</i> Atribut Kuat.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Body Maps</i> NBM	31
Gambar 2.2 Penilaian Skor REBA	33
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	45
Gambar 4.1 Rekapitulasi <i>Nordic Body Map</i>	48
Gambar 4.2 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Proses Pengambilan	48
Gambar 4.3 Skor Grup A pada Proses Pengambilan	49
Gambar 4.4 Skor Grup B pada Proses Pengambilan	50
Gambar 4.5 Skor Grup C pada Proses Pengambilan	51
Gambar 4.6 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkatan Awal	51
Gambar 4.7 Skor Grup A pada Pengangkatan Awal	52
Gambar 4.8 Skor Grup B pada Pengangkatan Awal	53
Gambar 4.9 Skor Grup C pada Pengangkatan Awal	54
Gambar 4.10 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkatan Awal	54
Gambar 4.11 Skor Grup A pada Pengangkatan Awal	55
Gambar 4.12 Skor Grup B pada Pengangkatan Awal	56
Gambar 4.13 Skor Grup C pada Pengangkatan Awal	57
Gambar 4.14 Uji Keseragaman Dimensi TBB	66
Gambar 4.15 Uji Keseragaman Dimensi LBA	66
Gambar 4.16 Uji Keseragaman Dimensi TSB	66
Gambar 4.17 Uji Keseragaman Dimensi DGmax	66
Gambar 4.18 Hubungan Atribut <i>Customer Needs</i> dengan <i>Technical Requirement</i>	72
Gambar 4.19 Bobot Kolom	74
Gambar 4.20 Hubungan Matriks Korelasi <i>Technical Requirements</i>	75
Gambar 4.21 <i>House of Quality</i>	81
Gambar 4.22 Desain Visual Produk Usulan	82
Gambar 4.23 Kerangka Troli	82
Gambar 4.24 <i>Handle</i> Troli	83
Gambar 4.25 Alas Rak Troli	84
Gambar 4.26 Roda	84
Gambar 4.27 Penggerak Alas Rak Troli	85
Gambar 4.28 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkatan Usulan	85
Gambar 4.29 Tabel Skor Grup C pada Pengangkatan Awal	86
Gambar 4.30 Tabel Skor Grup C pada Pengangkatan Awal	87
Gambar 4.31 Skor Grup C pada Pengangkatan Usulan	88
Gambar 4.32 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkatan Awal	88
Gambar 4.33 Skor Grup A pada Pengangkatan Usulan	89
Gambar 4.34 Skor Grup B pada Pengangkatan Usulan	90
Gambar 4.35 Skor Grup C pada Pengangkatan Usulan	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dimana sektor pertanian mendominasi dan menjadi peranan penting bagi Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2021, pertumbuhan ekonomi Indonesia triwulan III sebesar 66,42% Produk Domestik Bruto (PDB) dimana salah satunya bersumber dari sektor pertanian yang mengalami pertumbuhan sebesar 1,31%. Hal tersebut dikarenakan permintaan tanaman semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri. Tingginya permintaan tersebut mengharuskan UMKM yang bergerak dalam bidang pertanian untuk dapat terus meningkatkan produksinya agar dapat memenuhi permintaan yang ada.

Dalam melakukan aktivitasnya, sebagian besar UMKM masih melakukannya secara manual, salah satunya adalah pada proses pemindahan barang. Aktivitas yang dilakukan secara manual tersebut dapat menyebabkan penyakit ataupun cedera pada tulang belakang, terlebih jika tidak dilakukan dengan benar. (Mas'idah et al., 2009). Seperti halnya pada UMKM pertanian XYZ yang terletak di Ngemplak, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Beberapa pekerja melakukan proses pemindahan kotak bibit secara manual dengan mengangkat satu per satu, dimana kotak bibit tersebut memiliki berat 9-10 kg dengan ukuran 101 x 41 cm. Pada UMKM tersebut, terdapat alat bantu berupa troli tetapi hanya dapat digunakan untuk membawa dua kotak bibit dalam satu kali jalan dan troli tersebut rawan jatuh ketika digunakan untuk membawa kotak bibit. Dalam sehari, dengan jarak 39 m, pekerja melakukan pengangkatan sebanyak 50 kotak dari tempat pengisian bibit menuju ke tempat perawatan bibit serta dapat mengantarkan sebanyak 40 kotak kepada pelanggan.

Selain menyebabkan kelelahan pada pekerja, aktivitas tersebut juga menyebabkan keluhan pada pekerja di antaranya merasakan sangat menyakitkan sebesar 29% pada bahu

kanan, 57% pada lengan kiri bagian atas, 71% pada lengan kanan bagian atas, 100% pada lengan kiri bagian bawah, 100% pada lengan kanan bagian bawah, 57% pada pergelangan tangan kanan, dan 43% pada tangan kanan. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil dari kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang diberikan kepada pekerja. Jika aktivitas tersebut dilakukan secara berulang dengan postur yang tidak tepat, maka dapat berisiko tinggi terhadap pekerja seperti cedera atau penyakit lain di antaranya *musculoskeletal disorders* (MSDs). MSDs merupakan keluhan hingga kerusakan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan seseorang (Tarwaka & Sudiajeng, 2004). MSDs merupakan penyumbang tertinggi penyakit yang berhubungan dengan tempat kerja (Laksana & Srisantyorini, 2020). Dari seluruh laporan tentang kejadian MSDs, 30–50% berkaitan dengan ergonomi (Reilly, 2020). MSDs merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan produktivitas (Revadi et al., 2019). MSDs dapat mengakibatkan seseorang tidak mampu untuk melakukan pergerakan dan koordinasi gerakan anggota tubuh sehingga dapat berpengaruh terhadap berkurangnya efisiensi kerja dan menurunnya produktivitas kerja (Bukhori, 2010).

Berdasarkan penelitian Tungga et al. (2021), Nugroho et al., (2013), dan Megantara & Sarvia (2020), menyatakan bahwa perancangan alat bantu pengangkutan dapat mengurangi risiko cedera pada pekerja, akan tetapi fokus penelitian tersebut mengenai alat bantu pengangkutan kardus, karung, dan bahan baku kapas, yang berarti tidak membahas mengenai objek yang akan diteliti pada penelitian ini yakni alat bantu pengangkutan kotak bibit tanaman. Berdasarkan permasalahan dan urgensi tersebut, peneliti bermaksud untuk menentukan tingkat risiko postur kerja berdasarkan skor *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) kemudian melakukan perancangan alat bantu pengangkutan kotak bibit dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) agar sesuai dengan kebutuhan serta menggunakan pendekatan antropometri agar sesuai dengan dimensi tubuh pengguna sehingga dapat menyelesaikan permasalahan yang ada.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar tingkat risiko postur kerja berdasarkan skor REBA?
2. Atribut apa saja yang dibutuhkan konsumen terhadap desain troli?
3. Bagaimana spesifikasi desain troli usulan?
4. Bagaimana validitas kesesuaian antara *customer needs* dengan desain troli usulan serta perbedaan antara desain troli awalan dengan desain troli usulan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tingkat risiko postur kerja berdasarkan skor REBA.
2. Mengidentifikasi atribut kebutuhan konsumen terhadap desain troli.
3. Menentukan spesifikasi desain troli usulan.
4. Menentukan validitas kesesuaian antara *customer needs* dengan desain troli usulan serta perbedaan antara desain troli awalan dengan desain troli usulan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian adalah dapat menjadi masukan terkait alat bantu pengangkutan yang baik dan sesuai sehingga dapat mengurangi keluhan dan tingkat risiko pada pekerja.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada UMKM pertanian daerah Ngemplak, Sleman, DIY.
2. Penelitian dilaksanakan pada November 2021-Juni 2022.
3. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *Nordic Body Map*, *Rapid Entire Body Assessment*, dan perancangan alat menggunakan *Quality Function Deployment* dengan pendekatan antropometri.
4. *Output* penelitian berupa desain 3D rancangan rekomendasi alat bantu pengangkutan.

1.6 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan tugas akhir disusun dalam enam bab dengan rincian setiap bab adalah sebagai berikut:

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pemaparan permasalahan yang peneliti temukan. Pada bab ini juga terdapat perumusan masalah yang didapatkan dari pemaparan latar belakang serta tujuan penelitian. Selain itu, terdapat pula manfaat penelitian untuk berbagai pihak, batasan masalah, serta sistematika penelitian secara singkat.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisikan kajian literatur mengenai teori maupun konsep dasar yang menjadi dasar dan mendukung penelitian yang sedang dilakukan. Teori maupun konsep dasar ini diperoleh dari buku, jurnal, *website*, maupun sumber yang valid. Selain itu, pada bab ini juga memuat uraian terkait hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang memiliki fokus penelitian yang sama.

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan terkait kerangka pemecahan masalah dan penjelasan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan. Pada bab ini juga terdapat penjelasan terkait subjek dan objek penelitian, sumber data penelitian, instrumen penelitian, teknik pengambilan data, teknik pengolahan data, teknik analisis data, serta bagan alir penelitian.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan penjelasan proses pengumpulan dan pengolahan data yang didapatkan pada saat penelitian. Pengumpulan dan pengolahan data tersebut dilakukan sesuai dengan metode yang telah dipilih dan dijelaskan

pada bab sebelumnya. Selanjutnya, hasil dari pengolahan data tersebut akan disajikan dalam bentuk gambar, grafik, maupun tabel yang akan digunakan sebagai pedoman penyusunan pembahasan hasil yang akan diuraikan pada bab selanjutnya.

BAB V

PEMBAHASAN

Bab ini berisikan mengenai pembahasan secara detail terkait hasil dari pengolahan data pada bab sebelumnya. Pembahasan yang dilakukan disesuaikan dengan rumusan permasalahan dan tujuan penelitian untuk mendapatkan kesimpulan dan rekomendasi yang dapat diberikan sebagai penyelesaian permasalahan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan analisis dan pembahasan. Kesimpulan bertujuan untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Selain itu pada bab ini mencakup saran yang diberikan berdasarkan pengalaman untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi seluruh sumber data yang digunakan dalam penelitian.

LAMPIRAN



BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Empiris

Penelitian Setiadi (2013) mengenai usulan alat bantu pemindahan batako bertujuan untuk merancang alat bantu ergonomis untuk menyelesaikan permasalahan MSDs. Penelitian dilakukan dengan memberikan kuesioner SNQ dan menghitung REBA untuk mengetahui risiko cedera. Selanjutnya dilakukan penilaian *Recommended Weight Limit* (RWL), *Lifting Index* (LI), dan *Maximum Permissible Limit* (MPL). Berdasarkan hasil SNQ, diketahui kedua operator merasakan sakit pada beberapa bagian tubuh yang relatif sama yakni leher atas, leher bawah, punggung, pinggang, pantat, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, tangan, lutut, dan kaki. Hasil skor REBA menunjukkan aktivitas berisiko sangat tinggi dan membutuhkan perbaikan segera. Hasil nilai MPL *origin* dan *destination* termasuk kedalam golongan berbahaya. Sehingga, dilakukan perancangan troli dengan bentuk dan prinsip kerja menyerupai *forklift* yang memungkinkan operator membawa batako tanpa membungkuk dan mengangkat secara manual. Dimensi tubuh yang digunakan yaitu Tinggi Siku Berdiri (TSB) dengan persentil 50 untuk tinggi pegangan troli berukuran 100,16 cm, Lebar Bahu (LB) dengan persentil 95 untuk lebar pegangan berukuran 53,77 cm, Diameter Genggaman (DG) dengan persentil 50 untuk diameter pegangan berukuran 3,93 cm. Setelah dihitung kembali skor REBA, RWL, dan MPL, kegiatan pemindahan batako menjadi lebih baik.

Selain itu, penelitian oleh Caesaron et al., (2017) mengenai perancangan alat bantu pada buruh angkut bertujuan untuk mengurangi risiko cedera. Penelitian dilakukan pada operator penanganan bahan secara manual di PT. XYZ yang berjumlah 18 orang. Perhitungan skor RULA keseluruhan aktivitas bernilai 7 sehingga dibutuhkan perbaikan pada prosedur kerja, salah satunya adalah penggunaan alat bantu. Oleh sebab itu, desain troli dan rak akan dilakukan berdasarkan kebutuhan konsumen dengan metode QFD. Berdasarkan identifikasi kebutuhan pengguna, kebutuhan teknis untuk troli adalah

volume angkut, lebar pegangan, tinggi pegangan, tinggi minimal troli, tinggi maksimal troli, lebar troli, panjang troli, diameter pegangan, berat troli, jenis roda troli, jenis bahan baku troli, tebal penampang, dan lebar genggamannya. Sedangkan kebutuhan teknis untuk rak adalah volume rak, lebar rak, tinggi rak, panjang rak, bahan baku kerangka, bahan baku ambalan, tebal ambalan, jarak ambalan, dan tinggi minimal ambalan. Berdasarkan pengukuran antropometri didapat spesifikasi untuk volume angkut 172,56 liter, lebar pegangan 43,07 cm, tinggi pegangan 104,97 cm, tinggi minimal troli 72,27 cm, tinggi maksimal troli 110,11 cm, lebar troli 60,17 cm, panjang troli 65,55 cm, diameter pegangan 3,83 cm, jenis roda troli adalah besi campuran, jenis bahan baku troli adalah aluminium, tebal penampang 2-4 cm, lebar genggamannya 9,73 cm. Spesifikasi untuk rak adalah volume rak 86,28 Liter, lebar rak 131,11 cm, tinggi rak 206,13 cm, panjang rak 46,19 cm, bahan baku kerangka adalah besi, bahan baku ambalan adalah plat besi, tebal ambalan 2-5 cm, jarak ambalan 24,85 cm, tinggi minimal ambalan 104,97 cm. Setelah merancang troli dan rak, penilaian skor RULA didapatkan hasil 4.

Adapun penelitian oleh Iskandar & Janari (2021) mengenai usulan desain troli barang bertujuan merancang rekomendasi desain troli barang di divisi *finishing* dan *packing* menggunakan ergonomi partisipatori serta pendekatan antropometri. Pada penelitian ini terdapat permasalahan troli barang yang digunakan sebagai alat *material handling* untuk mobilisasi *box* karton berisi produk menyebabkan karyawan mengalami keluhan seperti sakit punggung karena menaikkan dan menurunkan *box* secara manual, kesulitan ketika melewati turunan dan tanjakan karena tidak adanya rem, troli sulit dibelokkan, dan troli terlalu berat. Oleh sebab itu dilakukan perancangan troli melalui *Forum Group Discussion* (FGD) bersama *stakeholders*, karyawan, peneliti, serta ahli. Rancangan dibuat dengan bahan *stainless steel* pada kerangka dan *polipropilena* pada aksesoris. Dalam perancangannya menggunakan antropometri dengan dimensi tubuh Lebar Bahu (LB) dengan persentil 95 untuk lebar pegangan troli, Tinggi Siku Berdiri (TSB) dengan persentil 5 untuk tinggi troli dan Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD) dengan persentil 5 untuk pegangan troli. Berdasarkan hasil perhitungan, ukuran tinggi troli yaitu 84,5 cm, lebar pegangan troli yaitu 48 cm, lebar alas troli yaitu 53 cm, panjang alas troli yaitu 90 cm, lebar wadah troli yaitu 57 cm, panjang wadah troli yaitu 80 cm, dan panjang terusan wadah troli yaitu 30 cm. Selain itu terdapat penambahan rem agar mudah saat melewati turunan atau tanjakan, menggunakan sistem hidrolis manual agar

mudah saat menaikkan dan menurunkan karton, ukuran wadah troli dibuat fleksibel, serta terdapat pengunci roda. Pada penelitian ini tidak terdapat pengukuran secara objektif mengenai postur tubuh pekerja saat melakukan pekerjaan menggunakan troli yang sudah ada. Selain itu, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Pada penelitian Talapatra et al (2019) mengenai perancangan troli pada *machin shop* di Khulna, Bangladesh bertujuan untuk merancang troli yang sesuai dengan dimensi pekerja agar dapat mengurangi risiko MSDs. Penelitian dilakukan dengan melakukan wawancara terkait keluhan pada 50 pekerja. Selain itu juga dilakukan pengukuran antropometri terhadap 50 pekerja tersebut. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa sebagian besar pekerja mengalami sakit pada bagian punggung dikarenakan tinggi troli yang tidak sesuai dengan dimensi tubuh pekerja dan roda yang tidak berfungsi dengan baik sehingga pekerja perlu menggunakan kekuatan berlebih pada saat menggunakan troli tersebut. Sehingga dilakukan perancangan ulang ukuran pada troli yaitu dengan menggunakan dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB) untuk menentukan tinggi troli dengan persentil 50 sehingga didapatkan ukuran yaitu 122,5 cm. Selain itu, dilakukan pula perancangan ulang pada roda dengan *wheel radius* 4 cm sehingga rancangan troli dapat lebih baik dari troli yang sudah ada sebelumnya. Pada penelitian ini tidak terdapat pengukuran secara objektif mengenai postur tubuh pekerja saat melakukan pekerjaan menggunakan troli yang sudah ada. Selain itu, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Selain itu, pada penelitian oleh Abisena & Martini (2020) mengenai perancangan *material handling equipment* pada proses pengemasan buah manggis bertujuan untuk merancang alat bantu bagi pekerja ketika melakukan proses pemindahan buah. Metode perancangan yang digunakan yaitu metode produk rasional Nigel Cross untuk merancang dan mendapatkan kombinasi konsep *material handling equipment* terbaik yang dapat memenuhi kriteria yang dibutuhkan. Hasil konsep terpilih untuk membantu proses perpindahan buah yaitu *material handling equipment* dengan tipe troli. *Handle* yang digunakan berbentuk *U-Shape* dan dilapisi dengan karet. Rak terdiri dari 5 tingkat dimana setiap rak dapat menampung 4 keranjang buah manggis. Pada bagian penggerak terdiri dari 4 roda yang dapat memutar 360°. Spesifikasi dimensi troli yaitu panjang 90 cm, lebar 70 cm, serta tinggi troli 85-87 cm. Dari perhitungan *recommended weight limit*,

ditemukan bahwa sebelum adanya alat bantu, besar *load index* berkisar 16.86 hingga 17.57, tetapi setelah ada alat bantu menjadi 0.03. Perhitungan postur kerja menggunakan RULA pada penggunaan *material handling* usulan bernilai 4. Pada penelitian ini tidak terdapat pengukuran secara subjektif terkait dengan keluhan pengguna serta tidak dijelaskan dimensi tubuh yang digunakan dalam perancangan.

Adapun pada penelitian Sokhibi & Alifiana (2019) mengenai perancangan troli pada PG Jatibarang Brebes bertujuan untuk melakukan perancangan produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja agar lebih nyaman saat digunakan sehingga dapat mengurangi kelelahan dan meningkatkan produktivitas. Permasalahan yang terjadi yaitu pada proses kerja yang tidak memperhatikan aspek ergonomi sehingga membuat pekerja mengalami kelelahan dan berakibat pada penurunan produktivitas. Penelitian dilakukan dengan membandingkan produktivitas dan pengukuran antropometri secara langsung pada PG Jatibarang Brebes. Berdasarkan permasalahan yang ada, dirancang troli ergonomis dengan dimensi yang digunakan yaitu Tinggi Siku Berdiri (TSB) untuk tinggi pegangan troli dengan persentil 5 dan Diameter Genggam (DG) untuk diameter pegangan dengan persentil 5. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan ukuran tinggi pegangan troli yaitu 101,79 cm dan diameter pegangan yaitu 3,81 cm. Ukuran panjang dan lebar troli disesuaikan dengan ukuran karung gula yaitu dengan panjang 70 cm dan lebar 50 cm. Sebelum menggunakan troli, *output standard* sebesar 119 karung/jam, sedangkan setelah menggunakan troli menjadi 149 karung/jam, sehingga dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan produktivitas sebesar 25,2%. Pada penelitian ini tidak terdapat pengukuran secara objektif mengenai postur tubuh pekerja saat melakukan pekerjaan menggunakan troli yang sudah ada. Selain itu, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Pada penelitian oleh Yuamita & Sary (2017) mengenai perancangan alat bantu pada CV. Poetra Mandiri Karton bertujuan mengurangi keluhan pekerja serta meningkatkan produktivitas agar dapat mencapai target produksi. Responden pada penelitian ini adalah 9 pekerja pada bagian produksi di CV. Poetra Mandiri Karton. Pekerja tersebut terbagi ke dalam 3 grup yang masing-masing terdiri dari 2 orang pekerja yang mengoperasikan alat cetak karton dan 1 orang pekerja yang menangani bubur karton dan pemindahan karton basah. Berdasarkan hasil penelitian dan setelah dianalisis

menggunakan diagram *fishbone*, didapatkan bahwa akar dari permasalahan tidak tercapainya target produksi adalah kelelahan. Berdasarkan kuesioner NBM didapatkan bahwa 55,56% merasakan keluhan pada pinggang bawah, 66,67% pada lengan bawah kiri, 55,56% pada lengan bawah kanan, 55,56% pada tangan kiri, 77,78% pada tangan kanan, 55,56% pada kaki kiri, dan 55,56% pada kaki kanan. Grup dengan rata-rata keluhan yang lebih besar merupakan grup dengan hasil produksi karton yang lebih besar. Selanjutnya grup dengan rata-rata beban kerja mental yang lebih besar merupakan grup dengan hasil produksi karton yang lebih besar pula. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan perancangan troli yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja dengan menggunakan dimensi Lebar Bahu (LB) untuk lebar pegangan *trolley* dengan persentil 50 dan dimensi Diameter Genggam (DG) untuk diameter pegangan *trolley* dengan persentil 50 sehingga didapat ukuran lebar pegangan troli yaitu 40,22 cm dan diameter genggam yaitu 3,67 cm. Usulan perbaikan yang dilakukan memungkinkan pekerja untuk memindahkan karton basah tanpa melakukan pengangkatan secara manual sehingga dapat mengurangi risiko cedera. Hal tersebut juga meningkatkan jumlah produksi sebesar 113%. Pada penelitian ini, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Selain itu, pada penelitian Sokhibi et al. (2018) mengenai perancangan troli pada aktivitas pengangkutan beras di penggilingan padi bertujuan untuk melakukan perbaikan fasilitas kerja untuk mengurangi keluhan posisi kerja. Penelitian dilakukan pada penggilingan padi Desa Kedungdowo, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kudus dengan 29 responden *Standar Nordic Questionnaire* (SNQ) yang terdiri dari pekerja dan konsumen serta terdapat 30 responden untuk dilakukan pengukuran dimensi tubuh yang akan digunakan. Permasalahan yang terjadi yaitu proses pengangkutan beras tidak memperhatikan aspek ergonomi dikarenakan pekerja membawa beras dengan dipanggul atau diangkat dengan menggunakan tangan yang dapat menyebabkan kelelahan, ketidaknyamanan, risiko cedera, dan penurunan produktivitas. Berdasarkan hasil kuesioner SNQ, didapatkan 20,55% mengalami keluhan pada punggung, 19,88% mengalami keluhan pada leher, 17,12% mengalami keluhan pada pinggang, 13,70% mengalami keluhan pada lutut, 12,33% mengalami keluhan pada betis, 10,27% mengalami keluhan pada paha, dan 6,85% mengalami keluhan pada lengan tangan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan perancangan troli yang disesuaikan dengan dimensi tubuh pengguna yaitu dengan menggunakan dimensi Tinggi Siku Berdiri

(TSB) menggunakan persentil 50 untuk tinggi troli dan Diameter Genggam Tangan (DGT) menggunakan persentil 5 untuk diameter *handle*. Ukuran panjang dan lebar troli disesuaikan dengan ukuran panjang dan lebar karung. Dari pengolahan data yang dilakukan diperoleh hasil rancangan troli dengan ukuran tinggi troli 100,81 cm, diameter genggam tangan troli 4,77 cm, panjang troli 71 cm, dan lebar troli 52 cm. Setelah menggunakan rancangan troli, posisi kerja pekerja menjadi lebih nyaman dibuktikan dengan penurunan keluhan pada pekerja. Pada penelitian ini tidak terdapat pengukuran secara objektif mengenai postur tubuh pekerja saat melakukan pekerjaan menggunakan troli yang sudah ada. Selain itu, desain troli yang dibuat hanya terdiri dari satu tingkatan.

Pada penelitian oleh Djamal et al., (2019) mengenai perancangan alat bantu pengambilan part pada *warehouse* bertujuan mengurangi atau bahkan menghilangkan keluhan yang dirasakan operator dengan mengutamakan aspek ergonomi. Studi lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung dan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui keluhan operator. Selain itu, dilakukan pengukuran postur kerja dengan menggunakan metode REBA, kemudian dilakukan perancangan alat bantu yang menggunakan metode *Value Engineering*. Dari hasil perhitungan REBA didapatkan skor 9 yang berarti berada di level 3 yaitu tinggi dengan perlu segera adanya tindakan perbaikan. Sehingga dilakukan perancangan alat bantu berupa troli dengan menggunakan beberapa dimensi tubuh diantaranya Tinggi Bahu Berdiri (TBB), Tinggi Mata Berdiri (TMB), Jarak Siku ke Ujung Jari (JSU), Tinggi Siku Berdiri Tegak (TSB), dan Jangkauan Tangan ke Depan (JTD) sehingga didapatkan ukuran diameter 100x78x43 cm, tinggi pegangan 100 cm, berat 28 kg, dan berat roda masing-masing 0,5 kg. Dari hasil perhitungan REBA setelah menggunakan alat didapatkan skor sebesar 3, yang berarti berada di level 2 yaitu rendah dengan mungkin perlu adanya tindakan perbaikan. Keluhan pekerja berdasarkan kuesioner NBM pun mengalami penurunan. Pada penelitian ini, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Adapun pada penelitian oleh Karliman & Sarvia (2019) mengenai perancangan alat *material handling* pada aktivitas pemindahan semen bertujuan menganalisis dan mereduksi risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) pekerja. Berdasarkan hasil kuesioner SOFI dan NBM sebelum melakukan aktivitas pengangkatan semen, pekerja tidak merasakan keluhan mengenai kondisi kelelahan, namun setelah melakukan aktivitas

pekerja merasakan adanya kelelahan terutama pada faktor *physical discomfort* (ketidaknyamanan fisik), *lack of energy* (kurang energi), dan *physical exertion* (kelelahan fisik). Berdasarkan perhitungan skor REBA pada 12 skenario, didapat 4 skenario dengan tingkat risiko rendah, 4 skenario tingkat risiko menengah, dan 4 skenario tingkat risiko tinggi yang disebabkan pada proses penurunan semen tumpukan awal, punggung sangat membungkuk. Dari tabel perhitungan nilai RWL dan LI, diketahui bahwa hanya skenario 1 yang memiliki nilai LI antara 1 sampai 3, sedangkan skenario lain memiliki nilai LI di atas 3 yang berarti aktivitas tersebut cukup berisiko. Berdasarkan permasalahan, dirancang *hand trolley* dengan meja datar yang memiliki roda dengan pengunci dan *handle* sehingga memudahkan proses pemindahan. Cara kerja alat menggunakan hidrolik dengan letak injakan pompa pada bagian belakang. Tinggi tiang bagian belakang alat adalah 142 cm dikarenakan satu sak semen memiliki tinggi 12 cm, sehingga 10 tumpukan semen berarti memiliki tinggi 120 cm. Selain mempertimbangkan tinggi tumpukan semen, dipertimbangkan pula tinggi mata pada posisi berdiri pria (persentil 5) setinggi 147 cm sehingga tinggi alat ini tidak menutupi pandangan saat digunakan. Tinggi pegangan alat adalah 124,7 cm berdasarkan data antropometri tinggi bahu pria (persentil 5). Diameter pegangan alat adalah 4,5 cm berdasarkan data antropometri diameter genggam pria (persentil 5). Jarak pegangan ke tiang bagian belakang alat adalah 18,9 cm berdasarkan data antropometri panjang tangan pria (persentil 95). Lebar *platform* alat adalah 45 cm dan panjang *platform* adalah 60 cm. Ukuran tersebut berdasarkan lebar 1 sak semen yaitu sebesar 40 cm dan panjang sebesar 60 cm. Setelah perancangan alat, didapatkan hasil bahwa skor REBA mengalami penurunan dari 12 skenario terdapat 1 skenario dengan tingkat risiko menengah dan 11 skenario sisanya dengan tingkat risiko rendah. Didapatkan pula nilai LI usulan sudah mengalami penurunan secara signifikan. Pada penelitian ini, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Selain itu, pada penelitian Rochman et al., (2010) mengenai perancangan alat bantu pada buruh angkut bertujuan untuk memperbaiki sikap kerja dan beban kerja pada buruh angkut. Penelitian dilakukan di Pasar Gede pada aktivitas *manual material handling* yaitu pengangkatan, pengangkutan, maupun penurunan peti buah dari lokasi bongkar muat *truck* hingga ke kios pedagang dengan jarak ± 20 meter. Penelitian ini berfokus pada aktivitas pengangkatan, pengangkutan, maupun penurunan peti buah berukuran 60 cm x 40 cm x 42 cm dengan kapasitas beban sebesar 55 kg/peti.

Berdasarkan hasil kuesioner NBM yang diberikan kepada 24 pekerja diketahui bahwa keluhan terbesar terjadi pada punggung dan bagian lutut sebesar 100 %, pinggul sebesar 87,5 %, betis sebesar 87.5 %, pergelangan kaki sebesar 83.3%, dan bahu sebesar 79.2 %. Berdasarkan penilaian REBA didapatkan skor 10 pada pengangkatan peti dan pengangkutan peti serta skor 11 pada penurunan peti yang berarti berisiko tinggi dan memerlukan tindakan segera. Pada pengukuran *energy cost* dan beban kerja didapatkan sebanyak lima pekerja tergolong *heavy work* dan sebanyak lima pekerja lainnya tergolong *moderate work*. Berdasarkan hal tersebut, dilakukanlah perancangan troli yang disesuaikan dengan dimensi tubuh tinggi bahu berdiri dengan persentil 95 untuk tinggi *handle* pertama berukuran 143 cm, tinggi siku berdiri dengan persentil 95 untuk tinggi *handle* kedua berukuran 130 cm, lebar bahu dengan persentil 95 untuk lebar antar *handle* pertama berukuran 43 cm, lebar bahu dengan persentil 50 untuk lebar antar *handle* pertama berukuran 40 cm, diameter lingkaran genggam dengan persentil 95 untuk diameter *handle* berukuran 4 cm, dan lebar jari ke-2, 3, 4, 5 dengan persentil 95 untuk panjang genggam *handle* berukuran 9 cm. Setelah dilakukan perancangan, skor REBA mengalami penurunan pada seluruh aktivitas menjadi level resiko 2 yaitu sedang. Hasil perbandingan *energy cost* terjadi penurunan beban kerja dari kategori beban kerja berat (*heavy work*) menjadi kategori beban kerja sedang (*moderate work*). Pada penelitian ini, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Selanjutnya, penelitian oleh Zen (2014) mengenai perancangan alat *material handling* pada bagian pengepakan pupuk bertujuan untuk mengurangi keluhan pada operator di CV. Bukitraya Laendsrys. Berdasarkan hasil SNQ didapatkan hasil bahwa operator mengalami keluhan pada bahu kiri, bahu kanan, lengan atas, lengan bawah kiri dan kanan memiliki persentase 100% untuk kriteria “sangat sakit”. Keluhan disebabkan oleh pengangkatan pupuk kapur pertanian seberat 50 kg secara repetitif dari stasiun pengepakan ke gudang produk jadi. Berdasarkan hasil penilaian postur kerja dengan metode QEC, elemen kegiatan operator A membantu operator B menaikkan produk ke punggung operator B dan pengangkatan produk dipindahkan dari stasiun pengepakan ke gudang perlu tindakan sekarang juga akibat postur kerja yang tidak ergonomis karena beban yang dipikul sangat berat dan dilakukan secara berulang. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan perancangan fasilitas kerja berupa alat bantu pemindahan produk berupa *trolley* yang dirancang dengan prinsip data antropometri. Adapun dimensi yang digunakan

adalah Lebar Bahu (LB), Tinggi Siku Berdiri (TSB), dan Diameter Genggaman (DG). *Trolley* dirancang dengan sistem pegas dan sistem hidrolik pada papan penampung produk. Pada penelitian ini tidak membahas terkait persentil yang digunakan serta tidak membahas pula terkait fungsi dari masing-masing dimensi tubuh. Pada penelitian ini, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Adapun penelitian Suryaningrat et al., (2020) bertujuan untuk melakukan perancangan ulang alat angkut *Thin Brown Crepe* (TBC) pada PTPN XII Sumber Tengah dimana beberapa pekerjaan masih dilakukan secara manual, seperti membawa TBC dengan menggunakan peralatan roda dua dan membawa secara manual di atas kepala pekerja dengan jarak 70 m, sehingga pekerja merasa kelelahan dan sering mengeluh nyeri pada bahu, punggung, pinggang dan bagian tubuh lain. Dalam perancangannya, disesuaikan dengan dimensi tubuh Tinggi Bahu Berdiri dengan persentil ke-5 untuk tinggi alat angkut yaitu 121 cm, Lebar Bahu dengan persentil ke-95 untuk lebar *handle* yaitu 44 cm, Tinggi Siku Berdiri dengan persentil ke-5 untuk tinggi *handle* yaitu 103 cm, Diameter Genggaman dengan persentil ke-50 untuk diameter *handle* yaitu 5 cm. Lebar dan Panjang alat angkut didapatkan dari hasil perhitungan lipatan TBC yaitu dengan lebar 90 cm dan panjang 120 cm. Rancangan ulang alat angkut TBC tersebut dapat mengurangi keluhan pekerja, meningkatkan produktivitas sebesar 116%, dan menurunkan tingkat *human error*. Pada penelitian ini, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Berdasarkan penelitian Siska et al., (2018) yang bertujuan untuk mendesain ulang gerobak angkut yang ergonomis berdasarkan metode OWAS dan antropometri diketahui bahwa pada PT. Perindustrian & Perdagangan Bangkinang merupakan Industri yang bergerak dibidang pengolahan getah karet menjadi barang setengah jadi (*Crumb Rubber*). Pada proses pengolahannya, banyak terdapat kegiatan *material handling* khususnya pada pengangkutan karet olahan ke penjemuran. Hal tersebut dapat menimbulkan beberapa permasalahan seperti waktu kerja yang lama serta kurang nyaman dan aman bagi pekerja sehingga dilakukan perancangan ulang alat kerja dengan menyesuaikan lebar bahu (LB), tinggi siku berdiri (TSB), dan panjang telapak tangan (PTT). Berdasarkan analisa postur kerja menggunakan OWAS, diperoleh rata-rata nilai level skala sikap awal yaitu 3 (perbaikan perlu dilakukan sesegera mungkin) menjadi rata-rata 1 (tidak perlu perbaikan) setelah dilakukan perancangan ulang. Waktu kerja yang awalnya memiliki waktu siklus

117,10 detik, waktu normal 124,76 detik, waktu baku 179,65 detik menjadi lebih cepat yaitu sebesar waktu siklus 86,84 detik, waktu normal 98,99 detik, waktu baku 136,60 detik. Berdasarkan analisa OWAS dan waktu kerja serta antropometri dari hasil desain ulang, bahwa sistem kerja usulan diharapkan dapat meminimalisir timbulnya cedera otot musculoskeletal sehingga pekerja dapat bekerja dengan nyaman dan aman. Pada penelitian ini, desain perancangan troli hanya terdiri dari satu tingkatan.

Selanjutnya, penelitian oleh Syahril & Zetli (2022) diketahui bahwa pengangkatan *box* minuman pada CV. Cahaya Biru Gemilang memiliki skor risiko pekerjaan REBA rata-rata 8 yang menunjukkan bahwa diperlukan tindakan segera sehingga penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan troli dengan menggunakan *Ergonomic Function Deployment* (EFD). Selain itu nilai skoring *nordic body map* pekerja menunjukkan risiko kerusakan pada pinggang, punggung, leher, pinggul, lengan bawah kanan dan kiri, tengkuk, serta pergelangan tangan kanan serta kiri. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan perancangan troli dimana untuk tinggi troli mempertimbangkan Tinggi Siku Berdiri (P5) dengan nilai 100 cm, panjang troli mempertimbangkan panjang dari produk yang dipindahkan yaitu panjang *box* 80 cm, lebar troli mempertimbangkan Lebar Bahu (P95) dengan nilai 50 cm. Pada penelitian ini belum terdapat pengaruh setelah dilakukan perancangan alat.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dapat diketahui bahwa sudah terdapat penelitian yang membahas mengenai perancangan fasilitas kerja berupa alat pengangkutan, namun pada penelitian sebelumnya lebih berfokus pada pengangkutan barang-barang yang pada proses pemindahannya dapat ditumpuk seperti batako, karung, dan *box* sehingga desain troli hanya terdiri dari satu tingkatan, meskipun terdapat perancangan troli yang terdiri dari beberapa tingkatan akan tetapi troli tersebut tidak dapat diterapkan pada proses pemindahan kotak bibit tanaman. Selain itu, pada beberapa penelitian sebelumnya tidak terdapat pengukuran postur kerja pekerja serta tidak menggunakan metode desain dalam perancangannya. Maka, pada penelitian ini akan berfokus pada perancangan fasilitas kerja berupa alat pemindahan kotak bibit tanaman yang dapat lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, sehingga akan terdapat perbedaan dalam inovasi desain perancangan troli yang akan dilakukan.

2.2 Kajian Teoritis

2.2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu dari kata *ergon* yang memiliki arti kerja dan kata *nomos* yang memiliki arti hukum alam. Ergonomi berkaitan dengan aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerja yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen, dan desain/perancangan (Nurmianto, 2004). Ergonomi adalah studi yang mempelajari tentang interaksi antara manusia dengan mesin beserta faktor-faktor lain yang mempengaruhi interaksi di dalamnya (Bridger, 2008). Berdasarkan Cormick dan Sanders (1992), analisis ergonomi terbagi menjadi empat kelompok, yaitu sebagai berikut:

1. Analisis tentang tampilan/*display*. Penyelidikan pada suatu *interface* perangkat yang menyajikan informasi tentang lingkungan dan mengkomunikasikannya pada manusia dalam bentuk tanda-tanda, angka, dan lambang.
2. Analisis tentang kekuatan fisik manusia dengan mengukur kekuatan serta ketahanan fisik manusia pada saat kerja, termasuk perancangan obyek serta peralatan yang sesuai dengan kemampuan fisik manusia beraktivitas.
3. Analisis tentang ukuran tempat kerja untuk menyesuaikan dimensi tubuh manusia terhadap rancangan tempat kerja.
4. Analisis tentang lingkungan kerja meliputi kondisi lingkungan fisik tempat kerja dan fasilitas kerja.

Berikut merupakan tujuan penerapan ergonomi secara umum:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola, dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek teknis, ekonomis, dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi (Tarwaka & Sudiajeng, 2004).

Peranan ergonomi dalam meningkatkan faktor kesehatan dan keselamatan kerja antara lain dengan desain suatu sistem kerja yang dapat mengurangi rasa nyeri pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain perkakas kerja yang dapat mengurangi kelelahan kerja, serta desain peletakan instrumen dan sistem pengendalian agar dapat dihasilkan respon yang cepat dalam transfer informasi sehingga dapat meminimalkan risiko kesalahan serta didapatkan optimasi, efisiensi kerja, dan hilangnya risiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat (Nurmianto, 2008).

2.2.2 Postur Kerja

Postur atau sikap kerja merupakan suatu tindakan yang diambil pekerja dalam melakukan pekerjaan (Nurmianto, 2004). Postur kerja menjadi titik penentu dalam menganalisa keefektifan dari suatu pekerjaan. Apabila postur kerja yang dilakukan oleh operator sudah baik dan ergonomis maka hasil yang diperoleh pun akan baik. Akan tetapi, apabila postur kerja operator tidak ergonomis, maka operator tersebut akan mudah mengalami kelelahan yang dapat berpengaruh pada penurunan hasil sehingga tidak sesuai dengan yang diharapkan (Susihono & Prasetyo, 2012). Menurut Nurmianto (2004), terdapat 3 klasifikasi sikap dalam bekerja, yaitu:

1. Sikap Kerja Duduk

Sikap kerja duduk menyebabkan adanya tekanan pada tulang belakang sehingga dapat menimbulkan masalah musculoskeletal terutama masalah punggung. Keuntungan bekerja dengan sikap kerja duduk adalah dapat mengurangi beban statis pada kaki dan berkurangnya pemakaian energi.

2. Sikap Kerja Berdiri

Sikap kerja berdiri dapat menjadikan aktivitas kerja menjadi lebih cepat, kuat, dan teliti dikarenakan tubuh dalam sikap siaga baik fisik maupun mental namun dapat menyebabkan kelelahan, nyeri, hingga fraktur pada otot tulang belakang.

3. Sikap Kerja Duduk Berdiri

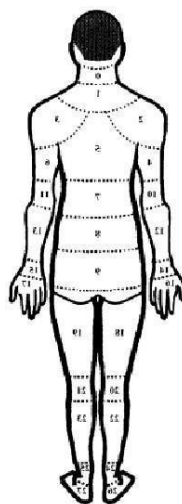
Sikap kerja duduk berdiri merupakan kombinasi dari sikap kerja duduk dan sikap kerja berdiri yang dapat mengurangi kelelahan otot yang disebabkan oleh sikap dalam satu posisi kerja. Posisi duduk berdiri merupakan posisi yang lebih baik

apabila dibandingkan dengan posisi duduk atau posisi berdiri saja. Pada sektor industri, tekanan pada tulang belakang dan pinggang dengan penerapat sikap kerja duduk menjadi 30% lebih rendah dibandingkan dengan posisi duduk maupun berdiri saja secara terus menerus.

Postur kerja seseorang melibatkan beberapa gaya otot, sehingga dalam jangka pendek dapat mengakibatkan kelelahan fisik dan dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan otot, sendi, ligament, dan tendon apabila penerapan postur kerja tidak baik (Pramestri, 2017).

2.2.3 Nordic Body Map (NBM)

NBM digunakan untuk mengetahui keluhan *musculoskeletal disorder* (MSDs) yang dirasakan pekerja. Melalui kuesioner ini dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan mulai dari Tidak Sakit, Cukup Sakit, Sakit, dan Sangat Sakit. Dengan melihat dan menganalisa peta tubuh pada hasil kuesioner NBM, dapat dilakukan estimasi jenis dan tingkat keluhan, kelelahan, serta kesakitan pada bagian-bagian otot yang dirasakan pekerja (Dewi, 2020). NBM dapat digunakan untuk mengetahui lebih detail bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja. Meskipun bersifat subjektif, kuesioner NBM sudah terstandarisasi dan valid untuk digunakan (Santoso et al., 2014). Gambar 2.1 merupakan gambar *body maps* pada keusioner NBM.



Gambar 2.1 *Body Maps* NBM
(Sumber: Wignjosuebrotto, 1995)

Pengambilan data dengan NBM dapat dilakukan dengan menggunakan lembar kuesioner maupun melakukan wawancara. Kuesioner berisi *body maps* yang menunjukkan bagian-bagian rasa sakit otot pada tubuh. Berdasarkan Tarwaka (2010), Tabel 2.1 merupakan pedoman yang dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi tingkat risiko berdasarkan hasil NBM:

Tabel 2.1 Klasifikasi NBM

Range Score	Tingkat Risiko	Keterangan
28-49	Rendah	Belum memerlukan perbaikan
50-70	Sedang	Mungkin memerlukan perbaikan di kemudian hari
71-91	Tinggi	Memerlukan sebuah tindakan/usaha segera
92-112	Sangat Tinggi	Memerlukan sebuah tindakan/usaha menyeluruh secepat mungkin

2.2.4 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Metode REBA merupakan metode yang dapat digunakan secara cepat untuk menilai postur pekerja. Metode REBA dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh, serta aktivitas yang dilakukan. Nilai atau level REBA menunjukkan postur tubuh dan tingkatan risiko cedera musculoskeletal yang dihadapi oleh pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Dalam menggunakan metode REBA, segmen-segmen tubuh dibagi menjadi dua *group*, yaitu *group A* yang terdiri dari punggung (batang tubuh), leher, dan kaki serta *group B* yang terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan (McAtamney & Hignett, 1995). Gambar 2.2 merupakan postur-postur yang dijadikan dasar dalam melakukan penilaian postur kerja pada masing-masing *group*:

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
 +1 -10-20° +2 20° +3 20°
 Neck Score

Step 2: Locate Trunk Position
 +1 0° +2 0° +3 0° +4 0°
 Trunk Score

Step 3: Legs
 Adjust: 30-60° Add +1 Add +2
 Leg Score

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

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

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

Scoring
 1 = Negligible Risk
 2-3 = Low Risk. Change may be needed.
 4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
 8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
 11+ = Very High Risk. Implement Change

Scores

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

Table B

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

Table C

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

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:
 +1 0° +2 20° +3 45-90° +4 90°
 Upper Arm Score

Step 8: Locate Lower Arm Position:
 +1 0° +2 0° +3 0° +4 0°
 Lower Arm Score

Step 9: Locate Wrist Position:
 +1 0° +2 15°
 Wrist Score

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

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

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

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

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

Table C Score + Activity Score = REBA Score

Gambar 2.2 Penilaian Skor REBA

(Sumber: ergo-plus.com oleh Mark Middlesworth)

Langkah-langkah dalam analisis REBA adalah sebagai berikut:

1. Mengambil data berupa gambar postur pekerja yang sedang melakukan aktivitasnya.
2. Menentukan bagian-bagian tubuh yang akan dianalisis dengan menggunakan REBA.
3. Menentukan nilai untuk masing-masing postur tubuh sesuai dengan REBA *Employee Assessment Worksheet*.
4. Menentukan nilai postur tubuh di setiap grup (A dan B) dengan melihat tabel penilaian A dan B.
5. Menentukan nilai A dengan menjumlahkan nilai postur tubuh dengan berat atau gaya yang digunakan.
6. Menentukan nilai B dengan menjumlahkan nilai postur tubuh B dengan faktor pegangan.
7. Menentukan nilai C dengan melihat tabel penilaian C.
8. Menentukan nilai dari aktivitas yang dilakukan.
9. Menjumlahkan nilai C dan nilai aktivitas untuk mendapatkan nilai terakhir analisis REBA.
10. Menentukan level risiko dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan.

11. Membuat desain, fasilitas, metode kerja maupun lingkungan kerja baru, untuk mendapatkan perbaikan.
12. Mengimplementasi dan mengevaluasi kembali perbaikan yang diusulkan.
13. Penilaian ulang dengan menggunakan metode REBA untuk perbaikan yang telah diimplementasikan.
14. Mengevaluasi perbandingan nilai REBA untuk kondisi sebelum dan sesudah perbaikan

Setelah didapatkan dari hasil perhitungan skor REBA sebelumnya, dapat diketahui level resiko yang terjadi dan perlu atau tidaknya tindakan yang dilakukan untuk perbaikan seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Skor REBA

Skor	Tindakan Perbaikan
1-2	Risiko diabaikan, tidak perlu penanganan
3-4	Risiko rendah, perubahan dibutuhkan
5-6	Risiko sedang, penanganan lebih lanjut, butuh perubahan segera
6+	Sangat berisiko, lakukan perubahan sekarang

2.2.5 Musculoskeletal Disorders (MSDs)

MSDs merupakan keluhan atau gangguan yang dirasakan oleh seseorang. Keluhan yang dirasakan mulai dari ringan hingga sangat sakit pada bagian muskuloskeletal yang meliputi bagian sendi, syaraf, otot, maupun tulang belakang. Keluhan tersebut diakibatkan oleh pekerjaan yang tidak alamiah (Tarwaka, 2015). Apabila otot mengalami gangguan, maka dapat mengganggu aktivitas sehari-hari dikarenakan kekuatan otot merupakan salah satu bagian terpenting dari organ tubuh manusia agar tubuh dapat bergerak. Rasa sakit pada otot dapat mengakibatkan turunnya produktivitas seseorang (Puspitasari, 2019). MSDs disebabkan oleh beberapa hal diantaranya pekerja yang setiap harinya melakukan pekerjaan mengangkat beban berat, posisi membungkuk dalam waktu yang lama, postur yang tidak ergonomis dan dilakukan secara berulang, maupun adanya perubahan gerakan secara tiba-tiba. Selain itu, gangguan musculoskeletal disorders juga dapat disebabkan oleh frekuensi mengangkat beban dan durasi dalam mengangkat beban.

MSDs dapat mengakibatkan terhambatnya produksi yang disebabkan oleh hilangnya jam kerja dan terhambatnya pekerjaan (Puspitasari, 2019).

2.2.6 Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) diperkenalkan oleh Yoji Akao, Professor of Management Engineering dari Tamagawa University. Pertama kali dikembangkan pada tahun 1972 oleh perusahaan Mitsubishi di Kobe dan diadopsi oleh Toyota pada tahun 1978, kemudian pada tahun-tahun selanjutnya mulai dikembangkan oleh perusahaan lainnya (Jaelani, 2012). QFD merupakan suatu metodologi yang dapat digunakan untuk menerjemahkan keinginan pelanggan menjadi karakteristik rekayasa produk atau jasa. Langkah-langkah *Quality Function Deployment* (QFD) dengan menggunakan matriks *House of Quality* adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi keinginan konsumen ke dalam atribut-atribut produk
Untuk mengetahui keinginan konsumen maka dapat dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner.
2. Menentukan tingkat kepentingan relatif dari atribut produk
Dilakukan dengan memberikan bobot pada masing-masing atribut dengan menggunakan skala prioritas yang didapat dari pengumpulan data kuesioner.
3. Mengevaluasi atribut produk pesaing yang sejenis
Tingkat kepentingan atribut dan pesaing diperoleh dari pengumpulan data kuesioner.
4. Menggambarkan matriks perlawanan antara atribut produk dengan karakteristik teknik
Atribut yang telah diterjemahkan ke dalam karakteristik teknik diletakkan pada bagian vertikal di tepi sebelah kiri sedangkan karakteristik teknik diletakkan pada bagian horizontal tepi atas.
5. Mengidentifikasi hubungan antara atribut produk dengan karakteristik teknik
Dilakukan dengan menggunakan skor tertinggi menunjukkan tingkat kemudahan yang paling tinggi bagi tim perancang untuk mengidentifikasi karakteristik teknik yang paling mempengaruhi kepuasan konsumen.
6. Mengidentifikasi hubungan antara sesama karakteristik teknik

Bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara sesama karakteristik yang satu dengan yang lainnya.

7. Menentukan target pencapaian untuk setiap karakteristik teknik

Digunakan *House Of Quality* (HOQ) yang merupakan gabungan semua karakteristik teknik, atribut yang diinginkan konsumen, posisi produk pesaing dan produk utama terhadap atribut yang sama (Hasibuan & Sutrisno, 2018).

2.2.7 Antropometri

Antropometri berasal dari kata latin “*anthropos*” yang berarti manusia dan “*metron*” yang berarti pengukuran. Secara umum antropometri diartikan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Bridger, 2015). Nurmianto (2014) menyatakan bahwa antropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia yang meliputi ukuran, bentuk, dan kekuatan. Data antropometri digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti rancangan stasiun kerja, peningkatan fasilitas kerja, desain ulang produk agar terdapat kesesuaian antara produk dengan ukuran pengguna (Suhartini, 2020). Ilmu antropometri digunakan sebagai pertimbangan ergonomis yang berkaitan dengan interaksi manusia dikarenakan pada dasarnya manusia terlahir dengan bentuk dan ukuran yang berbeda antara satu dengan yang lainnya (Suhartini, 2020). Variabilitas dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Umur

Umur merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan fasilitas sebagai contoh rancangan peralatan untuk anak-anak akan berbeda dengan rancangan peralatan untuk orang dewasa.

2. Jenis Kelamin

Secara umum lelaki mempunyai dimensi tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan perempuan. Namun dalam beberapa dimensi seperti ukuran pinggul dan paha tidak terdapat perbedaan yang cukup besar antara laki-laki dan perempuan.

3. Ras Asli

Variabilitas dimensi tubuh manusia disebabkan juga oleh perbedaan ras dan kelompok etnis. Perpindahan penduduk dari suatu negara ke negara lain sering menimbulkan masalah dalam perancangan fasilitas kerja. Misalkan, orang

Indonesia menjadi tenaga kerja di suatu industri di Amerika dan Eropa, maka hal tersebut akan berpengaruh dalam proses perancangan fasilitas kerja berkaitan dengan perbedaan antropometri orang Amerika dan Eropa dengan orang Indonesia.

4. Variabilitas Jenis Pekerjaan atau Profesi

Perbedaan dimensi tubuh dapat dilihat pada jenis pekerjaan atau profesi yang dilakukan. Sebagai contoh, seorang tukang batu atau petani mempunyai lengan lebih besar dibandingkan dengan pegawai negeri sipil. Kondisi ini disebabkan karena seorang tukang batu atau petani lebih banyak menggunakan lengan untuk aktivitas kerja.

5. Lingkungan Daerah

Orang yang tinggal di pegunungan akan berbeda dengan orang yang tinggal di pesisir maupun dengan orang yang tinggal di perkotaan. Orang yang tinggal di pedesaan cenderung lebih kurus dibandingkan dengan orang yang tinggal di kota.

6. Tingkat Sosial dan Status Nutrisi

Tingkat sosial tinggi akan berdampak pada pemenuhan gizi yang cukup baik, sedangkan orang yang tingkat sosial rendah dengan status nutrisi yang rendah akan mempunyai dimensi tubuh lebih kecil.

Metode pengukuran dimensi tubuh manusia dibedakan menjadi dua yaitu

1. Pengukuran Dimensi Statis

Pengukuran dimensi tubuh statis mencakup pengukuran seluruh bagian tubuh dalam posisi standar dan diam baik dalam posisi berdiri maupun posisi duduk. Dimensi tubuh statis digunakan dalam proses perancangan peralatan, perancangan alat-alat dan perlengkapan kerja industri, perancangan tempat duduk, perancangan peralatan rumah tangga, dan lain sebagainya.

2. Pengukuran Dimensi Dinamis

Dimensi dinamis atau fungsional merupakan dimensi tubuh yang diukur dalam kondisi kerja atau adanya pergerakan yang dibutuhkan dalam suatu kerja. Pengukuran dimensi dinamis cukup sulit dilakukan karena terdapat pertimbangan gerakan tubuh dikarenakan manusia pada dasarnya terus menerus dalam keadaan bergerak (Purnomo, 2013).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Rancangan Penelitian

Berikut merupakan rancangan penelitian yang akan dilakukan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kerangka Rancangan Penelitian

Pertanyaan	Penjelasan
Apa	Penelitian dilakukan terhadap keluhan dan risiko postur tubuh pekerja saat melakukan pekerjaan serta kebutuhan terkait alat bantu.
Siapa	Responden pada penelitian ini merupakan pekerja pada UMKM pertanian daerah Ngemplak, Sleman, DIY.
Kapan	Penelitian dilakukan pada bulan November 2021-Juni 2022
Dimana	Penelitian dilakukan pada UMKM pertanian daerah Ngemplak, Sleman, DIY.
Mengapa	Penelitian dilakukan untuk mengetahui keluhan rasa sakit pada bagian tubuh pekerja berdasarkan hasil kuesioner NBM serta dilakukan perhitungan skor REBA untuk mengetahui tingkat risiko pada pekerja sehingga dapat diberikan rekomendasi perancangan alat bantu pengangkutan dengan menggunakan <i>Quality Function Deployment</i> agar sesuai dengan kebutuhan dan pendekatan antropometri agar sesuai dengan ukuran tubuh pekerja.
Bagaimana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan responden. 2. Melakukan pengumpulan dan pengolahan data NBM. 3. Melakukan pengumpulan dan pengolahan data REBA. 4. Melakukan pengumpulan <i>voice of customer</i> dan menentukan atribut <i>customer needs</i> dengan menyebarkan kuesioner ke-1. 5. Melakukan penyebaran kuesioner ke-2 untuk mengetahui tingkat kepentingan dari setiap atribut <i>customer needs</i>. 6. Melakukan pengumpulan dan pengolahan data antropometri 7. Melakukan penyebaran kuesioner ke-3 untuk membandingkan produk usulan dengan produk yang sudah ada.

3.2 Subjek Penelitian

Karakteristik responden pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Karakteristik Responden

Kriteria	Data Responden
Usia	40-60 tahun
Jenis Kelamin	Laki-laki
Kriteria	Sehat, bersedia menjadi responden, dan mengerti mengenai proses pemindahan kotak bibit tanaman
Jumlah Responden	20 orang

3.3 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah perancangan alat bantu yang dapat digunakan dalam proses pemindahan kotak bibit tanaman.

3.4 Jenis Data Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Adapun rincian data dan metode pengumpulan datanya adalah sebagai berikut:

3.4.1 Data Primer

Dalam penelitian ini, data primer didapatkan dengan pengumpulan data melalui observasi dan wawancara dengan menggunakan kuesioner NBM kepada responden untuk mengetahui permasalahan yang ada. Selain itu dilakukan pula pengambilan data terkait dengan skor REBA. Dalam melakukan perancangan desain, dilakukan pengumpulan data primer berupa *voice of customer* dan ukuran dimensi tubuh responden.

3.4.2 Data Sekunder

Dalam penelitian ini, peneliti juga mendapatkan data sekunder yang diperoleh secara tidak langsung dari buku, jurnal, dan materi-materi yang berkaitan. Data sekunder digunakan untuk identifikasi masalah, studi literatur, dan membantu proses analisis data.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kuesioner NBM

Pengumpulan data NBM dilakukan secara langsung kepada pekerja untuk mengetahui keluhan pekerja. Secara detail terdapat pada Lampiran 1.

2. REBA

Pengumpulan data REBA dilakukan dengan pengamatan secara langsung kepada pekerja. Secara detail terdapat pada Lampiran 2.

3. Kuesioner QFD

Pengumpulan data QFD dilakukan secara langsung dengan menyebarkan kuesioner kepada responden. Secara detail terdapat pada Lampiran 3-5.

4. Pengukuran Dimensi Tubuh

Pengukuran dimensi tubuh dilakukan secara langsung kepada responden serta menggunakan bank data Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

5. Studi Pustaka

Pengumpulan data dan landasan teori terkait dengan penelitian yang dilakukan.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan segala sesuatu peralatan yang digunakan untuk mempermudah proses pengambilan data dan pengolahan data serta analisis data.

Instrumen pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop HP
2. *Smartphone* Samsung A31
3. *Software* Corel Draw

4. *Software* IBM SPSS Statistics 26
5. Alat Tulis
6. Lembar Pengamatan

3.7 Metode Pengolahan Data

3.7.1 Pengolahan REBA

Pengolahan REBA dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengambil gambar postur tubuh operator yang sedang melakukan aktivitas.
2. Menentukan bagian-bagian tubuh yang akan dianalisis.
3. Menentukan nilai masing-masing postur sesuai dengan REBA *Employee Assessment Worksheet*.
4. Menentukan nilai postur tubuh pada grup A dan B dengan melihat tabel penilaian A dan B.
5. Menentukan nilai A dengan menjumlahkan nilai postur tubuh dengan berat atau gaya yang digunakan.
6. Menentukan nilai B dengan menjumlahkan nilai postur tubuh B dengan faktor pegangan.
7. Menentukan nilai C dengan melihat tabel penilaian C.
8. Menentukan nilai dari aktivitas yang dilakukan.
9. Menjumlahkan nilai C dan nilai aktivitas untuk mendapatkan nilai terakhir REBA.
10. Menentukan level risiko dan tindakan yang harus dilakukan berdasarkan skor akhir REBA.

3.7.2 Pengolahan QFD

Langkah-langkah dalam pengolahan *Quality Function Deployment* (QFD) adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi keinginan konsumen ke dalam atribut-atribut produk
Dilakukan pengumpulan data menggunakan kuesioner untuk mengetahui keinginan konsumen.

2. Menentukan tingkat kepentingan relatif dari atribut produk
Dilakukan dengan memberi bobot pada masing-masing atribut dengan menggunakan skala prioritas yang didapat dari pengumpulan data kuesioner.
3. Mengidentifikasi hubungan antara atribut produk dengan karakteristik teknik
Memberikan hubungan lemah, sedang, atau kuat, dimana masing-masing hubungan memiliki nilai tertentu.
4. Mengidentifikasi hubungan antara sesama karakteristik teknik
5. Mengevaluasi atribut produk pesaing yang sejenis
6. Menentukan target pencapaian untuk setiap karakteristik teknik
Digunakan *House Of Quality* (HOQ) yang merupakan gabungan semua karakteristik teknik, atribut yang diinginkan konsumen, serta posisi produk pesaing dan produk usulan terhadap atribut yang sama.

3.7.3 Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu alat ukur mampu mengukur yang ingin diukur. Suatu instrumen pengukuran dikatakan valid jika instrumen dapat mengukur sesuatu dengan tepat apa yang hendak diukur. Pada penelitian ini, uji validitas dilakukan dengan menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 26. Jika rhitung dengan rtabel dengan taraf signifikansi 0,05, maka:

- a. Apabila rhitung < rtabel, maka instrumen dinyatakan tidak valid
- b. Apabila rhitung > rtabel, maka instrumen dinyatakan valid (Siregar, 2016).

3.7.4 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui konsistensi dari instrumen sebagai alat ukur, sehingga hasil suatu pengukuran dapat dipercaya (Muhidin & Abdurahman, 2007). Uji Reliabilitas dilakukan untuk mengukur adanya konsistensi alat ukur dalam penggunaannya atau dengan kata lain alat ukur tersebut mempunyai hasil yang konsisten apabila digunakan berkali-kali pada waktu yang berbeda (Janna, 2020). Pada penelitian ini, uji reliabilitas digunakan dengan menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 26. Berdasarkan George & Mallery (2003), pemberian skala dapat menggunakan acuan *Croanbach Alpha Realibility* pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Skala Tingkat Keandalan

Nilai <i>Croanbach Alpha</i>	Tingkat Keandalan
0.0 – 0.20	Tidak Andal
>0.20 – 0.40	Kurang Andal
>0.40 – 0.60	Cukup Andal
>0.60 – 0.80	Andal
>0.80 – 1.00	Sangat Andal

3.7.5 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi sebuah data mengikuti atau mendekati distribusi normal atau tidak dan dapat digunakan untuk statistik parametrik. Pada penelitian ini, uji normalitas menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 26 dimana uji normalitas yang digunakan yaitu *Kolmogorov-Smirnov* dikarenakan data yang dikumpulkan lebih dari sama dengan 30 data. Hipotesis pada uji normalitas adalah sebagai berikut:

- H₀ : Populasi berdistribusi normal
- H₁ : Populasi tidak berdistribusi normal

Parameter pengujian sebagai dasar pengambilan keputusan didasarkan pada:

- Jika nilai *sig.* > 0,05 maka H₀ diterima
- Jika nilai *sig.* ≤ 0,05 maka H₀ ditolak (Widana & Muliani, 2020)

3.7.6 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah mencukupi untuk diolah. Pada penelitian ini tingkat keyakinan yang digunakan adalah 95% dengan tingkat ketelitian 5%. Berikut merupakan perhitungan uji kecukupan data:

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

Apabila $N \geq N'$ = maka data dianggap cukup

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

3.7.7 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data adalah pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama. Pada penelitian ini, uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah terdapat ukuran dimensi tubuh yang ekstrem apabila dibandingkan dengan data dimensi tubuh responden lain.

3.8 Metode Analisis Data

3.8.1 Uji *Marginal Homogeneity*

Uji *marginal homogeneity* digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara kedua kelompok data yang saling berhubungan. Pada penelitian ini, uji *marginal homogeneity* dilakukan dengan menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 26. Berikut merupakan hipotesis dari uji *marginal homogeneity*:

- a. H_0 = Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kriteria konsumen dengan desain usulan
- b. H_1 = Terdapat perbedaan yang signifikan antara kriteria konsumen dengan desain usulan

Parameter pengujian sebagai dasar pengambilan keputusan didasarkan pada:

- a. Apabila $p > 0,05$ maka H_0 diterima
- b. Apabila $p < 0.05$ data H_0 ditolak

3.8.2 *Mann Whitney U Test*

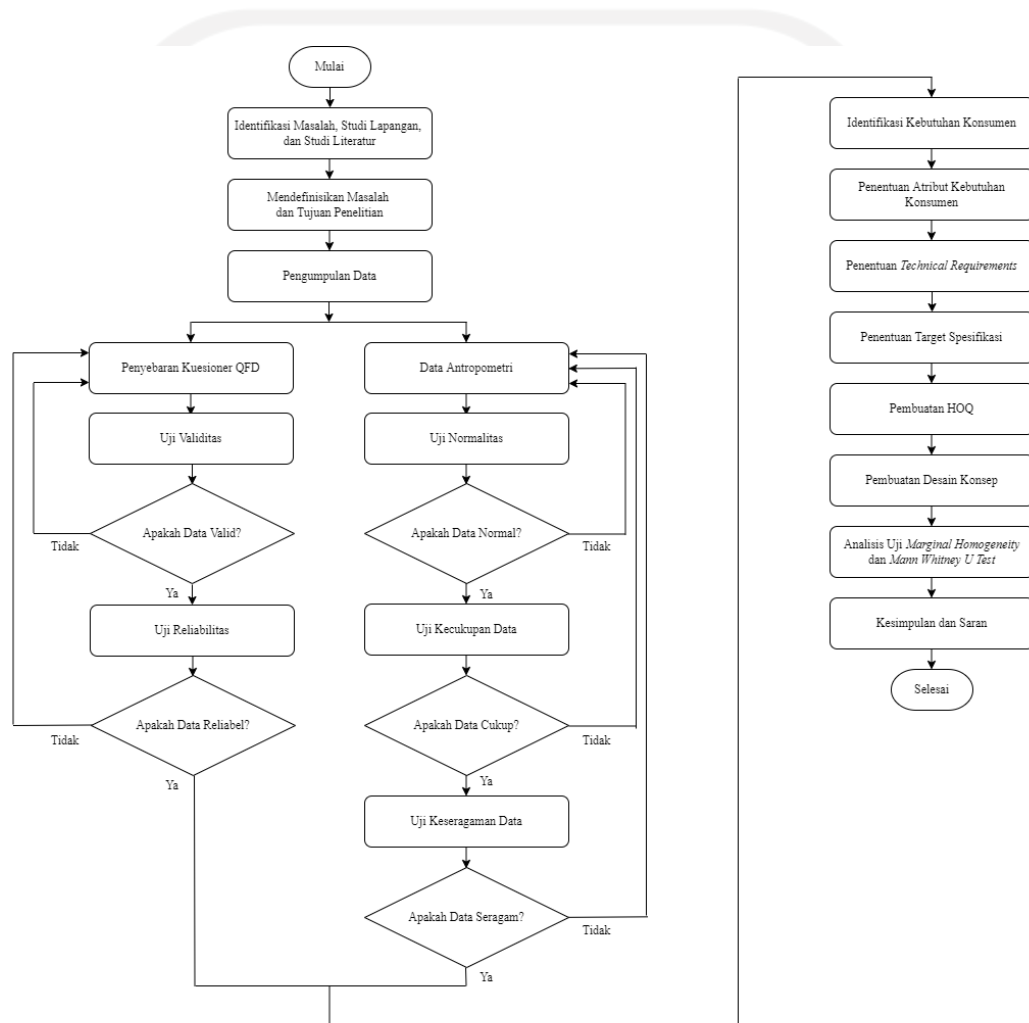
Mann whitney U test merupakan analisis statistik nonparametrik untuk menguji perbedaan antara dua kelompok sampel yang diteliti (Quraisy & Madya, 2021). Adapun hipotesis *mann whitney U test* adalah sebagai berikut:

- a. H_0 = Produk usulan tidak lebih baik atau sama dengan produk awalan
- b. H_1 = Produk usulan lebih baik daripada produk awalan

Parameter pengujian sebagai dasar pengambilan keputusan didasarkan pada:

- Apabila $p > 0,05$ maka H_0 diterima
- Apabila $p < 0.05$ data H_0 ditolak

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart

Berdasarkan Gambar 3.1, tahap awal dari penelitian ini merupakan tahapan identifikasi masalah yang dilakukan dengan wawancara dan observasi secara langsung. Selain itu pada tahapan ini juga dilakukan studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui gambaran terhadap permasalahan yang ditemui serta penyelesaiannya, sedangkan studi literatur dilakukan dengan mencari kaitan teoritis

maupun kajian induktif dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kajian teoritis meliputi kajian yang berkaitan dengan metode dan *tools* yang akan digunakan pada penelitian, sedangkan kajian induktif meliputi riset-riset terdahulu untuk dapat mengetahui kekurangan dan kelebihan serta keunikan dari penelitian yang dilakukan. Studi literatur ini dilakukan menggunakan buku, jurnal, *website*, serta informasi lainnya. Setelah melakukan identifikasi masalah serta studi lapangan dan studi literatur, dilakukan pendefinisian masalah serta penentuan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan.

Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan penyebaran kuesioner yang terdiri dari tiga kuesioner. Kuesioner 1 untuk mengetahui *voice of customer* sehingga dapat diketahui keluhan dan keinginan responden, kuesioner 2 untuk mengetahui tingkat prioritas setiap atribut yang telah ditentukan berdasarkan kuesioner 1, dan kuesioner 3 untuk mengetahui perbandingan antara desain usulan dengan desain yang sudah ada. Pada pengumpulan data antropometri, peneliti melakukan pengukuran secara langsung serta menggunakan bank data Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Selanjutnya dilakukan uji validitas dan reliabilitas pada kuesioner untuk memastikan kuesioner yang digunakan valid. Dilakukan pula uji normalitas, uji kecukupan, dan uji keseragaman dari data antropometri yang didapat.

Tahapan selanjutnya adalah pengolahan data QFD dengan menentukan *technical requirements*, target spesifikasi, hingga penyusunan HOQ. Kemudian akan dibuat desain konsep yang dilanjutkan dengan simulasi penggunaan desain usulan sehingga dapat diketahui pengaruh terhadap skor REBA. Kemudian dilakukan pembahasan uji *marginal homogeneity* dan *mann whitney u test* yang telah dilakukan. Tahapan terakhir adalah penyusunan kesimpulan yang didapatkan sesuai dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan di awal. Selain itu, saran juga dirumuskan peneliti untuk perbaikan penelitian yang akan datang.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Karakteristik Responden

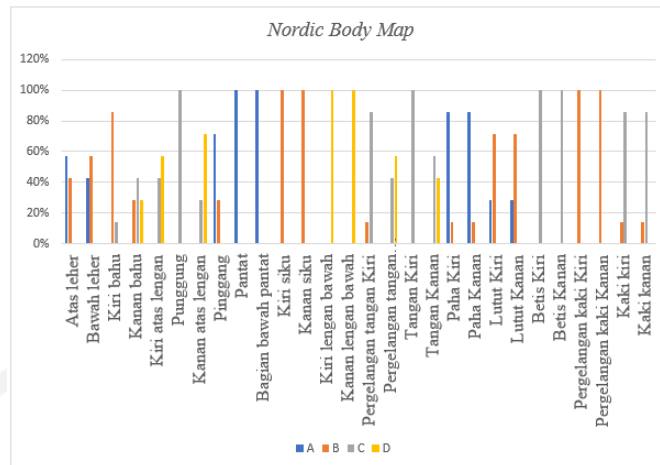
Karakteristik responden terkait pengumpulan dan pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik Responden

Kriteria	Data Responden
Usia	40 tahun (5 orang) 41 tahun (1 orang) 42 tahun (3 orang) 43 tahun (1 orang) 45 tahun (3 orang) 46 tahun (2 orang) 47 tahun (3 orang) 60 tahun (2 orang)
Jenis Kelamin	Laki-laki
Keterangan	Sehat, bersedia menjadi responden, dan mengerti mengenai proses pemindahan kotak bibit tanaman
Jumlah Responden	20 orang

4.2 Pengumpulan Data NBM

Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner NBM kepada pekerja. Pengumpulan data NBM bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari responden yang terasa sakit saat melakukan aktivitas bekerja. Berikut hasil rekapitulasi kuesioner NBM pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rekapitulasi *Nordic Body Map*

4.3 REBA Postur Awal

4.3.1 REBA Postur Pengambilan



Gambar 4.2 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Proses Pengambilan

Berikut merupakan perhitungan skor REBA berdasarkan sudut segmen tubuh pekerja pada Gambar 4.2.

Grup A

a) Punggung (*Trunk*)

Pergerakan punggung pekerja termasuk dalam posisi membungkuk dengan sudut $37,32^\circ$. sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan punggung ini adalah 3.

b) Leher (*Neck*)

Pergerakan leher pekerja menengadiah membentuk sudut $13,25^\circ$. Berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan leher ini adalah 2.

c) Kaki (*Leg*)

Posisi kaki pekerja membentuk sudut $28,28^\circ$ dengan posisi pekerja tertopang oleh dua kaki sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan kaki ini adalah 1.

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

Gambar 4.3 Skor Grup A pada Proses Pengambilan

Berdasarkan Gambar 4.3, dapat diketahui bahwa skor Grup A adalah 4. Setelah mengetahui skor Grup A, selanjutnya dipertimbangkan berat benda yang diangkat yaitu kotak bibit tanaman dengan berat 10 kg, sehingga skor berat beban tersebut adalah 1. Dengan demikian, total skor A adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor A} &= \text{Nilai Tabel A} + \text{Skor Berat beban A} \\
 &= 4 + 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

Grup B

a) Lengan Atas (*Upper Arm*)

Sudut pergerakan lengan atas sebesar $19,59^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan bawah ini adalah 1.

b) Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah sebesar $78,71^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan bawah ini adalah 1.

c) Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan sebesar $12,67^\circ$ sehingga skor untuk pergerakan pergelangan tangan ini adalah 1. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang sehingga skor +1, maka berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa nilai skor pergerakan pergelangan tangan ini adalah $1+1 = 2$.

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

Gambar 4.4 Skor Grup B pada Proses Pengambilan

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa skor grup B adalah 2. Setelah mengetahui skor Grup B, selanjutnya ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *fair* karena pegangan dapat diterima walaupun tidak ideal. berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2, jenis *coupling fair* diberikan skor sebesar 1, maka skor B menjadi $2 + 1 = 3$.

Penentuan skor total dilakukan dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C. Diketahui bahwa skor Grup A adalah 5 dan skor Grup B adalah 3. Maka didapatkan tabel skor C pada Gambar 4.5 berikut.

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

Gambar 4.5 Skor Grup C pada Proses Pengambilan

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Dalam melakukan aktivitas, beberapa bagian tubuh pekerja statis sehingga memperoleh skor aktivitas sebesar 1. Sehingga Total skor REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai Skor C} + \text{Skor Skor Aktivitas} \\
 &= 4 + 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa skor REBA tersebut termasuk risiko sedang.

4.3.2 REBA Postur Pengangkutan



Gambar 4.6 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkutan Awalan

Berikut merupakan perhitungan skor REBA berdasarkan sudut segmen tubuh pekerja pada Gambar 4.6.

Grup A

a) Punggung (*Trunk*)

Pergerakan punggung pekerja termasuk dalam posisi membungkuk dengan sudut $44,25^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan punggung ini adalah 3.

b) Leher (*Neck*)

Pergerakan leher pekerja menengadah membentuk sudut $12,77^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan leher ini adalah 2.

c) Kaki (*Leg*)

Posisi kaki pekerja tersebar merata sehingga mendapat skor 1. Selain itu membentuk sudut $43,85^\circ$ sehingga mendapat skor 1, berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan kaki ini adalah $1 + 1 = 2$.

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

Gambar 4.7 Skor Grup A pada Pengangkutan Awalan

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa skor Grup A adalah 5. Setelah mengetahui skor Grup A, selanjutnya dipertimbangkan berat benda yang dibawa yaitu lebih dari 10 kg, sehingga skor berat beban tersebut adalah 2. Dengan demikian, total skor A adalah sebagai berikut:

Total Skor A = Nilai Tabel A + Skor Berat beban A

$$= 5 + 2$$

$$= 7$$

Grup B

a) Lengan Atas (*Upper Arm*)

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan atas sebesar $27,49^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan atas ini adalah 2.

b) Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah sebesar $24,09^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan bawah ini adalah 2.

c) Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan sebesar $17,93^\circ$. sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan pergelangan tangan ini adalah 2. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang sehingga skor +1, maka berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa nilai skor pergerakan pergelangan tangan ini adalah $2+1 = 3$.

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

Gambar 4.8 Skor Grup B pada Pengangkutan Awalan

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa skor grup B adalah 4. Setelah mengetahui skor Grup B, selanjutnya ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *fair* karena pegangan tangan pada troli dapat diterima walaupun tidak ideal. Berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2, jenis *coupling fair* diberikan skor sebesar 1, maka skor B menjadi $4 + 1 = 5$.

Penentuan skor total dilakukan dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C. diketahui bahwa skor Grup A adalah 7 dan skor Grup B adalah 5. Maka didapatkan tabel skor C pada Gambar 4.9 berikut.

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

Gambar 4.9 Skor Grup C pada Pengangkutan Awal

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Dalam melakukan aktivitas, beberapa bagian tubuh pekerja statis sehingga memperoleh skor aktivitas sebesar 1. Sehingga Total skor REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai Skor C} + \text{Skor Aktivitas} \\
 &= 9 + 1 \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa skor REBA tersebut termasuk sangat berrisiko.

4.4 REBA Postur Pengangkutan



Gambar 4.10 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkutan Awal

Berikut merupakan perhitungan skor REBA berdasarkan sudut segmen tubuh pekerja pada Gambar 4.10.

Grup A

a) Punggung (*Trunk*)

Pergerakan punggung pekerja termasuk dalam posisi membungkuk dengan sudut $80,29^\circ$. sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan punggung ini adalah 4.

b) Leher (*Neck*)

Pergerakan leher pekerja menengadiah membentuk sudut $17,77^\circ$. Berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan leher ini adalah 2. Selain itu, leher juga miring ke samping sehingga mendapat skor +1, maka skor pada leher adalah $2 + 1 = 3$.

c) Kaki (*Leg*)

Posisi kaki pekerja membentuk sudut $30,74^\circ$ sehingga skor yang diberikan adalah 1. Selain itu, posisi pekerja tertopang oleh dua kaki sehingga diberikan skor 1 sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan kaki ini adalah $1 + 1 = 2$.

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

Gambar 4.11 Skor Grup A pada Pengangkatan Awalan

Berdasarkan Gambar 4.11, dapat diketahui bahwa skor Grup A adalah 7. Setelah mengetahui skor Grup A, selanjutnya dipertimbangkan berat benda yang diangkat yaitu kotak bibit tanaman dengan berat 10 kg, sehingga skor berat beban tersebut adalah 1. Dengan demikian, total skor A adalah sebagai berikut:

Total Skor A = Nilai Tabel A + Skor Berat beban A

$$= 7 + 1$$

$$= 8$$

Grup B

a) Lengan Atas (*Upper Arm*)

Sudut pergerakan lengan atas sebesar $9,07^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan bawah ini adalah 1. Selain itu, pergerakan tangan dalam posisi abduksi sehingga skor +1, maka skor lengan atas adalah $1+1 = 2$.

b) Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah sebesar $41,70^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan bawah ini adalah 2.

c) Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan sebesar $8,38^\circ$ sehingga skor untuk pergerakan pergelangan tangan ini adalah 1. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang sehingga skor +1, maka berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa nilai skor pergerakan pergelangan tangan ini adalah $1+1 = 2$.

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

Gambar 4.12 Skor Grup B pada Pengangkatan Awal

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa skor grup B adalah 3. Setelah mengetahui skor Grup B, selanjutnya ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *fair* karena pegangan tangan pada troli dapat diterima walaupun tidak

ideal. berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2, jenis *coupling fair* diberikan skor sebesar 1, maka skor B menjadi $3 + 1 = 4$.

Penentuan skor total dilakukan dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C. Diketahui bahwa skor Grup A adalah 8 dan skor Grup B adalah 4. Maka didapatkan tabel skor C pada Gambar 4.13 berikut.

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

Gambar 4.13 Skor Grup C pada Pengangkatan Awalan

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Dalam melakukan aktivitas, beberapa bagian tubuh pekerja statis sehingga memperoleh skor aktivitas sebesar 1. Sehingga Total skor REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai Skor C} + \text{Skor Skor Aktivitas} \\
 &= 9 + 1 \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa skor REBA tersebut termasuk sangat berisiko.

4.5 Quality Function Deployment

4.5.1 Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Rekapitulasi hasil kuesioer 1 untuk menentukan kebutuhan konsumen (*customer needs*) berdasarkan *voice of customer* (VOC) responden dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Identifikasi Kebutuhan Konsumen

No	<i>Voice of Customer</i>	<i>Customer needs</i>
1	Menyebabkan kelelahan	Tidak melelahkan
2	Sulit saat berjalan karena harus menahan agar kotak bibit tidak jatuh	Mudah dioperasikan
3	Hanya dapat membawa dua kotak	Dapat membawa lebih dari dua kotak
4	Saat menaikkan atau menurunkan dari alat cukup sulit	Mudah pada saat proses menurunkan atau menaikkan kotak bibit tanaman
5	Telapak tangan sakit saat menggunakan alat	<i>Handle</i> yang tidak menimbulkan sakit
6	Kotak bibit tanaman mudah jatuh saat diletakkan ke alat	Kotak bibit tanaman tidak mudah jatuh saat diletakkan ke alat

4.5.2 Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen

Tabel 4.3 merupakan atribut kebutuhan konsumen dikembangkan berdasarkan kebutuhan konsumen yang telah didapatkan sebelumnya:

Tabel 4.3 Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen

No	<i>Customer needs</i>	Atribut
1	Tidak melelahkan	<i>Comfortable</i>
2	Mudah dioperasikan	<i>Easy to use</i>
3	Dapat membawa lebih dari dua kotak	Efektif
4	Mudah pada saat proses menurunkan atau menaikkan kotak bibit tanaman	<i>Easy to use</i>
5	<i>Handle</i> yang tidak menimbulkan sakit	<i>Comfortable</i>
6	Kotak bibit tanaman tidak mudah jatuh saat diletakkan ke alat	Kuat

Berdasarkan Tabel 4.3, maka didapatkan atribut kebutuhan konsumen sebagai berikut:

Tabel 4.4 Atribut Kebutuhan Konsumen

No	Atribut
1	<i>Comfortable</i>
2	<i>Easy to use</i>
3	Efektif
4	Kuat

4.5.3 Uji Validitas dan Reliabilitas

4.5.3.1 Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu alat ukur mampu mengukur yang ingin diukur. Pada penelitian ini, uji validitas dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS Statistics 26. Berikut merupakan hasil uji validitas yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Validitas

		Correlations				Skor Total
		Comfortable	Easy to Use	Efektif	Kuat	
Comfortable	Pearson Correlation	1	0.158	0.533*	0.207	0.609**
	Sig. (2-tailed)		0.506	0.16	0.381	0.004
	N	20	20	20	20	20
Easy to Use	Pearson Correlation	0.158	1	0.496*	0.407	0.758**
	Sig. (2-tailed)	0.506		0.026	0.075	0.000
	N	20	20	20	20	20
Efektif	Pearson Correlation	0.533*	0.496*	1	0.220	0.764**
	Sig. (2-tailed)	0.016	0.026		0.351	0.000
	N	20	20	20	20	20
Kuat	Pearson Correlation	0.207	0.407	0.220	1	0.693**
	Sig. (2-tailed)	0.381	0.075	0.351		0.001
	N	20	20	20	20	20

	Correlations				
	Comfortable	Easy to Use	Efektif	Kuat	Skor Total
N	25	25	25	25	25
Pearson Correlation	0.609**	0.758**	0.764**	0.693**	1
Skor Total Sig. (2-tailed)	0.004	0.000	0.000	0.000	
N	20	20	20	20	20

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

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

Uji validitas dapat dikatakan valid apabila $R_{hitung} > R_{tabel}$. Data yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 20 responden sehingga digunakan $dfn = 18$ dan nilai signifikansi = 0,05 maka didapat nilai $R_{tabel} = 0.44$. Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa setiap item pertanyaan pada kuesioner yang digunakan dapat dikatakan valid dikarenakan $R_{hitung} > R_{tabel}$ seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Hasil Status Uji Validasi

Atribut	Rhitung	Rtabel	Status
<i>Comfortable</i>	0.609	0.4438	Valid
<i>Easy to Use</i>	0.758	0.4438	Valid
Efektif	0.764	0.4438	Valid
Kuat	0.693	0.4438	Valid

4.5.3.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi dari instrumen sebagai alat ukur, sehingga hasil suatu pengukuran dapat dipercaya (Muhidin & Abdurahman, 2007). Pada penelitian ini, uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS Statistics 26. Berikut merupakan hasil uji reliabilitas yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Reliabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0.662	4

Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai Cronbach's Alpha sebesar 0.662 sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil kuesioner dapat dikatakan reliabel atau dapat

dipercaya berdasarkan pernyataan George & Mallery (2003), yang menyatakan bahwa apabila nilai Cronbach's Alpha > 0.6 maka dikatakan andal atau dapat dipercaya.

4.5.4 Penentuan *Importance Rating* (IR)

Penentuan nilai *Important Rating* (IR) atribut *customer needs* dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan penyebaran kuesioner ke-2. Adapun kuesioner penilaian atribut menggunakan skala *likert* dengan keterangan 1 (sangat tidak penting), 2 (tidak penting), 3 (cukup penting), 4 (penting), dan 5 (sangat penting). Berikut merupakan rekapitulasi hasil kuesioner pada setiap atribut yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Kuesioner 2

Atribut	Jumlah Penilaian Skala				
	1	2	3	4	5
<i>Comfortable</i>			1	4	15
<i>Easy to Use</i>			5	9	6
Efektif			2	10	8
Kuat			4	6	10

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata setiap atribut kebutuhan konsumen untuk memperoleh nilai *importance rating*. Tabel 4.9 merupakan nilai akhir *importance rating* pada masing-masing atribut kebutuhan konsumen:

Tabel 4.9 *Importance Rating*

Atribut	<i>Importance Rating</i>
<i>Comfortable</i>	4.7
<i>Easy to Use</i>	4.1
Efektif	4.3
Kuat	4.3

4.5.5 Penentuan *Technical Requirements*

Tabel 4.10 merupakan penentuan *technical requirements* yang dilakukan setelah mengetahui hasil dari atribut kebutuhan konsumen:

Tabel 4.10 *Technical Requirements*

Atribut	Technical Requirements
<i>Comfortable</i>	Desain troli sesuai dengan antropometri Desain <i>handle</i> menyesuaikan pengguna
<i>Easy to Use</i>	Desain alas rak troli sesuai dengan ukuran kotak bibit tanaman Desain sistem alas rak troli mudah digunakan Penggunaan roda yang mudah bergerak
Efektif	Desain troli dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman
Kuat	Penggunaan bahan yang kokoh

4.5.6 Antropometri

Dimensi yang digunakan dalam perancangan alat bantu yaitu Tinggi Bahu Berdiri (TBB) untuk menentukan tinggi alat angkut, Lebar Bahu Bagian Atas (LBA) untuk menentukan lebar *handle*, Tinggi Siku Berdiri (TSB) untuk menentukan tinggi *handle*, dan Diameter Genggaman Maksimal (DGmax) untuk menentukan diameter *handle*. Berikut merupakan rekapitulasi dimensi tubuh laki-laki pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Data Antropometri

Responden	TBB	LBA	TSB	DGmax
Responden 1	132	36.5	102	4.9
Responden 2	142	42.3	108	5.6
Responden 3	135.5	38.2	96.5	4.9
Responden 4	141	38.7	106	5.9
Responden 5	136	36.4	100	5.8
Responden 6	138.2	37.7	107.3	5.9
Responden 7	138	38.4	106	6
Responden 8	143	42.2	112	6.1
Responden 9	136	36.8	101	4.9
Responden 10	142	42.4	110	5.7
Responden 11	140	39.3	107	5.4
Responden 12	137	37.6	98	5.5
Responden 13	136	37.2	98	5.8
Responden 14	148	42.3	111	6.1
Responden 15	136	36.7	102	5.2
Responden 16	138	39.2	104	6
Responden 17	134	36.8	103	5.1
Responden 18	140	39.8	101	6
Responden 19	133	36.4	102.7	5.9
Responden 20	131	36.3	100	4.9

Responden	TBB	LBA	TSB	DGmax
Responden 21	145	42.4	105	6.1
Responden 22	136	37.4	101.6	5.2
Responden 23	134.7	36.3	101	5.1
Responden 24	139	38.7	104	5.3
Responden 25	135.3	36.6	100	5.2
Responden 26	137	41.2	103	5.4
Responden 27	144.5	42.4	109.8	6.1
Responden 28	133	36.4	101	4.9
Responden 29	139	41.7	103	5.1
Responden 30	144	40.6	107	6.2

4.5.6.1 Uji Normalitas Data Antropometri

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengolahan data antropometri yaitu uji normalitas. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang digunakan telah berdistribusi normal. Berikut merupakan hasil uji normalitas data antropometri menggunakan IBM SPSS Statistic 26 pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Hasil Uji Normalitas

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TBB	.130	30	.200*	.971	30	.564
LBA	.158	30	.064	.850	30	.001
TSB	.136	30	.166	.966	30	.439
DGmax	.153	30	.070	.896	30	.007

*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 4.12 dapat dilihat bahwa hasil dari uji normalitas pada dimensi TBB (Tinggi Bahu Berdiri) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.200, dimensi LBA (Lebar Bahu Bagian Atas) sebesar 0.064, dimensi TSB (Tinggi Siku Berdiri) sebesar 0.166, dan dimensi DGmax (Diameter Genggaman Maksimal) sebesar 0.70. Dari hasil pengujian nilai signifikansi setiap dimensi yang didapat menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa H0 diterima yang berarti data berdistribusi normal.

4.5.6.2 Uji Kecukupan Data Antropometri

Setelah data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji kecukupan data 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) = 5% = 0,05

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

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

Berikut merupakan hasil uji kecukupan data:

- a. Uji Kecukupan Data Dimensi TBB

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

$$N' = \left(\frac{2/0.05\sqrt{30} \times 572979.92 - 17174393.64}{4144.2} \right)^2$$

$$N' = 1.40$$

Karena $N \geq N'$ yaitu $30 \geq 1.40$ maka data dianggap cukup.

- b. Uji Kecukupan Data Dimensi LBA

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

$$N' = \left(\frac{2/0.05\sqrt{30} \times 45386.83 - 1356992.01}{1164.9} \right)^2$$

$$N' = 5.44$$

Karena $N \geq N'$ yaitu $30 \geq 5.44$ maka data dianggap cukup.

- c. Uji Kecukupan Data Dimensi TSB

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

$$N' = \left(\frac{2/0.05\sqrt{30} \times 323054.43 - 9677698.81}{3110.9} \right)^2$$

$$N' = 2.30$$

Karena $N \geq N'$ yaitu $30 \geq 2.30$ maka data dianggap cukup.

- d. Uji Kecukupan Data Dimensi DGmax

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

$$N' = \left(\frac{2/0,05\sqrt{30} \times 926.70 - 27622.44}{166.2} \right)^2$$

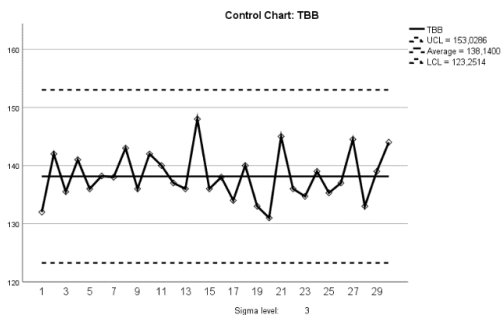
$$N' = 10.34$$

Karena $N \geq N'$ yaitu $30 \geq 10.34$ maka data dianggap cukup.

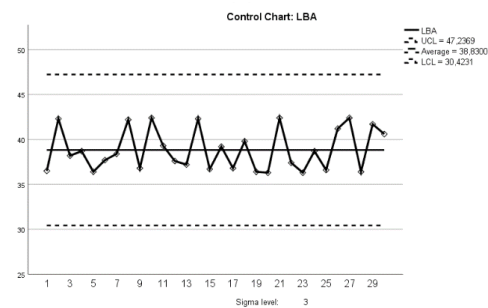
4.5.6.3 Uji Keseragaman Data Antropometri

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan telah seragam atau belum. Berikut merupakan uji keseragaman yang dilakukan menggunakan

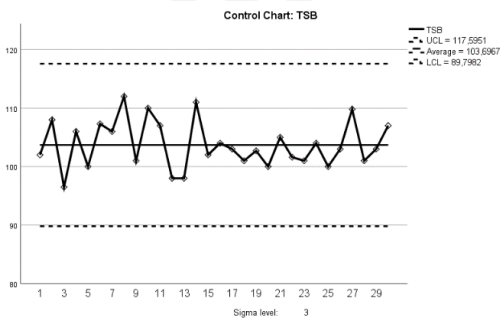
IBM SPSS Statistic 26 pada Gambar 4.14, Gambar 4.15, Gambar 4.16, dan Gambar 4.17.



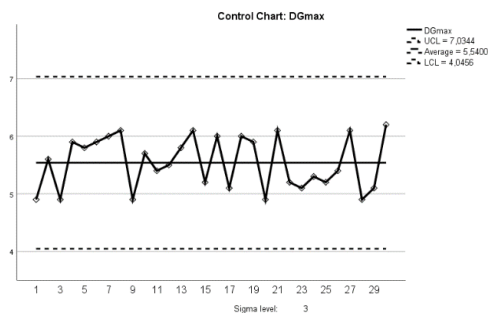
Gambar 4.14 Uji Keseragaman Dimensi TBB



Gambar 4.15 Uji Keseragaman Dimensi LBA



Gambar 4.16 Uji Keseragaman Dimensi TSB



Gambar 4.17 Uji Keseragaman Dimensi DGmax

Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa data seragam dikarenakan data terdapat di dalam batas atas dan batas bawah.

4.5.6.4 Perhitungan Persentil

Tabel hasil perhitungan nilai persentil menggunakan Ms. Excel pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Persentil

	TBB	LBA	TSB	DGmax
\bar{x}	138,14	38,83	103,70	5,54
St. Deviasi	4,15	2,30	4,00	0,45
P5	131,31	35,04	97,11	4,79
P50	138,14	38,83	103,70	5,54
P95	144,97	42,62	110,28	6,29

Berikut merupakan penjelasan nilai persentil pada masing-masing dimensi tubuh yang digunakan dalam perancangan:

1. Dimensi Tinggi Bahu Berdiri

Dimensi Tinggi Bahu Berdiri digunakan untuk merancang tinggi troli. Persentil yang digunakan yaitu persentil 5 agar pengguna terkecil pada populasi tidak tertutup oleh ketinggian troli. Berdasarkan tabel 4.18 maka persentil 5 sebesar 131.31 cm.

2. Dimensi Lebar Bahu Atas

Dimensi Lebar Bahu Atas digunakan untuk merancang panjang *handle* troli. Persentil yang digunakan yaitu persentil 95 sehingga pemilik ukuran tubuh terbesar tetap dapat menggunakan dengan nyaman. Berdasarkan tabel 4.18 maka persentil 95 sebesar 42.62 cm.

3. Dimensi Tinggi Siku Berdiri

Dimensi Tinggi Siku Berdiri digunakan untuk merancang tinggi *handle*. Persentil yang digunakan ialah persentil 5 sehingga pemilik ukuran terkecil dapat menjangkau tinggi *handle*. Berdasarkan tabel 4.18 maka persentil 5 sebesar 97.11 cm.

4. Dimensi Diameter Genggaman Maksimal

Dimensi Diameter Genggaman Maksimal digunakan untuk merancang diameter *handle* agar sesuai dengan pengguna. Persentil yang digunakan ialah persentil 50

sehingga pemilik ukuran terbesar tidak merasa pegangan kekecilan dan pemilik ukuran terkecil tidak merasa bahwa pegangan terlalu besar. Berdasarkan tabel 4.18 maka persentil 50 sebesar 5.54 cm.

4.5.6.5 Ukuran Dimensi Rancangan Alat

Tabel 4.14 merupakan aspek kelonggaran yang digunakan dalam perancangan alat bantu pengangkutan menurut Panero dan Zelnik tahun 1979:

Tabel 4.14 Kelonggaran

Jenis Pakaian	Kelonggaran	Ukuran Tubuh Terpenting yang Dipengaruhi
Pakaian pria	1.3 cm	Lebar Bahu
Sepatu bertumit pria	2.5 cm	Tinggi Badan

Berikut penentuan ukuran dimensi rancangan berdasarkan kelonggaran pada tabel 4.14.

1. Tinggi Alat

Ukuran tinggi troli menggunakan dimensi tubuh tinggi bahu berdiri dengan persentil 5 sehingga didapatkan ukuran 131.31 cm serta kelonggaran penggunaan sepatu bertumit pria setinggi 2.5 cm sehingga didapatkan ukuran 133.81 cm.

2. Tinggi *Handle*

Ukuran tinggi *handle* menggunakan dimensi tubuh siku berdiri dengan persentil 5 sehingga didapatkan ketinggian *handle* yaitu 97.11 cm serta kelonggaran penggunaan sepatu bertumit setinggi 2.5 cm sehingga didapatkan ukuran tinggi *handle* setinggi 99.61 cm.

3. Panjang *Handle*

Ukuran panjang *handle* menggunakan dimensi tubuh lebar bahu atas dengan persentil 95 sehingga didapatkan panjang *handle* yaitu 42.62 cm serta kelonggaran penggunaan pakaian sebesar 1.3 cm sehingga didapatkan ukuran panjang *handle* sebesar 43.92 cm.

4. Diameter *Handle*

Ukuran diameter *handle* menggunakan dimensi tubuh diameter genggam maksimal dengan persentil 50 sehingga ukuran diameter *handle* yaitu sebesar 5.54 cm.

5. Alas Rak Troli

Ukuran alas meliputi ukuran panjang dan lebar dari alas tersebut. Ukuran alas disesuaikan dengan ukuran kotak bibit tanaman sehingga didapatkan panjang alas yaitu 105 cm dan lebar alas yaitu 45 cm. Pada alat ini akan terdapat enam tingkatan alas dengan jarak antar tingkatan setinggi 11.86 cm, hal tersebut berdasarkan tinggi kotak bibit tanaman sehingga tidak saling bertumpuk antara satu tingkatan dengan tingkatan yang lain.

4.6 Penentuan Target Spesifikasi

Berikut merupakan target spesifikasi untuk setiap persyaratan teknis pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Target Spesifikasi

Atribut Kebutuhan Konsumen	Technical Requirements	Target Spesifikasi
<i>Comfortable</i>	Desain troli sesuai dengan antropometri	Tinggi troli berukuran 133.81 cm Tinggi <i>handle</i> berukuran 99.61 cm Panjang <i>handle</i> berukuran 43.92 cm
	Desain <i>handle</i> menyesuaikan pengguna	Diameter <i>handle</i> berukuran 5.54 cm Dilapisi karet
<i>Easy to Use</i>	Desain alas rak troli sesuai dengan ukuran kotak bibit tanaman	Panjang alas rak troli berukuran 105 cm Lebar alas rak troli berukuran 45 cm Jarak 11.86 cm pada setiap alas rak troli
	Desain sistem alas rak troli mudah digunakan	Alas rak troli dapat dilipat Menggunakan tombol pengendali naik turun dengan motor DC sebagai penggerak katrol
	Penggunaan roda yang mudah bergerak	Terdiri dari empat buah roda berdimensi 15 cm dilengkapi rem Roda dapat berputar 360 derajat

Atribut Kebutuhan Konsumen	Technical Requirements	Target Spesifikasi
Efektif	Desain troli dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman	Dapat membawa maksimal enam kotak bibit tanaman
Kuat	Penggunaan bahan yang kokoh	Kerangka berbahan hallow galvanis <i>Handle</i> berbahan pipa galvanis Alas rak troli berbahan <i>stainless steel plate sheet</i> Roda berbahan <i>polyurethane</i>

Benchmarking on metric dilakukan dengan dua produk yang sudah ada, yaitu *scissor lift table* dan *service truck*. Berikut merupakan hasil *benchmarking on metric* pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 *Benchmarking on Metric*

No	<i>Customer Needs</i>	<i>Metric</i>	Unit	<i>Scissor Lift Table</i>	<i>Service Truck</i>
1	1	Tinggi alat	Cm	95	74
2	1	Tinggi <i>handle</i> alat	Cm	95	74
3	1	Panjang <i>handle</i> alat	Cm	-	-
4	1	Diameter <i>handle</i> alat	Cm	-	-
5	2	Panjang alas rak alat	Cm	91	87
6	2	Lebar alas rak alat	Cm	50	47
7	4	Desain alas rak	Tipe	-	-
8	4	Sistem gerak alas rak	Tipe	Pompa hidrolik	-
9	3	Jumlah tingkatan	Buah	1	3
10	2	Roda	Buah	4	4
11	6	Bahan kerangka alat	Tipe	Besi baja	Besi
12	5	Lapisan <i>handle</i> alat	Tipe	-	-
13	6	Bahan roda	Tipe	<i>Polyurethane</i>	Karet

Setelah melakukan *benchmarking* kemudian dilakukan *set final specification*. Tabel 4.17 merupakan spesifikasi dari desain usulan:

Tabel 4.17 *Set Value*

No	<i>Customer Needs</i>	<i>Metric</i>	Unit	<i>Set Value</i>
1	1	Tinggi alat	Cm	133.81
2	1	Tinggi <i>handle</i> alat	Cm	99.61

No	Customer Needs	Metric	Unit	Set Value
3	1	Panjang <i>handle</i> alat	Cm	43.92
4	1	Diameter <i>handle</i> alat	Cm	5.54
5	2	Panjang alas rak alat	Cm	105
6	2	Lebar alas rak alat	Cm	45
7	4	Desain alas rak	Tipe	Dapat dilipat
8	4	Sistem gerak alas rak	Tipe	Katrol dan motor DC
9	3	Jumlah tingkatan	Buah	6
10	2	Roda	Buah	4
11	6	Bahan kerangka alat	Tipe	Hallow galvanis
12	5	Lapisan <i>handle</i> alat	Tipe	Karet
13	6	Bahan roda	Tipe	<i>Polyurethane</i>

4.7 House of Quality (HOQ)

4.7.1 Hubungan Atribut *Customer Needs* dengan *Technical Requirements*

Tabel 4.18 merupakan penjelasan penggunaan simbol matriks dan interpretasi nilai hubungannya.

Tabel 4.18 Simbol Matriks dan Interpretasi Nilai Hubungan

Simbol	Nilai	Keterangan
Kosong	0	Tidak ada
Δ	1	Lemah
○	3	Sedang
●	9	Kuat

Berikut merupakan hubungan antara atribut *customer needs* dengan *technical requirements* yang dapat dilihat pada Gambar 4.18.

		<i>Important Rating</i>	<i>Technical Requirement</i>						
			Desain troli sesuai dengan antropometri	Desain <i>handle</i> menyesuaikan pengguna	Desain alas rak troli sesuai dengan ukuran kotak bibit tanaman	Desain sistem alas rak troli mudah digunakan	Penggunaan roda yang mudah bergerak	Desain troli dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman	Penggunaan bahan yang kokoh
<i>Customer Needs Attribute</i>	<i>Comfortable</i>	4,7	•	•		○	○		
	<i>Easy to Use</i>	4,1	•	•	•	•	•		
	Efektif	4,3			•	•		•	
	Kuat	4,3			○				•

Gambar 4.18 Hubungan Atribut *Customer Needs* dengan *Technical Requirement*

4.7.2 Bobot Kolom

Setelah mengetahui hubungan atribut *customer needs* dengan *technical requirements*, maka dilakukan perhitungan bobot kolom dengan rumus sebagai berikut:

Bobot kolom = \sum (*Important rating* x Nilai korelasi kebutuhan teknis)



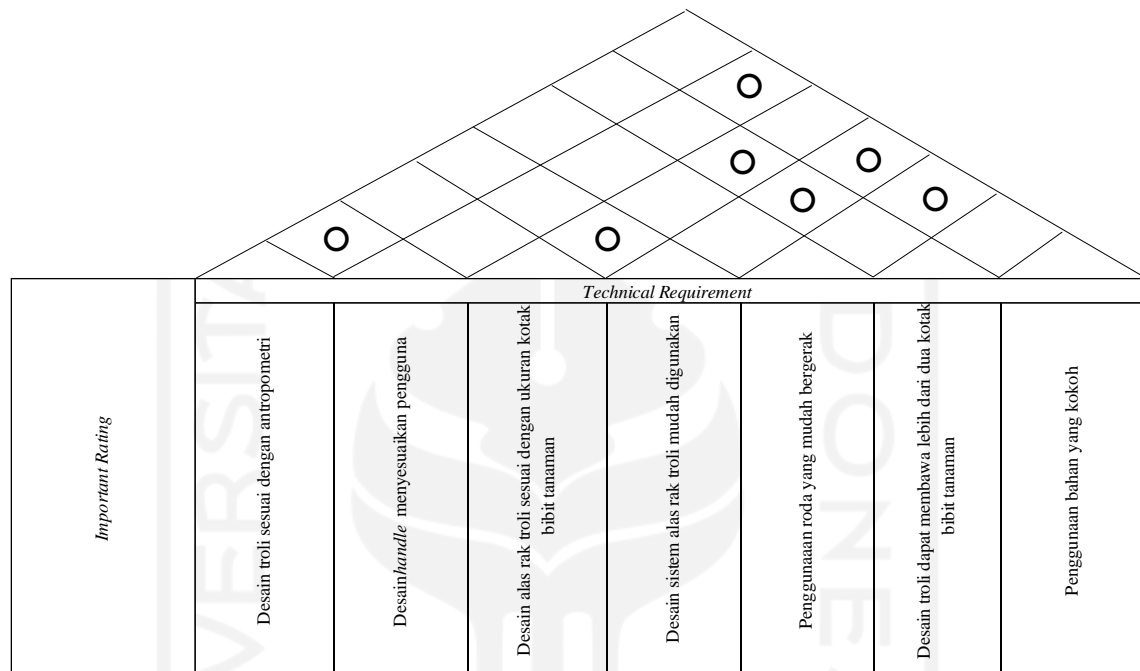
Berikut merupakan hasil perhitungan nilai bobot kolom yang dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Customer Needs Attribute	Important Rating	Technical Requirement																
		Desain troli sesuai dengan antropometri	Desain <i>handle</i> menyesuaikan pengguna	Desain alas rak troli sesuai dengan ukuran kotak bibit tanaman	Desain sistem alas rak troli mudah digunakan	Penggunaan roda yang mudah bergerak	Desain troli dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman	Penggunaan bahan yang kokoh										
Comfortable	4,7	•	•		○	○												
Easy to Use	4,1	•	•	•	•	•												
Efektif	4,3			•	•		•											
Kuat	4,3			○				•										
Value of Importance Technical Requirements		79,2	79,2	88,5	89,7	51	38,7	38,7										
Target		Tinggi troli berukuran 133.81 cm	Tinggi <i>handle</i> berukuran 99.61 cm	Panjang <i>handle</i> berukuran 43.92 cm	Diameter <i>handle</i> berukuran 5.54 cm	Dilapisi karet	Panjang alas rak troli berukuran 105 cm	Lebar alas rak troli berukuran 45 cm	Jarak 11.86 cm pada setiap alas rak troli	Alas troli dapat dilipat	Menggunakan tombol pengendali naik turun dengan motor DC sebagai penggerak katrol	Terdiri dari empat buah roda berdiameter 15 cm dilengkapi rem	Roda dapat berputar 360 derajat	Dapat membawa maksimal enam kotak bibit tanaman	Kerangka berbahan siall galvanis	<i>Handle</i> berbahan pipa galvanis	Alas rak troli berbahan <i>inlinox steel plate sheet</i>	Roda berbahan polyurethane

Gambar 4.19 Bobot Kolom

4.7.3 Hubungan Matriks Korelasi *Technical Requirement*

Matriks korelasi *technical requirements* digunakan untuk mengetahui hubungan antar persyaratan teknis. Apabila terdapat hubungan positif maka digunakan simbol \circ sedangkan apabila terdapat hubungan negatif maka simbol \times . Berikut merupakan matriks korelasi *technical requirements* pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Hubungan Matriks Korelasi *Technical Requirements*

4.7.4 Customer Competitive Evaluation

Penentuan CCE dilakukan dengan melakukan *benchmarking* terhadap desain produk yang sudah ada saat ini yaitu *scissor lift table* dan *service truck*. Tabel 4.19, Tabel 4.20, Tabel 4.21, dan Tabel 4.22 merupakan hasil *benchamarking* yang telah dilakukan:

Tabel 4.19 *Customer Competitive Evaluation* Atribut *Comfortable*

Keterangan	Bobot	Atribut <i>Comfortable</i>		<i>Service Truck</i>	
		<i>Scissor Lift Table</i> Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat baik	5	2	10	2	10
Baik	4	4	16	2	8
Cukup baik	3	6	18	8	24
Tidak baik	2	8	16	8	16
Sangat tidak baik	1	0	0	0	0

Keterangan	Bobot	Atribut <i>Comfortable Scissor Lift Table</i>		Service Truck	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Total			60		58
IR		3.0		2.9	

Tabel 4.20 *Customer Competitive Evaluation* Atribut *Easy to Use*

Keterangan	Bobot	Atribut <i>Easy to Use Scissor Lift Table</i>		Service Truck	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat baik	5	0	0	1	5
Baik	4	6	24	2	8
Cukup baik	3	6	18	7	21
Tidak baik	2	7	14	10	20
Sangat tidak baik	1	1	1	0	0
Total			57		54
IR		2.9		2.7	

Tabel 4.21 *Customer Competitive Evaluation* Atribut Efektif

Keterangan	Bobot	Atribut Efektif <i>Scissor Lift Table</i>		Service Truck	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat baik	5	1	5	0	0
Baik	4	2	8	5	20
Cukup baik	3	3	9	2	6
Tidak baik	2	5	10	7	14
Sangat tidak baik	1	9	9	6	6
Total			41		46
IR		2.1		2.3	

Tabel 4.22 *Customer Competitive Evaluation* Atribut Kuat

Keterangan	Bobot	Atribut Kuat <i>Scissor Lift Table</i>		Service Truck	
		Penilaian	Jumlah	Penilaian	Jumlah
Sangat baik	5	3	15	3	15
Baik	4	10	40	7	28
Cukup baik	3	5	15	7	21
Tidak baik	2	2	4	3	6
Sangat tidak baik	1	0	0	0	0
Total			74		70
IR		3.7		3.5	

Berikut merupakan hasil perbandingan CCE produk pesaing dengan produk usulan:

Tabel 4.23 Perbandingan CCE

No	Atribut	Nilai CCE Scissor Lift Table	Nilai CCE Service Truck	Nilai CCE Produk Usulan
1	<i>Comfortable</i>	3.0	2.9	4.7
2	<i>Easy to Use</i>	2.9	2.7	4.3
3	Efektif	2.1	2.3	4.6
4	Kuat	3.7	3.5	4.4

Berdasarkan tabel 4.23, dapat diketahui bahwa nilai CCE pada setiap atribut produk menunjukkan bahwa produk usulan lebih unggul dibandingkan dengan produk yang sudah ada. Hal ini berarti bahwa produk usulan dapat memenuhi kebutuhan konsumen.

4.7.5 Goal, Sales Point, Important Ratio, Row Weight, dan Action

4.7.5.1 Goal

Goal merupakan target nilai kepuasan konsumen terhadap atribut produk yang dikembangkan. Nilai *goal* didapat dari rata-rata tingkat kepentingan atribut yang dikehendaki konsumen, tingkat kepentingan atribut produk pesaing, dan tingkat kepentingan atribut produk yang dikembangkan. Tabel 2.24 merupakan hasil nilai *goal*:

Tabel 4.24 Goal

No	Atribut	IR Customer Need	IR Produk Usulan	IR Scissor Lift Table	IR Service Truck	Goal
1	<i>Comfortable</i>	4.7	4.7	3.0	2.9	3.8
2	<i>Easy to Use</i>	4.1	4.3	2.9	2.7	3.5
3	Efektif	4.3	4.6	2.1	2.3	3.3
4	Kuat	4.3	4.4	3.7	3.5	4.0

4.7.5.2 Sales Point

Sales point bertujuan untuk mengetahui atribut yang perlu dilakukan tindakan perbaikan untuk meningkatkan kemampuan kompetitif dalam rangka pemenuhan kebutuhan

konsumen. Berikut merupakan ketentuan penilaian terhadap *sales poin* berdasarkan Cohen (1995):

1. Apabila atribut *customer need* bernilai $IR > 3$, maka nilai *sales point* adalah 1,5 (*strong sales point*). Jika atribut *customer need* tersebut terpenuhi maka akan terjadi peningkatan penjualan.
2. Apabila atribut *customer need* bernilai $2 < IR \leq 3$, maka nilai *sales point* adalah 1.2 (*medium sales point*). Jika atribut *customer need* tersebut terpenuhi maka akan terjadi peningkatan penjualan, walau tidak terlalu besar.
3. Apabila atribut *customer need* bernilai $IR \leq 2$, maka nilai *sales point* adalah 1 (*no sales point*). Jika atribut *customer need* tersebut terpenuhi maka tidak akan terjadi peningkatan penjualan.

Berdasarkan ketentuan tersebut, maka nilai *sales point* pada produk yang sedang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 *Sales Point*

Atribut	Nilai IR Atribut	Nilai <i>Sales Point</i>
<i>Comfortable</i>	4.7	1.5
<i>Easy to Use</i>	4.1	1.5
Efektif	4.3	1.5
Kuat	4.3	1.5

4.7.5.3 *Improvement Ratio*

Improvement ratio dilakukan dengan membandingkan antara *goal* dengan tingkat kepuasan konsumen terhadap atribut pada produk usulan untuk mengetahui posisi performa produk yang dikembangkan. Tabel 4.26 merupakan ketentuan klasifikasi nilai *improvement ratio* berdasarkan Cohen (1995):

Tabel 4.26 Klasifikasi *Improvement Ratio*

Nilai <i>Improvement Ratio</i>	Klasifikasi
< 1	Tidak ada perubahan
1 – 1.5	Perbaikan sedang
>1.5	Perbaikan menyeluruh

Berikut merupakan hasil perhitungan *improvement ratio* beserta klasifikasinya yang dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 *Improvement Ratio*

Atribut	Nilai <i>Improvement Ratio</i>	Klasifikasi
<i>Comfortable</i>	0.81	Tidak ada perubahan
<i>Easy to Use</i>	0.81	Tidak ada perubahan
Efektif	0.72	Tidak ada perubahan
Kuat	0.91	Tidak ada perubahan

4.7.5.4 Row Weight

Row weight digunakan sebagai dasar evaluasi atau perbaikan terhadap atribut *costumer need*. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai *row weight*

$$\text{Nilai Row Weight} = \text{Important Rating Atribut} \times \text{Improvement Ratio} \times \text{Sales Point}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *row weight* pada setiap atribut yang dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 *Row Weight*

Atribut	Nilai <i>Row Weight</i>
<i>Comfortable</i>	5.71
<i>Easy to Use</i>	4.98
Efektif	4.64
Kuat	5.87

4.7.5.5 Action

Adapun tindakan yang dapat dilakukan dibagi menjadi 3 kategori yaitu:

1. Kategori A = Meningkatkan kualitas produk (kinerja yang diberikan lebih rendah dibandingkan kinerja produk pesaing).
2. Kategori B = Mempertahankan kualitas produk dan melakukan inovasi produk secara kontinyu (kinerja yang diberikan seimbang dibandingkan kinerja produk pesaing).
3. Kategori C = Mempertahankan kualitas produk (kinerja yang diberikan lebih baik dibandingkan kinerja produk pesaing).

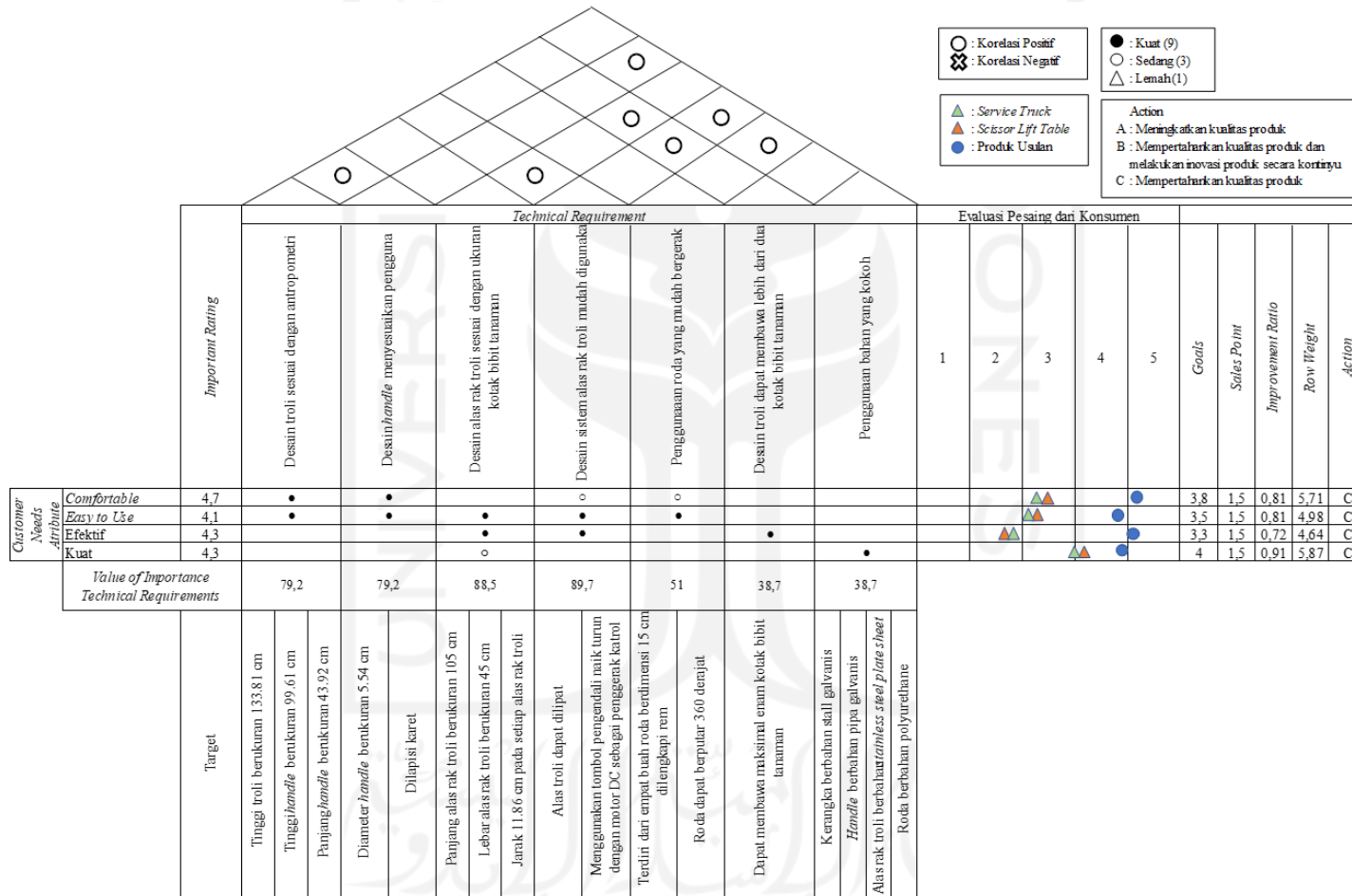
Berikut merupakan tindakan yang dapat dilakukan pada produk yang sedang dikembangkan yang dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 *Action*

Atribut	IR Scissor Lift Table	IR Service Truck	IR Produk Usulan	Tindakan	Keterangan
<i>Comfortable</i>	3.0	2.9	4.7	C	Mempertahankan kualitas produk
<i>Easy to Use</i>	2.9	2.7	4.3	C	Mempertahankan kualitas produk
Efektif	2.1	2.3	4.6	C	Mempertahankan kualitas produk
Kuat	3.7	3.5	4.4	C	Mempertahankan kualitas produk

4.8 Hasil House of Quality (HOQ)

Berikut merupakan hasil dari *House of Quality* berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data yang dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 House of Quality

4.9 Desain Produk Usulan

Desain produk usulan dibuat dengan menggunakan *software* Solidworks. Berikut merupakan desain visual rancangan produk usulan pada gambar 4.22.

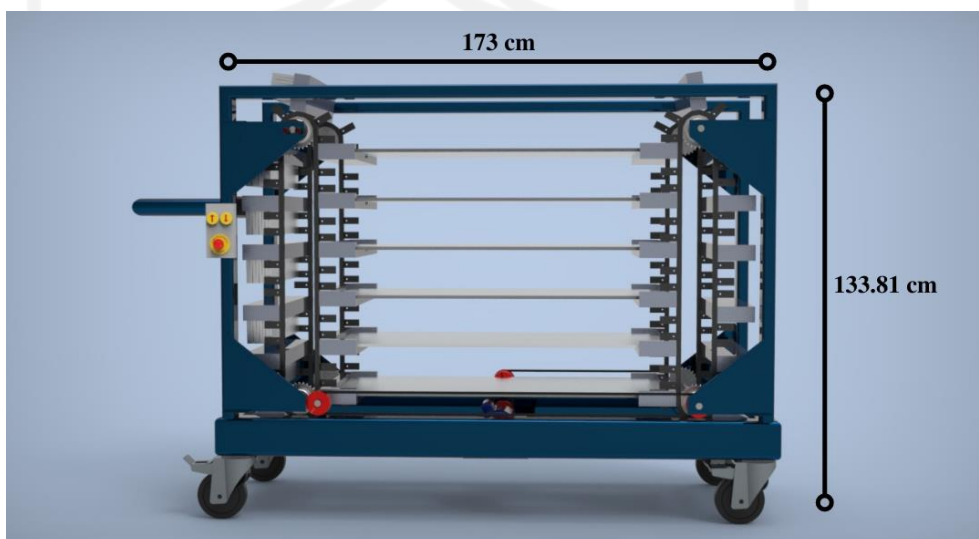


Gambar 4.22 Desain Visual Produk Usulan

Berikut merupakan penjelasan detail produk yang dirancang:

1. Kerangka Troli

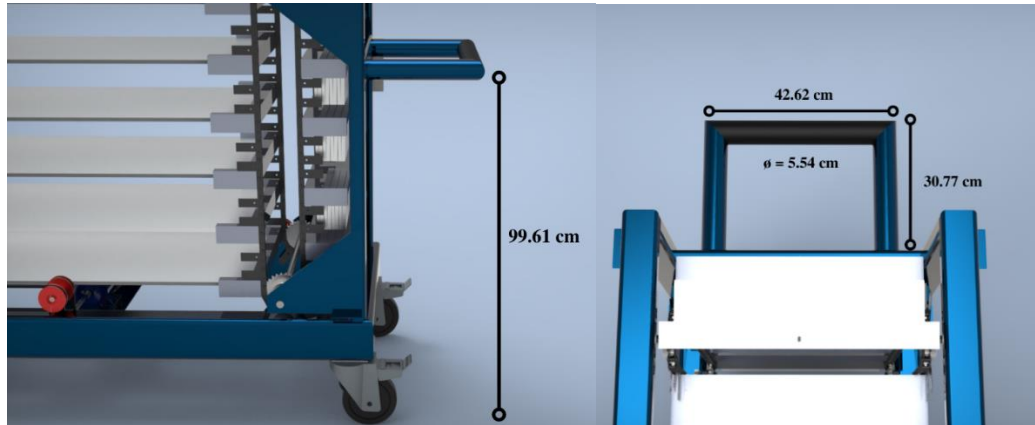
Troli didesain dengan ukuran tinggi 133.81 cm dan lebar 173 cm. Berikut merupakan gambar keseluruhan rangka troli pada gambar 4.23



Gambar 4.23 Kerangka Troli

2. Handle Troli

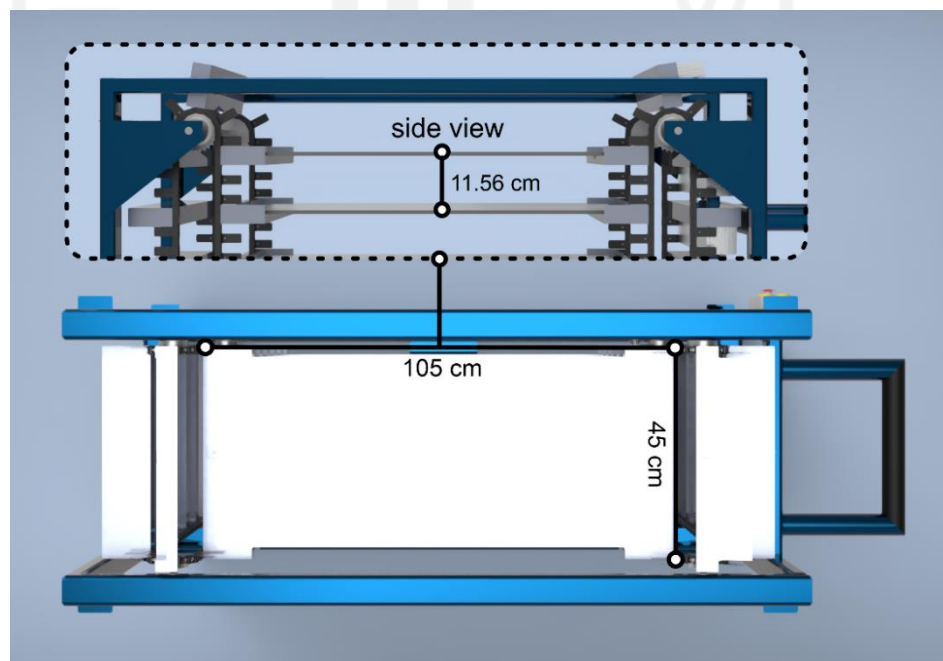
Handle troli didesain dengan ukuran tinggi 99.61 cm, panjang 42.52 cm, dan diameter 5.54 cm. Bagian *handle* dilapisi dengan karet agar dapat meningkatkan kenyamanan pengguna. Berikut merupakan gambar *handle* troli pada gambar 4.24

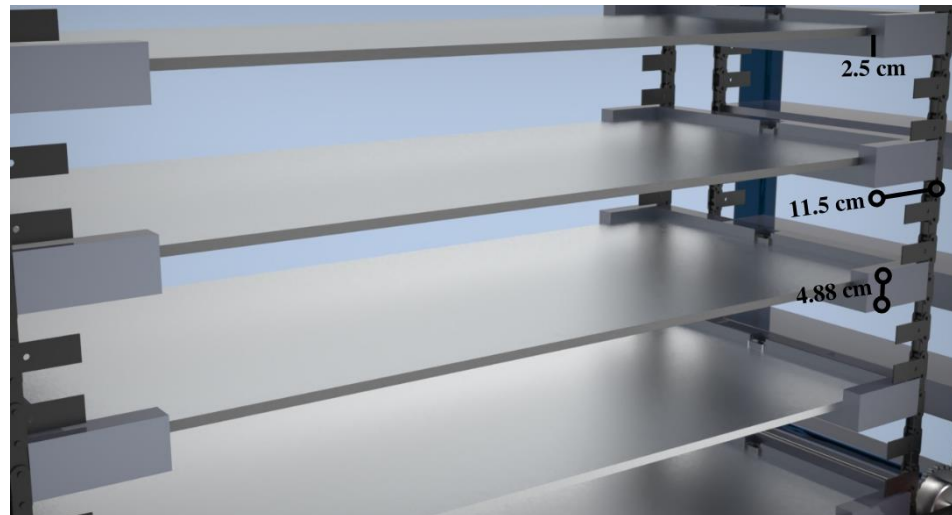


Gambar 4.24 *Handle* Troli

3. Alas Rak Troli

Alas rak troli didesain dengan ukuran panjang 105 cm dan lebar 45 cm. Pada troli terdapat enam tingkatan alas dengan jarak antar tingkatan setinggi 11.86 cm. Alas rak troli dapat dilipat dan diluruskan sesuai dengan kebutuhan. Berikut merupakan gambar alas rak troli pada gambar 4.25.

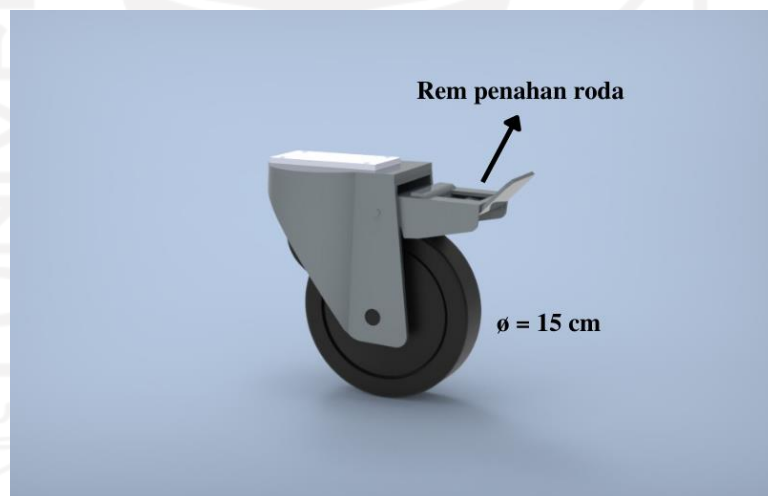




Gambar 4.25 Alas Rak Troli

4. Roda

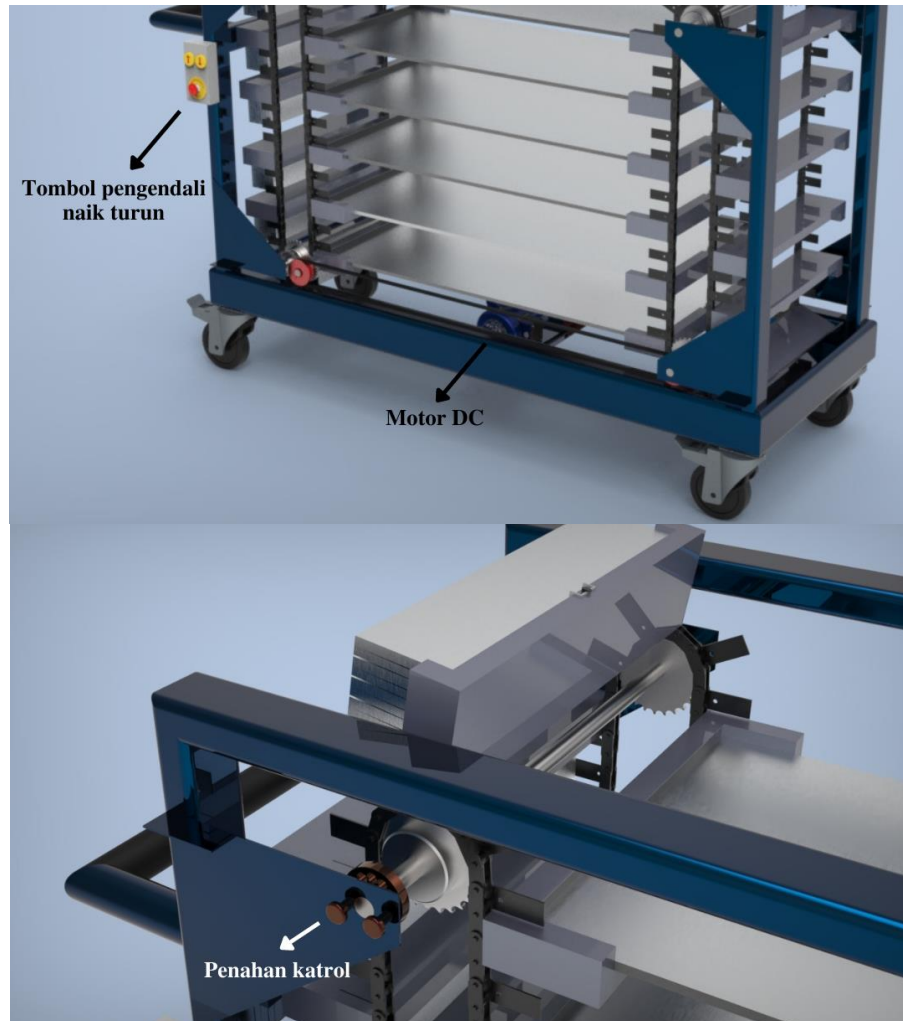
Roda didesain dengan ukuran diameter 15 cm. Pada roda terdapat rem yang berfungsi sebagai penahan apabila troli sedang dalam posisi diam dan tidak digunakan. Berikut merupakan gambar roda pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Roda

5. Penggerak Alas Rak Troli

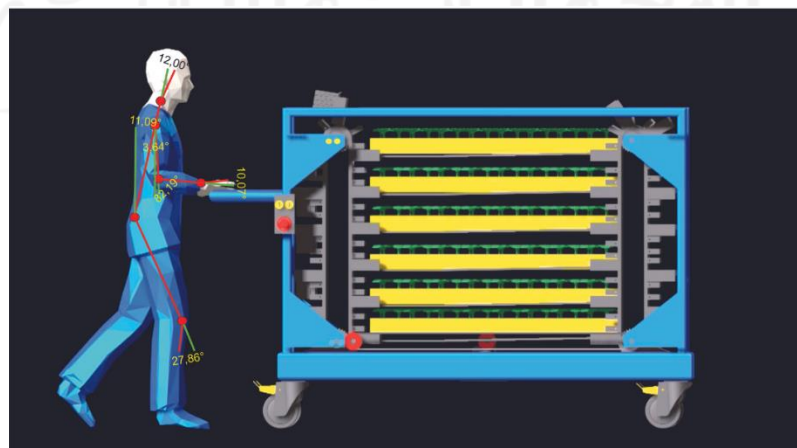
Katrol pada alas rak troli dapat dinaikkan serta diturunkan dengan menggunakan motor DC yang dapat dikendalikan dengan menggunakan tombol. Pada alat ini juga terdapat penahan katrol agar katrol tidak bergerak saat mendapatkan beban yang berat. Berikut merupakan gambar dari sistem penggerak alas rak troli pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Penggerak Alas Rak Troli

4.10 Uji REBA Postur Produk Usulan

4.10.1 REBA Postur Pengangkutan



Gambar 4.28 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkutan Usulan

Berikut merupakan perhitungan skor REBA berdasarkan sudut segmen tubuh pekerja pada Gambar 4.28.

Grup A

a) Punggung (*Trunk*)

Punggung pekerja membentuk dengan sudut $11,09^\circ$. sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan punggung ini adalah 2.

b) Leher (*Neck*)

Leher pekerja membentuk sudut 12° sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan leher ini adalah 1.

c) Kaki (*Leg*)

Posisi kaki pekerja membentuk sudut $27,86^\circ$. Berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan kaki ini adalah 1.

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

Gambar 4.29 Tabel Skor Grup C pada Pengangkatan Awal

Berdasarkan Gambar 4.29, dapat diketahui bahwa skor Grup A adalah 2. Setelah mengetahui skor Grup A, selanjutnya dipertimbangkan berat benda yang dibawa yaitu lebih dari 10 kg, sehingga skor berat beban tersebut adalah 2. Dengan demikian, total skor A adalah sebagai berikut:

Total Skor A = Nilai Tabel A + Skor Berat beban A

$$= 2 + 2$$

$$= 4$$

GRUP B

a) Lengan Atas (*Upper Arm*)

Sudut pergerakan lengan atas sebesar $3,64^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan atas ini adalah 1.

b) Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah sebesar $82,19^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan bawah ini adalah 1.

c) Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan sebesar $10,07^\circ$. sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan pergelangan tangan ini adalah 1.

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

Gambar 4.30 Tabel Skor Grup C pada Pengangkatan Awal

Berdasarkan Gambar 4.30, dapat diketahui bahwa skor grup B adalah 1. Setelah mengetahui skor Grup B, selanjutnya ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *good* karena pegangan tangan pada troli telah disesuaikan dengan pengguna. Berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2, jenis *coupling good* diberikan skor sebesar 0, maka skor B menjadi $1 + 0 = 1$.

Penentuan skor total dilakukan dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C. diketahui bahwa skor Grup A adalah 4 dan skor Grup B adalah 1. Maka didapatkan tabel skor C yang dapat dilihat pada Gambar 4.27.

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

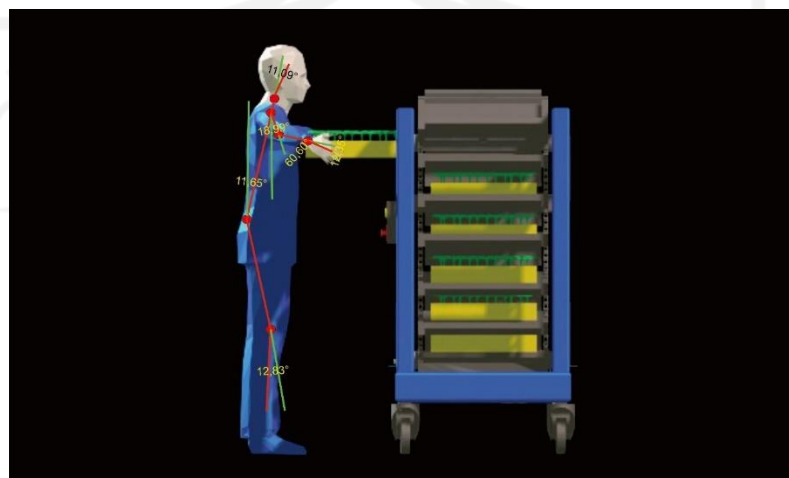
Gambar 4.31 Skor Grup C pada Pengangkatan Usulan

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Dalam melakukan aktivitas, beberapa bagian tubuh pekerja statis sehingga memperoleh skor aktivitas sebesar 1. Sehingga Total skor REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai Skor C} + \text{Skor Skor Aktivitas} \\
 &= 3 + 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa skor REBA tersebut termasuk risiko rendah.

4.10.2 REBA Postur Pengangkatan



Gambar 4.32 Sudut Segmen Tubuh Pekerja pada Pengangkatan Awalan

Berikut merupakan perhitungan skor REBA berdasarkan sudut segmen tubuh pekerja pada Gambar 4.32.

Grup A

a) Punggung (*Trunk*)

Punggung pekerja membentuk sudut $11,65^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan punggung ini adalah 2.

b) Leher (*Neck*)

Pergerakan leher pekerja membentuk sudut $11,09^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan leher ini adalah 1.

c) Kaki (*Leg*)

Posisi kaki pekerja tersebar merata dan membentuk sudut $12,83^\circ$. Berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan kaki ini adalah 1.

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

Gambar 4.33 Skor Grup A pada Pengangkatan Usulan

Berdasarkan Gambar 4.33, dapat diketahui bahwa skor Grup A adalah 2. Setelah mengetahui skor Grup A, selanjutnya dipertimbangkan berat benda yang dibawa yaitu 10 kg, sehingga skor berat beban tersebut adalah 1. Dengan demikian, total skor A adalah sebagai berikut:

Total Skor A = Nilai Tabel A + Skor Berat beban A

$$= 2 + 1$$

$$= 3$$

Grup B

a) Lengan Atas (*Upper Arm*)

Sudut pergerakan lengan atas sebesar $18,99^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan atas ini adalah 1. Selain itu, pergerakan tangan dalam posisi abduksi sehingga skor +1. Sehingga skor lengan atas adalah $1+1 = 2$.

b) Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah sebesar $60,60^\circ$ sehingga berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa skor untuk pergerakan lengan bawah ini adalah 1.

c) Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan sebesar $12,35^\circ$ sehingga skor untuk pergerakan pergelangan tangan ini adalah 1. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang sehingga skor +1, maka berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2 diketahui bahwa nilai skor pergerakan pergelangan tangan ini adalah $1+1 = 2$.

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

Gambar 4.34 Skor Grup B pada Pengangkatan Usulan

Berdasarkan Gambar 4.34, dapat diketahui bahwa skor grup B adalah 2. Setelah mengetahui skor Grup B, selanjutnya ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *good* karena pegangan tangan pada troli telah disesuaikan dengan pengguna. berdasarkan penilaian skor REBA pada Gambar 2.2, jenis *coupling good* diberikan skor sebesar 0, maka skor B menjadi $2 + 0 = 2$.

Penentuan skor total dilakukan dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C. diketahui bahwa skor Grup A adalah 3 dan skor Grup B adalah 2. Maka didapatkan tabel skor C yang dapat dilihat pada Gambar 4.35.

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

Gambar 4.35 Skor Grup C pada Pengangkatan Usulan

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Dalam melakukan aktivitas, posisi tubuh beberapa bagian tubuh pekerja statis sehingga memperoleh skor aktivitas sebesar 1. Sehingga total skor REBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Skor REBA} &= \text{Nilai Skor C} + \text{Skor Skor Aktivitas} \\
 &= 3 + 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa skor REBA tersebut termasuk risiko rendah.

4.11 Uji *Marginal Homogeneity*

Berikut merupakan hasil uji *marginal homogeneity* untuk mengetahui kesesuaian tingkat kepentingan atribut berdasarkan *customer needs* dengan tingkat kepuasan terhadap atribut pada produk yang dikembangkan.

Tabel 4.30 Uji *Marginal Homogeneity*

Marginal Homogeneity Test				
	Comfortable_ VOC & Comfortable_ Usulan	EasytoUse_ VOC & EasytoUse_ Usulan	Efektif_ VOC & Efektif_ Usulan	Kuat_ VOC & Kuat_ Usulan
Distinct Values	3	3	3	3
Off-Diagonal Cases	10	11	14	12
Observed MH	44.000	40.000	56.000	47.000
Statistic				
Mean MH Statistic	44.000	42.500	59.000	48.000
Std. Deviation of MH	2.000	2.398	2.236	2.739
Statistic				
Std. MH S	0.000	-1.043	-1.342	-0.365
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000	0.297	0.180	0.715

Berdasarkan tabel 4.30, diketahui hasil uji *marginal homogeneity* masing-masing atribut memiliki nilai signifikansi lebih dari 0,05, yaitu 1 untuk atribut *comfortable*, 0.297 untuk atribut *easy to use*, 0.180 untuk atribut efektif, dan 0.715 untuk atribut kuat. Hal ini menandakan H_0 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan antara tingkat kepentingan atribut yang diinginkan dengan tingkat kepuasan responden terhadap atribut desain troli usulan sehingga desain troli usulan sesuai dengan keinginan responden.

4.12 Mann Whitney U Test

Berikut merupakan hasil *mann whitney U test* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara produk usulan dengan produk awalan yang digunakan saat ini.

4.12.1 Mann Whitney U Test Atribut *Comfortable*

Berikut merupakan hasil uji *Mann Whitney U Test* pada Atribut *Comfortable*:

Tabel 4.31 *Descriptive Statistics* Atribut *Comfortable*

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hasil	40	3.5250	1.33949	1.00	5.00
Comfortable	40	1.5000	0.50637	1.00	2.00

Tabel 4.32 *Ranks* Atribut *Comfortable*

Ranks	
--------------	--

	Comfortable	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil	Awalan	20	10.73	214.50
	Usulan	20	30.28	605.50
	Total	40		

Tabel 4.33 *Mann Whitney U Test* Atribut *Comfortable*

Test Statistics ^a	
Mann-Whitney U	4.500
Wilcoxon W	214.500
Z	-5.514
Asimp. Sig (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: Comfortable

b. Not corrected for ties

4.12.2 *Mann Whitney U Test* Atribut *Easy to Use*

Berikut merupakan hasil uji *Mann Whitney U Test* pada Atribut *Easy to Use*:

Tabel 4.34 *Descriptive Statistics* Atribut *Easy to Use*

	Descriptive Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hasil	40	3.2000	1.38119	1.00	5.00
Easy to Use	40	1.5000	0.50637	1.00	2.00

Tabel 4.35 *Ranks* Atribut *Easy to Use*

	Ranks			
	Easy to Use	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil	Awalan	20	11.40	228.00
	Usulan	20	29.60	592.00
	Total	40		

Tabel 4.36 *Mann Whitney U Test* Atribut *Easy to Use*

Test Statistics ^a	
Mann-Whitney U	18.000
Wilcoxon W	228.000
Z	-5.105
Asimp. Sig (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: Easy to Use

b. Not corrected for ties

4.12.3 Mann Whitney U Test Atribut Efektif

Berikut merupakan hasil uji *Mann Whitney U Test* pada Atribut Efektif:

Tabel 4.37 *Descriptive Statistics* Atribut Efektif

	Descriptive Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hasil	40	3.3500	1.52836	1.00	5.00
Efektif	40	1.5000	0.50637	1.00	2.00

Tabel 4.38 *Ranks* Atribut Efektif

	Efektif	Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil	Awalan	20	11.25	225.00
	Usulan	20	29.75	595.00
	Total	40		

Tabel 4.39 *Mann Whitney U Test* Atribut Efektif

Test Statistics ^a	
Mann-Whitney U	15.000
Wilcoxon W	225.000
Z	-5.260
Asimp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: Efektif

b. Not corrected for ties

4.12.1 Mann Whitney U Test Atribut Kuat

Berikut merupakan hasil uji *Mann Whitney U Test* pada Atribut Kuat:

Tabel 4.40 *Descriptive Statistics* Atribut Kuat

	Descriptive Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Hasil	40	3.6750	1.14102	1.00	5.00
Kuat	40	1.5000	0.50637	1.00	2.00

Tabel 4.41 *Ranks* Atribut Kuat

	Kuat	Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil	Awalan	20	13.30	266.00
	Usulan	20	27.70	554.00

	Ranks			
	Kuat	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Total		40		

Tabel 4.42 *Mann Whitney U Test* Atribut Kuat

Test Statistics ^a	
Mann-Whitney U	56.000
Wilcoxon W	266.000
Z	-4.057
Asimp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

- a. Grouping Variable: Kuat
b. Not corrected for ties

Berdasarkan tabel *ranks* diketahui bahwa *mean rank* seluruh atribut produk usulan lebih tinggi dibandingkan dengan *mean rank* seluruh atribut produk awalan. Berdasarkan hasil uji *mann whitney U test* diketahui bahwa hasil untuk masing-masing atribut memiliki nilai signifikansi kurang dari 0.05, yaitu 0.000. Hal ini menandakan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima yang berarti atribut *comfortable*, *easy to use*, efektif, dan kuat pada produk usulan lebih baik dibandingkan pada produk awalan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Atribut Kebutuhan Konsumen

Pada penelitian ini, atribut kebutuhan konsumen didapat dari 20 orang responden berjenis kelamin laki-laki berusia 40-60 tahun yang sehat dan mengerti mengenai proses pemindahan kotak bibit tanaman. Berdasarkan Tabel 4.4, dapat diketahui bahwa atribut kebutuhan konsumen terdiri dari *comfortable*, *easy to use*, efektif, dan kuat. Atribut *comfortable* digunakan dalam menciptakan kenyamanan pengguna pada saat menggunakan alat dikarenakan pada alat sebelumnya tidak terdapat kesesuaian antara alat dengan pengguna sehingga menyebabkan kelelahan dan keluhan pada tubuh pekerja saat menggunakan alat tersebut. Oleh sebab itu, perancangan tinggi troli, tinggi *handle* troli, panjang *handle* troli, dan diameter *handle* disesuaikan dengan antropometri pekerja agar dapat memberikan kenyamanan pada saat menggunakan alat tersebut. Selain itu, *handle* pada troli dilapisi dengan karet agar dapat meningkatkan kenyamanan pengguna. Rancangan peralatan yang membuat seseorang merasa nyaman mampu menghasilkan produktivitas yang tinggi. Oleh karena itu rancangan peralatan harus sesuai dengan dimensi tubuh pekerja (Purnomo, 2013).

Atribut *easy to use* digunakan dalam menciptakan kemudahan pekerja saat menggunakan alat dikarenakan pada alat sebelumnya pekerja mengalami kesulitan pada saat berjalan menggunakan alat dikarenakan harus menahan kotak bibit tanaman agar tidak jatuh. Selain itu, pekerja juga mengalami kesulitan pada saat menaikkan atau menurunkan kotak bibit tanaman. Oleh sebab itu, perancangan troli usulan didesain agar alas rak troli sesuai dengan bentuk dan ukuran kotak bibit tanaman. Troli juga dilengkapi dengan empat buah roda yang dapat berputar 360° agar mudah dioperasikan. Troli dirancang dengan sistem alas rak troli yang dapat dilipat serta dapat naik dan turun dengan menggunakan tombol sehingga dapat memudahkan pada saat menaikkan atau menurunkan kotak bibit tanaman. Selain itu, pada roda troli usulan juga terdapat rem agar pada saat tidak digunakan berjalan troli tersebut tidak bergerak. Pada perancangan alat

bantu perlu terdapat kesesuaian dengan kebutuhan proses produksi guna menunjang kualitas, kuantitas, dan waktu, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi (Arohman, 2019).

Atribut efektif diperlukan untuk menunjang banyaknya jumlah kotak bibit yang dapat dibawa dalam satu kali berjalan. Pada alat sebelumnya, dalam satu kali berjalan pekerja hanya mampu membawa dua kotak bibit tanaman dikarenakan alat yang tidak sesuai. Oleh sebab itu, pada troli usulan didesain terdapat enam tingkatan yang berarti dapat membawa maksimal sebanyak enam kotak bibit tanaman dalam satu kali berjalan. Penggunaan peralatan merupakan salah satu faktor teknis dalam proses produksi yang menjadi keutamaan untuk meningkatkan keefektifan dan efisiensi dalam produksi (Dian Putra et al., 2016). Atribut kuat diperlukan untuk menunjang kekuatan alat pada saat diberi beban kotak bibit tanaman. Pada alat sebelumnya, troli tersebut mudah jatuh jika diberi beban kotak bibit tanaman. Oleh sebab itu, perancangan troli menggunakan bahan stall galvanis pada kerangka, pipa galvanis pada *handle*, *stainless steel plat sheet* pada alas rak troli, serta bahan *polyurethane* pada roda.

5.2 Analisis Spesifikasi Desain Produk Usulan

Berdasarkan Tabel 4.15, dapat diketahui spesifikasi desain rancangan troli usulan. Atribut *comfortable* meliputi ukuran tinggi troli berukuran 133.81 cm yang disesuaikan dengan antropometri pengguna yaitu dimensi tinggi bahu berdiri sehingga pengguna tidak tertutup oleh ketinggian troli. Selanjutnya perancangan tinggi *handle* berukuran 96.61 cm telah disesuaikan dengan disesuaikan dengan antropometri pengguna yaitu dimensi tinggi siku berdiri sehingga pengguna dapat mengendalikan troli dengan nyaman karena tinggi *handle* yang digenggam telah sesuai, tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Selain itu, panjang *handle* berukuran 43.92 cm juga telah disesuaikan dengan antropometri pengguna yaitu dimensi lebar bahu atas sehingga pengguna dapat mengendalikan troli dengan nyaman karena panjang *handle* yang digenggam telah sesuai. Diameter *handle* troli berukuran 5.54 cm yang telah disesuaikan dengan antropometri pengguna yaitu dimensi diameter genggam maksimal sehingga pengguna dapat merasa nyaman saat menggenggam *handle* untuk mengendalikan troli. Untuk meningkatkan kenyamanan pengguna saat menggenggam *handle*, maka *handle* troli juga dilapisi karet (Nuyah, 2009).

Atribut *easy to use* meliputi ukuran panjang alas rak troli berukuran 105 cm dan lebar 45 cm dimana antar alas rak troli terdapat jarak sebesar 11.86 cm sehingga dapat memudahkan pekerja saat meletakkan kotak bibit tanaman pada troli dan tidak tertumpuk antara satu tingkatan dengan tingkatan yang lain. Alas rak troli dapat dilipat serta menggunakan sistem katrol dengan motor DC sehingga dapat naik dan turun dengan menekan tombol. Hal tersebut dapat memudahkan pekerja pada saat menaikkan dan menurunkan kotak bibit tanaman. Pada roda troli usulan juga terdapat rem pada roda agar pada saat tidak digunakan berjalan troli tersebut tidak bergerak. Pada troli terdapat 4 buah roda berukuran 15 cm yang dapat berputar 360° sehingga memudahkan pekerja saat berjalan menggunakan troli usulan dikarenakan memiliki hambatan *rolling* yang lebih kecil (Atmika, 2017).

Atribut efektif meliputi desain tingkatan troli yang terdiri dari enam tingkatan sehingga troli usulan dapat membawa lebih banyak kotak bibit tanaman dalam satu kali berjalan. Atribut kuat meliputi pemilihan bahan yaitu stall galvanis pada kerangka, pipa galvanis pada *handle*, *stainless steel plat sheet* pada alas rak troli dikarenakan memiliki usia ketahanan yang lama serta memiliki laju korosi yang rendah (Marcell et al., 2021). Pada roda troli digunakan bahan *polyurethane* untuk dikarenakan tahan dengan segala jenis kondisi lingkungan seperti panas, basah, dan reaksi kimia, serta sangat kuat (Mycharoka et al., 2019).

5.3 Analisis Uji REBA

Pada aktivitas pengangkutan dengan produk usulan, pergerakan punggung pekerja membentuk sudut $11,09^\circ$ sehingga mendapat skor 2, leher pekerja membentuk sudut 12° sehingga mendapat skor 1, posisi kaki pekerja membentuk sudut $27,86^\circ$ sehingga didapatkan skor 1. Dikarenakan berat benda yang dibawa lebih dari 10 kg maka ditambah dengan skor 2 sehingga didapat skor Grup A adalah 4. Pada Grup B, sudut pergerakan lengan atas sebesar $3,64^\circ$ sehingga mendapat skor 1, sudut pergerakan lengan bawah sebesar $82,19^\circ$ sehingga mendapat skor 1, sudut pergerakan pergelangan tangan sebesar $10,07^\circ$ sehingga mendapat skor 1. Selanjutnya ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *good* sehingga diberikan skor sebesar 0, maka skor B adalah 1. Berdasarkan hasil skor grup A dan grup B maka didapatkan nilai 3 yang

kemudian ditambah skor aktivitas sebesar 1 sehingga didapat skor akhir adalah 4 yang termasuk ke dalam risiko rendah.

Pada aktivitas pengangkatan dengan produk usulan, punggung pekerja membentuk sudut $11,65^\circ$ sehingga mendapat skor 2, pergerakan leher pekerja membentuk sudut $11,09^\circ$ sehingga mendapat skor 1, posisi kaki pekerja tersebar merata dan membentuk sudut $12,83^\circ$ sehingga didapatkan skor 1. Dikarenakan berat benda yang dibawa adalah 10 kg maka ditambah dengan skor 1 sehingga didapat skor Grup A adalah 3. Pada Grup B, sudut pergerakan lengan atas sebesar $18,99^\circ$ dalam posisi abduksi sehingga mendapat skor 2, sudut pergerakan lengan bawah sebesar $60,60^\circ$ sehingga mendapat skor 1, sudut pergerakan pergelangan tangan sebesar $12,35^\circ$ dan bergerak menyimpang sehingga mendapat skor 2. Selanjutnya ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *good* sehingga diberikan skor sebesar 0, maka skor B menjadi 2. Berdasarkan hasil skor grup A dan grup B maka didapatkan nilai 3 yang kemudian ditambah skor aktivitas sebesar 1 sehingga didapat skor akhir adalah 4 yang termasuk ke dalam risiko rendah.

Dalam hal ini, penggunaan troli usulan dapat menghasilkan skor akhir REBA bernilai 4 yang termasuk ke dalam risiko rendah dikarenakan perancangan troli usulan telah disesuaikan dengan ukuran tubuh pekerja sehingga tidak terjadi postur tubuh yang tidak ideal dan pekerja lebih nyaman dalam penggunaan troli. Selain itu, dalam perancangan alat juga telah diberikan fitur-fitur yang dapat mempermudah pekerja dalam melakukan pekerjaannya di antaranya desain alas rak troli sesuai dengan bentuk dan ukuran kotak bibit tanaman, dilengkapi dengan empat buah roda yang dapat berputar 360° agar mudah dioperasikan. Troli dirancang dengan sistem alas rak troli yang dapat dilipat serta dapat naik dan turun dengan menggunakan tombol sehingga dapat memudahkan pada saat menaikkan atau menurunkan kotak bibit tanaman. Selain itu, pada roda troli usulan juga terdapat rem agar pada saat tidak digunakan berjalan troli tersebut tidak bergerak. Pada troli usulan didesain terdapat enam tingkatan yang berarti dapat membawa maksimal sebanyak enam kotak bibit tanaman dalam satu kali berjalan.

5.4 Analisis Uji *Marginal Homogeneity*

Berdasarkan hasil uji *marginal homogeneity* pada Tabel 4.30 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi yaitu 1 untuk atribut *comfortable*, 0.297 untuk atribut *easy to use*, 0.180 untuk atribut efektif, dan 0.715 untuk atribut kuat. Berdasarkan hasil uji *marginal homogeneity* tersebut, diketahui bahwa nilai signifikansi untuk semua atribut lebih dari 0.05 sehingga H_0 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan antara tingkat kepentingan atribut yang diinginkan oleh responden dengan tingkat kepuasan responden terhadap atribut desain troli usulan atau dapat dikatakan setiap atribut pada troli usulan sesuai dengan keinginan responden. Pada atribut *comfortable* telah dinilai nyaman oleh responden dikarenakan perancangan tinggi troli, tinggi *handle* troli, panjang *handle* troli, dan diameter *handle* telah disesuaikan dengan antropometri sehingga mampu menjawab keluhan pada alat sebelumnya. Pada atribut *easy to use* perancangan troli usulan dinilai mudah digunakan dan dapat menjawab keluhan responden karena troli usulan didesain agar alas rak troli sesuai dengan bentuk dan ukuran bibit tanaman, menggunakan empat buah roda yang dapat berputar 360° , menggunakan sistem alas rak troli yang dapat dilipat serta dapat naik dan turun dengan menggunakan tombol, dan terdapat rem pada roda. Pada atribut efektif, troli usulan dinilai lebih efektif karena didesain dengan terdapat enam tingkatan yang berarti dapat membawa maksimal sebanyak enam kotak bibit tanaman dalam satu kali berjalan dimana hal tersebut lebih baik dari produk sebelumnya yang hanya dapat membawa dua kotak bibit tanaman. Pada atribut kuat, perancangan troli usulan menggunakan pilihan bahan yang kuat yaitu stall galvanis pada kerangka, pipa galvanis pada *handle*, *stainless steel plat sheet* pada alas rak troli, serta menggunakan *polyurethane* untuk roda troli.

5.5 Analisis *Mann Whitney U Test*

Berdasarkan tabel *ranks* atribut *comfortable*, diketahui nilai *mean rank* produk awalan yaitu 10.73 dan pada produk usulan yaitu 30.28. Pada atribut *easy to use*, diketahui nilai *mean rank* produk awalan yaitu 11.40 dan pada produk usulan yaitu 29.60. Pada atribut efektif, diketahui nilai *mean rank* produk awalan yaitu 11.25 dan pada produk usulan yaitu 29.75. Pada atribut kuat, diketahui nilai *mean rank* produk awalan yaitu 13.30 dan

pada produk usulan yaitu 27.70. Hal ini berarti bahwa produk usulan mendapat penilaian yang lebih baik dibandingkan dengan produk awalan.

Berdasarkan hasil uji *mann whitney U test* diketahui bahwa nilai signifikansi atribut *comfortable* kurang dari dari 0.05, yaitu 0.000. Hal ini menandakan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima yang berarti atribut *comfortable* pada produk usulan lebih baik dibandingkan pada produk awalan. Pada atribut *easy to use* diketahui nilai signifikansi kurang dari dari 0.05, yaitu 0.000. Hal ini menandakan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima yang berarti atribut *easy to use* pada produk usulan lebih baik dibandingkan pada produk awalan. Pada atribut efektif, diketahui nilai signifikansi kurang dari dari 0.05, yaitu 0.000. Hal ini menandakan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima yang berarti atribut *comfortable* produk usulan lebih baik dibandingkan produk awalan. Pada atribut kuat, diketahui nilai signifikansi kurang dari dari 0.05, yaitu 0.000. Hal ini menandakan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima yang berarti atribut *comfortable* pada produk usulan lebih baik dibandingkan pada produk awalan. Sehingga dapat diketahui bahwa troli usulan memberikan kenyamanan dan kemudahan yang lebih baik dari alat yang digunakan saat ini. Selain itu, troli usulan juga lebih efektif dan lebih kuat dari alat yang digunakan saat ini.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan skor REBA pada penggunaan produk awalan didapatkan skor akhir sebesar 10 pada masing-masing aktivitas pengangkutan dan pengangkatan yang berarti termasuk ke dalam klasifikasi sangat berisiko.
2. Atribut yang dibutuhkan oleh pengguna di antaranya adalah atribut *comfortable*, *easy to use*, efektif, dan kuat.
3. Desain spesifikasi pada troli yaitu tinggi troli berukuran 133.81 cm, tinggi *handle* berukuran 96.61 cm, panjang *handle* berukuran 43.92 cm, dan diameter *handle* troli berukuran 5.54 cm serta untuk meningkatkan kenyamanan pengguna saat menggenggam *handle*, maka *handle* troli juga dilapisi karet. Ukuran panjang alas rak troli berukuran 105 cm dan lebar 45 cm dimana terdapat enam tingkatan dengan jarak sebesar 11.86 cm antar tingkatan. Alas rak troli dapat dilipat serta menggunakan sistem katrol dengan motor DC sehingga dapat naik dan turun dengan menekan tombol. Troli dilengkapi 4 buah roda berukuran 15 cm yang dapat berputar 360° serta rem pada roda tersebut. Bahan yang digunakan yaitu stall galvanis pada kerangka, pipa galvanis pada *handle*, *stainless steel plat sheet* pada alas rak troli, serta menggunakan *polyurethane* untuk roda troli.
4. Desain produk usulan dinyatakan valid sesuai kebutuhan pengguna dan lebih baik dari desain awalan pada tingkat signifikansi 5% dimana hal tersebut dibuktikan dengan adanya penurunan skor REBA dari bernilai 10 atau sangat berisiko menjadi bernilai 4 atau berisiko rendah.

6.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat mempertimbangkan aspek-aspek lain yang belum dibahas pada penelitian ini. Selain itu, pada penelitian selanjutnya juga dapat diciptakan *prototype* agar dapat mengetahui tingkat usability dari desain usulan yang telah dirancang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abisena, V., & Martini, S. (2020). *Perancangan Material Handling Equipment pada Proses Pengemasan Buah Manggis menggunakan Metode Perancangan Produk Rasional (Studi Kasus PT. Andalas Fiddini Agrotama)*. 7(3), 9526–9534.
- Arohman. (2019). Pelaksanaan Pengembangan Produk Dan Saluran Distribusi Guna Meningkatkan Volume Penjualan Pada Industri Tahu Jaya Sendang Agung Lampung Tengah. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Manajemen*, 10(01), 1–10.
- Atmika, I. K. A. (2017). *Konstruksi dan Stabilitas Kendaraan (Kinerja Kendaraan)*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Badan Pusat Statistik (BPS). Pertumbuhan Ekonomi Produk Domestik Bruto. Diakses dari <https://bps.go.id/> pada 28 Desember 2021.
- Bridger, R. (2008). *Introduction to Ergonomics*. Crc Press.
- Bridger, R.S. (2015). *Introduction to Ergonomics*. Singapore: McGraw-Hill.
- Bukhori, E. (2010). Hubungan Faktor Risiko Pekerjaan Dengan Terjadinya Keluhan Musculoskeletal Disorder (MSDs) Pada Tukang Angkat Beban Pnambang Emas Di Kecamatan Cilograng Kabupaten Lebak Tahun 2010. *Hubungan Faktor Risiko Pekerjaan Dengan Terjadinya Keluhan Musculoskeletal Disorders (Msds) Pada Tukang Angkut Beban Penambang Emas Di Kecamatan Cilograng Kabupaten Lebak Tahun 2010*, 1–93.
- Caesaron, D., Chandra, J., & Tannadi, H. (2017). *Usulan Perancangan Alat Bantu untuk Mengurangi Risiko Cidera Kerja pada Buruh Angkut Berdasarkan Penilaian RULA dengan menggunakan QFD*. 798–808.
- Cohen, C., 1995. *Quality Fuction Deployment: How to Make QFD Work for You*. Massachusetts: Addison-Wesley
- Dewi, N. F. (2020). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Perawat Poli RS X. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2), 125–134.
- Dian Putra, M., Pambudi Tama, I., & Puspita Andriani, D. (2016). Analisis Perancangan Alat Bantu Material Handling Produksi Genteng Menggunakan Metode Axiomatic House of Quality (Ahoq). *Journal of Engineering and Management Industial System*, 4(1), 19–30.
- Djamal, H., Nelfiyanti, & Kurniawan, M. F. (2019). Desain Alat Bantu Pengambilan Part di Warehouse PT. XYZ dengan Aspek Ergonomi. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 6(2), 81–91.
- George, D. & Mallery, P. (2013). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update. Edisi ke-4*. Boston: Allyn & Bacon.
- Hasibuan, C. F., & Sutrisno. (2018). Perancangan Produk Tas Travel Multifungsi dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 19(1), 40–44.
- Iskandar, M. N., & Janari, D. (2021). *Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Antropometri dan Ergonomi Partisipatori (Studi Kasus PT . Mataram Tunggal Garment)*. 6(2), 57–66.
- Jaelani, E. (2012). Perencanaan dan Pengembangan Produk dengan Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Sains Manajemen & Akuntansi*, 4(1), 1–19. <http://jsma.stan-im.ac.id/pdf/vol4/1/5> Perencanaan Dan Pengembangan Produk Dengan Quality Function Deployment - Evan Jaelani.pdf
- Janna, N. M. (2020). Konsep Uji Validitas dan Reliabilitas dengan Menggunakan SPSS. *Artikel : Sekolah Tinggi Agama Islam (STAI) Darul Dakwah Wal-Irsyad (DDI) Kota Makassar, 18210047*, 1–13.

- Karliman, L. L., & Sarvia, E. (2019). Perancangan Alat Material Handling untuk Mereduksi Tingkat Risiko Cedera Tulang Belakang Operator pada Aktivitas Pemindahan Semen di Toko Bangunan X. *Journal of Integrated System*, 2(2), 170–191.
- Laksana, A. J., & Srisantyorini, T. (2020). Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Operator Pengelasan (Welding) Bagian Manufaktur di PT. X Tahun 2019. *Jurnal Kajian Dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat*, 1(1), 64–73.
- Marcell, M. R. R., Supomo, H., & Arif, M. S. (2021). Analisis Teknis dan Ekonomis Perbandingan Laju Korosi Material Baja Galvanis dan Aluminium untuk Memprediksi Umur dan Biaya Reparasi Lambung Kapal. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2).
- Mas'idah, E., Fatmawati, W., & Ajibta, L. (2009). Analisa Manual Material Handling (MMH) Dengan Menggunakan Metode Biomekanika Untuk Mengidentifikasi Resiko Cidera Tulang Belakang (Musculoskeletal Disorder) (Studi Kasus Pada Buruh Pengangkat Beras Di Pasar Jebor Demak). *Majalah Ilmiah Sultan Agung*, 45(119), 37–56.
- McAtamney, L., & Hignett, S. (1995). REBA: a rapid entire body assessment method for investigating work related musculoskeletal disorders. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Ergonomics Society of Australia*, 13–15.
- Megantara, A., & Sarvia, E. (2020). Perbaikan Postur Kerja dengan Perancangan Alat Bantu ada Stasiun Pencucian Kapas di CV. X-Majalaya. *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada*, 1–5.
- Middlesworth, Mark. A Step by Step Guide Rapid Entire Body Assessment (REBA). Diakses dari <http://ergo-plus.com> pada 7 Januari 2022.
- Muhidin, S. A., & Abdurahman, M. (2007). Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur dalam Penelitian. In *Bandung: Pustaka Setia* (Vol. 30).
- Mycharoka, M. V., Hidayat, N., & Afirianti, T. (2019). Rekomendasi Pembuatan Roda Berbahan Dasar Polyurethane Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Studi Kasus Pada CV. Sumber Rejeki Teknik. 3(8), 8316–8324.
- Nugroho, B. P. T., Iftadi, I., & Rochman, T. (2013). Usulan Rancangan Troli Sebagai Alat Bantu Angkut Karung Gabah Dalam Rangka Perbaikan Postur Kerja di Penggilingan Padi (Studi Kasus: Penggilingan Padi di Sragen). *PERFORMA: Media Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), 9–18.
- Nurmianto, E. (2004). Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya Edisi Kedua. *Surabaya: Guna Widya*.
- Nurmianto. (2008). Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya. PT. Guna Widya. Surabaya.
- Nurmianto, E. (2014). Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi Kedua. I. K. Gunarta. Surabaya: Prima Printing.
- Nuyah. (2009). Penentuan Formulasi Karet Pegangan Setang (Grip Handle) dengan Menggunakan Karet Alam dan Karet Sintetis Berdasarkan Sni 06-7031-2004. *Penelitian Balai Riset Dan Standardisasi Industri Palembang*.
- Pramestri, D. (2017). Analisis Postur Tubuh Pekerja Menggunakan Metode Ovako Work Posture Analysis System (OWAS). *Irkhaith-Teknologi*, 1(2), 22–29.
- Purnomo, H. (2013). *Antropometri dan Aplikasinya Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Puspitasari, E. P. (2019). Analisis Risiko Sikap Kerja dengan Keluhan Musculoskeletal Disorder pada Porter Stasiun Surabaya Gubeng. August 2017, 104–114.
- Quraisy, A., & Madya, S. (2021). Analisis Nonparametrik Mann Whitney Terhadap

- Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 3(1), 51–57.
- Reilly, T. (2020). Introduction to Ergonomics. *Ergonomics in Sport and Physical Activity*.
- Revadi, C. E., Gunawan, C. S., & Rakasiwi, G. J. (2019). Prevalensi dan Faktor-Faktor Penyebab Musculoskeletal Disorders pada Operator Gudang Industri Ban PT. X Tangerang Indonesia. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 5(1), 10.
- Rochman, T., Iftadi, I., & Romadhan, R. (2010). *Perancangan Alat Bantu Kerja pada Pekerjaan Manual Material Handling (MMH) untuk Memperbaiki Sikap Kerja dan Beban Kerja Buruh Aangkut (Studi Kasus di Pasar Gede Surakarta)*. 30–36.
- Sanders, Ms. and Mc. Cormick, Ernest J., 1992. Human Factors in Engineering and Design. New York: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Santoso, S., Yasra, R., & Purbasari, A. (2014). Perancangan Metode Kerja untuk Mengurangi Kelelahan Kerja pada Aktivitas Mesin Bor di Workshop Bubut PT. Cahaya Samudra Shipyard. *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 2(2), 155–164.
- Setiadi, M. Y., Poerwanto, & Anizar. (2013). Usulan Alat Bantu Pemandangan Batako untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders di PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri USU*, 1(3), 37–43.
- Siregar, S. (2016). Statistika Deskriptif untuk Penelitian Dilengkapi Perhitungan Manual dan Aplikasi SPSS Versi 17. In *Jakarta: PT Raja Grafindo Persada*.
- Siska, M., Prasetyo, E., Meilani, D., & Devani, V. (2018). Implementasi Redesain Sistem Kerja Pengangkutan Crumb Rubber yang Ergonomis. *November*, 539–549.
- Sokhibi, A., & Alifiana, M. A. (2019). *Ergonomic Trolley Design for Increasing Productivity in PG Jatibarang Brebes*. 1–7.
- Sokhibi, A., Alifiana, M. A., & Ghozali, M. I. (2018). Perancangan Troli Ergonomi pada Aktivitas Pengangkutan Beras di Penggilingan Padi. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 2(2), 111.
- Suhartini. (2020). Pengembangan Produk Meja Belajar Multifungsi dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment dan Antropometri. *Tecnoscienza*, 4 No.2.
- Suryaningrat, I. B., Atikah, R., & Kuswardhani, N. (2020). Redesain Alat Angkut (Material Handling) Thin Brown Crepe (TBC) untuk Peningkatan Produktivitas Kerja (Studi Kasus pada Pengolahan Karet di PTPN XII Sumber Tengah, Jember). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 8(2), 195–208.
- Susihono, W., & Prasetyo, W. (2012). Perbaikan Postur Kerja untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal dengan Pendekatan Metode OWAS (Studi Kasus di UD. Rizki Ragil Jaya Kota Cilegon). *Spektrum Industri*, 10(1).
- Syahril, A., & Zetli, S. (2022). Perancangan Fasilitas Kerja untuk Pengangkutan Barang Box Minuman di CV. Cahaya Biru Gemilang. *Comasie*, 06(04), 59–68.
- 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*, 09(12), 2156–2167.
- Tarwaka. (2010). *Ergonomi Industri, Dasar – Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi DI Tempat Kerja Ed 1, Cet. 1*. Surakarta: Harapan Press.
- Tarwaka. (2015). *Dasar Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Solo: Harapan Press.
- Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan*

- produktivitas. *Uniba, Surakarta*.
- Tungga, R. D., Herwanto, D., & Nugraha, B. (2021). Analisis Postur Kerja Pegawai pada Line Packing Refrigerator dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) Di Pt. XYZ. *Inaque : Journal of Industrial and Quality Engineering*, 9(1), 35–47.
- Widana, W., & Muliani, P. L. (2020). Uji Persyaratan Analisis. In *Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan di RSUD Kota Semarang*.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. Ergonomi Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Guna Widya.
- Yuamita, F., & Sary, R. A. (2017). Usulan Perancangan Alat Bantu Untuk Meminimalisir Kelelahan Fisik dan Mental Pekerja. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(2), 127.
- Zen, Z. H. (2014). Perancangan Alat Material Handling dengan Menggunakan Pendekatan Biomekanika dan Postur Kerja pada Bagian Pengepakan Pupuk di CV. Bukitraya Laendrys Bukittinggi. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)2*, 1(1), 72–83.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner NBM

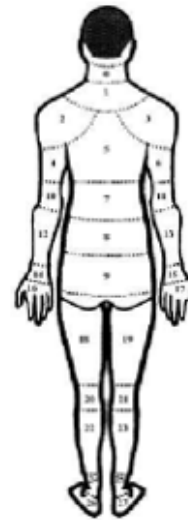
LEMBAR PENGAMATAN
NORDIC BODY MAP QUESTIONNAIRE

Nama Operator :
 Jenis Kelamin :
 Usia :
 Berat :

Berikan tanda centang (✓) pada salah satu kolom tingkat kesakitan berdasarkan bagian segmen tubuh yang ditanyakan (merujuk gambar).

Tingkat Kesakitan	Kejelasan
A	Tidak terasa sakit
B	Cukup sakit
C	Menyakitkan
D	Sangat menyakitkan

No	Bagian Segmen Tubuh	Tingkat Kesakitan			
		A	B	C	D
0	Upper neck/Atas leher				
1	Lower neck/Bawah leher				
2	Left shoulder/Kiri bahu				
3	Right shoulder/Kanan bahu				
4	Left upper arm/Kiri atas lengan				
5	Back/Punggung				
6	Right upper arm/Kanan atas lengan				
7	Waist/Pinggang				
8	Buttock/Pantat				
9	Bottom/Bagian bawah pantat				
10	Left elbow/Kiri siku				
11	Right elbow/Kanan siku				
12	Left lower arm/Kiri lengan bawah				
13	Right lower arm/Kanan lengan bawah				
14	Left wrist/Pergelangan tangan Kiri				
15	Right wrist/Pergelangan tangan Kanan				
16	Left hand/Tangan Kiri				
17	Right hand/Tangan Kanan				
18	Left thigh/Paha Kiri				
19	Right thigh/Paha Kanan				
20	Left knee/Lutut Kiri				
21	Right knee/Lutut Kanan				
22	Left calf/Betis Kiri				
23	Right calf/Betis Kanan				
24	Left ankle/Pergelangan kaki Kiri				
25	Right ankle/Pergelangan kaki Kanan				
26	Left foot/kaki kiri				
27	Right foot/kaki kanan				



الجمهورية العربية السورية
 جامعة البعث
 كلية الصيدلة
 قسم الصيدلة الباردة

Lampiran 2. Lembar Pengamatan REBA

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score

		Scores																							
		1						2						3											
		Legs				Trunk Posture Score				Neck				Legs				Trunk Posture Score				Neck			
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
3	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9		
4	3	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	10		
5	4	5	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	10	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11		

Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score

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

Step 3: Legs



Step 3a: Adjust...
If leg is twisted: +1
If leg is side bending: +1

Leg Score

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

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A.

Posture Score A

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0
If load 11 to 22 lbs.: +1
If load > 22 lbs.: +2

Adjust: If shock or rapid build up of force; add +1 Force / Load Score

Force / Load Score

Step 6: Score A. Find Row in Table C

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

Score A

Scoring

1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

Table C Score + Activity Score = REBA Score

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score

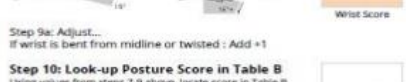
Step 8: Locate Lower Arm Position:



Step 8a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Lower Arm Score

Step 9: Locate Wrist Position:



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

Wrist Score

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.

Posture Score B

Step 11: Add Coupling Score

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

Coupling Score

Step 12: Score B. Find Column in Table C

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

Score B

Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Activity Score



Lampiran 3. Kuesioner VOC

SURVEI KEBUTUHAN PENGGUNAAN ALAT BANTU PENGANGKUTAN BIBIT TANAMAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Salam Sejahtera untuk kita semua.

Perkenalkan nama saya Resalfa Amelza Wibowo, mahasiswi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Saat ini saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir terkait dengan perancangan alat bantu pengangkutan kotak bibit tanaman. Sehingga saya memohon kesediaan Saudara/i untuk berkenan meluangkan waktu sejenak guna mengisi kuesioner penelitian ini.

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

Apabila terdapat pertanyaan lebih lanjut dapat menghubungi saya melalui Whatsapp/E-mail (085878181858 / 18522303@students.uii.ac.id).

Terimakasih atas waktu dan bantuan yang Saudara/i telah berikan.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Identitas Responden

Nama/Inisial :

Usia :

Jenis Kelamin : P / L

Berikut merupakan gambar alat bantu pengangkutan yang ada saat ini:



Seberapa puas Saudara/i terhadap alat bantu pengangkutan yang ada saat ini?

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

Apa keluhan yang Saudara/i rasakan ketika menggunakan alat bantu pengangkutan yang ada saat ini?

Jawaban :

Bagaimana desain alat bantu pengangkutan yang sesuai dengan harapan atau keinginan Saudara/i?

Jawaban :

Lampiran 4. Kuesioner *Importance Rating* Atribut

SURVEI KEBUTUHAN DESAIN HARAPAN ALAT BANTU PENGANGKUTAN BIBIT TANAMAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Salam Sejahtera untuk kita semua.

Perkenalkan nama saya Resalfa Amelza Wibowo, mahasiswi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Saat ini saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir terkait dengan perancangan alat bantu pengangkutan kotak bibit tanaman. Sehingga saya memohon kesediaan Saudara/i untuk berkenan meluangkan waktu sejenak guna mengisi kuesioner penelitian ini.

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

Apabila terdapat pertanyaan lebih lanjut dapat menghubungi saya melalui Whatsapp/E-mail (085878181858 / 18522303@students.uii.ac.id).

Terimakasih atas waktu dan bantuan yang Saudara/i telah berikan.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Identitas Responden

Nama/Inisial :

Usia :

Jenis Kelamin : P / L

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

Keterangan:

1 = Sangat Tidak Penting (STP)

2 = Tidak Penting (TP)

3 = Cukup Penting (CP)

4 = Penting (P)

5 = Sangat Penting (SP)

No	Pernyataan	STP (1)	TP (2)	CP (3)	P (4)	SP (5)
1	Atribut <i>Comfortable</i> (Desain alat sesuai dengan pengguna sehingga tidak menyebabkan mudah lelah dan tidak menimbulkan sakit)					
2	Atribut <i>Easy to Use</i> (Alat mudah dioperasikan pada saat berjalan dan mudah pada saat proses menurunkan atau menaikkan kotak bibit tanaman)					
3	Atribut <i>Efektif</i> (Alat dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman)					
4	Atribut <i>Kuat</i> (Alat tidak menyebabkan kotak bibit tanaman mudah jatuh)					

Lampiran 5. Kuesioner *Customer Competitive Evaluation*

SURVEI PENILAIAN ALAT BANTU PENGANGKUTAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Salam Sejahtera untuk kita semua.
Perkenalkan nama saya Resalfa Amelza Wibowo, mahasiswi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Saat ini saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir terkait dengan perancangan alat bantu pengangkutan kotak bibit tanaman. Sehingga saya memohon kesediaan Saudara/i untuk berkenan meluangkan waktu sejenak guna mengisi kuesioner penelitian ini.
Perlu diketahui bahwa data yang Saudara/i isi akan dijamin kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian semata.
Apabila terdapat pertanyaan lebih lanjut dapat menghubungi saya melalui Whatsapp/E-mail (085878181858 / 18522303@students.uii.ac.id).
Terimakasih atas waktu dan bantuan yang Saudara/i telah berikan.
Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Identitas Responden

Nama Inisial :
Usia :
Jenis Kelamin : P / L

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

Keterangan:

- 1 = Sangat Tidak Baik (STB)
2 = Tidak Baik (TB)
3 = Cukup Baik (CB)
4 = Baik (B)
5 = Sangat Baik (SB)

No	Pernyataan	STB (1)	TB (2)	CB (3)	B (4)	SB (5)
4	Bagaimanakah tingkat kekuatan produk? (Alat kuat dan tidak menyebabkan kotak bibit tanaman mudah jatuh)					

B. Penilaian terhadap produk *Service Truck*

- Spesifikasi
- Tinggi alat : 74 cm
 - Tinggi handle alat : 74 cm
 - Panjang alas rak alat : 87 cm
 - Lebar alas rak alat : 47 cm
 - Jumlah tingkatan : 3
 - Bahan kerangka alat : Besi



No	Pernyataan	STB (1)	TB (2)	CB (3)	B (4)	SB (5)
1	Bagaimanakah tingkat kenyamanan produk? (Desain alat sesuai dengan pengguna sehingga tidak menyebabkan mudah lelah dan tidak menimbulkan sakit)					
2	Bagaimanakah tingkat kemudahan penggunaan produk?					

A. Penilaian terhadap produk *Scissor Lift Table*

Spesifikasi

- Tinggi alat : 95 cm
- Tinggi handle alat : 95 cm
- Panjang alas rak alat : 91 cm
- Lebar alas rak alat : 50 cm
- Jumlah tingkatan : 1
- Sistem gerak alas rak : Pompa hidrolik
- Bahan kerangka alat : Besi baja



No	Pernyataan	STB (1)	TB (2)	CB (3)	B (4)	SB (5)
1	Bagaimanakah tingkat kenyamanan produk? (Desain alat sesuai dengan pengguna sehingga tidak menyebabkan mudah lelah dan tidak menimbulkan sakit)					
2	Bagaimanakah tingkat kemudahan penggunaan produk? (Alat mudah dioperasikan pada saat berjalan dan mudah pada saat proses menurunkan atau menaikkan kotak bibit tanaman)					
3	Bagaimanakah tingkat keefektifan produk? (Alat dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman)					

No	Pernyataan	STB (1)	TB (2)	CB (3)	B (4)	SB (5)
	(Alat mudah dioperasikan pada saat berjalan dan mudah pada saat proses menurunkan atau menaikkan kotak bibit tanaman)					
3	Bagaimanakah tingkat keefektifan produk? (Alat dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman)					
4	Bagaimanakah tingkat kekuatan produk? (Alat kuat dan tidak menyebabkan kotak bibit tanaman mudah jatuh)					

C. Penilaian terhadap Produk Awalan



No	Pernyataan	STB (1)	TB (2)	CB (3)	B (4)	SB (5)
1	Bagaimanakah tingkat kenyamanan produk? (Desain alat sesuai dengan pengguna sehingga tidak menyebabkan mudah lelah dan tidak menimbulkan sakit)					
2	Bagaimanakah tingkat kemudahan penggunaan produk?					

No	Pernyataan	STB (1)	TB (2)	CB (3)	B (4)	SB (5)
	(Alat mudah dioperasikan pada saat berjalan dan mudah pada saat proses menurunkan atau menaikkan kotak bibit tanaman)					
3	Bagaimanakah tingkat keefektifan produk? (Alat dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman)					
4	Bagaimanakah tingkat kekuatan produk? (Alat kuat dan tidak menyebabkan kotak bibit tanaman mudah jatuh)					

D. Penilaian terhadap Produk Usulan

Spesifikasi

- Tinggi alat : 133.81 cm
- Tinggi *handle* alat : 99.61 cm
- Panjang *handle* alat : 43.92
- Diameter *handle* alat : 5.54 cm
- Panjang alas rak alat : 105 cm
- Lebar alas rak alat : 45 cm
- Sistem gerak alas rak : Katrol dan motor DC
- Jumlah tingkatan : 6
- Bahan kerangka alat : Hallow galvanis
- Lapisan *handle* alat : Karet



No	Pernyataan	STB (1)	TB (2)	CB (3)	B (4)	SB (5)
1	Bagaimanakah tingkat kenyamanan produk? (Desain alat sesuai dengan pengguna sehingga tidak menyebabkan mudah lelah dan tidak menimbulkan sakit)					
2	Bagaimanakah tingkat kemudahan penggunaan produk? (Alat mudah dioperasikan pada saat berjalan dan mudah pada saat proses menurunkan atau menaikkan kotak bibit tanaman)					
3	Bagaimanakah tingkat keefektifan produk? (Alat dapat membawa lebih dari dua kotak bibit tanaman)					
4	Bagaimanakah tingkat kekuatan produk? (Alat kuat dan tidak menyebabkan kotak bibit tanaman mudah jatuh)					