

TESIS

**DESAIN TROLI BANDARA YANG ERGONOMIS DAN
INOVATIF UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT
USABILITAS**



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

RENITA CAHYANI

20916018

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

YOGYAKARTA

2023

TESIS

**DESAIN TROLI BANDARA YANG ERGONOMIS DAN
INOVATIF UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT
USABILITAS**

**Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program
Studi Teknik Industri Program Magister Fakultas
Teknik Industri Universitas Islam Indonesia**

RENITA CAHYANI

20916018

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Demi Allah, saya mengakui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika di kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 Februari 2023



Renita cahyani
NIM. 20916018

الجمهورية الإسلامية الإندونيسية

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

TESIS

**DESAIN TROLI BANDARA YANG ERGONOMIS DAN INOVATIF
UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT USABILITAS**

Telah disetujui pada tanggal

6 Februari 2023

Pembimbing,



Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIP. 955220101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Program Magister Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM.

NIP. 025200519

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

TESIS

DESAIN TROLI BANDARA YANG ERGONOMIS DAN INOVATIF UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT USABILITAS

Dibuat Oleh :

Nama : Renita Cahyani

NIM : 20916018

Telah dipertahankan di depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik Industri.
Fakultas Teknologi Industri

Yogyakarta, 22 Februari 2023

Tim Penguji

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

Ketua

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.

Anggota I

Dr. Dwi Handayani, S.T., M.Sc.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Program Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM.

NIP. 025200519

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan tesis ini kepada,

*Kedua orang tuaku Bapak Sainal Abidin Hamid dan Ibu Marina
Atas doa yang selalu dipanjatkan disetiap sujud dan tak henti-hentinya
mendoakan, memberikan kasih sayang, motivasi, semangat, dan seluruh
daya upaya untukku.*

*Kakakku Almh. Yuliani Kartika, adik-adikku Muh. Hafiz dan Muh. Algifari,
serta keluargaku yang selalu mendoakan memberikan motivasi semangat
dan kasih sayang.*

*Teman-teman seperjuangan di Magister Teknik Industri Angkatan XXIX
Universitas Islam Indonesia. Terima kasih untuk semua motivasi, ilmu dan
bantuannya yang telah kalian berikan.*

*Abdul Rahman Lasading S.E. Serta teman-temanku di LINGKAR 15, GMNI,
HMTI, WANABAKTI dan masih banyak lagi yang tidak dapat saya sebutkan
satu-persatu Terimakasih untuk semua motivasi, semangat, ilmu dan
bantuannya yang telah kalian berikan.*

*Semoga Allah SWT menjadikan kita semua hamba yang berilmu dan
beramal shaleh. Aamiin.*

MOTTO

“Jika seseorang bepergian dengan tujuan mencari ilmu (agama), maka Allah akan menjadikan perjalanannya seperti perjalanan menuju surga”

Nabi Muhammad SAW

(HR. Bukhari)

“Belajar tanpa berpikir tidak ada gunanya, tapi berpikir tanpa belajar sangat berbahaya”

(Ir. Soekarno)

“keberhasilan bukanlah milik orang pintar, namun keberhasilan itu adalah milik mereka yang senantiasa berusaha”

(Bj. Habibie)

الجامعة الإسلامية
الاستدراك الاندو

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Atas rahmat dan ridho-Nya pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “**DESAIN TROLI BANDARA YANG ERGONOMIS DAN INOVATIF UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT USABILITAS**” sebagai syarat untuk mencapai derajat sarjana Strata 2 (S2) pada program Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan tesis ini dibantu oleh berbagai pihak berupa arahan serta bimbingan. Oleh karena itu, Penulis dengan penuh hormat dan kerendahan hati menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM. Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Hartomo Soewardi., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
4. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yang telah banyak memberikan bantuan serta ilmu selama menempuh pendidikan.
5. Kedua Orang Tua dan adik-adikku tercinta atas segala doa, bantuan dan kasih sayang yang tak henti-hentinya mengalir untukku.
6. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan memberi segala masukan dalam menjalankan penelitian dan penyusunan tesis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dalam proses penerapan ilmu yang diperoleh. Penulisan karya tulis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu dimasa mendatang diharapkan kritik dan saran dari semua pihak dengan harapan dapat bermanfaat bagi semua yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 6 Februari 2023



Renita Cahyani
NIM. 20916018



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PRASYARAT GELAR MAGISTER	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGSAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masaalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Empiris	6
2.2 Kajian Teoritis.....	29
2.2.1 Ergonomi	29
2.2.2 Tujuan ergonomi	32
2.2.3 Manfaat Ergonomi.....	33
2.2.4 Antropometri	33
2.2.5 Dimensi Antropometri dan Pengukurannya	35
2.2.6 Quality Function Deployment (QFD)	38
2.2.7 Tahapan dalam Metode Quality Function Deployment (QFD)...	39
2.2.8 Keunggulan Quality Function Deployment (QFD).....	42

2.2.9 Tujuan Quality Function Deployment (QFD)	43
2.2.10 Manfaat Quality Function Deployment (QFD)	43
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1. Subjek dan Objek Penelitian	45
3.1.1 Subjek dan Objek Penelitian	45
3.1.2 Objek penelitian.....	45
3.2. Jenis Data	45
3.2.1 Data Primer.....	45
3.2.2 Data Sekunder	45
3.3. Populasi dan Sampel	45
3.3.1 Populasi	45
3.3.2 Sampel	46
3.4. Instrumen Penelitian.....	46
3.5. Metode Pengumpulan Data	47
3.5.1 Metode Pengumpulan Data Primer	47
3.5.2 Metode Pengumpulan Data Sekunder	50
3.6. Metode Pengolahan Data	52
3.6.1 Uji Homogenitas.....	52
3.6.2 Uji Beda (<i>Mann Whitney</i>).....	52
3.6.3 Uji Usabilitas	53
3.7. Diagram Alir Penelitian	56
3.7.1 Tahap Pendahuluan	58
3.7.2 Tahap pengumpulan data.....	58
3.7.3 Tahap pengolahan data	58
3.7.4 Tahap analisa dan penarikan kesimpulan	58
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	59
4.1. Pengolahan Data.....	59
4.2. Voice Of Customer (VOC)	59
4.3. Data Antopometri.....	60
4.4. Benchmarking	61
4.5. Hasil Spesifikasi Desain.....	62

4.6. Penentuan Target Spesifikasi	63
4.7. Hasil Konsep Desain	65
4.7.1 Desain Konsep Spesifikasi Desain	65
4.7.2 Desain Troli Bandara Usulan	70
4.8. Hasil Uji Validasi	70
4.8.1 Hasil Uji Homogenitas	70
4.8.2 Hasil Uji Beda (<i>Mann Whitney</i>)	71
4.9. Hasil Uji Usabilitas	72
4.9.1 Pengukuran Aspek Efektivitas	72
4.9.2 Pengukuran Aspek Efisiensi	73
4.9.3 Pengukuran Aspek Kepuasan	74
4.10 Harga Produk	76
BAB V PEMBAHASAN	79
5.1. Analisis Kebutuhan Pengguna	79
5.2. Analisis Spesifikasi Desain Troli Usulan	80
5.3. Analisis Uji Statistik	81
5.3.1 Analisis Uji Homogenitas	81
5.3.2 Analisis Uji Beda (<i>Mann Whitney</i>)	82
5.4. Analisis Uji Usabilitas	84
5.4.1 Analisis Uji Efektivitas	84
5.4.2 Analisis Uji Efisiensi	84
5.4.3 Analisis Uji Kepuasan	85
BAB VI PENUTUP	87
6.1. Kesimpulan	87
6.2. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	94
Lampiran 1 Kuesioner Tingkat Kepentingan	95
Lampiran 2 Kuesioner Tingkat Kepuasan	98
Lampiran 3 Kuesioner Uji Efektivitas	101
Lampiran 4 Kuesioner Uji Efisiensi	103

Lampiran 5 Kuesioner Uji Kepuasan104

Lampiran 6 Dokumentasi Eksperimen Troli Usulan105



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>State of The Art</i>	27
Tabel 3.1	Jenis Dan Teknik Pengumpulan Data Primer.....	47
Tabel 3.2	Jenis Dan Teknik Pengumpulan Data Sekunder	51
Tabel 3.3	Kategori Rasio Efektifitas	54
Tabel 3.4	Daftar Pertanyaan Kuesioner <i>System Usability Of Scale</i>	55
Tabel 4.1	Atribut Kebutuhan Pengguna	59
Tabel 4.2	Hasil Rekapitulasi Kuesioner Tingkat Kepentingan	60
Tabel 4.3	Atribut kebutuhan konsumen	60
Tabel 4.4	Dimensi Antropometri dalam Desain Troli Bandara.....	61
Tabel 4.5	Produk <i>Benchmarking</i>	61
Tabel 4.6	Hasil <i>Benchmarking</i>	62
Tabel 4.7	<i>Technical Reuquirement</i> Troli Bandara.....	63
Tabel 4.8	Target Spesifikasi Troli Bandara.....	64
Tabel 4.9	Target Spesifikasi Troli Bandara.....	71
Tabel 4.10	Hasil Uji beda Troli Usulan dengan Troli Model 1.....	71
Tabel 4.11	Hasil Uji beda Troli Usulan dengan Troli Model 2.....	72
Tabel 4.12	Hasil Uji efektivitas.....	73
Tabel 4.13	Hasil Uji Efisiensi Troli Eksisting.....	74
Tabel 4.14	Hasil Uji Efisiensi Troli Usulan	74
Tabel 4.15	Hasil Uji Kepuasan Troli Usulan	75
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan System Usability of Scale (SUS).....	75
Tabel 4.17	Harga Pokok Produksi.....	76
Tabel 4.18	Perhitungan Harga Jual Torli Bandara Usulan Perunit	78

الجمعة الاستاذة الاندو

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prototype Robot Troli Pengikot Manusia.....	8
Gambar 2.2	Sistem Kontrol Troli Rotari sebagai Tempat Penitipan Barang Otomatis menggunakan Fuzzy Logic.....	9
Gambar 2.3	Perancangan Troli Ergonomi pada Pengangkutan Beras di Penggilingan Padi.....	10
Gambar 2.4	Troli Kursi Ergonomi	11
Gambar 2.5	Prototipe Troli Pengikot Manusia	12
Gambar 2.6	Desain Troli yang Ergonomis.....	14
Gambar 2.7	Alat Desain Troli Ergonomis.....	16
Gambar 2.8	Sistem Otomasi Penggunaan Barcode Scanner Pada Trolley Berbasis Arduino Mega 2560.....	17
Gambar 2.9	Beam Trolley Rancangan	19
Gambar 2.10	Rancangan Troli dan Komponennya.....	20
Gambar 2.11	Desain Troli dengan Fungsi Troli.....	21
Gambar 2.12	Desain Troli Kamar Mayat.....	23
Gambar 2.13	Desain Troli Transfer	24
Gambar 2.14	Desain Troli Belanja Skuter Portabel.....	26
Gambar 2.15	Desain Troli Industri dengan Antropometri Pekerja	27
Gambar 2.16	Skema Ergonomi	33
Gambar 2.17	Ukuran Antropometri dalam Rancangan.....	37
Gambar 2.18	Antropometri Tubuh Manusia.....	38
Gambar 2.19	Proses Pelaksanaan QFD.....	40
Gambar 2.20	Model <i>Quality Function Deployment</i>	43
Gambar 3.1	Data Antropometri.....	51
Gambar 3.2	<i>System Usability of Scale (SUS) Score</i>	55
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian.....	58
Gambar 4.1	<i>Matrix House Of Quality</i>	66
Gambar 4.2	Dimensi Rangka Keranjang.....	67

Gambar 4.3	Dimensi <i>Handle</i>	67
Gambar 4.4	Dimensi <i>Handle Bar</i>	67
Gambar 4.5	Dimensi <i>Trolley Base Frame</i>	68
Gambar 4.6	Dimensi Roda.....	68
Gambar 4.7	<i>Floor Trolley</i>	68
Gambar 4.8	<i>Frame Board</i>	69
Gambar 4.9	Tuas Pengatur Keranjang.....	69
Gambar 4.10	<i>Rack Gears</i>	69
Gambar 4.11	Lis karet.....	70
Gambar 4.12	Rangka Troli.....	70
Gambar 4.13	Rangka Troli.....	70
Gambar 4.14	Desain Troli Usulan.....	71

الجامعة الإسلامية
 الإسلامية
 الهندية

ABSTRAK

Trolley adalah salah satu alat angkut untuk memudahkan orang membawa barang dan atau peralatan dari tempat asalnya ke tujuan tertentu. Alat ini paling banyak digunakan di banyak tempat seperti bandara. Namun studi pendahuluan yang dilakukan menemukan sebanyak 90% penumpang mengalami keluhan seperti sulit berbelok, terlalu berat dalam membawa, kapasitas terbatas, barang mudah jatuh, ukuran troli terlalu tinggi, dan sulit naik turun. Oleh karena itu, perlu dikembangkan desain troli baru untuk mengatasi masalah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang troli inovatif berdasarkan prinsip ergonomis untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Metode *Quality Function Deployment* (QFD) digunakan dalam menentukan spesifikasi desain. Survei dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan analisis statistik untuk menguji hipotesis. *Usability test* juga dilakukan untuk memastikan bahwa desain yang dikembangkan dapat menjadi lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain baru valid untuk memenuhi kriteria pengguna dan lebih baik dari desain yang ada pada tingkat signifikan 5%. Desain baru juga lebih nyaman, lebih efisien, lebih efektif dan lebih memuaskan.

Kata Kunci : Troli, bandara, ergonomis, *quality function deployment*, *usability*.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, bandara adalah kawasan di daratan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya

Fasilitas merupakan alat yang digunakan untuk mempermudah dan melancarkan suatu usaha atau pekerjaan (Amaliawati S, 2015). bandar udara harus memiliki fasilitas sisi udara (*airside*) seperti *runway*, *taxiway*, *apron* dan fasilitas sisi darat (*landside*) seperti terminal, jalan masuk, perparkiran dan fasilitas bagasi (Heru Basuki, 1986). Bandar udara merupakan sarana yang memberikan pelayanan jasa kebandarudaraan yang menyediakan fasilitas yang memadai yaitu aman, nyaman, lancar dan teratur.

Ketersediaan fasilitas yang ada disalah satu bandar udara sebagian sudah memenuhi tetapi ada satu masalah yang dimana fasilitas untuk penumpang ketika hendak menggunakan kurang memadai. Salah satu aktivitas yang ada di bandara yang harus memperhatikan faktor ergonomi adalah saat proses penumpang mengangkat barang. Pengangkatan beban secara manual berpengaruh terhadap anatomi badan (*muskuloskeletal*), khususnya beban yang terjadi pada tulang belakang (Mulaksono, 2014). Peralatan pendukung yang cukup dikenal dalam proses pemindahan barang secara manual yaitu trolis. Pekerjaan yang bersifat manual jika tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan keluhan kerja hingga kecelakaan kerja (Nurmianto, 2006). Pemindahan material secara manual selain tidak produktif juga dapat menyebabkan kurang nyaman, overstress, rasa sakit, hingga kecelakaan kerja (*accident*). Risiko tersebut tentu dapat diminimalkan

dengan tindakan kondisi kerja serta penunjangnya yang ergonomi. Hal ini jika dilakukan secara terus menerus akan menimbulkan gangguan pada tubuh manusia dan berdampak buruk pada kondisi kesehatan (Suma'mur, 1995). Maka dari itu Troli merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan material dari satu tempat ke tempat lain dengan bantuan manusia dengan demikian perancangan merupakan kegiatan merangkai berbagai macam komponen pengetahuan atau persoalan menjadi satu keutuhan. Karena itu, perancangan disebut juga sebagai kegiatan merangkai. Merancang alat troli yang memungkinkan pekerja mencapai kinerja dan produktivitas memberikan keamanan dan kenyamanan yang lebih baik (Syuaib, 2015).

Ergonomi merupakan ilmu atau kaidah dalam rangka merancang suatu sistem yang efektif, aman, sehat, nyaman, dan efisien (Hendra, 2009). Bekerja secara ergonomis dengan intervensi menggunakan alat bantu kerja yang ergonomis akan berdampak pada peningkatan kualitas hidup atau kesehatan dan peningkatan produktivitas pekerja (Setiawan, 2017). peningkatan produktivitas ini akan tercapai jika semua komponen dalam sistem kerja dirancang secara ergonomis.

Perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju kearah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia. Menurut Manuaba (2004) Teknologi yang digunakan dalam rancangan sistem kerja mengacu pada teknologi tepat guna yang dikaji secara komprehensif melalui enam kriteria, yaitu secara teknis, ekonomis, ergonomis, sosial budaya, hemat akan energi dan tidak merusak lingkungan. Desain alat yang optimal membutuhkan penerapan yang komprehensif (Mugisa, 2016). Pemilihan metode kerja yang tepat dapat menyederhanakan pekerjaan yang dapat mempengaruhi keluhan selama bekerja.

Berdasarkan studi lapangan sebanyak 90% pengguna merasa terbebani diakibatkan pada aktivitas ini terdapat permasalahan yaitu penumpang saat membawa barang bawaan yang mengakibatkan mereka sering mengalami sakit pada pundak, belakang, tangan dan kaki . Hal ini jika dilihat dari aspek

ergonomi, maka posisi kerja dan fasilitas kerja yang ada pada bandara tersebut tidak memenuhi aspek ergonomi. Pengamatan awal yang dilakukan dengan observasi langsung dan wawancara menunjukkan bahwa pada saat menggunakan troli bandara banyak mendapat keluhan yang dirasakan oleh pengguna dikarenakan alat yang digunakan belum sesuai aspek ergonomi. Hasil wawancara didapatkan 1. Troli sulit dibelokan, 2. Membutuhkan tenaga yang besar saat mendorong, 3. Roda pada troli gampang seret, 4. Kapasitas barang pada troli tidak banyak, 5. Kesulitan ketika melewati lantai menanjak dan menurun, 6. Ukuran pada troli terlalu tinggi, 7. Barang bawaan mudah terjatuh. Hal ini mengakibatkan mereka merasa kerepotan dan sangat menyulitkan jika dilakukan terus menerus, maka akan cepat menimbulkan kelelahan, ketidaknyamanan, risiko cedera, pembungkuan, dan penurunan waktu produktivitas.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Balasubramanian et al (2018), Ah. Sokhobi et al (2018), Permata et al (2019), Aviv et al (2020), dan Nurfaajiah et al (2021). Tiga studi pertama hanya berfokus pada menghindari gangguan muskuloskeletal saat dioperasikan. Itu tidak mempertimbangkan variabel lain seperti kemudahan untuk bermanuver. Sedangkan dua penelitian terakhir telah mengembangkan troli dengan menerapkan konsep otomatis untuk kemudahan dalam penggunaan. Namun, desain dan pembuatannya membutuhkan biaya tinggi sehingga tidak dapat dipasarkan. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah merancang troli inovatif berdasarkan prinsip ergonomis untuk memenuhi kebutuhan pengguna.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, penulis mengambil penelitian yang dilakukan mampu untuk membantu meringankan dan mengurangi beban kerja manusia dalam proses pemindahan barang secara manual, dengan menggunakan alat bantu troli sehingga dapat mengefisienkan dari segi tenaga, waktu, dan lain sebagainya. Dengan melihat latar belakang tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian

dengan judul Desain Troli Bandara Yang Ergonomis Dan Inovatif Untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana desain troli bandara yang ergonomis dan inovatif untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan meningkatkan tingkat usabilitas ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi kebutuhan pengguna terkait dengan troli bandara.
2. Spesifikasi rancangan troli bandara yang memenuhi kebutuhan pengguna.
3. Menentukan tingkat validitas spesifikasi hasil rancangan troli bandara yang inovatif dengan kebutuhan pengguna.
4. Menentukan tingkat usabilitas rancangan troli bandara yang inovatif bagi pengguna.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini mampu menghasilkan desain troli yang ergonomis dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usabilitas maka perlu dibuat batasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya dilakukan di Bandara
2. Penelitian ini digunakan untuk menentukan uji usabilitas pada pengguna rancangan torli bandara
3. Penelitian ini menggunakan metode *Quality Function Deployment* pada tahap *Matrix House of Quality*.
4. Penelitian ini hanya terfokus pada desain troli yang ergonomis dan inovatif
5. Penelitian ini menggunakan data antropometri yang digunakan dalam menentukan dimensi rancangan torli bandara antropometri orang dewasa usia 17-65 tahun.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Menjadikan model desain troli yang ergonomis dan inovatif untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan meningkatkan tingkat usabilitas.
2. Mengurangi keluhan yang dirasakan oleh pengguna troli bandara



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Empiris

Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait dengan desain troli. Berikut penjelasan mengenai rancangan troli yang sudah pernah dibuat oleh peneliti terdahulu :

Fenza Maulana (2020) melakukan penelitian terkait rancangan troli dengan judul penelitian “Pengaturan Posisi Troli Terhadap Objek Pada *prototype* Robot Troli Pengikut Manusia”. Troli merupakan alat yang dapat membantu pekerjaan manusia untuk membawa barang. Akan tetapi, dengan troli yang umum digunakan, pengguna harus mendorong troli tersebut untuk berpindah tempat sehingga mengurangi aktifitas tangan untuk melakukan kegiatan lainnya. Cara tersebut tidak efektif, oleh karena itu dibutuhkan robot troli pengikut manusia. Robot troli akan mempertahankan jarak dengan objek manusia yg diikutinya, agar jarak Troli tidak terlalu jauh dengan objek manusia. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan kontroler untuk menjaga kestabilan jarak robot terhadap objek yang diikutinya. Metode kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode PID yang ditanamkan dalam board Arduino Uno untuk mengontrol aktuator berupa motor DC, yang mendapatkan umpan balik dari sensor jarak infrared yang terletak pada sisi depan Troli. Berdasarkan hasil pengujian, sensor dan actuator memiliki nilai rata-rata error dibawah 5%. Setelah dilakukan tuning PID dan perhitungan melalui metode Ziegler Nichols serta dibandingkan dengan Trial and Error, didapat nilai-nilai parameter PID yang baik, yaitu $K_p= 6$, $K_i=0.1$ dan $K_d=0.05$, menghasilkan Delay Time (T_d) = 0.9s, Rise Time (T_r) = 1.1s, Peak Time (T_p) = 1s, Settling Time (T_s)= 1.3s, Overshoot=6.9%, $e_{ss}= 1$ Cm. Gambar 2.1 merupakan hasil rancangan troli pada penelitian ini

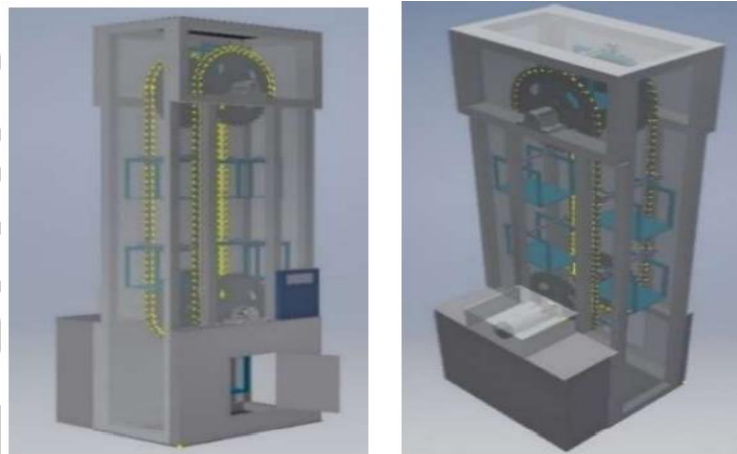


(Sumber : Fenza Maulana et al., 2020)

Gambar 2.1 Prototype Robot Troli Pengikut Manusia

Risnanda Satriatama et al (2020) melakukan penelitian terkait rancangan troli dengan judul penelitian “Sistem Kontrol Troli Rotari sebagai Tempat Penitipan Barang Otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*”. Tujuan dari penelitian ini bagaimana troli rotari memerlukan sistem kontrol untuk mengatur rak ke posisi yang diinginkan. Penelitian ini berfokus pada sistem kontrol posisi rak menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller (FLC)* diharapkan dapat memberikan respon yang baik untuk mengatur rak dengan beban berbeda yang tanpa menggunakan sensor pengukur beban pada alat ini. Indikator atau parameter masukan pada FLC yang dapat merepresentasikan resultan gaya berat total yang bekerja pada sistem akan dibahas lebih lanjut dengan beban berbeda dari setiap pengguna. Selain itu untuk meningkatkan keamanan, sistem akses pada troli rotari menggunakan RFID. Adapun hanya terdapat 1 pintu yang akan menjadi akses barang keluar dan masuk. Sesuai dengan algoritma yang akan dirancang, nomor rak dengan barang tertentu hanya dapat diakses oleh RFID yang telah ditandai pada nomor rak tersebut. Masukan pada sistem kontrol FLC adalah error dan delta error dari sensor rotary encoder. Keluaran dari FLC adalah *Pulse Width Modulation* yang digunakan untuk mengontrol kecepatan motor DC. Hasil penelitian dari tiga variasi fungsi keanggotaan keluaran dengan beban pada satu rak, pengujian tanpa beban memiliki *settling time* antara 3,11 s hingga

3,24 s dan *error steady state* antara 3 hingga 8 *counter*. Pengujian dengan beban 250 g memiliki *settling time* antara 3,92 s hingga 8,80 s dan *error steady state* antara -5 *counter* hingga 4 *counter*. Sedangkan pengujian dengan beban 500 g memiliki *settling time* antara 4,66 s hingga 7,39 s dan *error steady state* antara 8 *counter* hingga 12 *counter*. Gambar 2.2 merupakan hasil rancangan troli pada penelitian ini

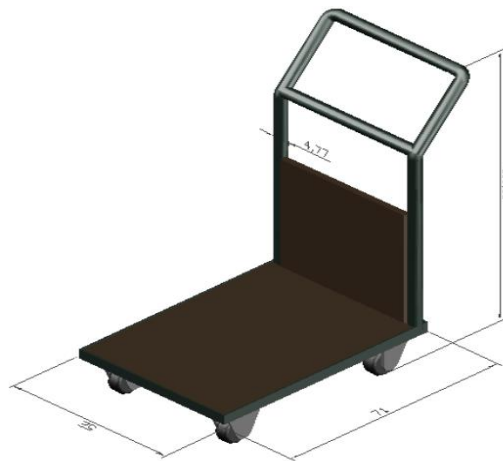


(Sumber : Risnanda Satriatama et al., 2020)

Gambar 2.2 Sistem Kontrol Troli Rotari sebagai Tempat Penitipan Barang Otomatis menggunakan Fuzzy Logic

Sokhibi et al (2018) melakukan penelitian terkait rancangan troli dengan judul penelitian “Perancangan Troli Ergonomi pada Aktivitas Pengangkutan Beras di Penggilingan Padi”. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perbaikan fasilitas kerja berupa perancangan troli ergonomi di Penggilingan Padi agar bisa mengurangi keluhan pada posisi kerja sehingga akan berdampak pada posisi kerja yang ergonomi. Metode yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode pengukuran antropometri data tersebut adalah Tinggi Siku Berdiri (TSB) pekerja dan Diameter Genggam Tangan (DGT) pekerja. Dari hasil kuesioner keluhan pada posisi kerja pekerja, diperoleh penurunan keluhan pada leher sebesar 11%, pada lengan tangan sebesar 90%, pada punggung sebesar 4%, pada pinggang sebesar 8%, pada paha sebesar 47%, pada lutut sebesar 25%, pada betis sebesar 17 %.

setelah menggunakan troli ergonomi. Dari hasil pengolahan data didapatkan hasil perancangan troli ergonomi dengan ukuran tinggi troli 100, 81 cm; diameter genggam tangan troli 4,77 cm; panjang troli 71 cm; dan lebar troli 52 cm. Posisi kerja pengangkut beras lebih nyaman karena menggunakan troli ergonomi, hal ini dibuktikan dengan terjadinya penurunan keluhan pada pekerja pengangkut beras berdasarkan hasil kuisioner terutama pada keluhan punggung dari 30 pekerja menjadi hanya 1 pekerja. Gambar 2.3 merupakan hasil rancangan troli pada penelitian ini

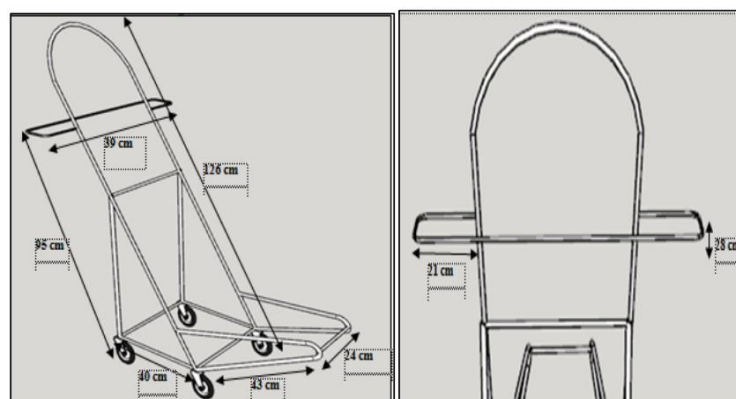


(Sumber : Sokhibi et al., 2018)

Gambar 2.3 Perancangan Troli Ergonomi pada Pengangkutan Beras di Penggilingan Padi

Permata et al (2019) melakukan penelitian terkait rancangan troli dengan judul penelitian “Merancang Ulang *Manual Material Handling* Troli Kursi Ergonomis Untuk Mengurangi Tingkat Keluhan Rasa Sakit dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Karyawan *Banquet* (Studi Kasus : Hotel Aryaduta Pekanbaru)”. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan ulang untuk mengurangi tingkat keluhan rasa sakit dan meningkatkan produktivitas *manual material handling* troli kursi yang ergonomis untuk mengurangi tingkat keluhan rasa sakit dan meningkatkan produktivitas kerja karyawan *banquet* Hotel Aryaduta Pekanbaru. Karyawan *banquet* selama ini bekerja sering mengalami rasa nyeri dan sakit pada

anggota bagian tubuh diantaranya bagian bahu dan tangan yang disebabkan ketika karyawan membawa tumpukan kursi yang berjumlah 10 kursi yang memiliki berat sekitar 40 kg untuk perlengkapan acara dengan menggunakan troli kursi yang tidak ergonomi dari *stotre* barang ke grandball room yang memiliki jarak sekitar 60 meter. Penerapan perancangan ulang troli kursi yang ergonomi untuk mengurangi tingkat keluhan rasa sakit dan meningkatkan produktivitas kerja karyawan banquet di Hotel Aryaduta dengan menggunakan data antropometri dan untuk mengukur kelelahan dengan menggunakan metode %CVL, lebih ergonomis dari kondisi awal dimana persentase keluhan tidak nyaman karyawan sebelum perancangan sebesar 69,04% sedangkan setelah perancangan sebesar 8,33%. Setelah perancangan terjadi penurunan denyut nadi karyawan pada %CVL sebesar 3,08% dan waktu baku yang didapat setelah perancangan sebesar 2,92 menit yang dimana sebelum perancangan sebesar 3,51 menit. Peningkatan Produktivitas kerja karyawan setelah perancangan dalam memabawa tumpukan kursi sebesar 20,58% yang dimana rata-rata setiap karyawan banquet dapat membawa tumpukam kursi sebanyak 21 tumpuk/ jam yang dimana sebelumnya dengan menggunakan troli kursi lama membawa tumpukkan kursi sebanyak 17 tumpuk/jam. Gambar 2.4 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.



(Sumber : Permata et al., 2019)

Gambar 2.4 Troli Kursi Ergonomi

Aviv et al (2020) melakukan penelitian terkait perancangan torli dengan judul penelitian “Kontrol Sudut Terhadap Perubahan Posisi Pada Prototipe Troli Pengikut Manusia”. Tujuan dari penelitian ini membuat robot troli pengikut manusia dengan cara mengontrol sudut motor servo yang digunakan untuk menggerakkan roda torli untuk dapat menentukan pergerakan posisi pada tubuh manusia digunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*) yang berada disisi kanan dan kiri troli. Pada saat sensor PIR akan mendeteksi perubahan dari sinar *infrared* yang terjadi ketika ada pergerakan yang dilakukan oleh seseorang atau suatu objek yang memiliki suhu atau temperature yan berbeda dari lingkungan sekitar mendeteksi manusia maka data tersebut akan diolah menggunakan Arduino uno dengan menggunakan metode yang sesuai. Setelah itu Arduino uno akan mengirimkan data ke motor servo yang akan menggerakkan robot troli ke kiri atau ke kanan. Dari hasil pengujian untuk proses steering, pada saat objek pada posisi kanan troli maka sudut motor servo akan bernilai $< 90^{\circ}$ dan pada saat objek pada posisi kiri troli maka sudut motor servo akan bernilai $> 90^{\circ}$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin ke kanan posisi objek maka nilai sudut motor servo akan semakin kecil. Dan sebaliknya semakin ke kiri posisi objek maka nilai sudut motor servo akan semakin besar. Gambar 2.5 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.



(Sumber : Aviv et al., 2020)

Gambar 2.5 Prototipe Troli Pengikut Manusia

Balasubramanian et al (2018) melakukan penelitian terkait rancangan troli dengan judul penelitian “*Fatigue Evaluation in Manual Handling Using Surface EMG and Ergonomic Design of Trolley*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang ketinggian pegangan troli yang optimal yang menginduksi tegangan tekan yang lebih rendah pada tulang belakang. Musculoskeletal disorder (MSD) merupakan salah satu masalah kesehatan utama yang berhubungan dengan pekerjaan fisik terutama pada pekerjaan yang membutuhkan pekerjaan manual dan kelelahan otot dianggap erat kaitannya dengan gangguan yang berhubungan dengan otot. Selain teknik yang ada untuk penilaian kelelahan Penelitian berfokus pada penggunaan elektromiografi untuk menganalisis kelelahan ditempat kerja dengan menghitung kelelahan pada tingkat otot yang membantu dalam mengevaluasi risiko yang tepat untuk analisis lebih lanjut, karena tulang belakang adalah bagian yang paling terpengaruh selama penanganan manual, penelitian berfokus pada aktivitas otot tulang belakang untuk perbandingan risiko yang terkait dengan pegangan manual serta menggunakan troli. Pengangkatan beban sisa yang diperoleh dari mesin *stretch forming* disuatu industri dianalisis dari troli yang dirancang secara ergonomis untuk bisa diangkat dan dibawa. Hasil pada penelitian ini telah menganalisis kelelahan yang dialami oleh postur kerja Semg, 3DSSPP dan mengidentifikasi area utama yang menyebabkan cedera jangka panjang pada operator karena ergonomi dan sistem MMH yang buruk kelelahan otot yang diidentifikasi sebagai alasan utama untuk kinerja yang buruk dalam penanganan material manual dan analisis untuk tiga pekerja yang berbeda dan hasilnya dibandingkan dengan tingkat kelelahan penanganan material dengan menggunakan troli dengan memvariasikan ketinggian pegangan. Pada analisis sEMG, presentase penurunan kelelahan pada tulang belakang kiri dan kanan adalah 67,9% dan 79,78% berdasarkan hasil analisis sEMG bahwa dengan menggunakan troli untuk menangani beban bahwa dengan menggunakan troli untuk menangani beban mengurangi kelelahan otot ke tingkat yang lebih besar dan ketinggian pegangan troli yang optimal diputuskan sebagai 105cm. Pada alat penilaian REBA, hasilnya memberikan

kategori rendah yang berarti torli telah mengurangi risiko secara signifikan. Pada metode analisis konvensional, terlihat bahwa sekitar 67,17% gaya berkurang dengan penggunaan troli dalam penanganan dibandingkan dengan penanganan manual. Alat analisis ergonomis lainnya juga memberikan hasil yang sama dalam pengurangan tingkat kelelahan. Pada alat kalkulasi NIOSH, indeks angkat berada dibawah wilayah angakt beban yang direkomendasikan (RWL) dibawah kisaran NIOSH yang ditentukan dan presentase penurunan indeks angkat adalah 56,14%. Hasil software bimenikanik juga mengatakan presentase penurunan kelelahan otot pada tulang belakang sebesar 91,9%. Dari hasil tersebut, terlihat jelas bahwa penggunaan troli untuk penanganan material secara signifikan mengurangi kelelahan dibandingkan penanganan material secara manual. Gambar 2.6 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.

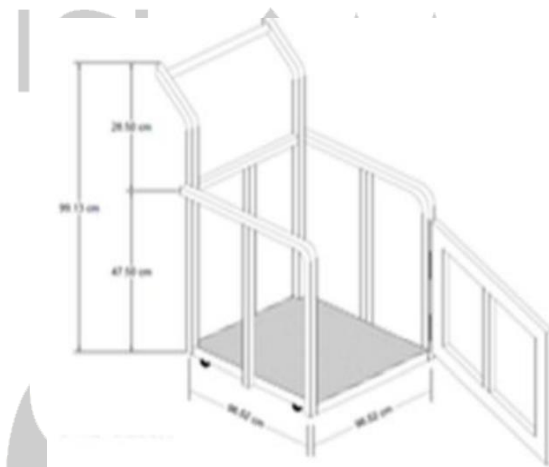


(Sumber : Balasubramanian et al., 2018)

Gambar 2.6 Desain Troli yang Ergonomis

Andriani et al (2018) melakukan penelitian terkait perancangan troli dengan judul penelitian “*Application of Anthropometry to Overcome Musculoskeletal Problems*” tujuan dari penelitian ini untuk mengaplikasikan antropometri dalam perancangan troli sehingga *Musculoskeletal Disorders* (MSDS) bisa dihindari. Objek penelitian ini adalah operator yang membawa adonan kerupuk. Operator dalam membawa kerupuk masih secara manual yaitu membawa beberapa nampan adonan yang berisi adonan kerupuk untuk dikeringkan tanpa menggunakan fasilitas yang dapat meringankan beban kerja operator. Operator membawa adonan kerupuk sangat banyak $\pm 20\text{kg}$ dengan jarak antara kerupuk dengan tempat penjemuran diluar pabrik sejauh 10 meter dengan berulan-ulang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) untuk mengetahui faktor resiko gangguan tubuh secara keseluruhan untuk metode antropometri dan presentil yang digunakan untuk merancang peralatan . Data antropometri operator sebagai dasar perancangan troli yang ergonomis adalah dengan melihat kesesuaian antara dimensi badan operator dengan troli. Persentil untuk setiap dimensi beda-beda seperti jangkauan lengan ke depan menggunakan persentil ke-5 dengan alasan operator bertangan pendek dapat mencapai ujung lebar troli, tinggi siku berdiri menggunakan persentil ke-95 dengan alasan operator berbadan besar tidak membungkuk saat membawa troli, tinggi lutut berdiri menggunakan persentil ke-95 karena alasan yang sama dengan tinggi siku berdiri, dimensi panjang lengan bawah menggunakan persentil ke-50 dengan alasan bahwa operator pendek dan menengah tidak terlalu sulit memegang troli. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa selama delapan hari operator mendapat skor 6 yaitu segera melakukan tindakan, dimensi badan yang digunakan untuk merancang troli adalah 4 dimensi lengan depan, tinggi siku, tinggi lutut dan panjang lengan. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah perancangan troli dilakukan untuk mengatasi permasalahan operator MSDS untuk bekerja secara ergonomis. Dimensi yang digunakan adalah dimensi future hand coverage menggunakan persentil 5 (P5) sebesar 75,53 cm, tinggi siku saat

berdiri sebesar 95% (P95) sebesar 109,02 cm, tinggi lutut saat berdiri sebesar 95 persentil (P95) sebesar 48,88 cm dan panjang lengan bawah menggunakan persentil ke 50 (P50) bernilai 27,38 cm. Gambar 2.7 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.

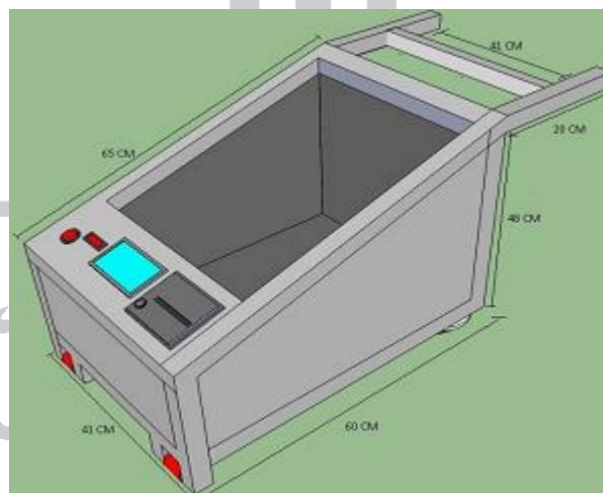


(Sumber : Andriani et al., 2018)

Gambar 2.7 Alat Desain Troli Ergonomis

Liusmar dan Mukhaiyar (2020) melakukan penelitian terkait perancangan torli dengan judul peneltian “Perancangan Sistem Otomasi Penggunaan Barcode Scanner Pada Trolley Berbasis Arduino Mega 2560”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat perancangan keranjang belanja (*trolley*) yang dilengkapi dengan barcode. Keunggulan yang diperoleh *pada barcode scanner trolley* yaitu dapat mengetahui harga yang sesuai pada masing-masing barang belanjaan. Pada barcode scanner nantinya akan melakukan pengecekan pada nama barang, harga barang dan perincian dari harga masing -masing barang tersebut. Keranjang belanja atau troli dapat diperlihatkan kepada kasir dan memberikan struk yang telah diprinter pada printer thermal kepada kasir. Selanjutnya pembeli dapat langsung membayar jumlahyang telah diprint pada struk ke petugas kasir. Keunggulan dari troli *barcode scanner* yaitu pada torli ini akan diletakan *TFT LCD touchscreen* yang berfungsi untuk menampilkan nama barang dan total keseluruhan

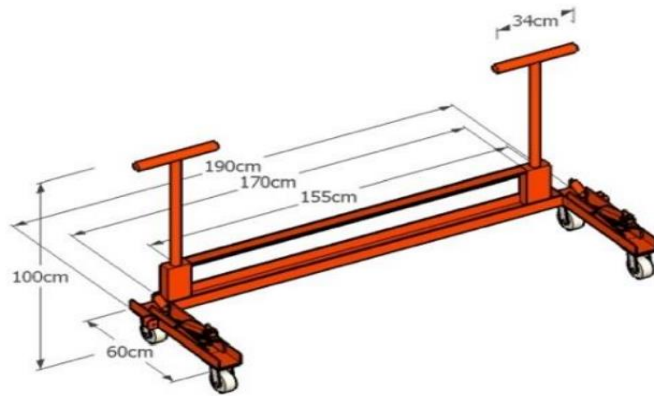
belanja konsumen. Alat yang digunakan pada perancangan ini *Sensor barcode scanner* yang akan bekerja berdasarkan perintah melalui *arduino mega 2560*. *Arduino mega* diprogram menggunakan *software Intergrated Development Environtment (IDE)*. Program akan dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengendalikan seluruh *input* dan *output* yang akan digunakan pada sistem ini. Input yang digunakan adalah *barcode serial TTL* sedangkan untuk output yang digunakan *LCD TFT Touchscreen* yang akan menampilkan berbagai macam karakter huruf dan angka sehingga cocok digunakan dalam memberikan informasi keada konsumen pengguna troli, selanjutnya output terakhir adalah *printer thermal* yang digunakan sebagai alat media pencetakan dari total belanja yang dimasukkan kedalam troli. Kesimpulan yang diperoleh adalah troli belanja yang dibuat untuk mempermudah konsumen untuk mengetahui harga barang yang akan dibeli tanpa harus melakukan pengecekan ke kasir. Troli ini juga dilengkapi dengan fasilitas *LCD TFT Touchsreen* yang berguna untuk membatalkan barang yang tida jadi konsumen beli. Selain dari itu troli belanja juga dapat memprint *struk* belanjaan sendiri setelah konsumen selesai berbelanja dan *struk* tersebut diberikan kepada kasir agar untuk melakukan transaksi pembayaran. Gambar 2.8 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.



(Sumber : Liusmar dan Mukhaiyar 2020)

Gambar 2.8 Sistem Otomasi Penggunaan *Barcode Scanner* Pada *Trolley* Berbasis *Arduino Mega 2560*

Kurniawan dan Purnomo (2021) melakukan penelitian terkait perancangan troli dengan judul penelitian “Perancangan Ulang *Warp Beam Trolley* Menggunakan *Ergonomic Function Deployment*”. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menghasilkan rancangan *beam trolley* untuk pemindahan *warp beam* yang ergonomis aman dan tidak menyebabkan turunnya kualitas gulungan benang. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Ergonomic Function Deployment* (EFD) metode ini memudahkan dalam proses perancangan, dimana pembuatan keputusan dalam bentuk matriks sehingga dapat diepriksa dan dilakukan perancangan dimasa yang akan datang. Penggunaan metode EFD bertujuan untuk menghasilkan suatu rancangan produk alat bantu yang ergonomis untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Hasil rancangan yang diperoleh pada *beam trolley* dimensi produk 190x 60 x20 cm yang dimana menyesuaikan dengan dimensi antropometri bagi pengguna yang menyatakan bahwa kesesuaian dimensi tubuh dengan dimensi mesin produksi dapat memberikan keamanan dan kenyamanan pekerja. Dimensi *Beam trolley* 190 cm x 60 cm dan dilengkapi pegangan dengan tinggi 100 cm dan lebar 34 cm. Pegangan menggunakan pipa besi diameter 4 cm dengan jarak antar pegangan 155 cm sesuai dengan antropometri pekerja. Pegangan dengan sistem *knock down* dapat difungsikan sebagai penarik. *Beam trolley* juga dilengkapi hidrolik untuk mempermudah dalam mengangkat dan menurunkan *warp beam* dengan tumpuan pada poros beam sehingga aman untuk permukaan gulungan benang. Roda menggunakan jenis *caster swivel* sebanyak 4 buah, dengan 2 roda pada sisi samping dilengkapi rem pengunci untuk keamanan. *Beam trolley* menggunakan rangka besi yang dilapisi dengan cat anti karat. Gambar 2.9 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini

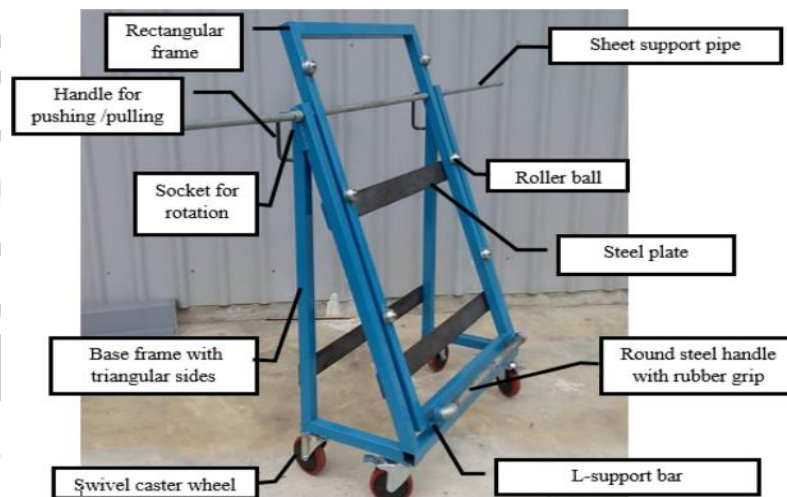


(Sumber : Kurniawan dan Purnomo 2021)

Gambar 2.9 *Beam Trolley* Rancangan

Radin Umar et al (2019) melakukan penelitian terkait rancangan troli dengan judul penelitian “*Design and Development of an Ergonomic Trolley-Lifter for Sheet Metal Handling Task: A Preliminary Study*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan prototipe pengangkat troli tidak bermotor untuk meningkatkan efisiensi kerja yaitu postur kerja, dan stres kerja. Proses desain dan pengembangan menggunakan pendekatan partisipatif untuk mengidentifikasi masalah dan menghasilkan tindakan kedepan dalam tugas menangani logam lembaran besar dibengkel fabrikasi logam. Pendekatan partisipatif telah digunakan diberbagai industri sebagai salah satu metode yang digunakan untuk menerapkan perubahan terkait keselamatan ditempat kerja. Melalui partisipasi aktif dan komunikasi dengan pengguna akhir, pendekatan partisipatif dapat berdampak positif bagi kesehatan. Metodologi pada tahap ini ada tiga tahap utama yang terlibat dalam proses desain tahap 1 melibatkan penyelidikan masalah, tahap 2 berfokus pada desain dan pengembangan prototipe pengangkat troli tidak bermotor untuk tugas penanganan lembaran logam. Tahap 3 studi percontohan dilakukan untuk membandingkan efektivitas prototipe yang dirancang dengan metode penanganan saat ini. Prototipe pengangkat troli terdiri darirangka penyangga persegi panjang (74 cm x 100 cm) yang dipasang pada rangka alas roda dengan sisi segitiga. Bingkai dasar dengan sisi segitiga diukur pada 90 cm

(lebar) x 40 cm (dalam) x 100 cm (tinggi). Dua pegangan dipasang dibagian belakang rangka dasar beroda untuk memberikan penopang pegangan untuk aktifitas mendorong/menarik. Rangka penopang persegi panjang berada pada kemiringan 70 derajat untuk menahan lembaran logam agar tidak jatuh selama pemindahan. Selain itu, beberapa bola rol dipasang kerangka penyangga untuk mengurangi gaya gesekan saat menarik dan menggeser lembaran logam dari rak penyimpanan. Semua bingkai terbuat dari tabung logam berongga persegi. Gambar 2.10 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.



(Sumber : Radin Umar et al., 2019)

Gambar 2.10 Rancangan Troli dan Komponennya

Nurfajriah et al (2021) melakukan penelitian terkait perancangan troli dengan judul penelitian “*Product Design of Trolley Wheelchair for Disabled People Using Ergonomic Function Deployment Method*”. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat troli bagi yang terintegrasi, otomatis untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya fasilitas khususnya bagi penyandang disabilitas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ergonomic Function Deployment* (EFD) digunakan untuk mendesain troli sesuai keinginan responden. Variabel desain produk yang diprioritaskan

adalah troli penyanggah disabilitas yang berjalan otomatis, memiliki keranjang troli tambahan, memiliki sandaran dan tempat duduk yang empuk serta memiliki sistem penguncian yang kuat sehingga mudah digunakan sehingga memudahkan pengguna dengan bobot 0,06048. Hasil yang diperoleh adalah desain troli ergonomis untuk penyandang disabilitas sesuai kebutuhan dengan dimensi 60cm x 60 cm. Dilihat dari EFD berdasarkan identifikasi kebutuhan konsumen, diturunkan berdasarkan 5 aspek ergonomis ENASE. Efektifitas dalam pengembangan kursi roda ini dicapai dengan melengkapi kecepatan roda dan menambahkan fungsi tambahan kursi roda. Pengembangan kursi roda ini memperhatikan kenyamanan kursi roda dan memastikan ukuran kursi roda cukup dan tidak terlalu sempit. Keamanan yang diterapkan pada pengembangan kursi roda adalah dengan sistem penguncian dan material dari kursi roda. Efisien yang diterapkan pada kursi roda, yaitu dengan menyederhanakan mekanisme proses kerja kursi roda dan kenyamanan kursi roda bagi kesehatan dan mengurangi beban kerja ketika ditambahkan fungsi troli. Prioritas kebutuhan konsumen (*customer needs*) dari hasil perancangan HOE adalah 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 5, 6, 12, 13, 16, 18, 19, 1, 15, 2 dan 17 prioritas hasil desain HOE adalah C,A,B,E, dan D, gambar 2.11 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.

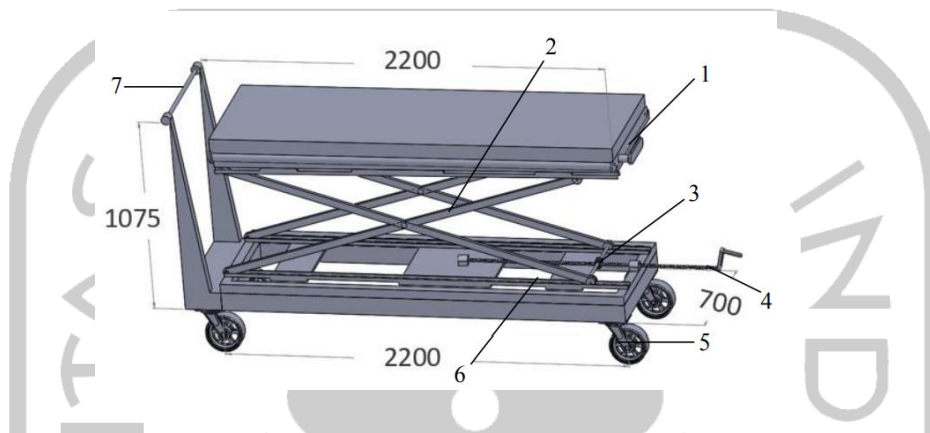


(Sumber : Nurfajriah et al 2021)

Gambar 2.11 Desain Troli dengan Fungsi Troli

Mulia et al (2021) melakukan penelitian terkait perancangan troli dengan dengan judul peneltian “*Contact-Free Mortuary Trolley Design as a Device for the Mobility of Covid-19 Victims*”. Tujuan dari penelitian ini adalah rancangan torli kamar jenazah sebagai alat untuk memudahkan petugas kesehatan dalam menangani jenazah korban covid-19 tanpa kontak fisik, cara kerja sistem torli kamar mayat, serta kelebihan dan kendala desain troli kamar mayat yang memungkinkan mobilitas mayat tanpa kontak fisik kepada korban covid-19. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan upaya untuk merancang troli kamar jenazah yang bebas kontak proses desain dilakukan sesuai dengan alur desain mekanik yang terdiri dari identifikasi kebutuhan, definisi maslaah, sintesis, analisis dan optimasi evaluasi dan presentasi. Pada tahap sintesis, dibuat berbagai sketsa dengan ide mekanisme yang berbeda dan dilakukan pemingkatan desain untuk memilih desain terbaik berdasarkan spesifikasi yang diinginkan. Dimensi komponen ditentukan dan dioptimalkan dari analisis tegangan pada tahap analisis dan optimasi. Hasil yang diperoleh dari rancangan troli kamar jenazah bebas kontak lengkap dengan desain dan analisisnya untuk membantu tenaga kesehatan dalam memindahkan jenezah penderita covid-19 tanpa kontak fisik. Troli kamar mayat dirancang dengan 3 bagian utama, yang pertama adalah bagian bawah rangka tempat roda dipasang, 4 lengan gunting akan berfungsi sebagai mekanisme untuk mengangkat dan menurunkan meja troli, dan yang terakhir adalah meja troli. Meja troli dimana meja tersebut dilengkapi dengan mekanisme konveyor tipis, dari analisa masing-masing bagian pada posisi maksimalnya didapatkan bahwabagian yang paling kritis adalah lengan gunting troli karena saat troli berada pada posisi maksimal, lengan akan mengalami beban dan gaya paling besar dari keseluruhan alat, namun dengan menghitung faktor keamanan alat baik pada kondisi pembebanan statis maupun pembebanan fatik dengan nilai lebih besar dari 1 maka diperkirakan alat ini akan aman dalam pengoperasiannya untuk

mencapai tujuan yang diharapkan. Gambar 2.12 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.

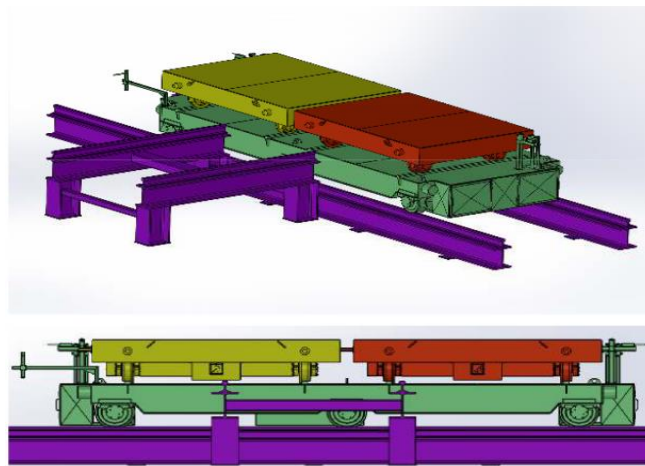


(Sumber : Mulia et al 2021)

Gambar 2.12 Desain Troli Kamar Mayat

Aydin dan Kurtmen (2018) melakukan penelitian terkait perancangan troli dengan dengan judul peneltian “*The Design and Production of Transfer Trolleys Used In Marble Industry*”. Tujuan peneltian ini adalah perancangan dan pembuatan troli transfer yang digunakan dalam proses pemotongan di industri marmer. Troli transfer merupakan peralatan penting yang digunakan untuk mengangkat marmer untuk proses pemotongan di industri marmer. Ada beberapa resiko yang biasa terjadi seperti material miring, material jatuh, tergilincir, tabrakan selama pengangkutan material dengan *overhead travelling crane*. Maka dari itu troli transfer memiliki keunggulan di beberapa tempat dimana crane gantry atau portal crane tidak dapat dijangkau, karena bentuk geometris beban kubik atau prisma untuk balok marmer, maka tidak perlu menghubungkan beban dengan balok pengait seperti untuk derek diatas kepala, maka dari itu troli transfer dapat memudahkan proses penangan. Dalam pemilihan komponen mekanisme dan pemilihan material digunakan standar FEM dan DIN. Troli yang dirancang dengan menggunakan mekanisme klasifikasi kelompok dalam standar FEM dan DIN dirancang

sedemikian rupa sehingga tidak akan menimbulkan masalah selama masa pakai. Roda yang digerakkan secara langsung lebih disukai, karena jika tidak, efisiensi akan hilang karena roda gigi, sabuk, katrol, dll. Setiap sistem terdiri dari 1 *Sub Transfer Trolley* (STT) dan 2 *Top Transfer Trolley* (TTT). Secara keseluruhan sistem terdiri dari 12 STT dan 24 TTT. Kapasitas angkut troli transfer adalah 30 ton, kapasitas angkut troli sub transfer $2 \times 30 + 2 \times 5$ ton, karena berat sendiri troli transfer atas adalah 5 ton. Dalam desain troli baja S275JR (St44) digunakan untuk memproduksi rangka troli dan C4140 (42CrMo4) digunakan untuk memproduksi roda troli. Gambar 2.13 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini



(Sumber : Aydin dan Kurtmen 2018)

Gambar 2.13 Desain Troli Transfer

Kisanjani dan Purnomo (2019) melakukan penelitian terkait perancangan troli dengan judul penelitian “*Designing Portable Shopping Trolley with Scooter Using Kansei Engineering Approach*”. Tujuan penelitian ini adalah merancang troli belanja portabel dengan skuter untuk meminimalkan dampak yang terjadi seperti tangan kesemutan karena membawa barang yang dibeli dengan tangan. Metode *Kansei Engineering* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan dan pengembangan produk yang mampu menerjemahkan proses psikologi

manusia terhadap produk baik yang ada dipasar maupun konsep produk baru..

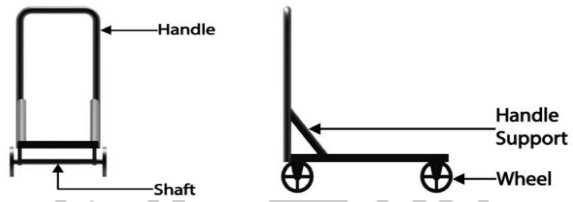
Ciri-ciri kelima kata kansei adalah 1) desain halus : badan troli berbentuk selinder dengan diameter 4 cm dan tinggi 103 cm. Tinggi troli didasarkan pada karakteristik antropometri orang indonesia dengan tinggi siku saat berdiri menggunakan presentil ke 50. Warna troli adalah perak. badan troli diperkecil hingga 60 cm agar mudah disimpan, keranjang troli berupa kantong diameter 30 cm dan tinggi 45 cm dengan warna coklat sesuai keinginan pelanggan. Stang troli berbentuk silinder dengan diameter 3 cm dan panjang 36 cm warna stang silver dipadankan dengan aluminium roda troli berdiameter 5 cm dilapisi dengan karet agar tidak licin pijakan skuter berbentuk persegi panjang berukuran 28 cm x 8 cm. Panjang *handgrip* 36 cm disesuaikan dengan *stang handgrip* terbuat dari busa warna coklat sesuai keinginan customer. 2) tidak besar : kansei. Pelanggan menginginkan ukuran rata-rata yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil sehingga ditentukan ukuran 32 liter. 3) kuat : struktur, pijakan, stang dan roda troli menggunakan aluminium karena memiliki sifat yang kuat, halus, dan tahan lama. Selain itu penggunaan bahan nilon ditujukan untuk keranjang troli agar bisa dilipat. Kemudian roda troli dilapisi dengan bahan karet sehingga tidak licin saat digunakan. 4) mudah ditangani : troli belanja portabel menggunakan roda yang terdiri dari 1 roda depan dan dua roda belakang. Hal ini menunjukkan untuk menjaga keseimbangan troli belanja portabel saat digunakan dan kemudahan penggunaannya. Stang menggunakan stang lurus yang terhubung dengan roda. 5) aman : troli belanja portabel menggunakan rem tangan. Tujuannya untuk keamanan dan keselamatan dan untuk tambahan juga untuk memudahkan pengendalian. Gambar 2.14 merupakan hasil rancangan pada penelitian ini.



(Sumber : Kisanjani dan Purnomo 2019)

Gambar 2.14 Desain Troli Belanja Skuter Portabel

Talapatra, Mohsin, dan Murshed (2019) melakukan penelitian terkait perancangan troli dengan judul penelitian “*An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry*”. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketidaksesuaian antara dimensi troli dengan data antropometri. Ketidaksesuaian ditemukan dengan melakukan uji Chi-Square. Dimensi troli yang ada tidak sesuai dengan ukuran antropometri pekerja sehingga troli didesain kembali untuk mengurangi MSDS pekerja. 2 pengukuran antropometri dari 50 pekerja diambil dengan menunjukkan bahwa MSDS terjadi di antara para pekerja untuk 2 parameter (tinggi pegangan, radius roda) tinggi badan dan siku dievaluasi untuk menunjukkan ketidaksesuaian antara troli dan pengukuran antropometri pekerja. Tinggi pegangan tidak diterima karena nilai presentase yang lebih tinggi juga radius roda ditemukan terlalu kecil. Maka dalam penelitian ini, diperkenalkan troli baru berdasarkan pengukuran antropometri pekerja untuk meningkatkan efisiensi mereka ditempat kerja. Untuk presentase ketidaksesuaian ketinggian pegangan lebih rendah dari sebelumnya. Radius rodadiketahui dari grafik, jadi dapat dikatakan bahwa troli yang diusulkan lebih dapat diterima daripada yang sebelumnya. Gambar 2.15 merupakan hasil rancangan dari penelitian ini.



(Sumber : Talapatra, Mohsin, dan Murshed 2019)

Gambar 2.15 Desain Troli Industri dengan Antropometri Pekerja



Tabel 2.1 State of The Art

Judul Jurnal	Objek Penelitian										
	mendorong	Berputar	Mandiri	Sistem kontrol	MSDS	Ukuran Lebar	Ukuran Ketinggian	Kursi	Keranjang Troli	Kemudahan Penyimpanan Troli	Rem
Fenza Maulana et al (2016) “Pengaturan Posisi Troli Terhadap Objek Pada Prototype Robot Troli Pengikut Manusia”			v	v		v	v		v	v	
Risnanda Satriatama et al (2020) “Sistem Kontrol Troli Rotari sebagai Tempat Penitipan Barang Otomatis menggunakan <i>Fuzzy Logic</i> ”		v		v		v	v			v	
Akh. Sokhibi et al (2018) “Perancangan Troli Ergonomi pada Aktivitas Pengangkutan Beras di Penggilingan Padi”	v				v	v	v			v	
Permata et al (2019) Merancang Ulang <i>Manual Material Handling</i> Troli Kursi Ergonomis Untuk Mengurangi Tingkat Keluhan Rasa Sakit dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Karyawan <i>Banquet</i> (Studi Kasus : Hotel Aryaduta Pekanbaru)”	v				v	v	v			v	
Aviv et al (2020) “Kontrol Sudut Terhadap Perubahan Posisi Pada Prototipe Troli Pengikut Manusia”				v		v	v		v	v	
Balasubramanian et al (2018) “ <i>Fatigue Evaluation in Manual Handling Using Surface EMG and Ergonomic Design of Trolley</i> ”	v				v			v			
Andriani et al (2018) “ <i>Application of Anthropometry to Overcome Musculoskeletal Problems</i> ”	v				v	v			v		v
Liusmar dan Mukhaiyar (2020) “Perancangan Sistem Otomasi Penggunaan Barcode Scanner Pada Trolley Berbasis Arduino Mega 2560”			v	v		v	v		v		

Judul Jurnal	Objek penelitian										
	mendorong	Berputar	Mandiri	Sistem kontrol	MSDS	Ukuran Lebar	Ukuran Ketinggian	Kursi	Keranjang Troli	Kemudahan Penyimpanan Troli	Rem
Kurniawan dan Purnomo (2021) "Perancangan Ulang <i>Warp Beam Trolley</i> Menggunakan <i>Ergonomic Function Deployment</i> "	v				v	v	v			v	v
Radin Umar et al (2019) " <i>Design and Development of an Ergonomic Trolley-Lifter for Sheet Metal Handling Task: A Preliminary Study</i> "	v				v		v			v	
Nurfajriah et al (2021) " <i>Product Design of Trolley Wheelchair for Disabled People Using Ergonomic Function Deployment Method</i> "			v	v		v	v	v	v		v
Mulia et al (2021) " <i>Contact-Free Mortuary Trolley Design as a Device for the Mobility of Covid-19 Victims</i> "	v				v	v	v				v
Aydin dan Kurtmen (2018) " <i>The Design and Production of Transfer Trolleys Used In Marble Industry</i> "		v	v	v		v	v				
Kisanjani dan Purnomo (2019) " <i>Designing Portable Shopping Trolley with Scooter Using Kansei Engineering Approach</i> "			v		v		v		v	v	v
Talapatra, Mohsin, dan Murshed (2019) " <i>An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry</i> "	v				v	v			v	v	
Yang akan diusulkan "Desain Troli Yang ergonomis Dan Inovatif Untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas"	v	v			v	v	v		v	v	v

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait perancangan troli diatas didapatkan bahwa penelitian tersebut telah melakukan perancangan troli namun mereka hanya berfokus pada menghindari gangguan muskuloskeletal saat dioperasikan. Itu tidak mempertimbangkan variabel lain seperti kemudahan untuk bermanuver. Dan beberapa penelitian lainnya telah mengembangkan troli dengan menerapkan konsep otomatis untuk kemudahan dalam penggunaan. Namun, desain dan pembuatannya membutuhkan biaya tinggi sehingga tidak dapat dipasarkan. Oleh sebab itu penelitian ini akan melakukan rancangan terkait desain troli bandara yang ergonomis dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usabilitas.

2.2 Kajian Teoritis

Kajian teoritis digunakan sebagai acuan dari teori-teori dan prinsip yang sesuai dengan permasalahan yang terlibat dalam penelitian :

2.2.1 Ergonomi

Menurut International Ergonomics Association (IEA), Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari interaksi manusia dengan elemen lainnya di dalam sebuah sistem, dan profesi yang mengaplikasikan prinsip-prinsip teori, data dan metode untuk mendesain kerja yang mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan. Ergonomi adalah disiplin yang berorientasi sistem, yang sekarang berlaku untuk semua aspek kegiatan manusia. Menurut Tarwaka et al., (2004) ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik.

Ergonomi merupakan ilmu yang menggali dan mengaplikasikan informasi-informasi mengenai perilaku, kemampuan, keterbatasan dan karakteristik manusia lainnya untuk merancang peralatan, mesin, sistem,

pekerjaan dan lingkungan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas, keselamatan, kenyamanan, dan efektivitas pekerjaan manusia (Iridiastadi, 2014).

Dalam dunia kerja ergonomi memiliki peran yang besar dan semua bidang pekerjaan memerlukan ergonomi. Ergonomi yang diterapkan di dunia kerja membuat pekerja merasa nyaman dalam melakukan pekerjaan. Dengan adanya rasa nyaman tersebut maka akan bermanfaat pada produktifitas kerja yang meningkat (Suhardi,2008). Pada prinsipnya jika pekerjaan menjadi aman bagi pekerja dan efisiensi kerja meningkat maka tercapai kesejahteraan manusia oleh karena itu keberhasilan suatu ilmu ergonomi dilihat dari adanya perbaikan produktivitas, efisiensi, keselamatan dan diterimanya sistem desain yang dihasilkan mudah, nyaman dan sebagainya (Pheasant, 1999).

Fokus ergonomi melibatkan tiga komponen utama yaitu manusia, mesin dan lingkungan yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya. Interaksi tersebut dapat menghasilkan suatu sistem kerja yang tidak bisa dipisahkan antara yang satu dengan yang lainnya sehingga dikenal dengan istilah *worksistem* (Bridger, 2003). Ergonomi juga dapat digunakan dalam menelaah sistem manusia dan produksi yang kompleks. Hal ini berlaku dalam industri sektor informal. Dengan mengetahui prinsip ergonomi tersebut dapat ditentukan pekerjaan apa yang layak digunakan agar mengurangi kemungkinan keluhan dan menunjang produktivitas. Penerapan ergonomi dapat dilakukan melalui dua pendekatan (Anies, 2005), yaitu :

1. Pendekatan Kuratif

Pendekatan ini dilakukan pada suatu proses yang sudah atau sedang berlangsung. Kegiatan berupa intervensi, modifikasi atau perbaikan dari proses yang telah berjalan. Sasaran dari kegiatan ini adalah kondisi kerja dan lingkungan kerja. Dalam pelaksanaannya terkait dengan tenaga kerja dan proses kerja yang sedang berlangsung.

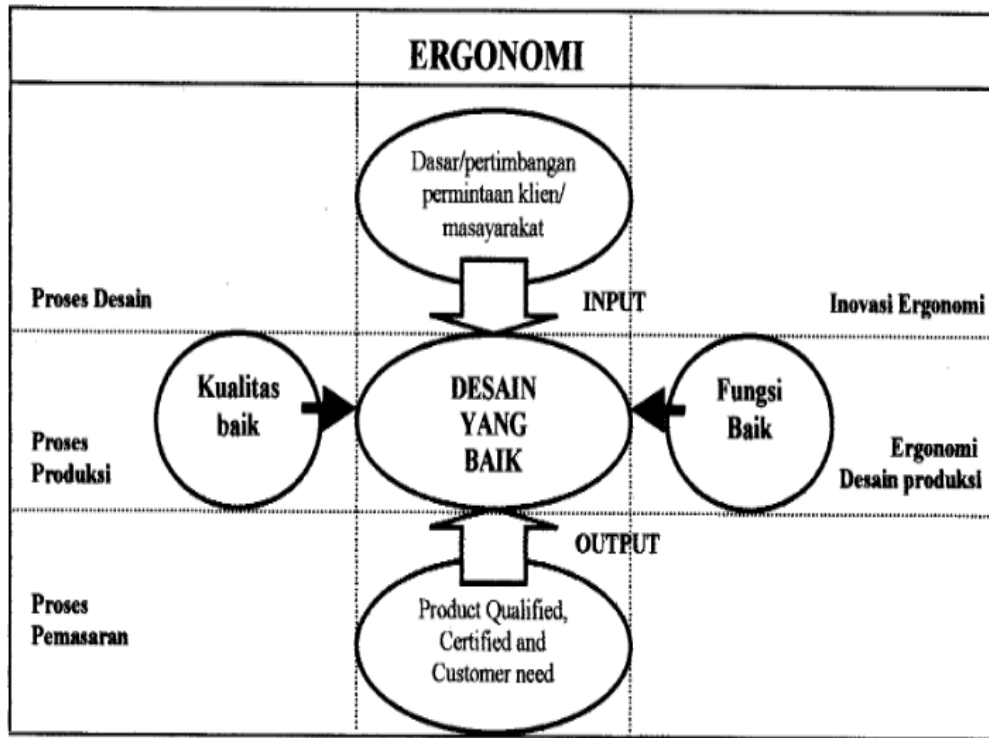
2. Pendekatan konseptual

Pendekatan ini dikenal sebagai pendekatan sistem dan akan sangat efektif dan efisien jika dilakukan pada saat perencanaan. Jika terkait dengan

teknologi, sejak proses pemilihan dan alih teknologi, prinsip ergonomi telah diterapkan. Penerapannya bersama-sama dengan kajian lain, misalnya kajian teknis, ekonomi, sosial budaya dan lingkungan. Pendekatan holistik ini dikenal dengan pendekatan teknologi tepat guna.

Aplikasi ergonomi dapat dijalankan dengan prinsip pemecahan masalah. Pertama, melakukan identifikasi masalah yang sedang dihadapi dengan mengumpulkan sebanyak mungkin informasi. Kedua, menentukan prioritas masalah dan masalah yang paling mencolok harus ditangani terlebih dahulu. Kemudian dilakukan analisis untuk menentukan alternatif intervensi. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penerapan ergonomi (Anies, 2005):

1. Kondisi fisik, mental dan sosial harus diusahakan sebaik mungkin sehingga didapatkan tenaga kerja yang sehat dan produktif.
2. Kemampuan jasmani dapat diketahui dengan melakukan pemeriksaan antropometri, lingkup gerak sendi dan kekuatan otot.
3. Lingkungan kerja harus memberikan ruang gerak secukupnya bagi tubuh dan anggota tubuh sehingga dapat bergerak secara leluasa dan efisien.
4. Pembebanan kerja fisik dimana selama bekerja peredaran darah meningkat 10 s/d 20 kali. Meningkatnya peredaran darah pada otot-otot yang bekerja memaksa jantung untuk memompa darah lebih banyak.
5. Sikap tubuh dalam bekerja. Sikap tubuh dalam bekerja berhubungan dengan tempat duduk, meja kerja dan luas pandangan. Untuk merencanakan tempat kerja dan perlengkapan yang dipergunakan, diperlukan ukuran-ukuran tubuh yang menjamin sikap tubuh paling alamiah dan memungkinkan dilakukan gerakan-gerakan yang dibutuhkan.



Gambar 2.16 Skema Ergonomi

2.2.2 Tujuan ergonomi

Tujuan dari ergonomi adalah mempelajari batasan-batasan pada tubuh manusia dalam berinteraksi dengan lingkungan kerjanya baik secara jasmani maupun psikologis. Selain itu juga untuk mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat dan menghasilkan suatu produk yang nyaman, enak dipakai oleh pemakainya. Menurut Tarwaka (2004), secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan dan 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.

2.2.3 Manfaat Ergonomi

Menurut Pheasant (2003) ada beberapa manfaat ergonomi, yaitu :

1. Peningkatan hasil produksi, yang berarti menguntungkan secara ekonomi.

Hal ini antara lain disebabkan oleh:

- 1) Efisiensi waktu kerja yang meningkat.
- 2) Meningkatnya kualitas kerja.
- 3) Kecepatan pergantian pegawai (*labour turnover*) yang relatif rendah.

2. Menurunnya probabilitas terjadinya kecelakaan, yang berarti:

1) Dapat mengurangi biaya pengobatan yang tinggi. Hal ini cukup berarti karena biaya untuk pengobatan lebih besar daripada biaya untuk pencegahan.

2) Dapat mengurangi penyediaan kapasitas untuk keadaan gawat darurat

3. Dengan menggunakan antropometri dapat direncanakan atau didesain:

- 1) Pakaian kerja
- 2) *Workspace*
- 3) Lingkungan kerja
- 4) Peralatan/ mesin
- 5) *Consumer product*

2.2.4 Antropometri

Antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Bidang antropometri mengikuti berbagai ukura tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkar tubuh, panjang tungkai, dan sebagainya. Dimensi yang diukur pada antropometri sendiri ada 36 dimensi tubuh dan 14 dimensi kepala. Dimana pada tiap dimensi tersebut digunakan untuk merancang alat atau fasilitas kerja agar nyaman serta sesuai dengan ukuran tubuh manusia (Wignjosoebroto, 2008). Antropometri menurut Nurmiyanto (1991) adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik

tubuh manusia ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapannya dari data tersebut untuk penanganan masalah desain.

Data antropometri pada umumnya mempunyai peranan penting dalam perancangan produk, peralatan ataupun stasiun kerja. Ketidaksesuaian data antropometri dalam proses perancangan akan mengakibatkan rasa tidak nyaman bagi pengguna rancangan tersebut. Dampak lain adalah terjadi gangguan *moskuloskeletal* bahkan sampai cedera atau kecelakaan kerja. Terdapat prosedur yang dapat diikuti dalam penerapan data antropometri pada proses perancangan (Wickens, *et al.*, 2004) yaitu :

1. Tentukan populasi pengguna rancangan produk atau stasiun kerja. Orang yang berbeda pada kelompok umur akan berbeda karakteristik fisik kebutuhannya. Begitu juga untuk kelompok gender, ras, kelompok etnis, penduduk sipil atau militer.
2. Tentukan dimensi tubuh yang diperkirakan penting dalam perancangan
3. Pilihlah presentase populasi untuk diakomodasikan dalam perancangan. Hal yang tidak mungkin bahwa suatu rancangan dapat mengakomodasi 100% populasi pengguna.
4. Untuk masing-masing dimensi tubuh tentukan nilai persentil yang relevan dengan melihat tabel antropometri. Jika nilai persentil pada tabel tidak tersedia maka gunakan nilai rata-rata (*mean*) dan simpang baku (*standart deviation*) dimensi dari data antropometri
5. Berikan kelonggaran pada data yang ada jika diperlukan. Pakaian merupakan salah satu yang harus dipertimbangkan dalam membuat kelonggaran. Kelonggaran perlu juga dilakukan untuk perlengkapan seperti sepatu, sarung tangan, masker dan sebagainya.
6. Gunakan *Mock-ups* atau simulator untuk melakukan uji rancangan. Para perancang perlu untuk mengevaluasi apakah rancangan sesuai dengan kebutuhan atau tidak. Untuk itu dapat menggunakan *mock-ups* atau simulator dalam menguji rancangan dengan mengambil sampel pengguna untuk melakukan simulasi.

2.2.5 Dimensi Antropometri dan Pengukurannya

Manusia pada umumnya berbeda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuh. Ada beberapa faktor yang paling mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikannya, faktor-faktor antara lain adalah :

1. Umur

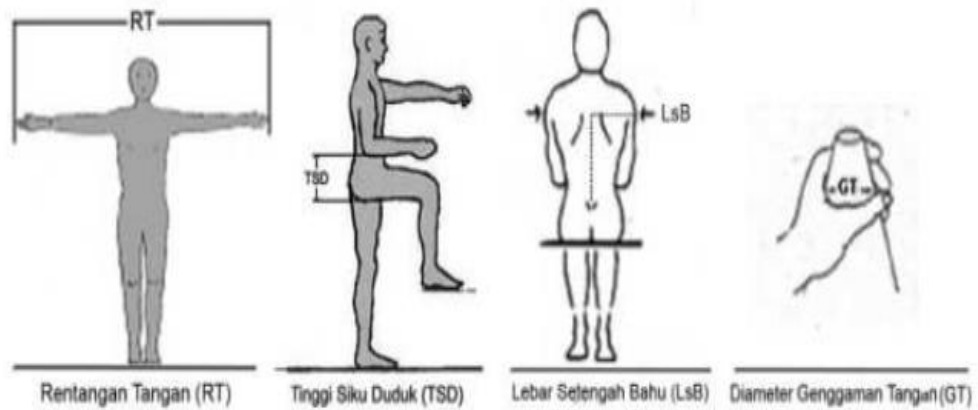
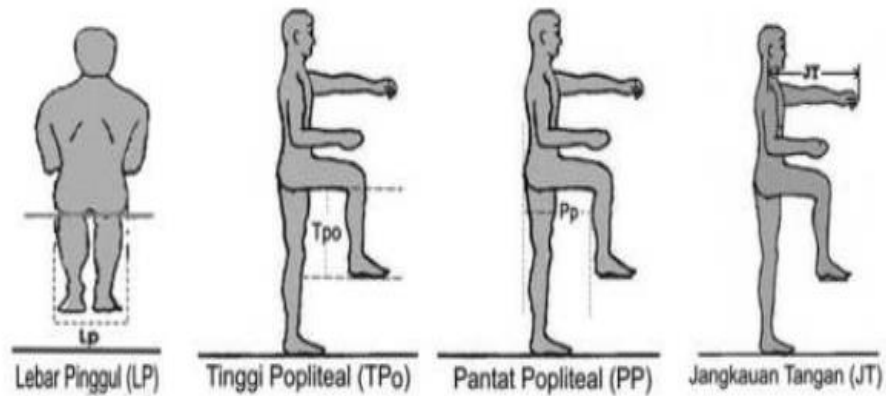
Sebuah rancangan akan nyaman digunakan jika sesuai dengan umur pengguna. Rancangan peralatan untuk anak-anak akan berbeda dengan rancangan peralatan untuk orang dewasa. Dengan demikian umur merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan produk/fasilitas, dikarenakan variabilitas dimensi tubuh manusia salah satunya dipengaruhi oleh umur. Pertumbuhan manusia berawal dari manusia lahir sampai usia dewasa, dan akan berhenti pada usia tertentu. Laki-laki dan perempuan mempunyai batasan pertumbuhan yang berbeda, dimana pertumbuhan tinggi badan laki-laki biasanya berhenti pada 20 tahun. Sedangkan untuk perempuan akan berhenti lebih awal dibandingkan laki-laki.

2. Jenis kelamin

Selain faktor umur, variabilitas dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh faktor jenis kelamin. Secara kodrati tinggi badan laki-laki dewasa mempunyai rerata lebih tinggi dibandingkan dengan dimensi tubuh perempuan dewasa. Secara umum laki-laki dewasa mempunyai dimensi tubuh yang lebih besar dibanding perempuan untuk sebagian besar dimensi tubuh.

3. Suku atau Ras asli

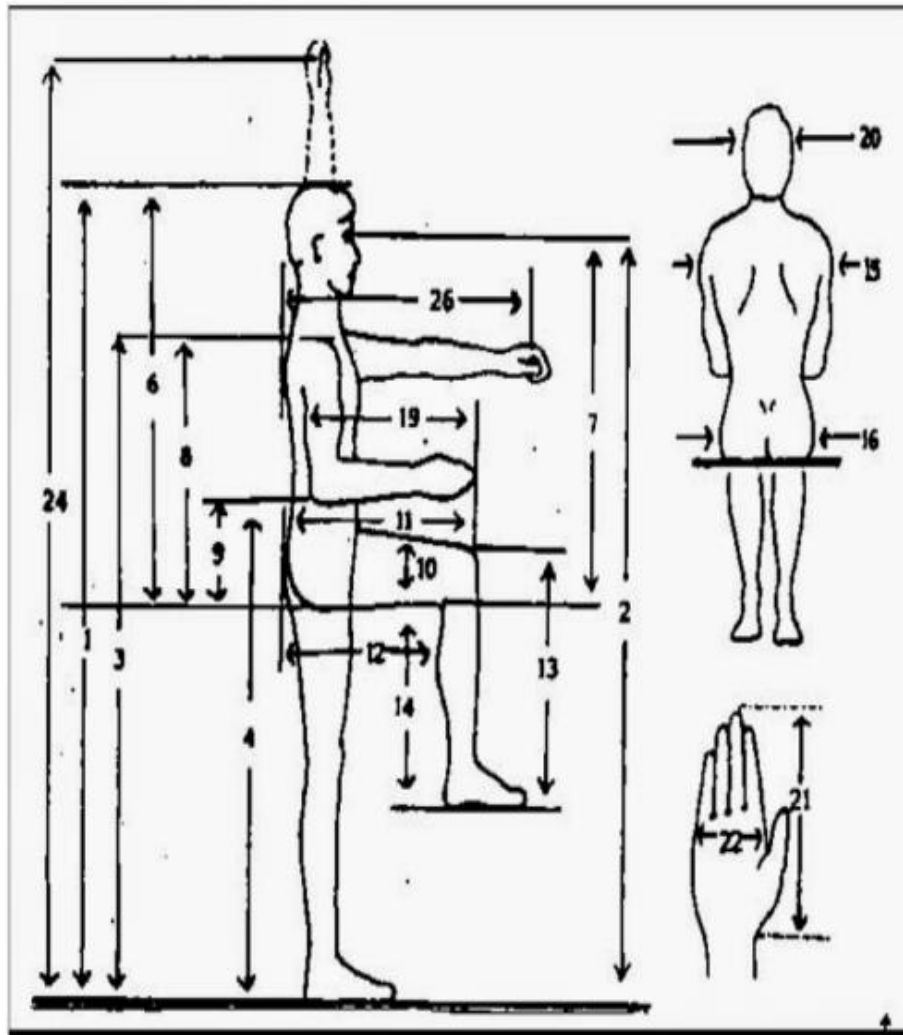
Dimensi tubuh manusia disebabkan juga karena perbedaan ras dan kelompok etnis. Adanya perpindahan penduduk baik tetap atau sementara dari suatu negara ke negara lainnya seringkali menimbulkan masalah dalam hal rancangan produk atau fasilitas kerja terutama bila perpindahannya dikaitkan dengan masalah pekerjaan.



Gambar 2.17 Ukuran Antropometri dalam Rancangan

Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data antropometri untuk bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja untuk memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur seperti gambar dibawah ini :





Gambar 2.18 Antropometri Tubuh Manusia

Keterangan :

1. Tinggi Tubuh Posisi Berdiri
2. Tinggi Mata
3. Tinggi Bahu
4. Tinggi Siku
5. Tinggi Genggaman Tangan (*Knuckle*) Pada Posisi Relaks Ke Bawah
6. Tinggi Badan Pada Posisi Duduk
7. Tinggi Mata Pada Posisi Duduk
8. Tinggi Bahu Pada Posisi Duduk
9. Tinggi Siku Pada Posisi Duduk

10. Tebal Paha
11. Jarak Dari Pantat Ke Lutut
12. Jarak Dari Lipat Lutut (*Popliteal*) Ke Pantat
13. Tinggi Lutut
14. Tinggi Lipat Lutut (*Popliteal*)
15. Lebar Bahu (*Bideltoid*)
16. Lebar Panggul
17. Tebal Dada
18. Tebal Perut
19. Jarak Siku Ke Ujung Jari
20. Lebar Kepala
21. Panjang Tangan
22. Lebar Tangan
23. Jarak Bentan Dari Ujung Jari Tangan Kanan Ke Kiri
24. Tinggi Pegangan Tangan (*Grip*) Pada Posisi Tangan Vertikal Ke Atas dan Berdiri Tegak
25. Tinggi Pegangan Tangan (*Grip*) Pada Posisi Tangan Vertikal Ke Atas dan Duduk
26. Jarak Gengaman Tangan (*Grip*) Ke Punggung Pada Posisi Tangan Ke Depan (Horisontal)

2.2.6 *Quality Function Deployment (QFD)*

Quality Function Deployment (QFD) dikembangkan untuk menjamin bahwa produk yang memasuki tahap produksi benar-benar akan mendapat memuaskan kebutuhan pelanggan dengan jalan membentuk tingkat kualitas yang diperlukan dan dengan kesesuaian yang maksimum, pada setiap tahap pengembangan produk. Dengan demikian metode terstruktur yang dapat digunakan dalam perencanaan dan pengembangan produk untuk menentukan spesifikasi keinginan dan kebutuhan konsumen dan mengevaluasi produk atau jasa secara sistematis dalam memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen (Marliana dan Dharmastiti 2008). Sedangkan menurut Jay Heizer, Barry Render (2004) mendefinisikan *Quality Function Deployment (QFD)*

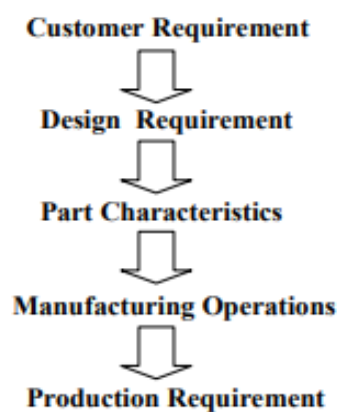
adalah suatu proses untuk menentukan kebutuhan pelanggan atau keinginan pelanggan dan menerjemahkannya kedalam atribut yang dapat di mengerti dan di lakukan oleh setiap area fungsional

2.2.7 Tahapan dalam Metode *Quality Function Deployment* (QFD)

Metode QFD akan berjalan jika pelaksanaan tahapan metode tersebut dapat dijalankan dengan baik. Tahapan utama yang harus diterapkan dalam melaksanakan metode QFD adalah penjaminan kualitas produk dan jasa, penilaian konsumen terhadap produk dan jasa, pembuatan angket kebutuhan konsumen, survei konsumen, penyusunan daftar periksa serta pembuatan matrik *House of Quality*.

1. Kualitas *Quality Function Deployment*

Kualitalitas *Quality Function Deployment* adalah salah satu metodologi untuk membantu suksesnya membuat perubahan pada operasi bisnis yang menekankan pada pencegahan (*preventive*) dari pada reaksi (*resctive*). Menurut Wijaya Tony (2011) Dimulai dengan identifikasi kebutuhan konsumen yang selalu dinyatakan dalam item kualitatif seperti kelihatan bagus, efektif penggunaan, aman, sesuai dengan tujuan yang diharapkan, secara garis besar QFD adalah sebagai berikut:



Gambar 2.19 Proses Pelaksanaan QFD

Untuk mengimplementasikan sebuah produk, keinginan konsumen yang sering kali samar-samar harus dikonversikan kedalam kebutuhan

internal yang nantinya dapat ditindak lanjuti, yang kemudian disebut dengan kebutuhan desain. Umumnya, ada beberapa karakteristik produk global sedemikian rupa sehingga jika direalisasikan secara tepat akan memberikan kepuasan pada konsumen.

2. Penilaian Konsumen (*assessment of customers*)

Penilaian konsumen dapat menjabarkan tentang kepuasan konsumen sebagai harapan konsumen yang berupa perkiraan atau keyakinan konsumen tentang apa yang diterima dan dirasakan setelah membeli dan menggunakan produk atau jasa. Kepuasan konsumen tidak dapat diukur secara langsung melalui pengukuran obyektif. Kepuasan konsumen harus dilihat sebagai sesuatu hal yang abstrak dan merupakan fenomena teoritis yang dapat diukur melalui banyak indikator (Andreassen 1998).

3. Angket

Menurut Sugiyono (2010) bahwa angket merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan kepada orang lain yang dijadikan responden. Kelebihan dari metode angket adalah dalam waktu yang relatif singkat dapat memperoleh data yang banyak, tenaga yang diperlukan sedikit dan konsumen dapat menjawab dengan bebas tanpa terpengaruh orang lain. Oleh karena itu, dengan angket produsen dapat mengetahui pendapat konsumen, kelebihan dan kekurangan produk yang dihasilkan oleh produsen.

4. Survei

Menurut Sugiyono (2010) cara yang efektif dalam melakukan survey adalah dengan melakukan interview langsung. Alat yang digunakan dalam interview sama dengan angket, hanya saja diisi oleh petugas lapangan yang bertanya kepada responden. Informasi yang diperoleh bisa lebih banyak dan suasananya bisa lebih santai. Namun metode ini membutuhkan waktu yang tidak sedikit karena pertanyaan dalam proses interview selalu berkembang sesuai dengan keadaan di lapangan.

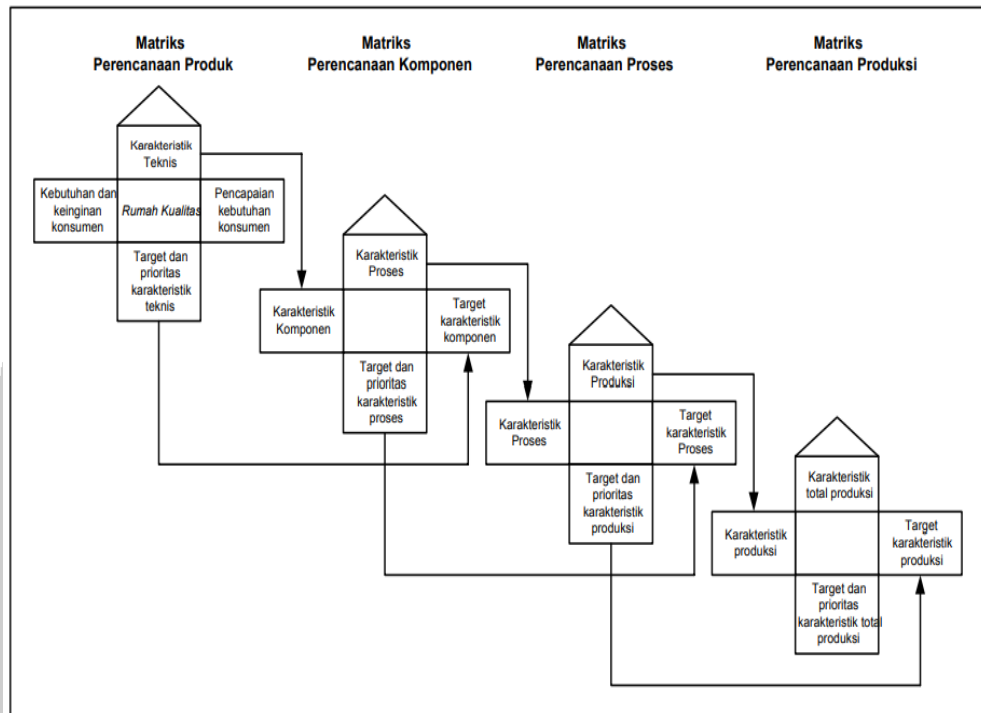
5. Kebutuhan

Menurut Stephani Puspita (2013) mendefinisikan kebutuhan sebagai salah satu aspek psikologis yang menggerakkan makhluk hidup dalam aktivitas-aktivitasnya serta menjadi dasar atau alasan untuk berusaha. Kebutuhan dipengaruhi oleh kebudayaan, lingkungan, waktu dan agama. Semakin tinggi tingkat kebudayaan suatu masyarakat, semakin tinggi dan banyak pula macam kebutuhan yang harus dipenuhi. Pada dasarnya, manusia bekerja mempunyai tujuan tertentu, yaitu memenuhi kebutuhan. Tujuan tim pelaksana adalah sama, yaitu memenuhi kebutuhan konsumen. Kebutuhan konsumen diperoleh setelah melaksanakan penyebaran angket dan survei didata dalam bentuk daftar periksa atau *checklist*.

6. Daftar Periksa (*checklist*)

Menurut Ayu Rai (2010) berpendapat bahwa metode yang paling sederhana dalam penilaian kinerja adalah metode penilaian kategori. Penilaian ini meminta para manajer memberi nilai untuk tingkat-tingkat kinerja karyawan dalam formulir khusus yang dibagi dalam kategori kinerja. Daftar periksa (*checklist*) merupakan cara umum dalam metode penilaian kategori. Daftar periksa dapat dimodifikasi sehingga bobot yang berbeda-beda dapat diterapkan pada kalimat atau kata-kata.

Penerapan dari metode *Quality Function Deployment* pada perancangan troli ergonomis yang menawarkan kualitas didasarkan pada keinginan konsumen. Alur penerapan metode QFD pada perancangan troli berdasarkan pada dimensi penjaminan kualitas yang digunakan sesuai dengan pendapat konsumen yang membutuhkan.



Gambar 2.20 Model *Quality Function Deployment*

2.2.8 Keunggulan *Quality Function Deployment* (QFD)

Keunggulan yang dimiliki *Quality Function Deployment* sebagai berikut :

1. Menyediakan format standar untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen menjadi persyaratan teknis, sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen.
2. Membantu tim perancang untuk memfokuskan proses perancangan yang dilakukan pada fakta-fakta yang ada, bukan instuisi.
3. Selama proses perancangan, pembuatan keputusan akan dimasukkan dalam matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi di masa yang akan datang.
4. Memperjelas area dimana tim pengembangan produk perlu untuk memenuhi informasi dalam mendefenisikan produk atau jasa yang akan memenuhi kebutuhan konsumen.
5. Mempunyai bentuk yang jelas dan teratur serta kemampuan untuk penelusuran kembali pada kebutuhan konsumen dari seluruh data atau

informasi yang tim produk butuhkan untuk membuat keputusan yang tepat dalam hal defenisi, desain, produksi dan penyediaan produk.

6. Menyediakan forum untuk Analisis masalah yang timbul dari data yang tersedia mengenai kepuasan konsumen dan kemampuan kompetisi produk atau jasa.
7. Menyimpan perencanaan untuk produk sebagai hasil keputusan bersama.
8. Dapat digunakan untuk mengkomunikasikan rencana terhadap produk untuk mendukung manajemen dari pihak lainnya yang bertanggung jawab terhadap implementasi dari rencana tersebut

2.2.9 Tujuan *Quality Function Deployment* (QFD)

Tujuan penerapan metode QFD untuk perancangan dan pengembangan produk adalah sebagai berikut :

1. Memenuhi sebanyak mungkin harapan konsumen, dan berusaha melampaui harapan tersebut dengan merancang produk baru agar dapat berkompetisi dengan produk dari kompetitor untuk kepuasan konsumen.
2. Menerapkan desain yang berorientasi pada pelanggan dengan mengadaptasi beberapa matriks dan tabel.
3. Membuat suara pelanggan bisa didengar lebih jelas dalam proses pengembangan produk-produk baru dan proses-proses terkait lainnya.

2.2.10 Manfaat *Quality Function Deployment* (QFD)

Menurut Dale (1994), penggunaan metode QFD dalam proses perancangan dan pengembangan produk merupakan suatu nilai tambah bagi perusahaan. Sebab perusahaan akan mempunyai keunggulan kompetitif dengan menciptakan suatu produk atau jasa yang mampu memuaskan konsumen. Manfaat yang diperoleh dari penerapan QFD yakni :

1. Meningkatkan keandalan produk
2. Meningkatkan kualitas produk
3. Meningkatkan kepuasan konsumen

4. Memperpendek *time to market*
5. Mereduksi biaya perancangan
6. Meningkatkan komunikasi
7. Meningkatkan produktivitas
8. Meningkatkan keuntungan perusahaan



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek dan Objek Penelitian

3.1.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian mempunyai batasan yang sangat penting mengenai subyek yang akan diteliti oleh peneliti. Subjek penelitian tentang benda, hal dan orang (Arikunto,2010). Subjek penelitian ini adalah pengguna troli bandara dengan usia 17-65 tahun untuk dilakukan penentuan atribut kebutuhan pengguna, mengumpulkan data antropometri menggunakan data sekunder dan uji usabilitas.

3.1.2 Objek penelitian

Objek penelitian merupakan suatu atribut, sifat, nilai dan variasi yang telah ditetapkan oleh peneliti (Sugiyono, 2017). Objek penelitian ini adalah desain troli bandara yang ergonomis dan inovatif untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan meningkatkan tingkat usabilitas.

3.2 Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

3.2.1 Data Primer

Data Primer digunakan dengan seperangkat kuesioner untuk mengidentifikasi setiap elemen pada responden, kemudian dilakukan dengan wawancara langsung dengan responden.

3.2.2 Data Sekunder

Data Sekunder diperoleh melalui studi literatur, laporan-laporan yang berkaitan dengan objek penelitian dan dokumentasi yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang berkaitan dengan objek penelitian.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Polulasi

Populasi adalah keseluruhan dari wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu

(Sugiyono, 2017). Populasi dalam penelitian ini adalah pengguna troli yang mengalami kesulitan pada saat menggunakan troli di bandara.

3.3.2 Sampel

Sampel adalah suatu prosedur pengambilan data, di mana hanya sebagian populasi yang diambil dan dipergunakan dalam menentukan sifat, ciri yang dikehendaki oleh suatu populasi (Siregar, 2013). Penentuan jumlah sampel yang layak dalam penelitian yaitu antara 30 sampai dengan 500 sampel dan apabila sampel dibagi dalam kategori maka jumlah anggota sampel setiap kategori minimal 30 (Sugiyono, 2015). Pengambilan sampel dilakukan pada waktu yang telah ditentukan, sehingga para pengguna troli pada waktu yang telah ditentukan digunakan sebagai sampel. *Sampling* yang digunakan adalah *accidental sampling*. Penggunaan metode ini dikarenakan tiap elemen dalam populasi diketahui peluangnya untuk dijadikan sampel yang secara kebetulan ditemui pada saat dilakukan penelitian. Pada penelitian ini menggunakan 100 responden untuk pengumpulan skor kepentingan atribut kebutuhan pengguna. Selanjutnya dilakukan uji kembali menggunakan 30 responden untuk mengetahui skor kepuasan dan validasi pada rancangan produk.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Lembar data biodata subjek penelitian : sebagai instrumen untuk memperoleh parameter data pribadi subjek penelitian meliputi : nama, umur, dan jenis kelamin.
2. Daftar pertanyaan keusioner digunakan untuk memperoleh atribut kebutuhan pengguna terkait dengan rancangan produk dan hasil rancangan produk.
3. *Matrix house of quality*, digunakan untuk menerjemahkan keinginan dan kebutuhan pengguna kedalam spesifikasi rancangan produk.
4. Kuesioner *system usability of scale*, digunakan untuk memperoleh data hasil uji coba troli bandara yang akan diolah dalam uji usabilitas.

5. *Software SPSS* digunakan untuk mengolah dan menguji kualitas data penelitian yang digunakan secara statistik.
6. *Software solidwork*, digunakan untuk desain *visual prototype*.
7. Kamera digital: sebagai alat dokumentasi aktivitas.

3.5 Metode Pengumpulan Data

3.5.1 Metode Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan di Bandara dengan menyebarkan kuesioner dan wawancara langsung dengan penumpang yang ditemui. Jenis data yang dibutuhkan dan teknik pengumpulan data primer penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Jenis Dan Teknik Pengumpulan Data Primer

No.	Sumber Data	Jenis Data yang Dibutuhkan	Teknik Pengumpulan Data
1.	Responden	<ul style="list-style-type: none"> • Aman bagi pengguna • <i>Design base net</i> dan troli dimensi troli (panjang, lebar, tinggi, berat) • <i>Handle</i> yang nyaman di genggam • Kelancaran roda/<i>caster</i> • Tipe roda /<i>caster</i> • Bahan <i>caster</i> • Ukuran <i>caster</i> • Posisi <i>caster</i> • <i>Fork casters</i> • Bahan Pelapis • Material • Kekuatan Penahan Beban • Proses Perakitan • Terdapat alat untuk menghentikan / memperlambat • Mudah dihentikan/ diperlambat • Dimensi basket/keranjang • kemudahan penggunaan • aman untuk barang • kemudahan bongkar muat barang • tahan lama • penentuan beban muat troli • tidak memerlukan tenaga yang besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Wawancara • <i>Kuesioner</i> • Antropometri • <i>Quality Function Deployment</i> • <i>House Of Quality</i> • <i>Uji Usabilitas</i>

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti dengan narasumber untuk bertukar informasi dengan cara tanya jawab sehingga menjadi sebuah kesimpulan atau inti dari topik tersebut. Tujuan dari wawancara untuk menemukan permasalahan dari narasumber yang diwawancarai untuk mengemukakan pendapat dan ide (sugiyono, 2017). Wawancara terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti yakni:

- 1) Membuat pedoman pertanyaan wawancara
- 2) Menentukan narasumber wawancara.
- 3) Menentukan lokasi dan waktu wawancara.
- 4) Melakukan proses wawancara
- 5) Dokumentasi
- 6) Memastikan hasil wawancara telah sesuai dengan informasi yang dibutuhkan oleh peneliti.
- 7) Merekap hasil wawancara.

2. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memeberikan pernyataan tertulis kepada narasumber agar respon sesuai dengan permintaan peneliti (Sugiyono, 2017). Kuesioner yang dibagikan kepada narasumber berupa pertanyaan mengenai atribut yang mencakup tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan bagi pengguna troli bandara. Pertanyaan yang diajukan kepada narasumber diperoleh dari hasil rekapitulasi dengan menggunakan rumus dan skala sebagai berikut :

$$\text{Tingkat kepentingan} = \frac{\sum(\text{jumlah responden} \times \text{skala})}{\text{total responden}} \quad (1)$$

Skala :

1. Tidak penting
2. Kurang penting
3. Cukup penting
4. Penting
5. Sangat penting

$$\text{Tingkat kepuasan} = \frac{\sum(\text{jumlah responden} \times \text{skala})}{\text{total responden}} \quad (2)$$

Skala :

1. Tidak puas
 2. Kurang puas
 3. Cukup puas
 4. Puas
 5. Sangat puas
3. Pengukuran Antropometri

Pengukuran Antropometri merupakan suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia seperti ukuran, bentuk, dan kekuatan dengan menggunakan alat ukur untuk penanganan masalah desain (Nurmianto 1994). Data antropometri dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan dimensi perancangan troli bandara dengan menggunakan data sekunder, dimana data antropometri yang digunakan sudah ada dan siap pakai beserta nilai presentil. Gambar 3.1 merupakan data sekunder pada antropometri (Chuan et al., 2010).

الجمعة الإسلامية الأندلسية

Dimension	Male citizens				Male Chinese				Female citizens				Female Chinese			
	5th	50th	95th	SD	5th	50th	95th	SD	5th	50th	95th	SD	5th	50th	95th	SD
1. Stature	162	172	183	6.23	165	171	180	4.81	150	159	169	5.76	151	159	166	5.06
2. Eye height	151	160	172	6.3	153	160	169	5.08	139	148	158	6.12	137	146	158	6.73
3. Shoulder height	134	143	155	6.41	134	143	151	5.05	123	132	141	5.91	123	132	139	5.43
4. Elbow height	99	107	114	5.12	99	106	112	4.29	91	99	108	6.4	92	98	107	5.35
5. Hip height	83	95	105	6.76	81	94	103	6.48	78	88	97	5.91	79	90	96	5.68
6. Knuckle height	68	75	82	4.75	69	74	80	5.13	63	70	78	4.37	64	69	77	3.89
7. Fingertip height	58	64	71	4.82	59	64	70	5.13	54	60	65	3.67	53	60	68	3.99
8. Sitting height	80	89	96	5.24	85	90	96	6.55	78	83	90	4.7	79	84	88	2.97
9. Sitting eye height	69	76	84	4.58	72	78	85	6.54	67	73	80	5.83	68	72	79	3.64
10. Sitting shoulder height	52	59	67	6.27	55	61	72	7.15	51	56	63	4.94	52	57	64	3.67
11. Sitting elbow height	19	24	30	4.74	19	25	31	7.13	19	25	32	5.19	21	24	30	3.24
12. Thigh thickness	12	16	22	3.59	13	16	20	2.76	11	15	19	3.22	12	15	19	2.81
13. Buttock-knee length	48	56	64	4.89	49	57	64	4.83	45	53	60	4.81	48	53	60	4.06
14. Buttock-popliteal length	40	46	54	4.82	38	47	56	5.36	37	43	51	4.21	39	44	52	3.97
15. Knee height	46	54	62	5.21	44	53	61	5.65	43	50	60	5.27	42	49	60	5.38
16. Popliteal height	38	44	49	3.78	36	44	50	5.36	38	44	50	3.92	36	43	47	3.85
17. Shoulder breadth (bideltoid)	36	45	52	4.66	38	45	50	4.6	37	43	53	5.43	40	44	53	4.97
18. Shoulder breadth (biacromial)	31	37	43	3.61	33	38	44	3.83	33	38	44	3.56	34	38	44	3.18
19. Hip breadth	28	35	43	4.41	30	35	44	4.09	29	35	45	7.22	30	34	42	4.21
20. Chest (bust) depth	16	21	27	3.5	17	22	27	4.02	17	21	28	3.38	19	23	28	3.61
21. Abdominal depth	15	21	29	4.46	15	21	30	5.19	14	18	25	3.44	15	20	26	3.93
22. Shoulder-elbow length	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
23. Elbow-fingertip length	42	47	56	4.55	41	46	53	4.27	37	43	50	4.27	37	42	47	3.72
24. Upper limb length	68	76	84	6.39	68	75	85	5.06	62	70	77	4.69	64	68	74	3.92
25. Shoulder-grip length	56	65	73	6.29	59	66	74	5.13	54	60	68	4.3	54	60	68	4.64
26. Head length	17	20	24	2.21	17	20	24	2.58	15	18	22	3.95	15	19	22	2.13
27. Head breadth	15	18	22	2.06	15	18	21	1.89	14	17	21	2.48	14	18	21	2.11
28. Hand length	17	19	22	1.64	15	19	22	2.42	16	18	20	1.72	17	18	20	2.16
29. Hand breadth	7	9	11	1.09	8	9	11	0.89	6	8	10	4.85	6	8	9	0.73
30. Foot length	22	25	29	2.58	11	25	28	4.43	21	23	26	2.63	21	23	26	2.3
31. Foot breadth	8	10	12	3.96	8	10	12	1.16	7	9	11	2.2	7	9	10	1.08
32. Span	158	172	186	8.5	155	171	182	8.73	146	156	170	7.61	150	159	168	6.52
33. Elbow span	78	86	96	5.97	79	87	94	4.36	73	79	89	5.38	73	81	88	4.53
34. Vertical grip reach (standing)	192	206	221	10.54	197	206	222	7.74	174	186	204	9.1	176	189	202	8.07
35. Vertical grip reach (sitting)	112	122	136	7.9	116	123	130	5.18	101	113	124	7.2	106	115	128	10.25
36. Forward grip reach	64	73	81	5.89	66	74	81	4.7	61	67	76	4.39	60	67	74	4.76
37. Body weight (kg)	50	63	89.25	13.19	53.05	63	93.45	13.35	39.80	53	80	11.68	41.90	55	70.40	9.49

Gambar 3.1 Data Antropometri

3.5.2 Metode Pengumpulan Data Sekunder

Metode pengumpulan data sekunder dilakukan melalui artikel, jurnal internasional, jurnal nasional, tugas akhir, buku, dan paper terkait, untuk memperoleh gambaran nyata sistem terkait dengan perancangan desain troli untuk memenuhi kebutuhan pengguna di Bandara. Jenis data yang dibutuhkan dan teknik pengumpulan data sekunder penelitian dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Jenis Dan Teknik Pengumpulan Data Sekunder

No.	Sumber Data	Jenis Data yang Dibutuhkan	Teknik Pengumpulan Data
1	Artikel	<ul style="list-style-type: none"> • Aman bagi pengguna 	<ul style="list-style-type: none"> • Membaca literatur dari berbagai sumber data
2	Jurnal internasional	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Design base net</i> dan troli dimensi troli (panjang, lebar, tinggi, berat) 	
3	Jurnal nasional	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Handle</i> yang nyaman di genggam 	
4	Tugas Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Kelancaran roda/<i>caster</i> • Tipe roda /<i>caster</i> 	
5	Buku terkait	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan <i>caster</i> 	
6	Paper terkait	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran <i>caster</i> • Posisi <i>caster</i> • <i>Fork caster</i> • Bahan pelapis • Material • Kekuatan penahan beban • metoda <i>welding</i> • Proses Perakitan • Terdapat alat untuk menghentikan / memperlambat • Mudah dihentikan/ diperlambat • Dimensi basket/keranjang • Kemudahan penggunaan • Aman untuk barang • Kemudahan bongkar muat barang • Tahan lama • Penentuan beban muat troli tidak memerlukan tenaga yang besar 	

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi Literatur merupakan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan sejumlah buku-buku, majalah, tulisan ilmiah, pustaka, membaca, dan mencatat, yang berkaitan dengan masalah dan

tujuan penelitian. Studi literatur yang digunakan yaitu yang berkaitan dengan keluhan pengguna troli bandara dan teori yang mendukung dari studi literatur tersebut.

3.6 Metode Pengolahan Data

3.6.1 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dalam penelitian ini digunakan untuk memvalidasi usulan desain troli bandara sudah memenuhi atribut keinginan pengguna atau belum. Untuk memvalidasi desain dilakukan dengan cara melihat skor tingkat kepentingan dari masing-masing atribut kebutuhan pengguna sebelum proses desain dengan skor tingkat kepuasan masing-masing atribut kebutuhan pengguna sesudah dihasilkan desain troli bandara. Penilaian tingkat kepuasan dari hasil rancangan terhadap troli bandara dilakukan dengan melihat hasil desain. Selanjutnya hasil kuesioner tersebut dilakukan pengujian statistik menggunakan IBM SPSS 22 tingkat signifikansi yang digunakan adalah 5%. Berikut merupakan pernyataan hipotesis dari pengujian homogenitas variansi sebagai berikut :

- 1) Jika nilai signifikansi (α) > 0,05, maka H_0 diterima = Troli bandara memenuhi kebutuhan responden.
- 2) Jika nilai signifikansi (α) < 0,05, maka H_0 diterima = Troli bandara belum memenuhi kebutuhan responden.

3.6.2 Uji Beda (*Mann Whitney*)

Uji Beda *Mann Whitney* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara rancangan troli bandara usulan dengan rancangan troli bandara yang sudah ada, uji tersebut dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata dari hasil kuesioner tingkat kepuasan masing-masing atribut kebutuhan pengguna. Uji *Mann Whitney* dilakukan menggunakan IBM SPSS 22 dengan taraf signifikansi yang digunakan 5%. Dasar pengambilan keputusan sebagai berikut:

- 1) Hipotesis :

H_0 : Ada perbedaan yang signifikan antara desain troli bandara usulan dengan desain troli bandara yang sudah ada

H_1 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara desain troli bandara usulan dengan troli bandara yang sudah ada

2) *Level of significance* (α) = 0,05

3.6.3 Uji Usabilitas

Uji usabilitas mengacu pada *user experience* (pengalaman pengguna). Oleh karena itu fungsi dan tujuan dari usabilitas menurut (Rubin dan Chisnell, 2008) yaitu :

1. Mengidentifikasi dan memperbaiki kekurangan yang ada terlebih dahulu sebelum produk dijual ke pasar.
2. Menemukan masalah dan rekomendasi untuk memperbaiki perancangan dan pengembangan produk.
3. Menjamin kreasi produk mudah dipelajari, memuaskan pengguna serta memiliki utilitas dan fungsi yang bernilai tinggi.

Uji Usabilitas merupakan uji dengan sebuah tingkat produk yang dapat digunakan oleh pengguna (ISO 9241-11. 1998) ada beberapa ciri dalam meningkatkan produk yaitu :

1. Efektifitas

Efektifitas merupakan seberapa tepat, lengkap dan akurat seorang pengguna dalam mencapai tujuan. Perhitungan tingkat efektifitas pada usulan rancangan troli bandara pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur tingkat penyelesaian pada saat sedang mendorong troli bandara. Dalam proses melakukan pengukuran tingkat penyelesaian tugas dapat dilakukan dengan menggunakan *fundamental usability metric*, tingkat penyelesaian dihitung dengan menggunakan angka biner 1 jika pengguna dapat menyelesaikan tugas dan 0 jika pengguna gagal melakukannya (Mifsud, 2015). Tingkat efektifitas dapat dihitung menggunakan rumus 3 (Iryanto, 2019) :

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{jumlah tugas yang berhasil dikerjakan}}{\text{jumlah tugas yang diberikan}} \times 100\% \quad (3)$$

Pengkategorian menggunakan standar sesuai acuan litbang depdagri (1991) pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Kategori Rasio Efektifitas

Rasio Efektifitas	Keterangan
Kurang dari 40%	Sangat tidak efektif
40% - 59%	Tidak efektif
60% - 80%	Cukup efektif
Lebih dari 80%	Sangat efektif

2. Efisiensi

Efisiensi merupakan seberapa banyak sumber daya yang dikeluarkan oleh pengguna untuk mencapai tujuan dengan cepat dan tepat. Efisiensi adalah rasio antara input yang digunakan dengan output yang dihasilkan dalam suatu proses, dimana pengukurannya dapat dilakukan dengan melihat waktu yang digunakan atau pemanfaatan sumber daya baik biaya atau tenaga (Gasperzs, 1998). Perhitungan tingkat efisiensi troli bandara dilakukan dengan pengukuran yang diperoleh dari indikator waktu (waktu pada saat mendorong troli lama dan pada saat mendorong troli usulan). Pengukuran kebutuhan waktu mendorong troli dilakukan secara objektif dengan mengukur waktu menggunakan *stopwatch* satuan detik yang digunakan dalam melakukan aktivitas yang telah dibuat dan jumlah keseluruhan waktu yang dihabiskan dalam melakukan mendorong troli.

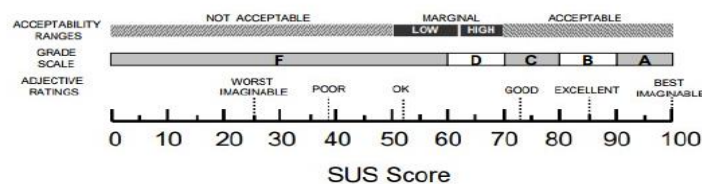
3. Kepuasan

Kepuasan merupakan sebagai respon dari pengguna untuk memperoleh kenyamanan dan sikap positif dalam menggunakan produk. Untuk mengukur tingkat kepuasan dalam penelitian ini menggunakan kuesioner *system usability of scale* (SUS). Kuesioner SUS ini merupakan metode *survey* yang dapat digunakan untuk menilai kegunaan produk. Menurut Brooke (1996) aturan dalam menghitung SUS adalah sebagai berikut :

- 1) Setiap pertanyaan bernomor ganjil, skor yang diperoleh dari

- setiap pertanyaan akan dikurangi 1
- 2) Setiap pertanyaan bernomor genap, skor akhir yang diperoleh dari nilai 5 dikurangi skor pertanyaan.
 - 3) Selanjutnya, dijumlahkan seluruh skor pernyataan tersebut dan totalnya dikalikan dengan 2,5 untuk mendapatkan skor usability akhir

Cara membaca hasil *System Usability of Scale (SUS) score* adalah setelah dilakukan perhitungan dari semua responden diperoleh skor rata-rata SUS kemudian disesuaikan dengan penilaian SUS. Dalam menentukan kategori hasil pengujian SUS dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 *System Usability of Scale (SUS) Score*

Berikut daftar 10 pertanyaan *System Usability of Scale (SUS)* dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Daftar Pertanyaan Kuesioner *System Usability Of Scale*

No	Pertanyaan
1	Saya berfikir akan menggunakan troli ini lagi
2	Saya merasa troli ini rumit untuk digunakan
3	Saya merasa troli ini mudah digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan orang lain ketika menggunakan troli ini
5	Saya merasa fitur-fitur pada troli ini berjalan dengan semestinya
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada troli ini (fitur tidak bisa digunakan sesuai fungsinya)
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan troli ini dengan cepat
8	Saya merasa penggunaan troli ini membingungkan
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan troli ini
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan troli ini

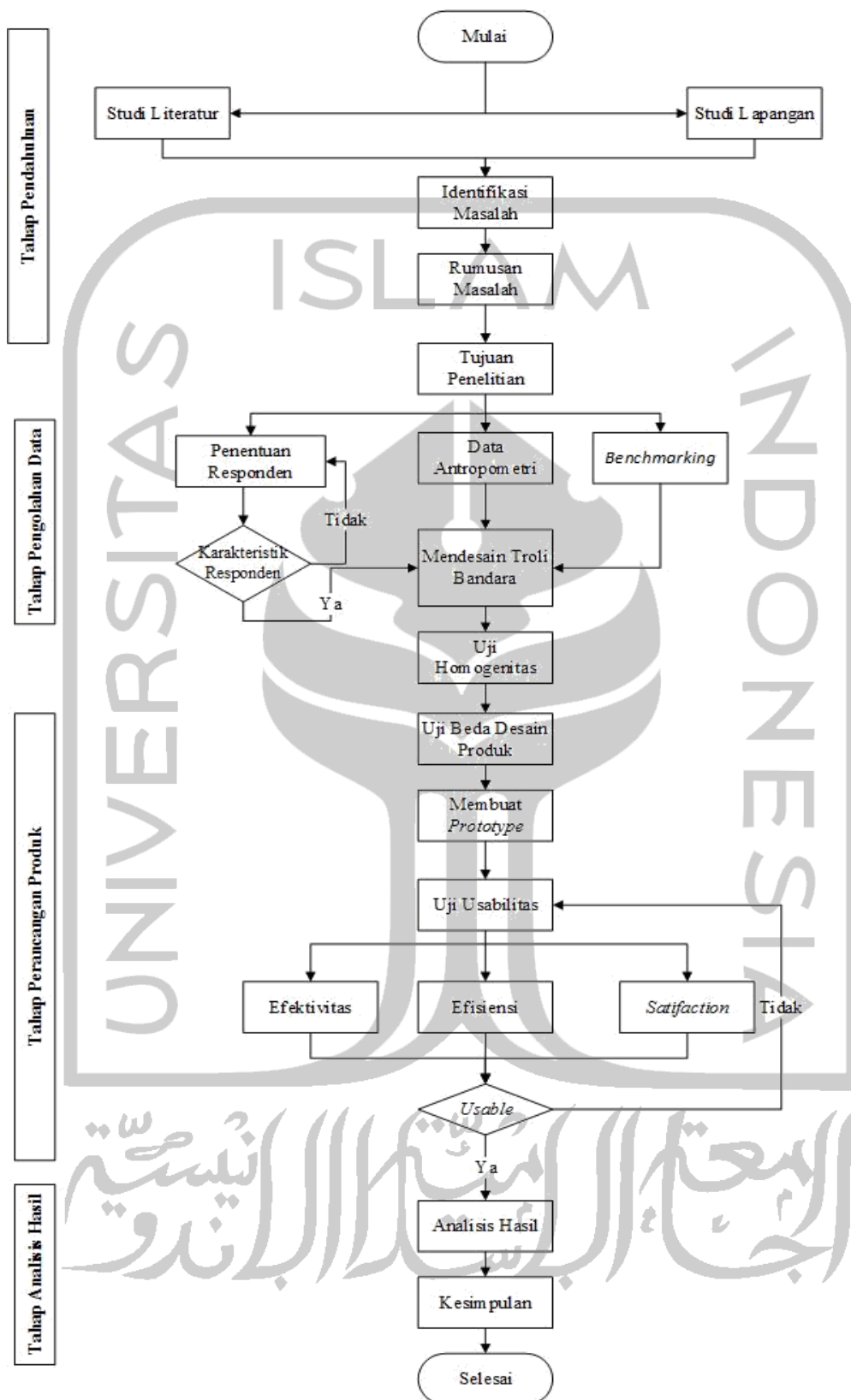
Langkah-langkah dalam Pengumpulan data uji usabilitas pada atribut kepuasan menggunakan metode SUS sebagai berikut:

- 1) Identifikasi para pengguna troli
- 2) Menyiapkan *prototype* yang akan digunakan
- 3) Melakukan pengujian, pengukuran dan pengamatan terhadap aktivitas yang dilakukan.
- 4) Setelah melakukan pengujian diberikan kuisisioner SUS untuk memberikan penilaian.
- 5) Melakukan analisis terhadap hasil uji coba.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian menunjukkan pedoman dalam penelitian yang diuraikan dalam langkah-langkah yang sistematis. Langkah-langkah tersebut ditampilkan pada Gambar 3.2.





Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

3.7.1 Tahap pendahuluan

Tahap pendahuluan dilakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mendapatkan gambaran umum dari topik yang akan diteliti. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan identifikasi masalah, lalu menentukan tujuan penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan penentuan batasan penelitian.

3.7.2 Tahap pengumpulan data

Setelah mendapatkan permasalahan penelitian, tahap selanjutnya yaitu melakukan pengumpulan data. Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan identifikasi atribut kebutuhan pengguna terkait produk yang akan dikembangkan dan melakukan pengumpulan data antropometri untuk digunakan sebagai acuan dimensi dalam merancang produk yang dikembangkan.

3.7.3 Tahap perancangan produk

Tahap perancangan produk dimulai dengan melakukan desain konsep secara visual yang mengacu pada hasil identifikasi atribut kebutuhan pengguna, data antropometri dan *benchmarking*. Dari hasil desain tersebut dilakukan uji validasi untuk melihat apakah desain konsep produk yang dibuat sudah memenuhi kebutuhan dan keinginan pengguna. Jika desain konsep produk sudah valid memenuhi kebutuhan pengguna tahap selanjutnya dilakukan pembuatan prototype produk dan melakukan uji usability produk untuk mengetahui apakah produk yang dikembangkan dapat digunakan sesuai keinginan dan kebutuhan penggunanya.

3.7.4 Tahap analisa dan penarikan kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai hasil-hasil yang didapatkan pada proses perancangan produk. Analisis dilakukan pada atribut kebutuhan pengguna, hasil spesifikasi produk yang dikembangkan, hasil uji validasi konsep produk dan hasil uji usability produk yang dilihat dari tingkat efektifitas, efisiensi dan kepuasan. Pada penarikan kesimpulan disusun dari

keseluruhan hasil penelitian untuk menjawab beberapa tujuan penelitian yang ingin dicapai.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan bertujuan untuk mengetahui kebutuhan pengguna melalui penyebaran kuesioner wawancara yang dibagikan kepada pengguna troli bandara. Kegiatan tersebut dilakukan untuk mendapatkan keinginan konsumen dalam mendesain troli bandara yang ergonomis dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usabilitas.

4.2 *Voice Of Customer (VOC)*

Pada tahapan *Voice of customer (VOC)* dilakukan dengan cara dengan menyebarkan kuesioner kepada konsumen dengan tujuan untuk mengetahui bahwa troli bandara memerlukan perbaikan. Hasil tersebut digunakan dalam mengelolah data yang akan digunakan dalam pembuatan *matrix HOQ*. Tabel 4.1 merupakan atribut kebutuhan pengguna.

Tabel 4.1 Atribut Kebutuhan Pengguna

No	Keterangan
1	Troli mudah digunakan
2	Troli memiliki desain yang menarik
3	Troli mudah dipindahkan
4	Troli memiliki tingkat keamanan yang baik
5	Troli memiliki ukuran yang nyaman digunakan
6	Troli dapat mengurangi keluhan pada tulang, sendi, otot
7	Troli memiliki harga terjangkau
8	Troli mudah dalam perawatan
9	Troli memiliki bahan yang kuat dan awet
10	Troli memiliki konstruksi yang kuat
11	Troli memiliki kelancaran roda pada saat digunakan
12	Troli memiliki tempat untuk sarana iklan

Berdasarkan atribut kebutuhan pengguna diperoleh, selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner tingkat kepentingan sebanyak 100 responden bertujuan untuk mengetahui skor tingkat kepentingan tentang penggunaan troli bandara. Hasil skor tingkat kepentingan dapat dilihat pada tabel 4.2 Hasil rekapitulasi kuesioner tingkat kepentingan.

Tabel 4.2 Hasil Rekapitulasi Kuesioner Tingkat Kepentingan

Atribut Kebutuhan	Presentase Responden (%)
Troli mudah digunakan	64%
Troli memiliki desain yang menarik	45%
Troli mudah dipindahkan	60%
Troli memiliki tingkat keamanan yang baik	75%
Troli memiliki ukuran yang nyaman digunakan	71%
Troli dapat mengurangi keluhan pada tulang, sendi dan otot	67%
Troli memiliki harga terjangkau	44%
Troli mudah dalam perawatan	52%
Troli memiliki bahan yang kuat dan awet	71%
Troli memiliki konstruksi yang kuat	75%
Troli memiliki kelancaran roda pada saat digunakan	76%
Troli memiliki tempat untuk sarana iklan	26%

Selanjutnya dilakukan penentuan atribut kebutuhan pengguna yang telah di jabarkan sebelumnya, dengan mentrasformasikan kedalam bentuk kebutuhan pengguna. Tabel 4.3 menampilkan atribut kebutuhan pengguna.

Tabel 4.3 Atribut kebutuhan konsumen

No	Atribut Kebutuhan Pengguna	Importance Rating
1	Nyaman	4,62
2	<i>Easy to use</i>	4,6
3	Aman	4,59
4	Kuat	4,55
5	Harga Terjangkau	3,9

4.3 Data Antropometri

Data antropometri yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder untuk menentukan dimensi tubuh dalam melakukan usulan desain troli bandara. Adapun data yang digunakan terdapat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Dimensi Antropometri dalam Desain Troli Bandara

No	Nama Dimensi Dan Ukuran Dimensi	Kode	Kebutuhan Real Dimensi	Keterangan
1	Tinggi Tubuh P50 = 159 cm	TT	100 cm	Menentukan tinggi maksimal yang dibuat
2	Tinggi Bahu P50 = 132 cm	TB	132 cm	Menentukan tinggi troli bandara
3	Tinggi Siku P50 = 99 cm	TS	99 cm	Menentukan tinggi minimal dan maksimal
4	Lebar Tangan P50 = 8 cm	LK	8 cm	troli bandara
5	Panjang Tangan P50 = 18 cm	PK	18 cm	Menentukan lebar alas tangan untuk rem
6	Tinggi Lutut P50 = 50 cm	TL	50 cm	Menentukan jangkauan untuk rem
7	Jangkauan Pengangan Kedepan P50 = 67 cm	JPK	67 cm	Menentukan tinggi minimal untuk rem Menentukan jangkauan pegangan

4.4 Benchmarking

Pada proses *Benchmarking* dilakukan untuk menentukan *technical requirement* dan spesifikasi rancangan troli bandara untuk melihat keunggulan alat yang dimiliki pesaing sebagai bahan inovasi guna untuk memenangkan persaingan. Hasil dari *Benchmarking* dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Produk *Benchmarking*

No	Produk	Keterangan
1		<p>Model I</p> <p>Nama Produk : Troli Bandara Beisco JS-ALT</p> <p>Harga : Rp. 3.045.120</p> <p>Fitur : Ada tempat yang berbeda untuk <i>advertiement</i>, 4 roda</p> <p>Sumber : https://indonesian.alibaba.com/p-detail/New-60545861500.html?spm=a2700.details.0.0.1526181diJnHQH</p>
2		<p>Model II</p> <p>Nama Produk : Troli Bandara</p> <p>Harga : Rp. 3.896.750</p> <p>Fitur : <i>Automatic Barke</i>, Terdapat tempat untuk <i>advertiement</i>, 4 roda</p> <p>Sumber : https://indonesian.alibaba.com/product-detail/airport-luggage-trolley-for-passenger-airport-60561824615.html</p>

Selanjutnya pada proses *benchmarking* dilakukan untuk mengukur dan membandingkan troli model I dan troli model II yang ada guna mendapatkan informasi dan membantu merancang inovasi troli yang akan dikembangkan. Dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil *Benchmarking*

Atribut	Model 1	Model II
Nyaman	6,25	6,12
<i>Easy to use</i>	6,75	6,50
Aman	6,87	6,75
Kuat	6,75	7,25
Harga Terjangkau	7,0	7,25

Hasil nilai rata-rata yang dicetak tebal untuk setiap atribut digunakan sebagai acuan dalam pengembangan produk. Selanjutnya adalah menentukan spesifikasi desain troli dengan mengacu pada *technical requirement*. Hasil penentuan spesifikasi perancangan troli bandara dapat dilihat pada tabel 4.7.

Sedangkan untuk matrik *house of quality* yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 4.1.

4.5 Hasil Spesifikasi Desain

Hasil spesifikasi rancangan troli bandara dalam penentuan *matrix house of quality*, terlebih dahulu dilakukan untuk menentukan *technical requirement* (TR) yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Hasil penentuan *technical requirement* dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 *Technical Requirement* Troli Bandara

No	Atribut Kebutuhan Pengguna	<i>Technical Requirement</i>	Kode TR
1	Nyaman	Dimensi <i>handle</i> sesuai data antropometri	TR 1
		Desain tuas pengatur keranjang sesuai dengan data antropometri	TR 2
		Desain keranjang dapat dibuka dan tutup	TR 3
		Dimensi roda	TR 4
2	<i>Easy to use</i>	Keranjang dapat di geser	TR 5
		Desain keranjang dapat dibuka dan tutup	TR 6
		Handle bisa naik turun	TR 7
		Komponen roda dapat digerakan	TR 8
3	Aman	Desain keranjang melindungi barang	TR 9
		Pengunci rangka keranjang troli	TR 10
		Desain kontrol penghentian	TR 11
4	Kuat	Material yang digunakan kokoh	TR 12
5	Harga terjangkau	Harga troli dapat bersaing dengan produk sejenis	TR 13

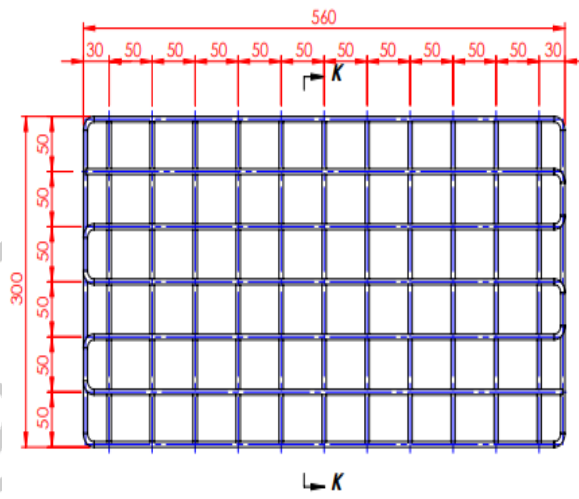
4.6 Penentuan Target Spesifikasi

Setelah mengetahui *technical requirement* yang telah memenuhi atribut kebutuhan pengguna, maka selanjutnya adalah menentukan target spesifikasi pada rancangan troli bandara menggunakan matrik *house of quality*. Tabel 4.8

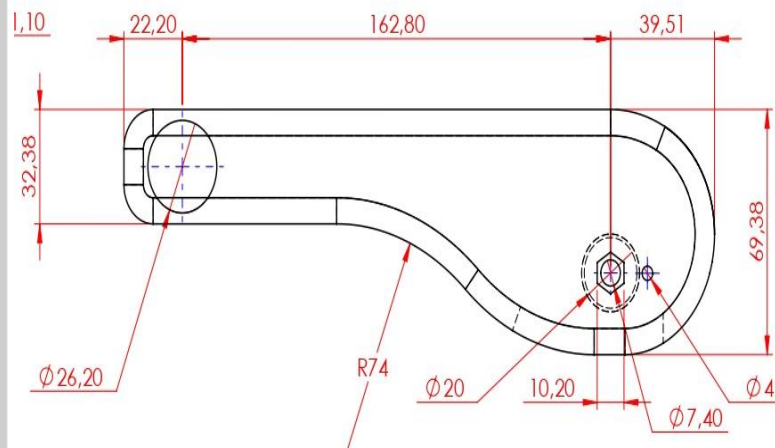


Tabel 4.8 Target Spesifikasi Trolis Bandara

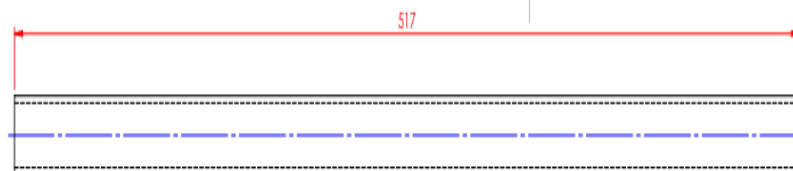
No	Atribut Kebutuhan Pengguna	Technical Requirement	Target Spesifikasi
1	Nyaman	Dimensi <i>handle</i> sesuai data antropometri	Diameter handle bar 1,9 cm Panjang 51 cm
		Desain tuas pengatur keranjang sesuai dengan data antropometri	Tinggi handle maksimum 115 cm
		Desain keranjang dapat dibuka dan tutup	Tinggi handle minimum 98 cm
		Dimensi roda	Diameter tuas 1,5cm panjang tuas 25 cm
		keranjang dapat di geser	Pegangan atas keranjang diameter 2 cm
2	Easy to use	Desain keranjang dapat dibuka dan tutup	3 roda diameter 16 cm
		Handle bisa naik turun	Sliding basket trolley
		Komponen roda dapat digerakan	Engsel diameter 2 cm
		Desain keranjang melindungi barang	Sudut <i>handle</i> 60°
3	Aman	Pengunci rangka keranjang trolley	Roda Karet bergerak 360°
		Desain kontrol penghentian	Bingkai keranjang panjang 58 cm, lebar 52 cm dan tinggi 50 cm
		Material yang digunakan kokoh	Lis karet panjang 100 cm
4	Kuat		Alat pengunci
			<i>Handle</i> rem
			material Steel Plate tebal 0,2 cm
			material Steel Plate tebal 0,3 cm
			material Steel Plate tebal 0,4 cm
5	Harga Terjangkau		Besi Pipa Hollow Lebar 20 cm, tinggi 40 cm dan tebal 1.5cm
			Besi pipa Hollow lebar 40 cm, tinggi 60 cm dan tebal 1.5cm
			Bahan pallet mesh diameter 0,5 cm
		Bahan Floor trolley diameter 0,3 cm	
		Harga trolley dapat bersaing dengan produk sejenis	Rp. 4. 500.000



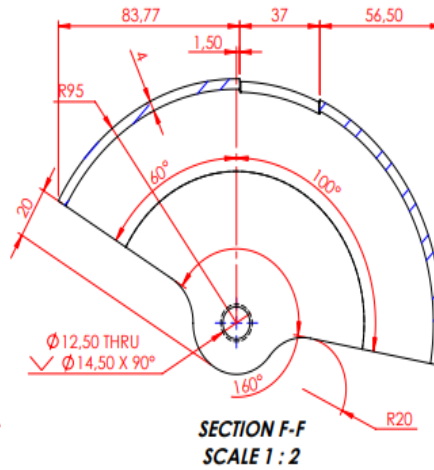
Gambar 4.3 Dimensi Jaring Keranjang



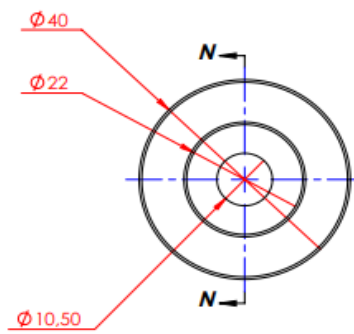
Gambar 4.4 Dimensi *Handle*



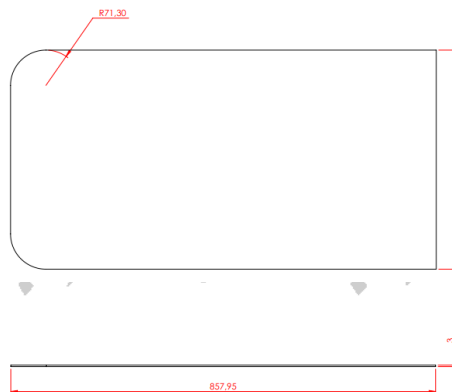
Gambar 4.5 Dimensi *Handle Bar*



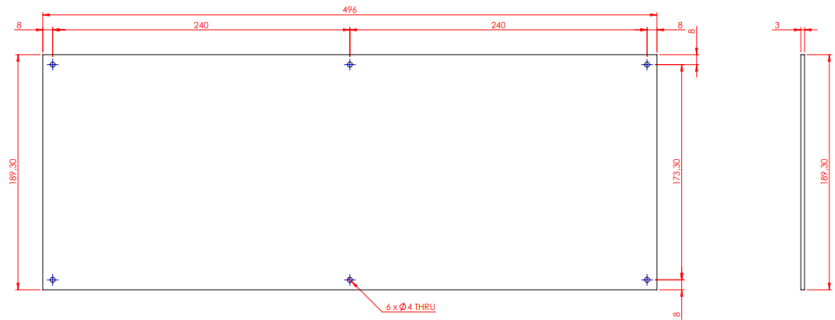
Gambar 4.6 Dimensi *Trolley Base Frame*



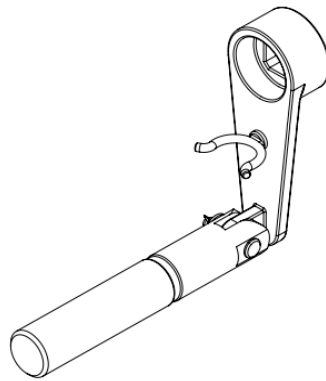
Gambar 4.7 Dimensi Roda



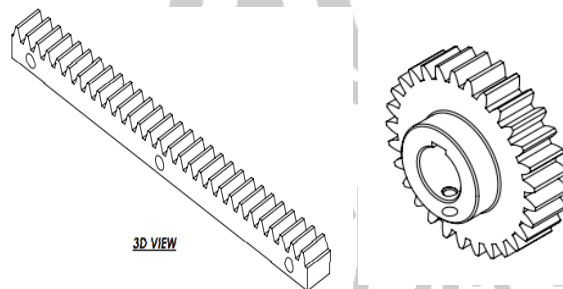
Gambar 4.8 *Floor Trolley*



Gambar 4.9 *Frame Board*



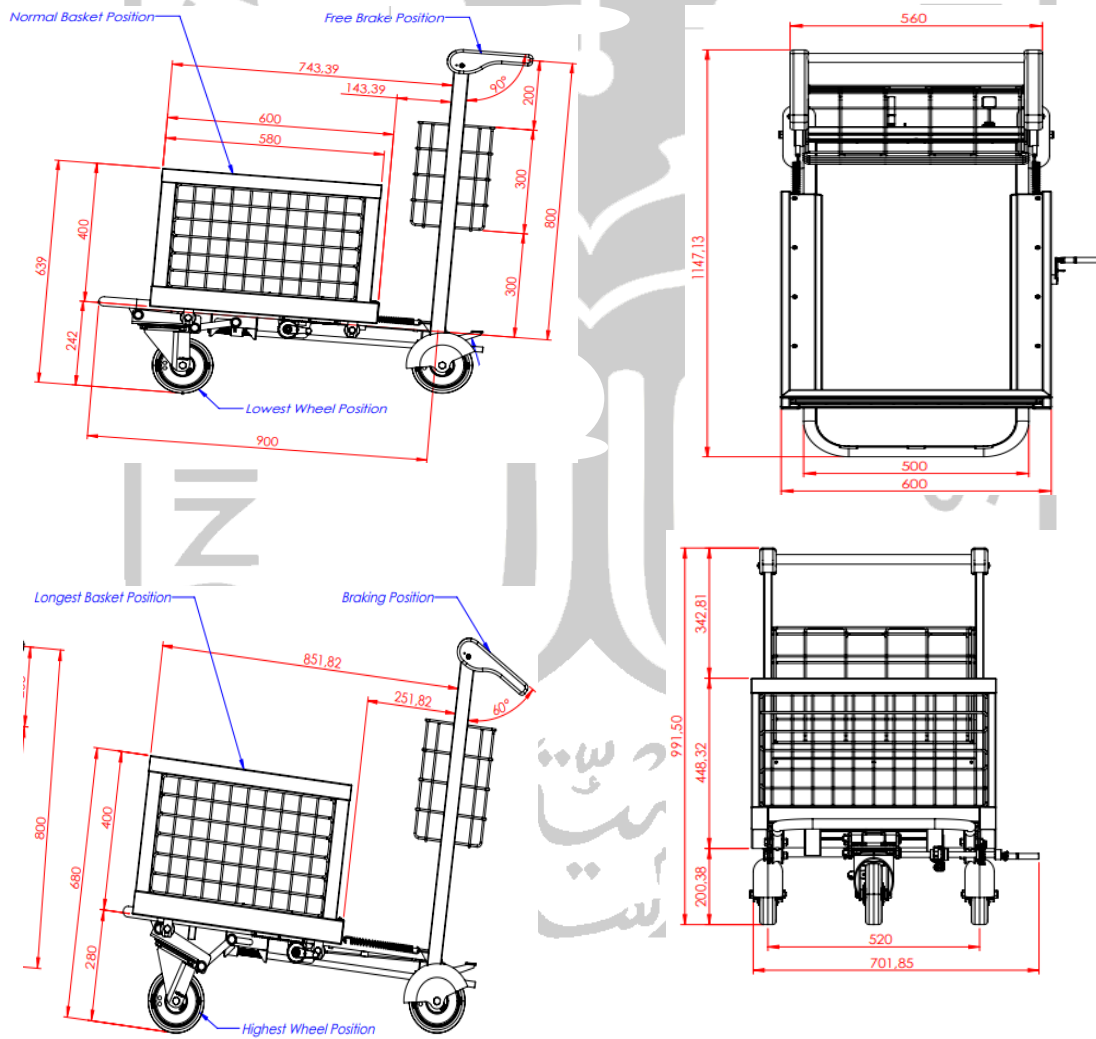
Gambar 4.10 *Tuas Pengatur Keranjang*



Gambar 4.11 *Rack Gears*



Gambar 4.12 Lis Karet



Gambar 4.13 Rangka Troli

4.7.2 Desain Troli Bandara Usulan

Hasil visualisasi dari desain troli bandara yang dikembangkan dapat dilihat secara utuh pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Desain Troli Usulan

4.8 Validasi Desain Usulan

4.8.1 Hasil Uji Homogenitas

Berdasarkan hasil uji homogenitas yang ditunjukkan pada tabel 4.9 nilai signifikansi setiap atribut kebutuhan pengguna berkisar antara 0,278 hingga 0,767 oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima karena tingkat signifikansi lebih besar dari 0,05, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara desain yang diusulkan dengan kebutuhan pengguna.

Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas

No	Atribut	Asymp. Sig. (2-tailed)
1	Nyaman	0,666
2	Mudah digunakan	0,427
3	Aman	0,767
4	Kuat	0,278
5	Harga Terjangkau	0,412

4.8.2 Hasil Uji Beda (*Mann Whitney*)

Uji *mann whitney* dalam penelitian ini menggunakan dua troli bandara sebagai pembanding dari desain troli usulan. Produk yang dipilih sebagai pembanding dapat dilihat pada tabel 4.5 dengan kode produk model 1 dan model 2. Pemilihan kedua produk tersebut karena spesifikasi produk model 1 dan model 2 hampir sama dengan produk usulan saat digunakan, dalam hal ini sama dengan mekanisme penggunaan atau pengoperasian. Hasil dari desain troli usulan dengan troli model 1 dapat dilihat pada tabel 4.10 dan hasil desain troli usulan dengan model 2 dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.10 Hasil Uji beda Troli Usulan dengan Troli Model 1

No	Atribut	Rata-rata skor tingkat kepuasan		Asymp. Sig (1-tailed)
		Troli Usulan	Troli model 1	
1	Nyaman	4,02	2,88	0,000
2	Easy to use	4,47	3,65	0,000
3	Aman	4,72	3,67	0,000
4	Kuat	4,52	2,95	0,000
5	Harga Terjangkau	4,47	3,95	0,000

الجمعة الإسلامية الأندلسية

Tabel 4.11 Hasil Uji beda Troli Usulan dengan Troli Model 2

No	Atribut	Rata-rata skor tingkat kepuasan		Asymp. Sig (1-tailed)
		Troli Usulan	Troli model 2	
1	Nyaman	4,52	3,97	0.000
2	Easy to use	4,17	3,27	0.000
3	Aman	4,72	3,78	0.000
4	Kuat	4,52	3,97	0.000
5	Harga Terjangkau	4,47	3,65	0.000

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara desain troli usulan dengan troli model 1 dan model 2. Masing-masing atribut memiliki taraf signifikansi $<0,05$ yaitu 0,000 sehingga dapat ditarik kesimpulan H_0 diterima ada perbedaan antara desain troli usulan dengan desain troli model 1 dan model 2.

4.9 Hasil Uji Usabilitas

4.9.1 Pengukuran Aspek Efektivitas

Uji efektivitas dilakukan berdasarkan tingkat kesuksesan dalam menggunakan troli usulan. Menurut ISO 9241-11 responden bisa berjumlah 10 orang sudah cukup untuk melakukan pengujian *usability*. Pemilihan responden sebanyak 10 orang dikarenakan untuk pengujian pada responden pertama peneliti akan menemukan hal baru untuk dijadikan sebagai acuan perbaikan usabilitas sebuah produk. Selanjutnya kepada responden ke 2, akan melakukan hal yang sama dengan responden pertama dengan memiliki perbedaan, akan tetapi, peneliti masih bisa menolerir dengan faktor tiap personal memiliki cara yang berberda, ketika mulai memasuki responden ke 3 akan mulai sedikit informasi yang diperoleh, karena tingkat perbedaan antara responden ke 1 dan ke 2 mulai sedikit, maka dari itu 10 orang responden sudah cukup untuk menguji usabilitas sebuah produk. Hasil pengamatan dalam menggunakan troli usulan dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Uji efektivitas

Responden ke	Task Complited Rate
1	100%
2	90%
3	90%
4	100%
5	80%
6	90%
7	90%
8	100%
9	90%
10	80%
Rata-Rata	91%

4.9.2 Pengukuran Aspek Efisiensi

Uji efisiensi dilakukan menggunakan indikator waktu dalam satuan detik. Dimana dibutuhkan 10 responden diberikan tugas untuk menyelesaikannya. Hasil pengukuran efisiensi dalam menggunakan troli eksisting dan troli usulan dapat dilihat pada tabel 4.10 dan tabel 4.11

Tabel 4.13 Hasil Uji Efisiensi Troli Eksisting

Hasil Uji	Waktu (Detik)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Total Durasi Tiap Tugas	35,83	43,43	41,87	43,32	36,22	41,66
Rata-Rata Durasi	3,583	4,343	4,187	4,332	3,622	4,166
Total Durasi keseluruhan Tugas	242,33					
Rata-Rata Durasi Keseluruhan Tugas	24,233					

Tabel 4.14 Hasil Uji Efisiensi Troli Usulan

Hasil Uji	Waktu (Detik)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Total Durasi Tiap Tugas	31,21	37,45	34,02	39,67	30,59	32,54
Rata-Rata Durasi	3,121	3,745	3,402	3,967	3,059	3,254
Total Durasi keseluruhan Tugas	205,48					
Rata-Rata Durasi Keseluruhan Tugas	20,548					

Dari tabel 4.13 dapat diketahui bahwa durasi total troli eksisting yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas yang diberikan selama 242,33 detik atau dengan rata-rata 24,233 detik. Sedangkan untuk troli usulan pada tabel 4.14 bahwa durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas yang diberikan selama 205,48 detik atau dengan rata-rata 20,548 detik.

4.9.3 Pengukuran Aspek Kepuasan

Uji kepuasan dilakukan berdasarkan tingkat kepuasan dalam menggunakan troli usulan. Dimana dibutuhkan 10 responden diberikan tugas untuk menyelesaikannya. Setelah responden menggunakan troli usulan, selanjutnya responden memberikan penilaian kuesioner *System Usability of Scale* (SUS). Hasil kuesioner dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Uji Kepuasan Troli Usulan

Responden	Skor Pertanyaan									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	5	2	4	2	5	2	5	2	5	2
2	4	1	5	2	4	1	5	1	4	1
3	4	4	4	3	4	2	4	2	5	3
4	4	1	5	3	4	2	5	1	5	2
5	4	3	4	2	5	2	4	1	4	2
6	5	1	5	1	5	1	5	1	5	2
7	4	2	4	2	5	1	4	2	4	1
8	5	3	5	3	4	1	4	3	5	1
9	5	3	5	1	4	2	5	2	5	1
10	4	3	4	2	5	2	4	1	4	2

Selanjutnya dilakukan perhitungan *System Usability of Scale* (SUS) Untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna terhadap troli usulan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan *System Usability of Scale* (SUS)

Responden	Skor Pertanyaan										Total	X 2,5
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	34	85
2	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	36	90
3	3	1	3	2	3	3	3	3	4	2	27	68
4	3	4	4	2	3	3	4	4	4	3	34	85
5	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	31	78
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	39	98
7	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	33	83
8	4	2	4	2	3	4	3	2	4	4	32	80
9	4	2	4	4	3	3	4	3	4	4	35	88
10	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	31	78
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)											81	

Dari data diatas diperoleh rata-rata hasil akhir skor 81, maka skor tersebut masuk kategori *Excellent* dengan grade B gambar 3.3. Artinya secara *Usability* berdasarkan data tersebut mendapat penilaian dapat diterima.

4.10 Harga Produk

Penentuan estimasi biaya harga produk pada troli usulan dilakukan untuk mengetahui perkiraan harga jual. Tabel 4.17 merupakan hasil perhitungan harga pokok produksi. Setelah mengetahui harga pokok produksi troli yang dikembangkan, selanjutnya dilakukan perhitungan harga pokok penjualan per produk, dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.17 Harga Pokok Produksi

RAB BAHAN & MATERIAL				
No	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Total Harga
1	Hollow KSK SS 20x40x1.5	12 m	Rp. 225.500 / 6 m	Rp. 451.000
2	Hollow KSK SS 40x60x1.5	6 m	Rp. 318.00 / 6 m	Rp. 318.000
3	SS 304 Pipe 3/4" (26.7x2.67)	3 m	Rp. 65.000 / 3 m	Rp. 65.000
4	SS 304 1/2" (21.3x2.77)	3 m	Rp. 50.000 / 3 m	Rp. 50.000
5	Steel plate 2 mm	25X30 (2 Sheet) cm	Rp. 89.000 / 25X30 cm	Rp. 178.000
6	Steel plate 3 mm	25X30 (2 Sheet) cm	Rp. 160.000 / 25X30 cm	Rp. 350.000
7	Steel plate 4 mm	25X30 (2 Sheet) cm	Rp. 225.200 / 50X60 cm	Rp. 450.400
8	Baja Bulat SS 304 (Round Steel D12 mm)	2 m	Rp. 62.000 / 50 cm	Rp. 248.000
9	Baja Bulat SS 304 (Round Steel D5 mm)	2 m	Rp. 34.000 / 50 cm	Rp. 136.000
10	Engsel	6 pcs	Rp. 5.000 / pcs	Rp.30.000
11	DIN 94-4X25-C-ST (Split Pins)	3 pcs	Rp. 2.000 / pcs	Rp. 6.000
12	CIRCLIP DIN 472 - 24 X 1.2	3 pcs	Rp. 2.457 / pcs	Rp. 7.371
13	DIN EN 22341 - B - 14 X 120 X 4 - ST (Ceving Pins With Head)	3 pcs	Rp. 11.500 / pcs	Rp. 34.500
14	DIN EN 24015 - M10 X 50 X 26-S (Bolt)	4 pcs	Rp. 15.000 / pcs	Rp. 60.000

No	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Total Harga
15	ISO - 4032 - M10 - D - S (Hex Nuts)	11 pcs	Rp. 2.000 / pcs	Rp. 22.000
16	ISO - 4033 - M8 - D - S (Hex Nuts)	1 pcs	Rp. 1.500 / pcs	Rp. 1.500
17	ISO - 4035 - M6 - S (Hex Thin Nuts)	11 pcs	Rp. 1.500 / pcs	Rp. 16.500
18	ISO - 4161 - M10 - S (Hex Flange Nuts)	4 pcs	Rp. 2.000 / pcs	Rp. 8.000
19	ISO 1234-1.6X8-C (Split Pins)	1 pcs	Rp. 670 / pcs	Rp. 670
20	ISO 15 RBB - 3815 (Bearing)	1 pcs	Rp. 25.000 / pcs	Rp. 25.000
21	ISO 2341 - B - 4 X 14 X 1 - ST (Ceving Pins With Head)	1 pcs	Rp. 3.500 / pcs	Rp. 3.500
22	ISO 4017 - M10 X 20-S (Hex Head Bolts)	1 pcs	Rp. 2.500 / pcs	Rp. 2.500
23	ISO 4018 - M12 X 80-WS (Hex Screws)	1 pcs	Rp. 3.500 / pcs	Rp. 3.500
24	ISO 4026 - M4 X 8-S (Hex Socket Set Screws)	1 pcs	Rp. 3.000 / pcs	Rp. 3.000
25	ISO 4162 - M6 X 16 X 16-S (Hex Flange Bolt)	1 pcs	Rp. 3.000 / pcs	Rp. 3.000
26	ISO 4762 M4 X 20 - 20S (Socket Head Cap Screws)	1 pcs	Rp. 2.000 / pcs	Rp. 2.000
27	ISO 7045 - M6 X 40 - Z - 40S (Pan Head Bolt Screw)	1 pcs	Rp. 2.000 / pcs	Rp. 2.000
28	ISO 8739-M4X40-ST (Grooved Pins)	1 pcs	Rp. 1.000 / pcs	Rp. 1.000
29	KEY ISO 2491 5X3-20-A (Keys)	2 pcs	Rp. 2.500 / pcs	Rp. 5.000
30	Spring Tarik (WIRE 2.5 mm OD=18 mm)	2 pcs	Rp. 20.000/ pcs	Rp. 40.000
31	Spring Tarik (WIRE 1 mm OD=11 mm)	1 pcs	Rp. 15.000 / pcs	Rp. 15.000
32	Spring Tekan (Torsion Spring - Wire 2 mm)	2 pcs	Rp. 15.000 / pcs	Rp. 30.000
33	Lis Karet	1 pcs	Rp. 5000 / pcs	Rp. 5.000
34	WPPE 1603 5012 (Wheel D160)	3 set	Rp. 180.000 / set	Rp. 540.000
35	WASHER ISO 7089 - 4	15 pcs	Rp. 2.000 / pcs	Rp. 30.000
36	WASHER ISO 7092 - 10	8 pcs	Rp. 3.000 / pcs	Rp. 24.000
37	WASHER ISO 7093 - 6	6 pcs	Rp. 2.500 / pcs	Rp. 15.000

No	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Total Harga
38	WIRE Rope 4 mm	2 m	Rp. 12.000 / pcs	Rp. 24.000
39	RACK SPUR RECTANGULAR - 1.75M 20PA 12FW 10PH 160L	12x160 mm	Rp. 120.000 / 12x160 mm	Rp. 120.000
40	SPUR GEAR - 1.75M 29T 20PA 12FW	1 pcs	Rp. 95.000 / pcs	Rp. 95.000
41	SHAFT-AS 15 mm	1 m	Rp. 125.000 / m	Rp. 125.000
42	SHAFT-AS 16 mm	1 m	Rp. 130.000 / m	Rp. 130.000
43	Biaya Tukang	1 org	Rp. 500.000	Rp. 500.000
Total Biaya Bahan dan Material				Rp. 4.176.441

Tabel 4.18 Perhitungan Harga Jual Torli Bandara Usulan Perunit

Total Biaya bahan dan material	Rp. 4.176.411
Harga Jual per unit	Rp. 4.500.000
Keuntungan	Rp. 323.586

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kebutuhan Pengguna

Berdasarkan pada Tabel 4.3 kebutuhan pengguna troli bandara usulan diperoleh 5 atribut yakni nyaman, *easy to use*, aman, kuat dan harga terjangkau. Analisis atribut kebutuhan pengguna dijelaskan sebagai berikut :

1. Nyaman

Atribut nyaman dapat dilihat pada tabel 4.3 merupakan prioritas tertinggi dengan *importance rating* 4,62 dimana atribut ini dibutuhkan agar tidak memberikan efek negatif terhadap pengguna troli usulan seperti rasa nyeri pada tangan yang dirasakan oleh penggunan tidak merasa kesulitan saat menggunakan troli karena menurut Hutapea (2015) aspek kenyamanan memberikan rasa nyaman kepada pengguna terhadap peralatan yang akan digunakan.

2. *Easy to use*

Atribut *Easy to use* dapat dilihat pada tabel 4.3 merupakan prioritas kedua dengan *importance rating* 4,60. Atribut ini menunjukkan bahwa pengguna membutuhkan troli yang dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna troli bandara khususnya saat membawa barang bawaan yang berlebihan, sehingga dengan terpenuhinya atribut *easy to use* diharapkan pengguna tidak lagi mengalami kesulitan saat menggunakan troli tersebut. Menurut Maharani (2017) penggunaan yang mudah adalah alat yang cara penggunaan mudah digunakan.

3. Aman

Atribut aman dapat dilihat pada tabel 4.3 merupakan prioritas ketiga dengan *importance rating* 4,59 dimana atribut diperlukan karena pengguna tidak ingin mengalami insiden yang disebabkan terjatuhnya barang bawaan saat menggunakan troli tersebut.

4. Kuat

Atribut kuat dapat dilihat pada tabel 4.3 merupakan prioritas keempat dengan *importance rating* 4,55. Atribut ini menunjukkan bahwa pengguna menginginkan troli yang tidak mudah rusak sehingga dapat digunakan dalam jangka yang lama, sehingga dalam hal ini pemilihan bahan material dan komponen yang akan digunakan dalam membuat troli usulan harus kokoh dan kuat agar tidak mudah rusak.

5. Harga Terjangkau

Atribut harga terjangkau dapat dilihat pada tabel 4.3 merupakan prioritas kelima dengan *importance rating* 3,90. Atribut ini menunjukkan bahwa troli bandara ini menunjukkan produk yang dapat bersaing dengan jenis troli yang lain, sehingga dapat memberikan minat beli kepada pihak perusahaan.

5.2 Analisis Spesifikasi Desain Troli Usulan

Desain spesifikasi troli bandara disesuaikan dengan atribut kebutuhan pengguna dapat dilihat pada tabel 4.8 dengan penjelasan sebagai berikut.

Rancangan troli bandara usulan memiliki *handle* yang didesain dengan diameter handle bar 1,9 cm dengan panjang 51 cm. Dimana pada *handle* tersebut memiliki tinggi maksimum 115 dan tinggi minimum 98 cm. Penggunaan ukuran *handle* tersebut karena sudah sesuai dengan data antropometri sehingga memberikan kenyamanan kepada pengguna. Desain kontrol penghentian atau rem terdapat pada *handle* dimana memberikan kenyamanan dan kemudahan bagi pengguna ketika hendak menghentikan troli pada saat digunakan dengan dimensi sudut 60° .

Rancangan pada troli ini dilengkapi dengan bingkai keranjang dengan panjang 58 cm, lebar 52 cm dan tinggi 50 cm ini. Pada rangka keranjang troli dilengkapi dengan alat pengunci sehingga mempermudah dan memberi keamanan ketika hendak memasukkan barang ke dalam keranjang. Selanjutnya pada keranjang troli dilengkapi dengan lis karet dengan panjang 100 cm ini

digunakan untuk melindungi barang maupun pengguna agar terhindar dari cedera yang bisa mengakibatkan terjadinya luka pada tubuh. Kemudian keranjang dapat dibuka dan ditutup dilengkapi dengan engsel berdiameter 2 cm, juga pada rancangan troli dapat digeser atau diperluas dilengkapi tuas dengan diameter 1,5 cm dan panjang tuas 25 cm. Hal ini dimaksudkan agar ketika barang bawaan dimasukkan ke dalam keranjang dapat melindungi barang agar tidak mudah jatuh dan memiliki kapasitas angkut yang banyak. Rancangan troli memiliki 3 roda dengan diameter 16 cm bertujuan agar troli mudah untuk di gunakan oleh pengguna dan dapat berputar 360 derajat.

Rancangan troli bandara di desain menggunakan bahan yang kuat dan kokoh dimana material yang digunakan *stainless steel* pemilihan bahan tersebut agar tidak mudah berkarat juga bahan tersebut tahan lama dan tidak mudah rusak. *steel plate* yang digunakan dengan tebal masing 0,2 cm, 0,3 cm dan 0,4 cm. Material yang digunakan pada rangka bingkai keranjang menggunakan *pallet mesh* dengan diameter 0,5. Selanjutnya menggunakan besi *hollow* dengan masing-masing lebar 20 cm dan 40 cm, dengan tinggi 40 cm dan 60 cm dan tebal 1,5 cm karena besi *hollow* ini memiliki massa yang tidak terlalu berat sehingga troli yang dikembangkan mudah untuk digunakan juga memberikan rasa nyaman dan aman.

Target spesifikasi terakhir yakni harga terjangkau dapat dilihat pada Tabel 4.17 tabel 4.18 harga pada troli usulan yang bertujuan untuk memberikan harga yang dapat dijangkau oleh pengguna maupun pihak perusahaan. Dimana sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen dengan harga produk berkisar Rp. 4.500.000. Sejalan dengan (Fristiana, 2012) harga yang terjangkau sesuai daya beli akan mempengaruhi keputusan pembelian produk.

5.3 Analisis Uji Statistik

5.3.1 Analisis Uji Homogenitas

Hasil uji homogenitas antara hasil desain troli bandara yang telah dikembangkan pada gambar 4.14 dengan kebutuhan pengguna pada tabel

4.9 diketahui bahwa hasil signifikansi yang diperoleh pada masing-masing atribut antara lain nyaman (0,666), selanjutnya atribut *easy to use* (0,427), kemudian atribut aman (0,767), untuk atribut kuat (0,278) dan terakhir atribut harga terjangkau (0,412) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima pada seluruh atribut kebutuhan pengguna dengan nilai signifikansi $>0,05$ bahwa desain troli usulan yang dirancang sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

5.3.2 Analisis Uji Beda (*Mann Whitney*)

Uji *mann whitney* dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara troli usulan dan troli model 1 pada tabel 4.10 memiliki nilai signifikansi $<0,05$ Asymp.Sig (1-tailed). Hal ini dilihat dari masing-masing atribut yang dimana untuk atribut nyaman pada troli usulan dan troli model satu memiliki nilai signifikansi (0,000). Selanjutnya untuk atribut *easy to use* pada troli usulan dan troli model 1 memiliki nilai signifikansi (0,000). kemudian atribut aman pada troli usulan dan troli model 1 memiliki nilai signifikansi (0,000). Untuk atribut kuat pada troli usulan dan troli model 1 memiliki nilai signifikansi (0,000). Dan terakhir untuk atribut harga terjangkau pada troli usulan dan troli model 1 memiliki nilai signifikansi (0,000), sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima yang artinya memiliki perbedaan yang signifikan antara troli usulan dan troli model 1. Dimana desain troli usulan lebih baik daripada troli model 1, hal ini dilihat dari kebutuhan pengguna alat troli usulan lebih nyaman dan mudah digunakan karena ketinggian troli usulan sudah sesuai dengan data antropometri, kemudian keranjang dapat digeser agar ketika pengguna membawa barang bawaan yang berlebihan bisa di maju mundur menggunakan tuas dan keranjang yang dapat dibuka dan ditutup hal ini dimana agar pengguna dengan mudah ketika hendak memasukan barang maupun mengeluarkan barang dari keranjang. Kemudian memberikan kenyamanan dan kemudahan pada roda troli yang membuat pengguna tidak kesusahan ketika hendak menggunakan troli.

Selain itu troli usulan juga lebih aman, kuat karena menggunakan material rangka troli yang kokoh sehingga tidak mudah rusak. Selain itu troli dilengkapi dengan pengunci dan dilapisi lis karet yang terdapat pada keranjang troli sehingga membuat pengguna merasa aman ketika menggunakan troli usulan. Dan yang terakhir adalah troli memiliki harga yang lebih terjangkau karena meskipun harga troli 4.500.000 namun spesifikasi troli usulan sudah lebih lengkap yaitu terdapat keranjang yang dapat melindungi barang bawaan agar tidak mudah jatuh.

Selanjutnya Uji *mann whitney* dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara troli usulan dan troli model 2 pada tabel 4.11 memiliki nilai signifikansi $<0,05$ Asymp.Sig (1-tailed). Hal ini dilihat dari masing-masing atribut yang dimana untuk atribut nyaman pada troli usulan dan troli model 2 memiliki nilai signifikansi (0,000). Selanjutnya untuk atribut *easy to use* pada troli usulan dan troli model 2 memiliki nilai signifikansi (0,000). kemudian atribut aman pada troli usulan dan troli model 2 memiliki nilai signifikansi (0,000). Untuk atribut kuat pada troli usulan dan troli model 2 memiliki nilai signifikansi (0,000). Dan terakhir untuk atribut harga terjangkau pada troli usulan dan troli model 2 memiliki nilai signifikansi (0,000), sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima yang artinya memiliki perbedaan yang signifikan antara troli usulan dan troli model 2. Dimana troli usulan lebih nyaman, lebih mudah digunakan, lebih aman, karena dari segi desain troli yang dikembangkan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna seperti ketinggian troli yang disesuaikan dengan data antropometri juga terdapat beberapa kelebihan seperti terdapat keranjang yang dapat melindungi barang maupun pengguna, roda dapat berputar 360° , terdapat rem pada *handle* yang mempermudah pengguna dalam menggunakan troli usulan. Selain itu troli usulan dirasa lebih kuat karena rangka pada troli menggunakan material *stainless stell* yang lebih kokoh. Troli usulan juga memiliki harga yang lebih terjangkau.

5.4 Analisis Uji Usabilitas

Uji usabilitas pada desain perancangan ulang troli bandara dilakukan dengan menghitung tingkat efektivitas, efisiensi, dan kepuasan. Pada saat menggunakan troli usulan.

5.4.1 Analisis Uji Efektivitas

Hasil uji usabilitas pada aspek efektivitas dapat dilihat pada tabel 4.12, dimana tingkat efektivitas diukur berdasarkan kriteria seberapa besar keberhasilan yang diperoleh oleh pengguna pada aktivitas saat menggunakan troli untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Tingkat efektivitas diperoleh seberapa tepat dan akurat pengguna pada saat menggunakan fitur-fitur yang ada pada desain troli usulan. Diketahui bahwa rata-rata aktivitas pada penggunaan troli usulan yang telah diselesaikan adalah 92% dari total 10 aktivitas yang harus diselesaikan. Berdasarkan acuan Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Dalam Negeri (1991) dapat dilihat pada tabel 3.3 dengan nilai presentase efektivitas tersebut sangat efektif digunakan dalam menggunakan troli bandara. Dalam hal ini bahwa troli usulan dapat dioperasikan dengan mudah oleh pengguna. Hal tersebut ditunjukkan dengan berhasilnya responden dalam melakukan aktivitas seperti membuka pengunci pada keranjang, memasukan barang dan mengeluarkan barang pada troli, menggeser untuk memperluas tempat barang, dan bisa menghentikan troli menggunakan rem yang terdapat pada *handle*. Selanjutnya penggunaan troli usulan yang telah ditetapkan oleh spesifikasi desain seperti pada *handle* yang telah ditentukan tinggi maksimum dan tinggi minimum dalam hal ini memberikan kemudahan kepada pengguna karena desain *handle* disesuaikan dengan data antropometri.

5.4.2 Analisis Uji Efisiensi

Hasil uji usabilitas pada aspek efisiensi menggunakan waktu dalam satuan detik dapat dilihat pada tabel 4.13 dan tabel 4.14. Hasil ini menunjukkan bahwa troli usulan lebih efisien dibandingkan troli eksisting.

Jika dilihat dari durasi pemberian tugas 1 diketahui bahwa untuk menyelesaikan tugas eksisting dan tugas usulan terdapat perbedaan yaitu troli eksisting 35,83 detik sedangkan untuk troli usulan 31,21 detik. Kemudian pada tugas 2 terdapat perbedaan yaitu troli eksisting 43,43 detik sedangkan untuk troli usulan 37,45 detik. Selanjutnya pada tugas 3 terdapat perbedaan yaitu yaitu troli eksisting 41,87 detik sedangkan untuk troli usulan 34,02 detik . Pada tugas 4 terdapat perbedaan yaitu troli eksisting 43,32 detik sedangkan untuk troli usulan 39,67 detik. Sedangkan pada tugas 5 terdapat perbedaan yaitu yaitu troli eksisting 36,22 detik sedangkan untuk troli usulan 30,59 detik. Terakhir pada tugas 6 terdapat yaitu troli eksisting 41,66 detik sedangkan untuk troli usulan 32,54 detik. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata waktu pada troli eksisting yaitu 24,233 detik, dan rata-rata waktu pada troli usulan yaitu 20,548 detik. Sehingga hasil tersebut diketahui bahwa troli usulan lebih efisien dan adanya penurunan lama durasi pengerjaan pada troli yang dikembangkan.

5.4.3 Analisis Uji Kepuasan

Hasil uji usability pada aspek uji kepuasan menggunakan kuesioner *System Usability of Scale* (SUS) dapat dilihat pada tabel 4.15 dan hasil Perhitungan *System Usability of Scale* (SUS) dapat dilihat pada tabel 4.16. Tingkat kepuasan dilihat dari kriteria persepsi pengguna terkait troli yang dikembangkan. Semakin tinggi tingkat penerimaan pengguna terhadap troli usulan maka pengguna semakin merasa puas terhadap rancangan troli usulan. Diketahui skor nilai yang diperoleh hasil akhir adalah skor 81, maka skor tersebut masuk dalam kategori *Excellent* dengan grade B, dalam hal ini penentuan skor dapat dilihat pada gambar 3.3 (Brooke 1996) skor tersebut memiliki arti troli usulan dapat diterima. Dengan demikian, dapat diartikan bahwa pengguna merasa puas terhadap spesifikasi desain troli usulan. Maka dari itu, troli yang dikembangkan dapat diterima oleh pengguna.

Berdasarkan uji tingkat kepuasan pada troli usulan yang dikembangkan, hasil dari produk ini sudah sejalan. Dimana tujuan penting

yang harus diperhatikan dalam melakukan desain troli usulan yakni dari fungsi kegunaan, produk yang dikembangkan harus nyaman, aman, mudah digunakan, memiliki material yang kuat serta harga dari sebuah troli dapat dijangkau.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Atribut desain troli bandara yang ergonomis dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usability terdiri dari 5 atribut yaitu nyaman, *easy to use*, aman, kuat dan harga terjangkau.
2. Spesifikasi troli bandara yang dikembangkan adalah terdiri dari dimensi *handle* sesuai data antropometri dengan diameter *handle bar* 1,9 cm, panjang 51 cm, memiliki tinggi *handle* maksimal 115 cm, dan tinggi *handle* minimal 98 cm. Desain tuas pengatur keranjang sesuai dengan data antropometri dengan diameter tuas 1,5 cm dan panjang 25 cm. Keranjang dapat dibuka tutup dengan pegangan atas keranjang yang berdiameter 2 cm. Troli bandara memiliki tiga roda dengan diameter masing-masing 16 cm. Keranjang dapat digerakkan maju mundur dengan sistem geser dengan menggunakan tuas dan dapat dibuka tutup menggunakan engsel berdiameter 2 cm. Gagang bisa naik turun dengan sudut pegangan 60°. Komponen roda dapat digerakkan menggunakan roda karet yang bergerak 360°. Desain keranjang melindungi barang dengan rangka keranjang dengan panjang 58 cm, lebar 52 cm dan tinggi 50 cm serta panjang lis karet 100 cm. Troli dilengkapi dengan alat pengunci untuk mengencangkan sisi keranjang dan mengamankan barang bawaan. Pegangan rem digunakan untuk berhenti dan menahan. Material yang digunakan adalah plat baja kokoh dengan ketebalan 0,2 cm, 0,3 cm dan 0,4 cm. Pipa baja *hollow* dengan tebal 1,5 cm dan lebar 20 cm dan 40 cm, tinggi 40 cm dan 60 cm, pallet mesh dengan diameter 0,5 cm dan troli rantai dengan diameter 0,3 cm. Harga troli bisa bersaing dengan produk sejenis dengan harga berkisar Rp. 4.500.000

3. Desain troli bandara yang dikembangkan valid untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan lebih baik daripada desain yang sudah ada pada tingkat signifikansi 5%.
4. Troli bandara yang dikembangkan *usable* bagi pengguna. Pada uji efektivitas didapatkan nilai 91 % dimana masuk kategori sangat efektif. Selanjutnya pada uji efisiensi dibandingkan pada troli eksisting dan troli yang usulan terdapat perbedaan dari segi waktu, tenaga dan penggunaan. Hasil yang diperoleh bahwa pengguna merasa nyaman, mudah, dan aman. Terakhir pada uji kepuasan diperoleh skor rata-rata pada *system usability of scale* yaitu 81, masuk dalam kategori *Excellent* dengan grade B.

6.2 Saran

Hasil dari penelitian desain troli bandara yang ergonomis dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usability, didapatkan 5 konsep kebutuhan pengguna yaitu nyaman, *easy to use*, Aman, kuat dan harga terjangkau. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan rancangan troli bandara berdasarkan konsep otomatis dengan melibatkan prinsip IoT sehingga akan memudahkan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Luthfi Setiawan. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Kit Sistem Pengendali Elektromagnetik Untuk Siswa Kelas Xi Di Smk Cokroaminoto Pandak. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Akao, Y. (1990). *Quality Function Deployment : Integrating Costumer Requirement into Product Design*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts.
- Amaliawati, S. (2015). Pengaruh Fasilitas dan Harga Tiket Terhadap Kepuasan Pengunjung Obyek Wisata Umbul Penging. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Andreassen, Tor Wallin & Lindestad, Bodil. (1998). *Customer Loyalty and Complex Services: the impact of corporate image on quality, customer satisfaction and loyalty for customer with varying degrees of service expertise. International Journal of Services Industry Management*, Vol. 9 No. 1, pp. 7-23.
- Andriani, Meri, Muhammad Thaib Hasan, N. Nazaruddin, and N. Ninafahriana. (2018). "Application of Anthropometry to Overcome Musculoskeletal Problems." *Journal of Physics: Conference Series* 1114(1).
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Aviv, Mochamad Machrus, Sungkono Sungkono, and Mohammad Luqman. (2020). "Kontrol Sudut Terhadap Perubahan Posisi Pada Prototipe Troli Pengikot Manusia." *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 3(3): 85.
- Aydin, Abdurrahman, and Erdem Kurtmen. (2018). "The Design And Production Of Transfer Trolleys Used In Marble Industry." *Academic Perspective Procedia* 1(1): 438-47.
- Ayu Rai. (2010). *Metode-metode untuk penilaian kinerja*. Surabaya: UNNAR.
- Bridger, R.S. (2003). *Introduction to Ergonomics*. London : Taylor & Francis.
- Caputo, F., Di Gironimo., Marzano, A. 2006. *Ergonomic Optimization of a Manufacturing System Work Cell in a Virtual Environment*. *Acta Polytechnica* Vol. 46 No. 5.
- Brooke, J. (1996). *SUS - A quick and dirty usability scale*. 189-194.
- Cohen, Lou. (1995). *Quality function deployment : How to make QFD work of you*. New York: Wesley Publishing Company.
- Chuan, et al. (2010). *Anthropometry of the Singaporean and Indonesian populations. International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol. 40:757-766.

- Dreyfuss, H. (1967). *Designing For People*. New York: Paragraphic Books.
- Dale, Barrie G. (1994) *Managing Quality, 2nd ed*, New Jersey : Prentice Hall Intl Inc
- Eko Nurmianto, Nurhadi Siswanto. 2006. Perancangan Penilaian Kinerja Karyawan Berdasarkan Kompetensi Spencer Dengan Metode Analytical Hierarchy Process. *Jurnal teknik industri* vol. 8, no. 1, juni 2006: 40-53.
- Fatmawaty Mallapiang et al. (2021). *The relationship of posture working with musculoskeletal disorders (MSDs) in the weaver West Sulawesi Indonesia*. *Gaceta Sanitaria*.
- Fristiana, D. A. (2012). Pengaruh Citra dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian pada Ramai Swalayan Peterongan Semarang. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 2(2), 59–67. <https://doi.org/10.9744/jmk.2.2.pp.59-67>
- Gaspersz, V. (1998). *Manajemen Produksi Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gustomo, A. (2006). *Workload Measurement Using Diary Sampling Method for Human Resource Requirement Planning : Case Study at PT Jasa Marga (Persero)*. *International Conferences on Technology and Operation Management*.
- Basuki, H. (1986) "Merancang dan Merencana Lapangan Terbang Cetakan kedua". PT. ALUMNI. Bandung.
- Hendra, Kusuma. 2009. *Manajemen Produksi: Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Edisi 4. Yogyakarta.
- Heizer, Jay and Render, Barry. (2004). *Operations Management, 7th Edition*, Pearson Education. Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Hutapea, C. R., Razziati, H. A., & S., N. (2015). Taman Bermain Anak Dengan Penekanan Aspek Keamanan Dan Kenyamanan Di Tarekot Malang. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, 3(3), 2
- IEA. 2002. *The Discipline of Ergonomics*. International Ergonomic Association International Ergonomics Association (IEA). *The Discipline of Ergonomics*. <http://www.iea.cc/ergonomics>.
- Ihsaniati Nur Rahmatika. (2008). Penerapan Quality Function Deployment (QFD) untuk mengetahui tingkat kepuasan konsumen produk biskuit di PT. Arnott's Indonesia.
- Iridiastadi, H. (2014). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Iryanto, M. U. A. (2019). Evaluasi *Usability* Aplikasi SIAP TARIK Dengan Menggunakan Metode *Usability Testing* dan *System Usability of Scale (SUS)*

Pada Puskesmas Tarik Sidoarjo. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(7): 7093-7101

ISO 9241-11. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) - Part 11: Guidance on usability*.

Kisanjani, Alex, and Hari Purnomo. 2019. *Designing Portable Shopping Trolley with Scooter Using Kansei Engineering Approach.* "International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology" 9(3): 1033–38.

Kurniawan, Eko, and Hari Purnomo. (2021). Perancangan Ulang *Warp Beam Trolley* Menggunakan *Ergonomic Function Deployment.* "Performa: Media Ilmiah Teknik Industri" 20(2): 61.

Litbang Depdagri RI dan FISIPOL-UGM. 1991. Pengukuran Kemampuan Keuangan Daerah Tingkat II Dalam Rangka Otonomi Daerah Yang Nyata Dan Bertanggung Jawab. Jakarta.

Liusmar, Shinta Mardhatillah, and Riki Mukhaiyar. (2020). "Perancangan Sistem Otomasi Penggunaan Barcode Scanner Pada Trolley Berbasis Arduino Mega 2560." *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)* 8(2): 43.

Maharani, M., Wati, M., & Hartini, S. (2017). Pengembangan Alat Peraga Pada Materi Usaha Dan Energi Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Melalui Model Inquiry Discovery Learning (Idlterbimbing). 5(3), 351–367.

Manuaba, Ida Bagus Gde. (2004). *Kepaniteraan Klinik Obstetri dan Ginekologi*. Jakarta : EGC.

Marliana, Sonya dan Rini Dharmastiti. (2008). "Integrasi Servqual dan QFD Untuk Meningkatkan Kualitas Layanan Angkutan Massa Trans Jogja", Skripsi Universitas Gajah Mada.

Maulana, Fenza, Siswoko Siswoko, and Ratna Ika Putri. (2020). "Pengaturan Posisi Troli Terhadap Objek Pada Prototype Robot Troli Pengikut Manusia." *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 3(1): 92.

Mifsud Justin. (2015). *Usability Metrics – A Guide To Quantify The Usability Of Any System*.

Mugisa, D.J, A. Katimbo, E.J. Sempira, dan W.S. Kisaalita. (2016). *Anthropometric Characteristics of Female Smallholder Farmers of Uganda - Toward Design of Labor-Saving Tools*. *Jurnal Applied Ergonomics*. Vol. 54:177-185.

Mulaksono, Sonny (2014). *Ergonomi Dalam Lingkungan Kerja*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan dan Tenaga Pendidikkan Bidan Otomotif & Elektronika Makang.

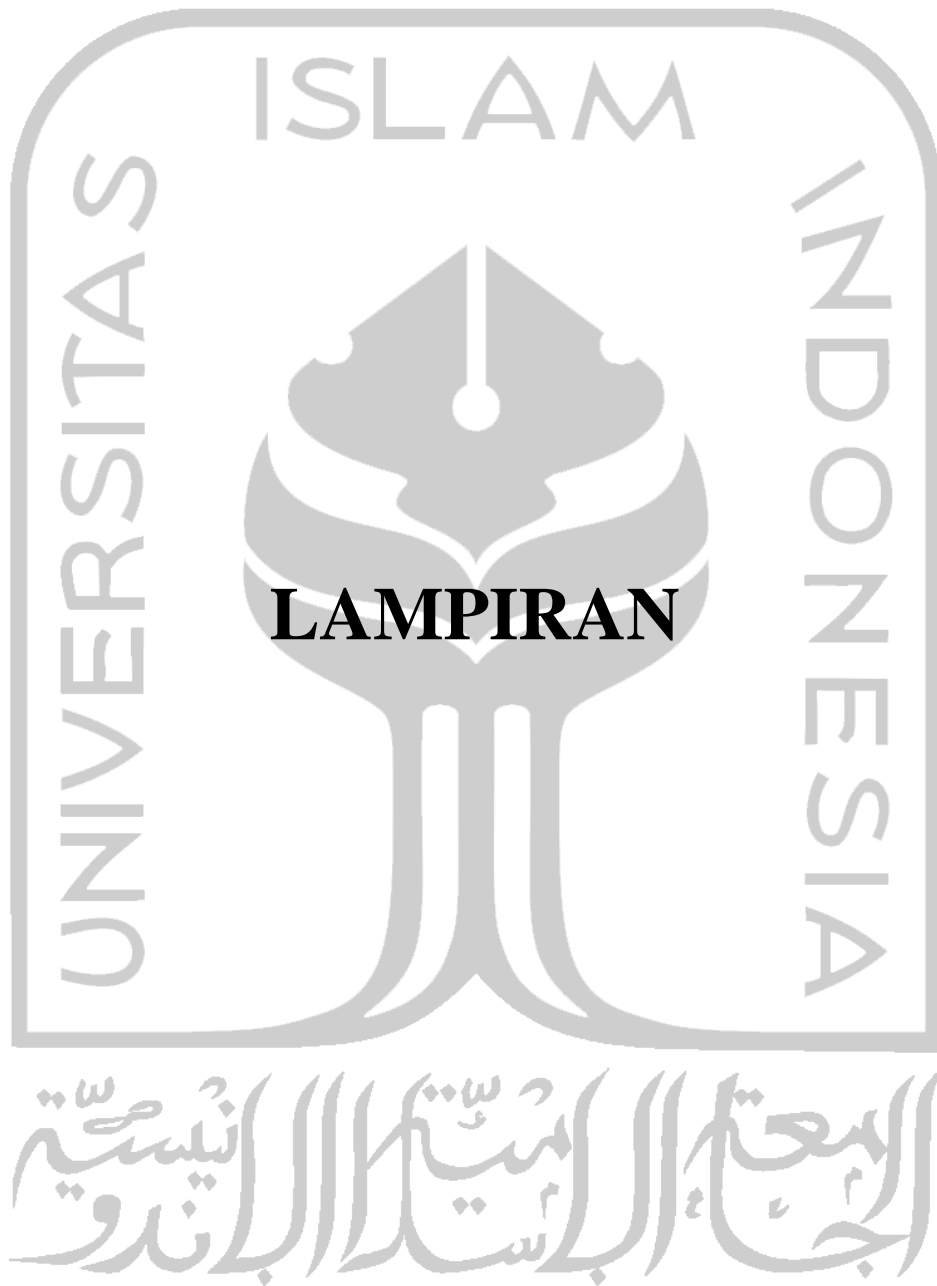
Mulia, Vania Katherine, Nanda Indriana, Qurriyatus Zahro, and Farid Triawan.

- (2021). "Contact-Free Mortuary Trolley Design as a Device for the Mobility of Covid-19 Victims." *EPI International Journal of Engineering* 4(1): 21–28.
- Mustaqim Syuaib, S.E., M.M.(2017). Manajemen Sumber Daya Manusia. Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY): Trussmedia Grafika.
- Nurfajriah, N. et al. (2021). "Product Design of Trolley Wheelchair for Disabled People Using Ergonomic Function Deployment Method." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 20(2): 153–63.
- Nurmianto, Eko. 1991 Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya. Prima Printing, Surabaya
- Permata, Ekie Gilang. (2019). "Merancang Ulang Manual Material Handling Troli Kursi Ergonomis Untuk Mengurangi Tingkat Keluhan Rasa Sakit Dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Karyawan Banquet (Studi Kasus : Hotel Aryaduta Pekanbaru) Abstrak." 5(1): 11–19.
- Pheasant, Stephen. (2003). *Bodyspace: Antropometry, Ergonomics and the Design of Work 2nd Edition. USA: Taylor & Francis.*
- Radin Umar, Radin Zaid et al. (2019). "Design and Development of an Ergonomic Trolley-Lifter for Sheet Metal Handling Task: A Preliminary Study." *Safety and Health at Work* 10(3): 327–35. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.06.006>.
- Rubin, Jeffrey dan Dana Chisnell. (2008). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests (2nd edition), IN: Wiley Publishing, Inc. Tom Tullis & Bill Albert (2008) Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics, MK: Morgan Kaufmann*
- Sarasanty, D., Joko, T. R. I., Adi, W., Magister, P., Keahlian, B., Proyek, M., Sipil, J. T., Teknik, F., & Dan, S. (2017). Model prediksi kecelakaan kerja pada proyek konstruksi berbasis bayesian belief networks
- Satriatama, Risnanda, Denny Darlis, And Porman Pangaribuan. (2020). "Sistem Kontrol Troli Rotari Sebagai Tempat Penitipan Barang Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic." *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* 8(3): 575.
- Siregar, Syofian. 2013. Metode Penelitian Kuantitatif. Jakarta: PT Fajar Interpratama Mandiri.
- Sokhibi, Akh, Mia Ajeng Alifiana, and Muhammad Imam Ghozali. 2018. "Perancangan Troli Ergonomi Pada Aktivitas Pengangkutan Beras Di Penggilingan Padi." *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri* 2(2): 111.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung :

Alfabeta.

- Suma'mur. (1995). *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, CV Haji Masagung. Jakarta.
- Suhardi, B. (2008). *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Talapatra, Subrata, Nourin Mohsin, and Mehrab Murshed. (2019). "An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry." *American Journal of Industrial and Business Management* 09(12): 2156–67.
- Tarwaka, Sholichul, Lilik Sudiajen. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta : UNIBA PRESS.
- Undang-undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan
- Uswatun Hasanah. (2007). Penerapan konsep quality function deployment (QFD)
- Wickens, C. D. dan Hollands, J. (2004). *An Introduction to Human Factors Engineering 2nd Ed. New Jersey: Prentice Hall*
- Wignjosoebroto, S. (2008) . *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu*, Surabaya, Guna Widya.
- Wijaya, Tony. (2011) . *Manajemen Kualitas Jasa (Desain Servqual, QFD, dan Kano)*. Jakarta Barat: PT INDEKS
- Xie, M. (2003). *Advanced QFD application. USA: Quality Press*
- Yosineba T. P et al., (2020) "Risiko Ergonomi dan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pengrajin Tenun di Palembang. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*".

الجمعة الإسلامية الهندية



Lampiran 1

Kuesioner Tingkat Kepentingan

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yang terhormat
Bapak/Ibu/saudara/i

Perkenalkan nama saya Renita Cahyani, Mahasiswa Jurusan Teknik Industri, Program Magister, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Saat ini sedang menyusun Tesis dengan judul **Desain Troli Bandara Yang Ergonomis Dan Inovatif Untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas.**

Dibawah ini terdapat beberapa pertanyaan terkait penggunaan troli bandara yang ada saat ini, maka dari itu kiranya bisa memberikan jawaban dan tanggapan dari setiap pertanyaan. Adapun hasil wawancara ini akan digunakan sebagai bahan penyusunan tesis. Jawaban dari setiap responden akan dijaga kerahasiannya dan tidak akan menimbulkan akibat yang merugikan bagi responden.

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu/Saudara/i yang telah meluangkan waktu untuk menjawab semua pertanyaan dalam wawancara ini. Semoga Setiap Informasi yang anda berikan dapat menjadi tabungan kebaikan untuk Anda.

Wabillahi taufiq wal hidayah wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Salam Hormat,
Peneliti
Renita Cahyani

Nama
Jawaban Anda _____

Usia *

17-20 Tahun
 21-30 Tahun
 31-40 Tahun
 41-50 Tahun
 51-60 Tahun
 60-65 Tahun

Jenis Kelamin *

Laki-Laki
 Perempuan

Identifikasi Pengalaman dan Kebutuhan Pengguna
berikut ini merupakan pertanyaan terkait pengalaman menggunakan troli bandara

Apakah anda pernah menggunakan troli bandara ? *

Ya
 Tidak

Menurut anda, troli bandara yang ada saat ini * atau yang pernah anda gunakan, apa saja kekurangan dari troli tersebut? (cth : Troli sulit dibelokan, kapasitas barang pada troli tidak banyak, ukuran pada troli terlalu tinggi, dll)

Jawaban Anda _____

Apakah anda merasakan keluhan seperti nyeri/pegal/kaku setelah menggunakan troli bandara? *

- Ya
 Tidak

Bagian tubuh mana yang merasa nyeri/pegal/kaku setelah menggunakan troli bandara (cth : punggung, lengan atas, pergelangan tangan, kaki dll) *

Jawaban Anda _____

Apakah pada saat menggunakan troli bandara barang bawaan anda sering jatuh sehingga diperlukan usulan yang lebih efektif dan efisien? *

- Ya
 Tidak

Jika anda memerlukan usulan yang lebih efektif dan efisien, usulan seperti apa yang anda inginkan? (cth : multifungsi, mudah saat digunakan, aman, nyaman, dll) *

Jawaban Anda _____

Apakah anda pernah merasa kesulitan ketika menggunakan troli bandara? *

- Ya
 Tidak

Berdasarkan pengalaman anda ketika menggunakan troli bandara, kesulitan apa yang anda rasakan ketika menggunakan troli bandara tersebut? (cth : kesulitan melewati lantai yang menanjak atau menurun, kesulitan ketika mendorong dll) *

Jawaban Anda _____

Kuesioner Tingkat Kepentingan

Berikut ini merupakan kuesioner Tingkat Kepentingan sebagai usulan dalam mendesain Troli Bandara antara lain :

1. Aman digunakan
2. Nyaman digunakan
3. Mudah digunakan
4. Multifungsi

Berikut ini merupakan petunjuk pengisian kuesioner sebagai berikut :

- Pilihlah jawaban sesuai dengan keinginan Anda terkait Desain Troli Bandara Yang Ergonomis dan Inovatif Untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas.

- Pilih salah satu dari 5 pilihan yang tersedia dengan keterangan sebagai berikut :

1. Tidak Penting (TP)
2. Kurang Penting (KP)
3. Cukup Penting (CP)
4. Penting (P)
5. Sangat Penting (SP)

Selamat Mengisi.

Troli mudah digunakan *

Tidak Penting

- 1
2
3
4
5

Sangat Penting

Troli memiliki desain yang menarik *

Tidak Penting

- 1
2
3
4
5

Sangat Penting

Troli mudah dipindahkan (moveable) *

Tidak Penting

- 1
2
3
4
5

Sangat Penting

Troli memiliki tingkat keamanan yang baik *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli memiliki ukuran yang nyaman digunakan *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli dapat mengurangi keluhan pada tulang, sendi, otot (*Musculoskeletal*) *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli memiliki harga terjangkau *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli mudah dalam perawatan *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli memiliki bahan yang kuat dan awet

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli memiliki konstruksi yang kuat *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli memiliki kelancaran roda pada saat digunakan *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Troli memiliki tempat untuk sarana iklan *

Tidak Penting

1

2

3

4

5

Sangat Penting

Kembali

Kirim

Kosongkan formulir

Lampiran 2

Kuesioner Tingkat Kepuasan

Assalamualaikum
Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yang
terhormat

Bapak/Ibu/saudara/i

Perkenalkan
nama saya Renita Cahyani, Mahasiswa Jurusan
Teknik Industri, Program Magister,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam
Indonesia. Saat ini sedang
menyusun Tesis dengan judul **Desain Troli
Bandara Yang Ergonomis Dan Inovatif
Untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas.**

Kuesioner
ini berkaitan dengan pendapat
Bapak/Ibu/Saudara/i mengenai penilaian tingkat
kepuasan atribut kebutuhan pengguna dalam
pengembangan Desain Troli Bandara. Adapun hasil
kuesioner ini akan digunakan sebagai bahan
penyusunan
tesis. Jawaban dari setiap responden akan dijaga
kerahasiannya dan tidak
akan menimbulkan akibat yang merugikan bagi
responden.

Peneliti
mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya
kepada Bapak/Ibu/Saudara/i yang
telah meluangkan waktu untuk menjawab semua
pertanyaan dalam kuesioner ini.
Semoga Setiap Informasi yang anda berikan dapat
menjadi tabungan kebaikan untuk
Anda.

Wabillahi
taufiq wal hidayah wassalamualaikum
warahmatullahi wabarakatuh.

Salam
Hormat,

Peneliti

Renita
Cahvani

Kuesioner Tingkat Kepuasan

Berikut ini merupakan kuesioner Tingkat
Kepuasan sebagai usulan dalam mendesain
Troli Bandara antra lain :

1. Aman digunakan
2. Nyaman digunakan
3. Mudah digunakan
4. Multifungsi

Berikut ini merupakan petunjuk pengisian
kuesioner sebagai berikut :

- Pilihlah jawaban sesuai dengan keinginan
Anda terkait Desain Troli Bandara Yang
Ergonomis dan Inovatif Untuk Meningkatkan
Tingkat Usabilitas.

- Pilih salah satu dari 5 pilihan yang tersedia
dengan keterangan sebagai berikut :

1. Tidak Puas (TP)
2. Kurang Puas (KP)
3. Cukup Puas (CP)
4. Puas (P)
5. Sangat Puas (SP)

Selamat Mengisi.

Berikut ini gambar hasil desain ulang
perancangan troli bandara



Nama

Jawaban Anda

Usia *

- 17-20 Tahun
- 21-30 Tahun
- 31-40 Tahun
- 41-50 Tahun
- 51-60 Tahun
- 60-65 Tahun

Jenis Kelamin *

- Laki-Laki
- Perempuan

Troli mudah digunakan *

Tidak Puas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sangat Puas

 Pertanyaan ini wajib diisi

Troli memiliki desain yang menarik *

Tidak Puas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sangat Puas

Troli mudah dipindahkan (*moveable*) *

Tidak Puas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5


Sangat Puas

Troli memiliki tingkat keamanan yang baik *

Tidak Puas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sangat Puas

 Pertanyaan ini wajib diisi

Troli memiliki ukuran yang nyaman digunakan *

Tidak Puas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sangat Puas


 Pertanyaan ini wajib diisi

Troli dapat mengurangi keluhan pada tulang, sendi, otot (*Musculoskeletal*) *

Tidak Puas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sangat Puas

 Pertanyaan ini wajib diisi

Troli memiliki harga terjangkau *

Tidak Puas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sangat Puas

 Pertanyaan ini wajib diisi

Lampiran 3

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yang terhormat

Bapak/Ibu/saudara/i

Perkenalkan nama saya Renita Cahyani, Mahasiswa Jurusan Teknik Industri, Program Magister, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Saat ini sedang menyusun Tesis dengan judul **Desain Troli Bandara Yang Ergonomis Dan Inovatif Untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas.**

Kuesioner ini berkaitan dengan pendapat Bapak/Ibu/Saudara/i mengenai hasil desain troli bandara usulan. Adapun hasil kuesioner ini akan digunakan sebagai bahan penyusunan tesis. Jawaban dari setiap responden akan dijaga kerahasiannya dan tidak akan menimbulkan akibat yang merugikan bagi responden.

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu/Saudara/i yang telah meluangkan waktu untuk menjawab semua pertanyaan dalam kuesioner ini.

Wabillahi taufiq wal hidayah wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Salam Hormat,

Peneliti

Renita Cahyani

الجمعة الاستاذة الباندية

Uji Efektifitas

No	Uraian Aktivitas	Responden Ke-									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Membuka pengunci Keranjang										
2	Memasukan barang di trolley										
3	Memasang kunci keranjang										
4	Mengeluarkan barang										
5	Mendorong trolley										
6	Menghentikan trolley										
7	Mengambil trolley										
8	Menyimpan kembali trolley										
9	Kelancaran pada roda										

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 الجامعة الإسلامية الاندونيسية

Lampiran 4

Uji Efisiensi

Nama :
Umur :
Jenis Kelamin :

Troli Eksisting

No	Uraian Aktivitas	Responden Ke-				
		1	2	3	4	5
1	Memasukan barang di trolley					
2	Mengeluarkan barang					
3	Mendorong trolley					
4	Menghentikan trolley					
5	Mengambil trolley					
6	Menyimpan kembali trolley					

Troli Usulan

No	Uraian Aktivitas	Responden Ke-				
		1	2	3	4	5
1	Memasukan barang di trolley					
2	Mengeluarkan barang					
3	Mendorong trolley					
4	Menghentikan trolley					
5	Mengambil trolley					
6	Menyimpan kembali trolley					

Lampiran 5

Uji Kepuasan

Nama :

Umur :

Jenis Kelamin :

Keterangan :

1 Sangat Tidak Setuju (STS) 4 : Setuju (S)

2 : Tidak Setuju (TS) 5. Sangat Setuju (SS)

3 : Ragu-Ragu (RG)

No	Uraian Aktivitas	Skala				
		1	2	3	4	5
1	Saya berfikir akan menggunakan troli ini lagi					
2	Saya merasa troli ini rumit untuk digunakan					
3	Saya merasa troli ini mudah digunakan					
4	Saya membutuhkan bantuan orang lain atau teknisi ketika menggunakan troli ini					
5	Saya merasa fitur-fitur pada troli ini berjalan dengan semestinya					
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada troli ini (fitur tidak bisa digunakan sesuai fungsinya)					
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan troli ini dengan cepat					
8	Saya merasa penggunaan troli ini membingungkan					
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan troli ini					
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan troli ini					

Lampiran 6

Dokumentasi Eksperimen Troli Usulan



