



**ANALISIS DAN PERANCANGAN KURSI PENUMPANG BUS
EKONOMI DENGAN METODE *ERGONOMIC
FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)***

SKRIPSI

Oleh

Dwi Devi Vayendra

NIM 131910101005

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**ANALISIS DAN PERANCANGAN KURSI PENUMPANG BUS
EKONOMI DENGAN METODE *ERGONOMIC
FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Mesin dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Dwi Devi Vayendra

NIM 131910101005

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap puji dan syukur kehadirat Allah SWT limpahan kasih dan karunia-Mu telah memberikan kekuatan dan kemudahan sehingga skripsi ini bisa terselesaikan. Sholawat dan salam selalu dipanjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Dengan tulus ikhlas dan penuh kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Ibunda Mariati dan Ayahanda Sismianto yang tercinta, terima kasih atas pengorbanan, usaha, kasih sayang, dorongan, nasehat, dan air mata yang menetes dalam setiap untaian doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi perjuangan dan keberhasilan penulis.
2. Seluruh anggota keluarga, saudara yang selalu mendoakan hingga terselesaikan tugas akhir ini.
3. Guru-guruku mulai dari TK, SD, SMP, SMA, dan Dosen Perguruan Tinggi atas semua ilmu yang telah diberikan.
4. Almamaterku Universitas Jember yang aku cintai dan banggakan.
5. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Mesin terutama angkatan 2013 yang telah memberikan motivasi, dukungan, kritikan dan doa'nya. "Solidarity Forever"
6. Teman seperjuangan yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dalam segala hal.

MOTO

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah keadaan diri mereka.”

(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)*)

“Ketika anda tidak pernah melakukan kesalahan itu artinya anda tidak pernah berani untuk mencoba”

“Jangan menunda-nunda suatu pekerjaan karena tidak ada yang tahu apakah kita dapat bertemu dihari esok atau tidak”

“Semua yang tidak mungkin akan menjadi mungkin bagi yang percaya.”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Devi Vayendra

NIM : 131910101005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis dan Perancangan Kursi Penumpang Bus Ekonomi dengan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Januari 2018
Yang Menyatakan,

Dwi Devi Vayendra
NIM 131910101005

SKRIPSI

**ANALISIS DAN PERANCANGAN KURSI PENUMPANG
BUS EKONOMI DENGAN METODE *ERGONOMIC
FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)***

Oleh

Dwi Devi Vayendra

NIM 131910101005

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Robertoes Koekoeh K. W., S.T., M.Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Ahmad Syuhri M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis dan Perancangan Kursi Penumpang Bus Ekonomi dengan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*” karya Dwi Devi Vayendra telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Selasa, 19 Januari 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama, Tim Penguji
Dosen Pembimbing Anggota

Dr. R. Koekoeh K. W., S.T., M.Eng.
NIP 19670708 199412 1 001

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.
NIP 19670123 199072 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Salahuddin Junus., S.T., M.T.
NIP 19751006 200212 1 002

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.
NIP 19691201 199602 1 001

Mengesahkan
Dekan

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

ANALISIS DAN PERANCANGAN KURSI PENUMPANG BUS EKONOMI DENGAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)*

Dwi Devi Vayendra, 131910101005; 2018; 57 halaman; Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Transportasi umum bus adalah salah satu transportasi paling disukai oleh rakyat yaitu jasa alternatif yang banyak diminati oleh pengguna jasa layanan transportasi. Hal tersebut karena jasa transportasi bus relatif lebih murah untuk perjalanan jarak jauh dibandingkan dengan jasa transportasi lain. Konsumen pasti berharap agar jasa transportasi mengoptimalkan layanan sesuai keinginan mereka. Salah satunya adalah kenyamanan dari jasa transportasi bus tersebut. Kenyamanan adalah suatu kondisi perasaan seseorang yang merasa nyaman berdasarkan persepsi masing-masing individu. Sedangkan nyaman merupakan suatu keadaan telah terpenuhinya kebutuhan dasar manusia yang bersifat individual akibat beberapa faktor kondisi lingkungan.

Sikap duduk dapat menjadi faktor yang menimbulkan keluhan subyektif. Dalam ergonomi postur tubuh adalah faktor yang sangat penting, salah satunya postur duduk yang setiap orang lakukan setiap hari dalam durasi berjam-jam. Tujuan utama membuat desain ergonomi untuk kursi atau tempat duduk adalah menciptakan sedemikian rupa bentuk kursi sehingga dapat mempertahankan postur tulang punggung yang fisiologis, dengan demikian diharapkan kerja otot tidak perlu berkontraksi.

Penelitian ini adalah studi kasus kursi penumpang bus ekonomi pada salah satu perusahaan. Pada penelitian ini dilakukan dengan observasi langsung pada bus ekonomi. Observasi ini dilakukan dengan mengukur dimensi fisik pada kursi penumpang bus yang telah ada dan membagikan lembar kuesioner kepada penumpang bus untuk menentukan bagian kursi yang akan dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen/penumpang bus. Selanjutnya

dilakukan proses pengukuran antropometri orang Indonesia untuk merancang kursi penumpang bus ekonomi yang ergonomis sesuai dengan antropometri orang Indonesia. Pada penelitian ini hasil observasi akan dianalisa menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)* untuk memudahkan selama proses perancangan dan pengambilan keputusan.

Berdasarkan hasil perhitungan persentil antropometri diperoleh dimensi kursi penumpang bus ekonomi adalah tinggi sandaran punggung 956 mm, panjang dudukan 370 mm, lebar dudukan 457 mm, panjang sandaran tangan 304 mm, tinggi sandaran tangan 89 mm, tinggi dudukan kursi 349 mm. Persentil yang digunakan adalah presentil ke 5, 50, dan 95 dengan menggunakan software inventor.

SUMMARY

ANALYSIS AND DESIGN BUS SEAT PASSENGER FOR ECONOMY CLASS WITH ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD) METHOD

Dwi Devi Vayendra, 131910101005; 2018; 57 pages; Departmen of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University.

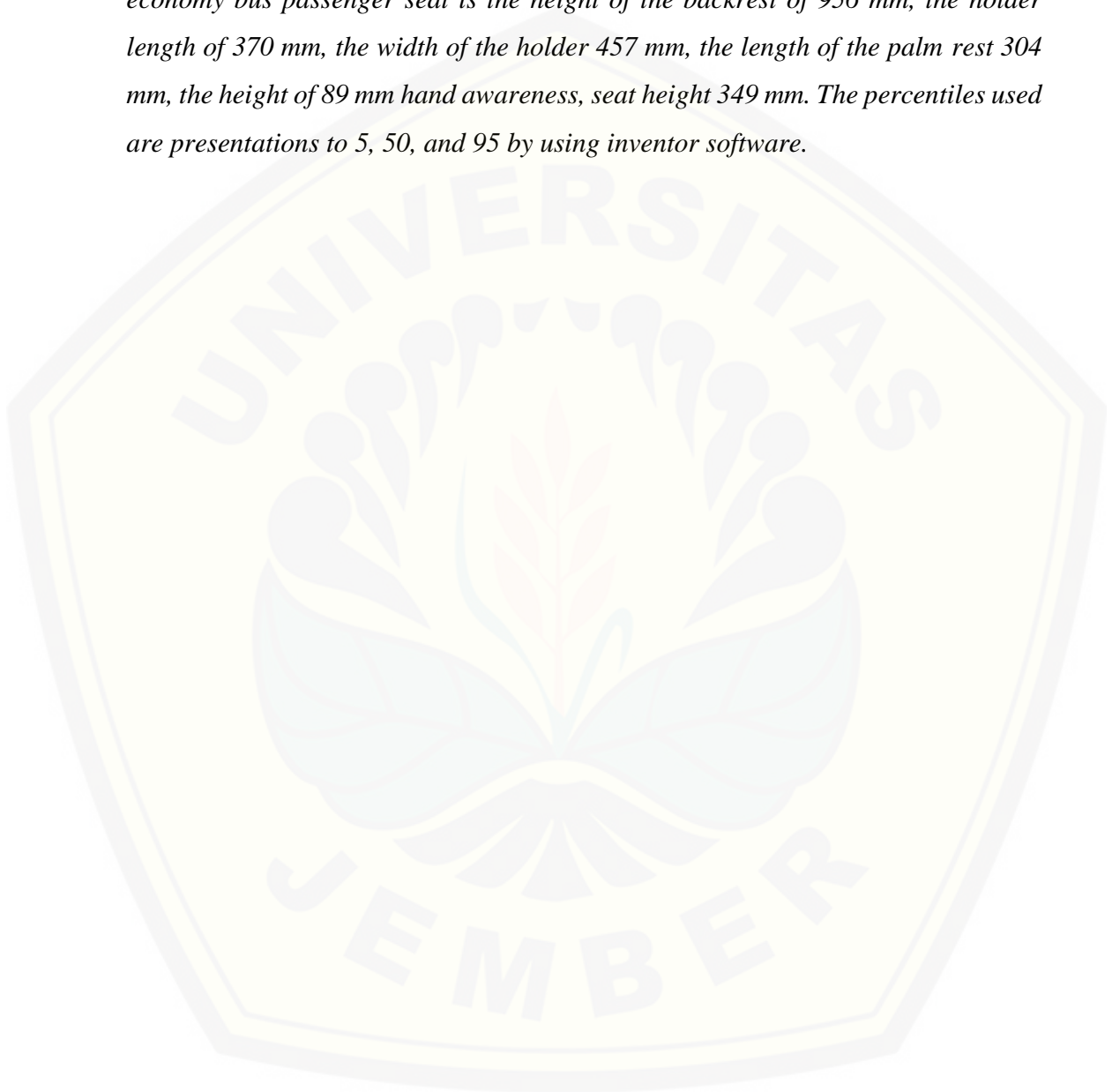
Public transport bus is one of the most favored transports by the people that is alternative services that are in great demand by the users of transportation services. This is because the bus transportation services are relatively cheaper to travel long distances compared to other transportation services. Consumers are sure to expect transportation services to optimize services as they see fit. One of them is the convenience of the bus transportation services. Comfort is a state of feeling of a person who feels comfortable based on the perceptions of each individual. While comfortable is a condition has been fulfilled basic human needs are individual due to several factors environmental conditions.

Sitting can be a factor that leads to subjective complaints. In ergonomics posture is a very important factor, one of which sit posture that everyone do every day in the duration of many hours. The main purpose of making ergonomic designs for chairs or seats is to create in such a way that the chair can maintain a physiological backbone posture, thus it is expected that muscle work does not need to contract.

This study is a case study of economy bus passenger seats on one of the companies. This research is conducted by direct observation on economic bus. This observation is done by measuring the physical dimensions of the existing passenger seat of the bus and passing the questionnaire sheet to the bus passengers to determine the part of the seat to be modified according to the needs and desires of the customers / passengers of the bus. Anthropometric measurements of Indonesians were then undertaken to design an ergonomic bus passenger bus in line with the anthropometry of Indonesians. In this research the result of the

observation will be analyzed using Ergonomic Function Deployment (EFD) method to facilitate during the process of designing and decision making.

Based on the anthropometry percentile calculation, the dimension of the economy bus passenger seat is the height of the backrest of 956 mm, the holder length of 370 mm, the width of the holder 457 mm, the length of the palm rest 304 mm, the height of 89 mm hand awareness, seat height 349 mm. The percentiles used are presentations to 5, 50, and 95 by using inventor software.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian sekaligus penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis dan Perancangan Kursi Penumpang Bus Ekonomi dengan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam penyelesaian pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Hari Arbiantara, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember; Bapak Dr. Robertous Koekoeh Koentjoro W., S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, fikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesaikannya skripsi ini;
3. Bapak Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Dedi Dwilaksana, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran dan kritikan yang membangun untuk penyusunan skripsi ini;
4. Kedua orang tua saya, Ibunda Mariati dan Ayahanda Sismianto terima kasih atas pengorbanan, usaha, kasih sayang, dorongan, nasehat, dan air mata yang menetes dalam setiap untaian doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi perjuangan sehingga saya bisa menyelesaikan studi S1;

5. Kakak laki-laki saya Eko Kurnianto dan Adik perempuan saya Novia Paramida yang selalu menghadirkan keceriaan dalam keluarga;
6. Teman terdekat saya, Dedi Kusuma Hidayat yang dengan sabar bersedia membantu dan memberi semangat dalam proses penelitian skripsi;
7. Rekan-rekan satu penelitian saya Bachtiar Faton Al Ghani, Deni Anggara Pratama Arifin, Priyo Agung Wicaksono yang telah bahu-membahu dalam mengerjakan penelitian;
8. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Mesin terutama angkatan 2013 yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan doa'nya;
9. Teman seperjuangan saya Sri Rahayu, Arif Setia Pamuji, Dewi Anggraini Pramono dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dalam segala hal;

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena sempurna hanya milik Allah SWT. Harapan penulis adalah supaya informasi dari skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 19 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Hipotesa	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ergonomi	5
2.2 Perhitungan Data Antropometri	17
2.3 Kuesioner Ekspektasi	22
2.4 Metode <i>Ergonomic Function Deployment (EFD)</i>	23

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.5 Pelaksanaan Penelitian	29
3.6 Pemilihan Parameter	32
3.7 Metode Pengujian	32
3.8 Perancangan Dimensi Kursi Penumpang	34
3.9 Pengambilan Data	34
3.10 Diagram Alir	36

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Antropometri.....	37
4.2 Pengolahan Data Antropometri.....	37
4.3 Hasil Kuesioner Penumpang Bus Ekonomi	41
4.4 Kursi Penumpang Bus Ekonomi Saat Ini.....	49
4.5 Desain Perancangan Kursi Penumpang Bus Ekonomi	50
4.6 Analisis Rancangan Desain Kursi Penumpang Bus Ekonomi	51
4.7 Penyusunan matriks <i>House of Quality</i>	52

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA	58
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	61
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

2.1 Posisi yang Benar	7
2.2 Landasan Tempat Duduk yang Terlalu Tinggi	9
2.3 Landasan Tempat Duduk yang Terlalu Rendah	9
2.4 Landasan Tempat Duduk yang Terlalu Lebar	10
2.5 Landasan Tempat Duduk yang Terlalu Sempit	11
2.6 Daerah Lumbar yang Ditopang oleh Sandaran Punggung	12
2.7 Sandaran Punggung (<i>Backrest Angle</i>)	12
2.8 Ruang Kaki untuk Duduk	13
2.9 Ukuran Antropometri dalam Rancangan	14
2.10 Grafik Distribusi Normal	18
3.1 (a) Pengukuran Antropometri	33
3.1 (b) Pengukuran Antropometri	33
3.2 Pengukuran Antropometri	33
3.3 Diagram Alir Proses Penelitian Tugas Akhir	36
4.1 Grafik bagian tubuh yang mengalami nyeri	42
4.2 Grafik bagian kursi yang tidak nyaman	43
4.3 Grafik pemilihan warna bungkus kursi	43
4.4 Grafik kursi terasa sempit jika duduk berdua	44
4.5 Grafik kursi terasa sempit jika duduk bertiga	45
4.6 Grafik dudukan kursi yang rendah	45
4.7 Grafik bantalan kursi yang keras	46
4.8 Grafik jarak kaki dengan kursi depan	46
4.9 Grafik sandaran punggung yang terlalu tegak	47
4.10 Grafik sandaran tangan	48
4.11 Grafik Pijakan kaki	48
4.12 Kursi penumpang bus ekonomi	49
4.13 <i>Assembly</i> kursi penumpang bus ekonomi	50
4.14 Sandaran punggung	50

4.15 Baut	51
4.16 Penyangga kursi	51
4.17 Penyangga tangan	51
4.18 Matriks <i>House of Quality</i>	56

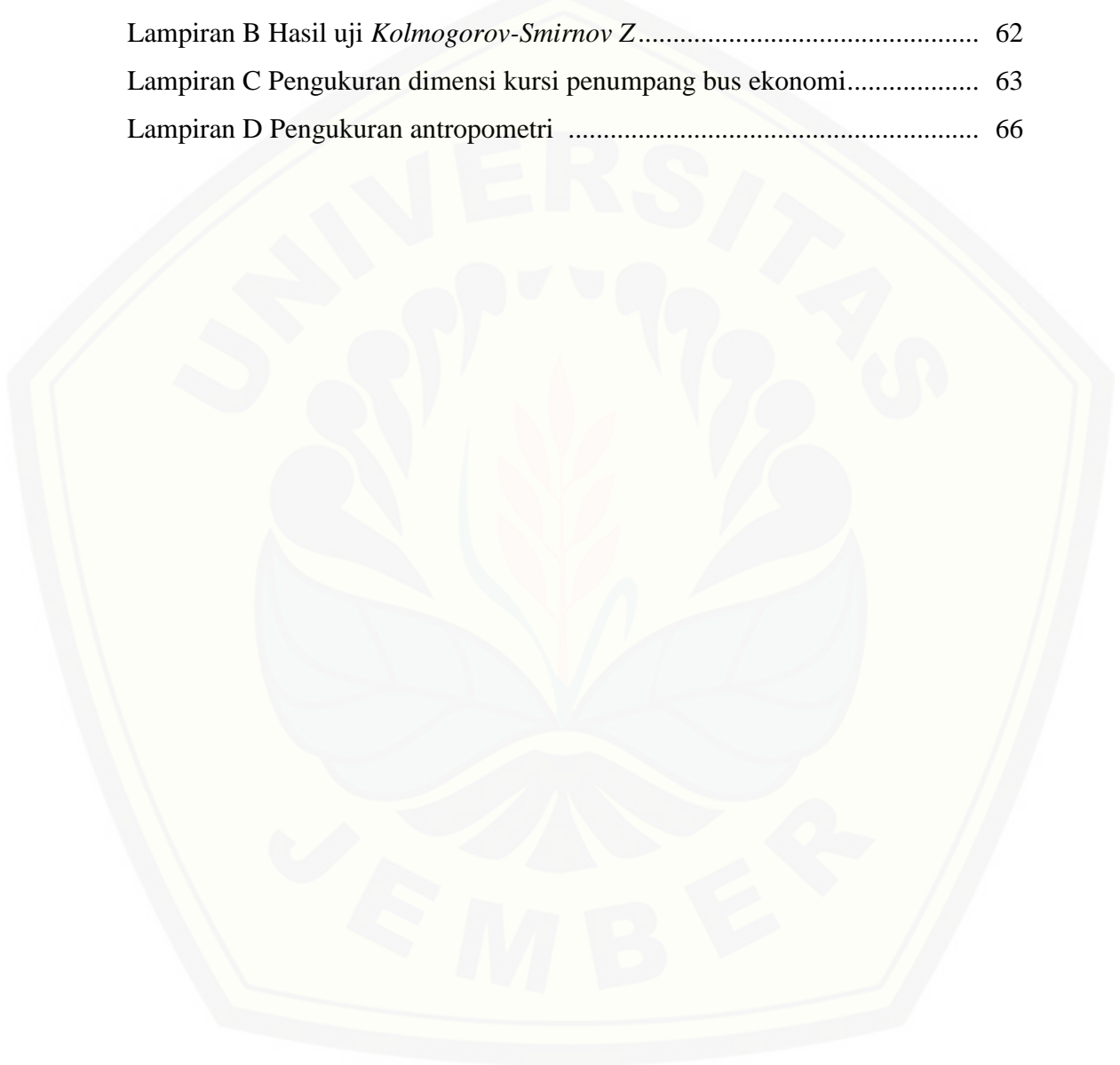


DAFTAR TABEL

2.1 Persentil dan Perhitungan	21
4.1 Uji normalitas data	38
4.2 Hasil perhitungan uji keseragaman data	49
4.3 Hasil perhitungan antropometri yang diperoleh	40
4.4 Kebutuhan Konsumen	52
4.5 <i>Planning Matrix</i>	53
4.6 Spesifikasi Teknis	53
4.7 Simbol Hubungan Persyaratan Teknis	54
4.8 Hubungan Persyaratan Teknis Konsumen	54
4.9 Simbol <i>Technical Correlation</i>	54
4.10 <i>Technical Correlation</i>	54
4.11 Matriks Persyaratan Teknis	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil perhitungan data persentil dengan <i>software</i> SPSS	61
Lampiran B Hasil uji <i>Kolmogorov-Smirnov Z</i>	62
Lampiran C Pengukuran dimensi kursi penumpang bus ekonomi.....	63
Lampiran D Pengukuran antropometri	66



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat saat ini. Transportasi telah menjadi media untuk melakukan perpindahan barang ataupun orang dari suatu tempat menuju tempat tujuan. Kebutuhan masyarakat akan transportasi semakin lama semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan pergerakan yang dilakukan penduduk tersebut dalam kegiatan sehari-harinya. Manusia dalam kehidupan masa sekarang ini tidak dapat lepas dari kebutuhannya dengan transportasi modern. Mulai dari berangkat sekolah, kerja, belanja, bepergian untuk liburan, pengiriman barang, penyaluran bahan mentah dan barang produksi, dan berbagai kegiatan lainnya. Sehingga transportasi menjadi salah satu aspek penting untuk menunjang perekonomian. Tidak semua masyarakat mampu membeli sarana transportasinya (kendaraan pribadi) masing-masing untuk mendukung mobilitasnya. Karena itu sangat diperlukan pihak atau instansi yang mampu menyediakan jasa angkutan transportasi umum untuk memberikan pelayanan transportasi kepada masyarakat yang memerlukannya. Dalam keadaan ini akan ada hubungan timbal-balik yang saling menguntungkan antara kedua belah pihak tersebut, yaitu antara penyedia jasa transportasi dan masyarakat yang menggunakan jasa transportasi yang disebut dengan “penumpang” (Aritonang, 2014).

Transportasi umum bus adalah salah satu transportasi paling disukai oleh rakyat yaitu jasa alternatif yang banyak diminati oleh pengguna jasa layanan transportasi. Hal tersebut karena jasa transportasi bus relatif lebih murah untuk perjalanan jarak jauh dibandingkan dengan jasa transportasi lain. Konsumen pasti berharap agar jasa transportasi mengoptimalkan layanan sesuai keinginan mereka. Salah satunya adalah kenyamanan dari jasa transportasi bus tersebut. Kenyamanan adalah suatu kondisi perasaan seseorang yang merasa nyaman berdasarkan persepsi masing-masing individu. Sedangkan nyaman merupakan suatu keadaan telah terpenuhinya kebutuhan dasar manusia yang bersifat individual akibat beberapa faktor kondisi lingkungan.

Kenyamanan bagi penumpang kendaraan merupakan faktor yang esensial, ketidaknyamanan akan menyebabkan dampak kelelahan yang akhirnya dapat menyebabkan ketidakseimbangan kondisi tubuh. Salah satu penyebabnya karena kursi penumpang yang digunakan tidak sesuai dengan antropometri tubuh pemakainya (tidak ergonomis). Kursi yang ergonomis akan memberikan rasa nyaman dan sedikit rasa kelelahan bagi penumpang, jika faktor dan aspek ergonomis diterapkan dalam merancang kursi penumpang tentunya akan memberikan manfaat yang lebih besar (Wibowo dkk., 2011).

Ergonomi adalah ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menyetarakan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktifitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik. (Tarwaka dkk., 2004). Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penelitian kursi penumpang bus yang ergonomis adalah *Ergonomic Function Deployment (EFD)*, *EFD* adalah metode untuk memudahkan selama proses perancangan, pembuatan keputusan “direkam” dalam bentuk matriks-matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi di masa yang akan datang. Metode *EFD* tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat ergonomis pada hasil rancangan (Wibowo dkk., 2011).

Pada penelitian ini penulis berniat untuk memperbaiki sisi yang belum ergonomis karena pada penelitian pendahuluan yang telah dilakukan dengan cara wawancara dan observasi, ditemukan beberapa permasalahan pada bus yaitu fasilitas fisik bus yang masih belum memadai, salah satunya adalah kursi bus yang kurang ergonomis yang mengakibatkan sakit pada leher, sakit pada pinggang, sakit pada lutut, dan lain lain (Hardinata, 2012). Langkah pertama pengumpulan data yang akan dilakukan berupa pengambilan gambar kursi penumpang yang belum ergonomis, data antropometri yang akan digunakan, jarak antar kursi penumpang, dan dimensi kursi penumpang.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara mengatasi keluhan penumpang bus ekonomi terhadap kursi yang belum ergonomis?
2. Bagaimana membuat desain kursi penumpang bus yang ergonomis?
3. Bagaimana pengaplikasian konsep ergonomi pada model kursi penumpang?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian tugas akhir yaitu

1. Tidak membahas anggaran biaya.
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada bus kelas ekonomi.
3. Antropometri orang Indonesia.
4. Tidak membahas detail desain penataan kursi di bus.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengidentifikasi kursi penumpang bus yang ada selama ini untuk mengetahui kesesuaian dimensi kursi penumpang bus dengan antropometri orang Indonesia.
2. Membuat desain kursi penumpang bus ekonomi yang ergonomis.

1.5. Manfaat

Penyusunan tugas akhir ini diharapkan mampu mendapatkan beberapa manfaat sebagai berikut, yaitu :

1. Dapat mengidentifikasi, mengukur, memastikan faktor ergonomi pada desain bus untuk merencanakan modifikasi kursi penumpang yang ergonomis.
2. Hasil perencanaan ulang desain kursi penumpang dapat digunakan sebagai pedoman untuk merencanakan desain kursi penumpang yang ergonomis pada perusahaan bus lainnya.
3. Dapat menjadi referensi bagi penelitian tentang kursi penumpang yang ergonomis selanjutnya.

1.6. Hipotesa

Dalam penelitian ini akan diadakan penyesuaian antropometri dengan desain kursi penumpang bus ekonomi yang baru. Peneliti berharap agar desain kursi baru sesuai dengan antropometri orang Indonesia dan sesuai dengan ekspektasi penumpang bus ekonomi.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ergonomi

2.1.1. Pengertian

Ergonomi adalah ilmu yang menemukan dan mengumpulkan informasi tentang tingkah laku, kemampuan, keterbatasan, dan karakteristik tingkah laku manusia untuk perancangan mesin, peralatan, sistem kerja, dan lingkungan yang produktif, aman, nyaman, dan efektif bagi manusia. Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat manusia, kemampuan manusia dan keterbatasannya untuk merancang suatu sistem kerja yang baik agar tujuan dapat dicapai dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, 1979).

Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang ergonomi dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja atau keadaan suatu alat dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai “*Human Factor*”. Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli atau professional pada bidangnya masing-masing, misalnya seperti : ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk ergonomi, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik ergonomi (Nurmianto, 2014).

Definisi yang bisa dibuat untuk menjelaskan arti ergonomi seperti *human factors*, *human factors engineering*, *human engineering*, *engineering psychology*, *applied ergonomics*, *industrial ergonomics* dan/atau *industrial engineering*. Tujuan utamanya adalah memperoleh kesesuaian antara kebutuhan dengan rancangan, pengembangan, implementasi dan evaluasi sistem manusia mesin serta lingkungan fisiknya agar lebih produktif, nyaman, aman dan memuaskan untuk penggunaannya (Wignjosoebroto, 1995).

2.1.2. Faktor-faktor ergonomi

Agar diperoleh hasil yang optimal maka perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi manusia dalam kegiatannya. Menurut Mira dalam

Wardaningsih (2010), ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam penerapan ergonomi, yaitu :

1. Faktor Manusia

Beberapa faktor pembatas yang tidak boleh dilampaui agar dapat bekerja dengan aman, nyaman dan sehat, yaitu yang pertama adalah faktor dari dalam diri manusia (*internal factors*) yang meliputi : umur, jenis kelamin, kekuatan otot, bentuk dan ukuran tubuh, dll. Yang kedua yaitu faktor dari luar diri manusia (*external factor*) yang dapat mempengaruhi kerja seperti : penyakit, gizi, lingkungan kerja, sosial ekonomi , dll.

2. Faktor Antropometri

Antropometri yang merupakan pengukuran dimensi tubuh manusia digunakan untuk merancang suatu sarana kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh penggunanya. Ukuran alat kerja menentukan sikap, gerak dan posisi manusia, sehingga penerapan antropometri diperlukan untuk menjamin adanya suatu sistem kerja yang baik.

3. Faktor Sikap Tubuh dalam Bekerja

Hubungan manusia dengan sikap dan interaksinya terhadap sarana kerja akan menentukan efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerja. Semua sikap tubuh yang tidak alamiah dalam bekerja, misalnya sikap menjangkau barang yang melebihi jangkauan tangannya harus dihindarkan. Penggunaan meja dan kursi kerja ukuran baku oleh orang yang memiliki ukuran tubuh yang lebih tinggi atau sikap duduk yang terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap hasil kerja seseorang.

4. Faktor Manusia dan Mesin

Penggunaan teknologi dalam pelaksanaan suatu proses produksi akan menimbulkan suatu hubungan timbal balik antara manusia sebagai pelaku dengan mesin sebagai pendukung kerja. Dalam proses produksi, hubungan tersebut sangat erat sehingga menjadi suatu kesatuan. Secara ergonomis, hubungan tersebut harus selaras, serasi dan sesuai.

5. Faktor Pengorganisasian Kerja

Pengorganisasian kerja meliputi pembagian waktu kerja, waktu istirahat, kerja

lembur dan lain sebagainya. Diperlukan suatu pengaturan waktu kerja dengan waktu istirahat yang baik karena hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat kesehatan dan efisiensi kerja dari tenaga kerja.

6. Faktor Pengendalian Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja adalah faktor yang mendorong semangat dan efisiensi kerja dari manusia. Lingkungan kerja yang buruk, dimana melebihi toleransi manusia untuk menghadapinya, akan menurunkan produktivitas kerja dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja, cedera serta keluhan akan kurangnya rasa aman, nyaman, sehat, dan selamat dari manusia pada lingkungan kerja tersebut. Untuk pengendalian lingkungan kerja dapat dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengendalian secara teknik, secara administratif dan dengan pemberian alat pelindung diri (APD).

Dalam ergonomi postur tubuh merupakan faktor yang sangat penting, salah satunya adalah postur duduk yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1, dimana setiap orang melakukannya setiap hari dalam durasi yang relatif lama.



Gambar 2.1 Posisi duduk yang benar (Sumber : Khumaerah. 2011)

2.1.3. Desain Kursi Ergonomis

Perancangan dan pembuatan produk merupakan bagian yang sangat besar dari semua kegiatan teknik yang ada. Kegiatan perancangan dimulai dengan didapatkannya persepsi tentang kebutuhan manusia, kemudian disusul oleh penciptaan konsep produk, kemudian diakhiri dengan pembuatan dan

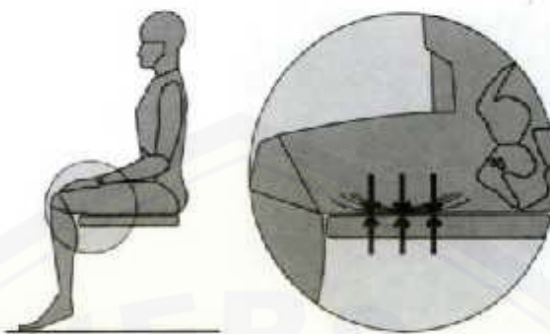
pendistribusian produk. Sikap duduk dapat menjadi faktor yang menimbulkan keluhan subyektif. Dalam ergonomi postur tubuh adalah faktor yang sangat penting, salah satunya postur duduk yang setiap orang lakukan setiap hari dalam durasi berjam-jam. Tujuan utama membuat desain ergonomi untuk kursi atau tempat duduk adalah menciptakan sedemikian rupa bentuk kursi sehingga dapat mempertahankan postur tulang punggung yang fisiologis, dengan demikian diharapkan kerja otot tidak perlu berkontraksi. Postur duduk yang ergonomis dimana mempertahankan postur badan yang stabil dan memenuhi hal-hal sebagai berikut :

- a. Menyenangkan dalam jangka waktu tertentu
- b. Memuaskan secara fisiologi, dengan duduk kita jadi lebih nyaman
- c. Sesuai/serasi/cocok dengan pekerjaan yang dilakukan. Adapun prinsip duduk normal atau santai antara lain :
 - a. Lutut fleksi 90°
 - b. Tubuh fleksi di atas pada 90°
 - c. Pelvis rotasi ke belakang 30° atau lebih.
 - d. Berat badan bertumpu pada “*ischial tuberositas*”
 - e. Bagian atas tulang *sacrum* agak horizontal dibandingkan dengan sitting

Berikut adalah desain kursi yang ergonomis, memiliki beberapa kriteria yaitu sebagai berikut :

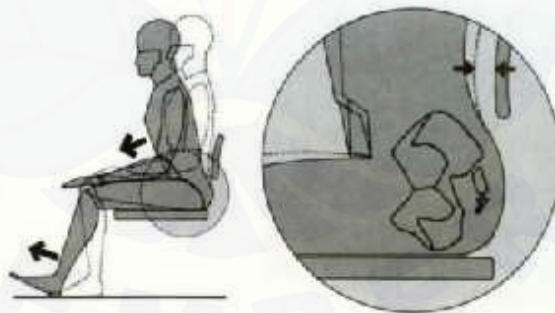
- a. Tinggi Kursi/*Seat Height* (H)

Tinggi lipatan dalam lutut (tinggi *popliteal*), adalah tinggi dari lantai hingga bagian bawah paha tepat di belakang lutut, ketika orang berada dalam posisi duduk tegak. Lutut dan pergelangan kaki dalam posisi tegak lurus, dengan bagian bawah paha dan bagian belakang lutut langsung menyentuh permukaan tempat duduk. Data persentil ke-5 akan menjadi pedoman yang tepat karena data ini mencakup bagian populasi mereka yang bertubuh paling kecil. Jika tinggi alas duduk terlalu tinggi dari lantai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, maka dapat menyebabkan tekanan pada pembuluh darah hingga menyebabkan kaki kesemutan, kaki bengkak atau nyeri (Panero dan Zelnik, 2003).



Gambar 2.2 Landasan tempat duduk yang terlalu tinggi (Sumber : Panero dan Zelnik, 2003)

Sebaliknya jika tinggi alas kursi terlalu rendah dari lantai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3, maka menyebabkan kaki condong terjulur ke depan, menjauhkan tubuh dari keadaan stabil. Selain itu pergerakan tubuh ke depan akan menjauhkan punggung dari sandaran sehingga penopangan lumbar tidak terjaga dengan tepat.

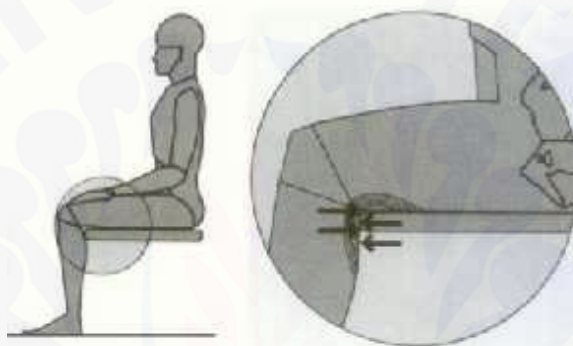


Gambar 2.3 Landasan tempat duduk yang terlalu rendah (Sumber : Panero dan Zelnik, 2003)

b. Kedalaman Kursi/*Seat Depth* (D)

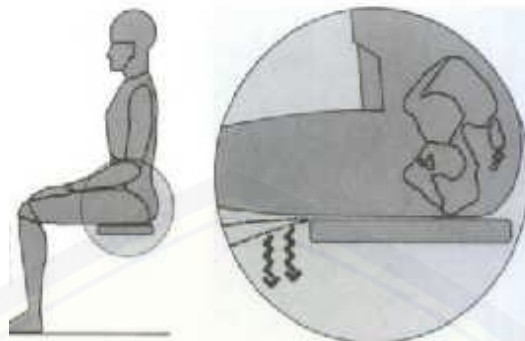
Pertimbangan dasar lainnya perancangan sebuah kursi adalah kedalaman landasantempat duduk (jarak yang diukur dari bagian depan sampai bagian

depan tempat duduk). Bila kedalaman landasan tempat duduk terlalu besar, bagian depan dari permukaan atau ujung tempat duduk tersebut akan menekan daerah tepat dibelakang lutut, memotong peredaran darah dibagian kaki seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Tekanan pada jaringan-jaringan akan menyebabkan iritasi dan ketidaknyamanan. Bahaya paling besar adalah terjadinya penggumpalan darah jika pengguna tidak merubah posisi duduknya. Maka menurut Panero dan Zelnik (2003), kedalaman kursi ditentukan dengan menggunakan data antropometri panjang popliteal persentil ke-5 populasi.



Gambar 2.4 Landasan tempat duduk yang lebar (Sumber : Panero dan Zelnik, 2003)

Sebaliknya jika landasan kursi terlalu sempit seperti pada Gambar 2.5 akan menimbulkan situasi yang buruk yaitu dapat menimbulkan perasaan terjatuh atau terjungkal dari kursi. Sebagai akibatnya, kedalaman landasan tempat duduk yang terlalu sempit akan menyebabkan berkurangnya penopangan pada bagian bawah paha.



Gambar 2.5 Landasan tempat duduk yang sempit (Sumber : Panero dan Zelnik, 2003)

c. Sandaran Kursi (*Backrest*) Ada 3 tingkatan sandaran :

- 1) Sandaran kursi rendah (*low level backrest*). Biasanya berkisar antara 15-20 mm.
- 2) Sandaran kursi menengah (*midle level backrest*). Menyangga seluruh bagian bahu (persentil ke-95 laki-laki). Biasanya 645 mm.
- 3) Sandaran kursi tinggi (*high level backrest*). Kursi direktur, kursi sopir (supaya pada waktu pengereman mendadak leher tidak terbentur/*whiplash injury*), menyangga seluruh berat kepala dan leher. Diperlukan ketinggian 900 mm untuk mencakup persentil ke-95 laki-laki.

Walaupun ukuran konfigurasi dan penempatan sandaran punggung merupakan pertimbangan utama yang diperlukan untuk menentukan kesesuaian antara kursi dan pemakainya, namun hal ini juga merupakan komponen data antropometrik yang paling sulit untuk diambil pengukurannya. Selain tersedianya berbagai pengukuran tubuh yang diperlukan sebagai dasar rancangan bagian-bagian kursi, seperti tinggi tempat duduk, lebar tempat duduk, dan tinggi sandaran lengan masih dibutuhkan lagi suatu data yang berkenaan dengan daerah lumbar dan lengkungan tulang belakang. Sudah menjadi kesepakatan umum bahwa fungsi utama sandaran punggung adalah untuk mengadakan penopangan bagi daerah lumbar, atau bagian kecil dari punggung (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Daerah lumbar yang ditopang oleh sandaran punggung (Sumber : Panero dan Zelnik 2003)

d. Sudut Sandaran/*Backrest Angle* ()

Sudut sandaran harus pas seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sandaran Punggung (*Backrest Angle*) (Sumber : Miller, 2017)

- 1) Semakin miring maka semakin banyak berat badan yang didukung oleh backrest sehingga tekanan kompresi pada batas tulang punggung dan panggul menjadi berkurang.
- 2) Semakin besar sudut antara paha dan tulang punggung maka lordosis lumbal bertambah sehingga bagian horizontal dari vertebra yang mengalami tekanan kompresi semakin bertambah.
- 3) Sudut optimal sekitar 100° hingga 110° cocok untuk kursi santai.

4) Sudut yang berlebih tidak cocok untuk sandaran punggung yang sedang atau rendah karena menyebabkan bagian atas badan menjadi tidak tersangga.

e. Lebar Kursi (*Seat Width*)

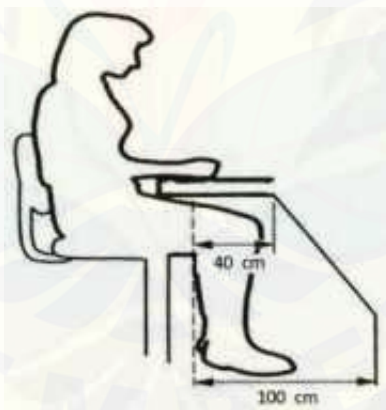
Lebar panggul maximum dikurangi 5 cm (2,5 cm ke kanan & 2,5 cm ke kiri).

f. Sandaran Lengan Tangan (*Armrest*)

Sandaran lengan memiliki beberapa fungsi yaitu menopang berat dari lengan dan membantu pengguna ketika akan berdiri atau duduk ke tempat duduk. Secara antropometrik ada beberapa faktor yang harus dipertimbangan dalam penentuan perletkan dan besar dari sebuah sandaran lengan. Tinggi siku pada posisi istirahat adalah pengukuran antropometrik yang tepat sebagai pedoman bagi penentuan tinggi sandaran lengan. Pengukuran ini diambil dari ujung siku hingga permukaan hingga landasan tempat duduk.

g. Ruang kaki (*Legroom*)

Ketika duduk harus mempunyai ruang kaki yang cukup untuk bergerak seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8, agar kaki tidak kesemutan.



Gambar 2.8 Ruang kaki untuk duduk (Sumber : Puspitasari, 2016)

1) *Lateral legroom* (500-600 mm)

2) *Vertical legroom*

a) Tinggi lutut populasi laki-laki adalah persentil ke-95

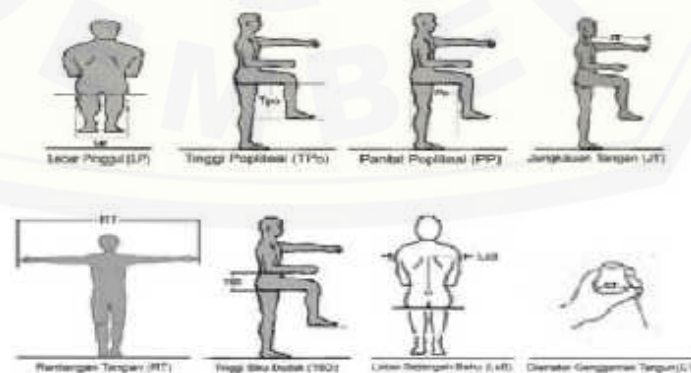
b) Tinggi *popliteal* + ketebalan paha. *Depan/Forward legroom*

h. Alas Duduk (*Seat surface*)

- 1) Mendistribusikan tekanan pada bokong (*buttock*), dengan mempertimbang kedalaman (*shapping*) dan kekenyalan (*padding*).
- 2) Konsensus dasar disepakati sebagai berikut :
 - a) Permukaan kursi rata, ujung depannya bulat.
 - b) Kain pelapis/*Upholstery* agak kaku dibandingkan lembut.
 - c) Material pelapis (*covering material*) yang berpori, agar menjaga ventilasi/sirkulasi udara.

2.1.4. Antropometri

Antropometri dan Aplikasi dalam Perancangan Fasilitas Kerja Istilah antropometri berasal dari kata “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Wignjosoebroto, 2003). Antropometri berperan penting dalam bidang perancangan industri, perancangan pakaian, ergonomi, dan arsitektur. Dalam bidang-bidang tersebut, data statistik tentang distribusi dimensi tubuh dari suatu populasi diperlukan untuk menghasilkan produk yang optimal. Perubahan dalam gaya kehidupan sehari-hari, nutrisi, dan komposisi etnis dari masyarakat dapat membuat perubahan dalam distribusi ukuran tubuh (misalnya dalam bentuk epidemik kegemukan), dan membuat perlunya penyesuaian berkala dari koleksi data antropometri. Contoh dalam pengukuran dimensi tubuh dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Ukuran Antropometri dalam Rancangan (Sumber : Wignjosoebroto, 2008)

Antropometri dengan karakteristik fisik tubuh manusia, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan data antropometri ini akan dapat dilakukan jika tersedia nilai rata-rata dan standar deviasi dari suatu distribusi normal. Setiap manusia memiliki berbagai ukuran tubuh yang berbeda, seperti berat badan (ringan, sedang, dan berat), ukuran tinggi tubuh ketika posisi berdiri (kecil, sedang, dan tinggi), lingkar tubuh (kecil, sedang, dan besar) serta posisi ketika merentangkan tangan, panjang tungkai, dan sebagainya. Data tersebut digunakan untuk berbagai keperluan, seperti perancangan stasiun kerja, fasilitas kerja, dan desain produk agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya.

Dengan tersedianya data antropometri, maka kita dapat mengetahui ukuran yang presisi dan akurat untuk merancang suatu stasiun kerja dan mendesain suatu produk. Kita dapat mengetahui jarak yang sesuai dan ergonomis ketika terdapat interaksi antara operator dengan alat pendukung kerja di sekitarnya. Kita juga dapat mengetahui desain yang tepat dan ergonomis ketika membuat sebuah produk seperti kursi, meja, jok mobil, dan produk lainnya.

Prinsip-prinsip dalam penerapan data antropometri adalah sebagai berikut :

1. Prinsip perancangan bagi individu dengan ukuran ekstrim.
Berdasarkan prinsip ini, rancangan yang dibuat bisa digunakan oleh individu ekstrim yaitu terlalu besar atau kecil dibandingkan dengan rata-rata populasi agar memenuhi sasaran, maka digunakan persentil besar (persentil ke-90, ke-95 atau ke-99) atau persentil kecil (persentil ke-1, ke-5 atau ke-10).
2. Prinsip perancangan yang bisa disesuaikan.
Rancangan bisa diubah-ubah ukurannya, sehingga cukup fleksibel untuk diaplikasikan pada berbagai ukuran tubuh (berbagai populasi). Dengan menggunakan prinsip ini maka kita dapat merancang produk yang dapat disesuaikan dengan keinginan konsumen.

3. Prinsip perancangan dengan ukuran rata – rata.

Rancangan didasarkan atas rata – rata ukuran manusia. Prinsip ini dipakai jika peralatan yang didesain harus dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia.

Studi tentang keluhan *musculoskeletal disorders (MSDs)* pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka (*skeletal*) yang meliputi otot leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, pinggang dan otot-otot bagian bawah. Diantara keluhan otot *skeletal* tersebut, yang banyak dialami oleh pekerja adalah otot bagian pinggang (*low back pain*) (Tarwaka dkk., 2004).

Keluhan-keluhan pada tubuh manusia dapat mempengaruhi antropometri manusia. Beberapa faktor yang mempengaruhi antropometri sebagai berikut :

1. Faktor Usia

Keluhan otot *skeletal* mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-55 tahun. Keluhan pertama biasanya dirasakan pada umur 35 tahun dan tingkat keluhan akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya umur. Hal ini terjadi karena pada umur setengah baya kekuatan dan ketahanan otot mulai menurun sehingga resiko terjadinya keluhan otot meningkat.

2. Faktor Jenis Kelamin

Jenis kelamin, laki-laki dan wanita berbeda dalam kemampuan fisiknya. Kekuatan fisik tubuh wanita rata-rata sekitar 2/3 dari pria. Wanita mempunyai kekuatan 65% dalam mengangkat dibanding rata-rata pria. Sebab ini bisa dikarenakan para wanita mengalami siklus biologi seperti haid, kehamilan, nifas, menyusui dan lain-lain. Sebagai gambaran kekuatan wanita yang lebih jelas, wanita muda dan laki-laki tua kemungkinan dapat mempunyai kekuatan yang hampir sama (Wardaningsih, 2010).

3. Faktor Suku/Etnis

Setiap suku bangsa ataupun etnis akan memiliki karakteristik fisik yang berbeda antara satu dengan yang lainnya karena adanya perbedaan tradisi, lingkungan, faktor genetik, dan faktor-faktor lainnya.

4. Faktor Postur dan Posisi Tubuh

Ukuran tubuh akan berbeda dipengaruhi oleh posisi tubuh pada saat akan melakukan aktivitas tertentu yaitu *structural* dan *functional body dimensions*. Posisi standar tubuh pada saat melakukan gerakan-gerakan dinamis harus dijadikan dasar pertimbangan pada saat data antropometri diimplementasikan.

5. Faktor Pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan mewajibkan adanya persyaratan dalam menyeleksi dimensi tubuh manusia seperti tinggi, berat badan, lingkar perut, dan lain-lain. Seperti untuk buruh dermaga atau pelabuhan harus mempunyai postur tubuh yang relatif besar dibandingkan dengan pegawai kantoran atau penumpang.

6. Faktor Cacat Tubuh Secara Fisik

Cacat tubuh secara fisik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi variabilitas data antropometri. Contohnya, orang normal dan orang yang memiliki keterbatasan fisik tidak mempunyai lengan. Untuk dimensi tinggi siku, tinggi pinggul, tinggi tulang ruas, tinggi ujung jari, dan lain-lain sangatlah berbeda antara orang normal dengan orang yang memiliki keterbatasan fisik. Sehingga, data antropometri yang digunakan dalam merancang produk dan stasiun kerja untuk orang yang cacat tubuh secara fisik berbeda dengan orang normal.

2.2. Perhitungan Data Antropometri

Data antropometri digunakan untuk berbagai keperluan seperti perancangan lingkungan kerja (*workplaces*), fasilitas kerja, dll agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi ukuran tubuh manusia yang akan menggunakannya. Agar diperoleh data antropometri yang tepat, maka diperlukan beberapa tahap pengolahan data antropometri yaitu sebagai berikut :

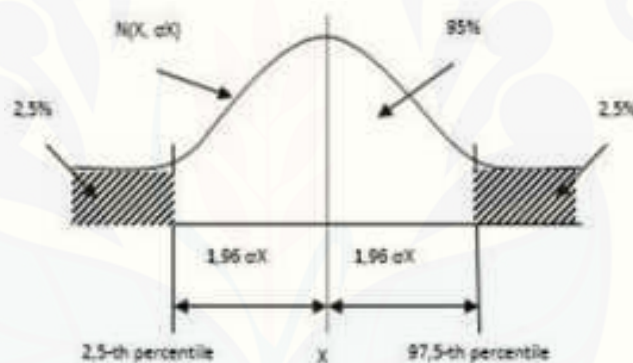
a. Tingkat Ketelitian dan Tingkat Kepercayaan

Tingkat ketelitian menunjukkan tingkat kesalahan atau tingkat kekeliruan yang ditolerir oleh peneliti, yang diakibatkan oleh kemungkinan adanya kesalahan dalam pengambilan sampel (*sampling error*). Sedangkan tingkat kepercayaan menunjukkan tingkat kepercayaan sejauh mana statistik sample dapat mengestimasi

dengan benar parameter populasi dan/atau sejauh mana pengambilan keputusan diyakini kebenarannya.

b. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data dimaksudkan untuk mengetahui apakah data hasil pengukuran berdistribusi normal atau tidak, sehingga nantinya memudahkan dalam proses pengolahan data. Secara statistik, data hasil pengukuran tubuh manusia pada berbagai populasi akan terdistribusi dalam grafik sedemikian rupa sehingga data-data yang bernilai kurang lebih sama akan terkumpul dibagian tengah grafik. Sedangkan data-data dengan nilai penyimpangan yang ekstrim akan terletak pada ujung-ujung grafik seperti di tunjukkan Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Grafik Distribusi normal (Sumber : Wirnata, 2011)

Uji Normalitas berguna untuk menentukan data yang telah dikumpulkan berdistribusi normal atau diambil dari populasi normal. Metode klasik dalam pengujian normalitas suatu data tidak begitu rumit. Berdasarkan pengalaman empiris beberapa pakar statistik, data yang banyaknya lebih dari 30 angka ($n > 30$), maka sudah dapat diasumsikan berdistribusi normal. Biasa dikatakan sebagai sampel besar.

Uji normalitas yang paling sederhana adalah dengan membuat grafik distribusi frekuensi atas skor yang ada. Mengingat kesederhanaan tersebut, maka pengujian kenormalan data sangat tergantung pada kemampuan mata dalam mencermati plotting data. Jika jumlah data cukup banyak dan penyebarannya tidak

100% normal, maka kesimpulannya berkemungkinan salah. Untuk menghindari kesalahan tersebut maka digunakan beberapa rumus tertentu yang telah diuji keterandalannya, salah satunya yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov*. Konsep dasar dari uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah dengan membandingkan data yang akan diuji normalitasnya dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan kedalam bentuk *Z-Score* dan diasumsikan normal. Jadi uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah uji beda antara data yang diuji normalitasnya dengan data normal baku. Seperti pada uji beda biasa, penerapan pada uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah jika signifikan di bawah 0,05 berarti terdapat perbedaan yang signifikan (data tidak normal), dan jika signifikan di atas 0,05 maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan (data normal).

Jika distribusi data memberikan hasil yang tidak normal, maka peneliti tidak bisa menentukan transformasi seperti apa yang harus digunakan untuk normalisasi. Jadi, jika data tidak normal sebaiknya menggunakan plot grafik manual untuk melihat grafik tingkat penyebaran data atau menggunakan *Skewness* dan *Kurtosis* sehingga dapat ditentukan transformasi seperti apa yang paling tepat dipergunakan.

c. Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data adalah langkah statistik yang dilakukan terhadap suatu range untuk mengetahui jumlah data yg berada dalam batas *in control* dan *out of control*. Keseragaman data diuji dengan dua cara, yaitu :

1) Visual

Uji keseragaman data secara visual dilakukan secara sederhana, mudah dan cepat. Disini kita hanya sekedar melihat data yang terkumpul dan seterusnya mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim. Yang dimaksudkan dengan data ekstrim adalah data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari rata-ratanya. Data yang terlalu ekstrim ini sewajarnya dibuang jauh-jauh dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya.

2) Aplikasi Peta Kontrol (*Control Chart*)

Peta control adalah alat yang tepat guna dalam menguji keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengukuran. Dengan menggunakan peta kontrol, maka kita secara langsung dapat melihat data yang berada dalam batas kontrol atas

(BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Untuk mengetahui nilai BKA dan BKB, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan berupa :

a) Rata-rata (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan :

x_i = Data ke- i

n = banyaknya pengamatan

b) *Standart deviasi sample* (s)

$$s = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n-1}$$

Keterangan :

x_i = nilai data

\bar{x} = nilai rata-rata data

c) Dengan tingkat kepercayaan $K = 3$, maka :

$$\text{BKA (Batas Kontrol Atas)} = \bar{x} + Ks = \bar{x} + 3s$$

$$\text{BKB (Batas Kontrol Bawah)} = \bar{x} - Ks = \bar{x} - 3s$$

d. Perhitungan persentil data antropometri

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh, persentil ke-95 akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam antropometri, angka persentil ke-95 akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan persentil ke-5 sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil”. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2.5-th dan 97.5-th persentil sebagai batas-batasnya.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri ada pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Persentil dan Perhitungan

Persentil	Perhitungan
Ke-1	$\bar{x} - 2.325 \sigma_x$
Ke-2,5	$\bar{x} - 1.96 \sigma_x$
Ke-5	$\bar{x} - 1.645 \sigma_x$
Ke-10	$\bar{x} - 1.28 \sigma_x$
Ke-50	\bar{x}
Ke-90	$\bar{x} + 1.28 \sigma_x$
Ke-95	$\bar{x} + 1.645 \sigma_x$
Ke-97,5	$\bar{x} + 1.96 \sigma_x$
Ke-99	$\bar{x} + 2.325 \sigma_x$

\bar{x} = nilai rata-rata data

σ_x = Standar deviasi populasi

(Sumber : Suhardi , 2008)

e. Pembuatan Tabel Antropometri

Pembuatan tabel antropometri digunakan untuk menganalisa kesesuaian antara ukuran fasilitas kerja dengan dimensi tubuh manusia. Tahap penyesunan tabel antropometri dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Menghitung rata-rata dan standart deviasi dimensi diukur.
2. Menentukan nilai persentil yang akan digunakan yaitu 5%, 50%, 95% persentil.
3. Menghitung nilai dimensi sesuai dengan persentil yang telah di tentukan pada tahap 2, rumus yang digunakan adalah :

$$X = \bar{x} + Zs$$

Dimana :

X = Nilai untuk persentil yang dikehendaki

Z = Konstanta untuk persentil yang dikehendaki

Untuk 5% nilai Z = - 1,645

Untuk 50% nilai $Z = 0$

Untuk 95% nilai $Z = 1,645$

\bar{x} = Nilai rata-rata

s = Standart deviasi sampel

Menurut Panero dan Zelnik (2003), persentil ke-50 memberi gambaran yang mendekati nilai rata-rata ukuran dari suatu kelompok tertentu. Suatu kesalahan yang serius pada penerapan suatu data adalah dengan mengasumsikan bahwa setiap ukuran pada persentil ke-50 mewakili pengukuran manusia rata-rata pada umumnya, sehingga sering digunakan sebagai pedoman perancangan. Kesalah pahaman yang terjadi dengan asumsi tersebut mengaburkan pengertian atas makna 50% dari kelompok. Sebenarnya tidak ada yang dapat disebut “manusia rata-rata”. Suatu perancangan seharusnya mengakomodasi data persentil ke-5 atau ke-95 sehingga bagian terbesar dari populasi tersebut terlayani dan pemilihannya tergantung pada proses perancangan yang dihadapi.

Ada dua hal penting yang harus selalu diingat bila menggunakan persentil. Pertama, suatu persentil antropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk satu data dimensi tubuh saja. Kedua, tidak dapat dikatakan seseorang memiliki persentil yang sama, ke-95, atau ke-90 atau ke-5, untuk keseluruhan dimensi. Tidak ada orang dengan keseluruhan dimensi tubuhnya mempunyai nilai persentil yang sama, karena seseorang dengan persentil ke-50 untuk data tinggi badannya, memiliki persentil ke-40 untuk data tinggi lututnya, atau persentil ke-60 untuk data panjang lengannya. Oleh karena itu, konsep “manusia rata-rata” secara mendasar salah, karena tidak ada makhluk yang seperti itu. Supaya suatu tempat kerja (kursi) terancang secara efisien, maka perancangannya harus menggunakan rentangan data dari ukuran tubuh yang bersesuaian (Panero dan Zelnik, 2003)

2.3. Kuesioner Ekspektasi

Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui perencanaan perancangan kursi bus ekonomi yang diinginkan oleh responden yaitu penumpang bus ekonomi terhadap atribut fisik dari fasilitas bus ekonomi yang ada yaitu kursi penumpang

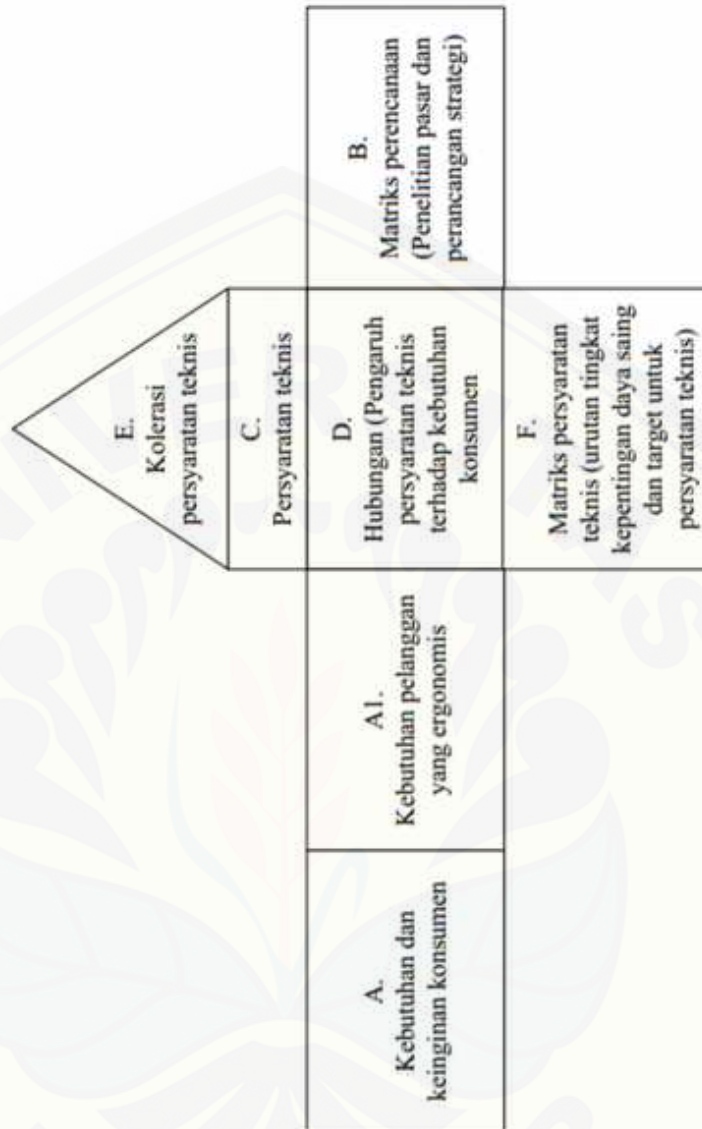
bus ekonomi yang ergonomis. *Checklist* penelitian diisi oleh penumpang bus ekonomi untuk mengetahui ketidaksesuaian dimensi kursi penumpang terhadap dimensi tubuh penumpang dan mengetahui tingkat harapan atau ekspektasi penumpang bus ekonomi terhadap kursi yang ada saat ini. Beberapa atribut yang mungkin diharapkan konsumen/*Customer Requirements*. (*WHATS*) yaitu sebagai berikut (Puspitasari, 2016) :

1. Kursi penumpang yang nyaman
2. Kursi yang empuk
3. Sandaran kursi yang nyaman
4. Ketinggian kursi yang pas
5. Sandaran tangan yang nyaman
6. Kursi dilengkapi pijakan kaki
7. Area kursi yang lebih lebar jika diduduki dua orang untuk kursi isi dua

2.4. Metode Ergonomic Function Deployment (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) adalah metode untuk memudahkan selama proses perancangan, pembuatan keputusan “direkam” dalam bentuk matriks-matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi di masa yang akan datang, dan dengan metode tersebut dapat diketahui ergonomis atau tidaknya hasil rancangan (Wibowo dkk., 2011). *Ergonomic Function Deployment (EFD)* merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment (QFD)* yaitu dengan menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi dari produk. Hubungan ini akan melengkapi bentuk matriks *House of Quality (HOQ)* yang juga menterjemahkan ke dalam aspek-aspek ergonomi yang diinginkan (Surya 2014).

Dapat dilihat dalam Gambar 2.8, matriks *House of Quality* yang digunakan pada *Ergonomic Function Deployment* dikembangkan menjadi seperti berikut :



Gambar 2.11 *House of Quality EFD* (Sumber : Adrianto dkk., 2014)

Penjelasan tentang masing–masing matriks :

1. Bagian : *A Customer Requirements*

Berisi data atau informasi terstruktur mengenai kebutuhan dan keinginan konsumen berdasarkan hasil riset pemasaran. Data tersebut diungkapkan dalam bahasa konsumen dan bersifat kualitatif. Data akan ditempatkan secara terstruktur dalam *Tree Diagram*.

2. Bagian A1

Merupakan terjemahan kebutuhan konsumen yang termasuk dalam aspek ergonomi. Penterjemahan ini harus dilakukan secara tepat agar memudahkan tim perancang menentukan karakteristik aspek teknisnya.

3. Bagian B : *Planning Matrix*

Untuk mengetahui posisi relatif produk terhadap produk pesaing. Bagian ini berisi tiga tipe informasi:

- a. Data pasar kuantitatif, yaitu yang mengindikasikan tingkat kepentingan dan kepuasan relative dari tiap kebutuhan dan keinginan konsumen terhadap produk perusahaan dan tingkat kepuasan relative konsumen terhadap produk pesaing.
- b. Setingan Capaian (*Goal setting*) untuk produk atau jasa yang akan diluncurkan.
- c. Perhitungan untuk pengurutan keinginan dan kebutuhan konsumen.

4. Bagian C : *Technical Response*

Terdiri dari karakteristik teknis yang mendeskripsikan desain layanan dan aplikasi produk yang dirancang. Karakteristik teknis ini diturunkan dari Voice of customer pada bagian A, disebut juga dengan *Voice of Company*. Secara sederhana dapat disusun dengan bantuan model "*Whats Vs How*". Perlu ditentukan juga arah peningkatan atau target terbaik yang dapat dicapai (*Direction of goodness*).

5. Bagian D : *Inter-Relationships*

Berisi pertimbangan penilaian keterkaitan hubungan antara elemen-elemen karakteristik teknis (bagian C) dengan setiap kebutuhan pelanggan pada bagian A.

6. Bagian E : *Technical Corelations*

Terdiri dari penilaian tim perancang terhadap implementasi keterkaitan (korelasi) antar elemen-elemen karakteristik teknis (bagian C). Korelasi ini tergantung kepada *direction of goodness* dari masing-masing karakteristik teknis. Lima kemungkinan diantaranya adalah :

- a. *Strong positive impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 kearah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh positif kuat pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
 - b. *Moderate positive impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik 1 kearah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh positif yang moderat pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
 - c. *No impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 kearah *direction of goodness*-nya tidak akan menimbulkan pengaruh pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
 - d. *Moderate negative impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 kearah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh negatif pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
 - e. *Strong negative impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 kearah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh negatif kuat pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
7. Bagian F : *Target Matrix*
- Berisikan tiga macam jenis data, yaitu:
- a. Tingkat kepentingan (ranking) persyaratan teknis.
 - b. Technical benchmarking dari produk yang dibandingkan.
Technical benchmark menguraikan informasi pengetahuan mengenai keunggulan technical response pesaing
 - c. Target kinerja karakteristik teknis dari produk yang dikembangkan.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah studi kasus kursi penumpang bus ekonomi pada salah satu perusahaan. Pada penelitian ini dilakukan dengan observasi langsung pada bus ekonomi. Observasi ini dilakukan dengan mengukur dimensi fisik pada kursi penumpang bus yang telah ada dan membagikan lembar kuesioner kepada penumpang bus untuk menentukan bagian kursi yang akan dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen/penumpang bus. Selanjutnya dilakukan proses pengukuran antropometri orang Indonesia untuk merancang kursi penumpang bus ekonomi yang ergonomis sesuai dengan antropometri orang Indonesia. Pada penelitian ini hasil observasi akan dianalisa menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) untuk memudahkan selama proses perancangan dan pengambilan keputusan. Selanjutnya dilakukan proses perencanaan modifikasi dengan menggunakan *software* inventor untuk menghasilkan gambar rancangan usulan perbaikan kursi penumpang bus tersebut.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Oktober hingga November 2017. Lokasi penelitian yaitu Laboratorium Desain Universitas Jember dan PO. AKAS ASRI JL. Arowana, No. 79, Kebonagung, Kaliwates, Dukuh Mencek, Sukorambi, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68151.

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat

1. Alat ukur antropometri, yaitu :
Alat yang digunakan untuk mengukur dimensi tubuh.
2. Alat tulis
3. Laptop
4. Meteran
5. Busur

6. Kamera
7. Alat perkakas

3.3.2. Bahan

1. Kursi penumpang bus ekonomi
2. Lembar kuesioner
3. Lembar data antropometri
4. Data kursi penumpang bus yang telah ada

3.4. Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut

:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Pengumpulan data dari Industri Bus dan literatur.
3. Membuat kuesioner tentang posisi duduk responden, keluhan biomekanik responden dan keinginan responden terhadap kursi penumpang bus ekonomi.
4. Menyebarkan kuesioner kepada 70 responden penumpang bus ekonomi.
5. Mengumpulkan data antropometri dari 34 responden orang Indonesia dengan rentan usia 17-70 tahun.
6. Mengolah data antropometri dengan uji kenormalan data, keseragaman data dan perhitungan persentil menggunakan *software Ms. Excel* dan SPSS.
7. Mengolah data kuesioner ekspektasi konsumen dengan menghitung persentase skor, analisis grafik dan membuat respon teknik.
8. Membuat *House of Ergonomic* untuk melakukan analisa data.
9. Membuat desain modifikasi kursi penumpang bus sesuai data-data yang telah diperoleh menggunakan *software inventor*.
10. Analisa dan kesimpulan.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Penetapan Variabel Terikat dan Variabel Bebas

Dalam penelitian ini pertama-tama ditetapkan dua jenis variabel. Hal ini dilakukan untuk memperoleh informasi atau data-data dalam proses penelitian.

Variabel dalam penelitian ini yaitu :

a. Variabel bebas

Variabel bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kriteria data antropometri, kriteria data kuesioner serta perancangan dan pengembangan produk yaitu kursi penumpang bus ekonomi yang baru.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat besarnya tergantung pada variable bebasnya sehingga variable terikat dalam penelitian ini adalah hasil data antropometri, hasil data kuesioner dan dimensi kursi baru.

3.5.2. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dilakukan untuk menghindari adanya berbagai macam gangguan dan masalah yang dapat timbul akibat kondisi peralatan yang akan digunakan, yaitu dengan melakukan pengecekan mengenai fungsi-fungsi peralatan dan penempatan alat yang rapi agar mudah diambil saat dibutuhkan.

3.5.3. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan 2 jenis data yaitu :

a. Data Primer

Data primer diperoleh dari pencatatan secara langsung mengenai kondisi kursi penumpang yang ada saat ini dan pengumpulan data mengenai kursi penumpang bus di Industri Bus.

b. Data Sekunder

Data ini berupa informasi-informasi yang diperoleh dari studi literatur yang berhubungan dengan objek penelitian.

3.5.4. Pembuatan dan Penyebaran Kuesioner

Pembuatan kuesioner berkaitan dengan posisi duduk responden, keluhan biomekanik responden dan keinginan responden terhadap kursi penumpang bus ekonomi. Lembar kuesioner penelitian ini berisi beberapa pertanyaan yang bersifat subjektif untuk mengetahui opini responden terhadap fasilitas kursi penumpang yang sudah ada di bus ekonomi dan keinginan responden terhadap kursi penumpang bus ekonomi. Lembar kuesioner dibagikan kepada 70 responden yang dipilih secara acak tanpa membedakan jenis kelamin.

3.5.5. Pengukuran Data Antropometri

Pengukuran 34 responden orang Indonesia yang dipilih secara acak dengan rentan usia 17- 70 tahun. Kegiatan pengukuran dilakukan di beberapa tempat yaitu, di Terminal Tawang Alun Jember.

3.5.6. Pengolahan Data

Pengolahan data antropometri dilakukan dengan uji kenormalan data, keseragaman data dan perhitungan persentil menggunakan *software Ms. Excel* dan SPSS. Sedangkan untuk pengolahan data kuesioner ekspektasi konsumen dengan menghitung persentase skor, analisis grafik dan membuat respon teknik.

3.5.7. Analisa Data Dengan *House of Ergonomic EFD*

Matriks *House of Ergonomic* yang akan digunakan dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen yang sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi yang dijadikan atribut produk kursi penumpang bus ekonomi. Data yang akan dimasukkan ke dalam matriks diperoleh dari hasil data kuesioner dan pengukuran antropometri yang telah dilakukan sebelumnya.

3.5.8. Perancangan dan Pengembangan Produk

Untuk mengetahui perubahan produk yang akan dibuat, maka dilakukan pembuatan *morphological chart* yang berisi kombinasi dari beberapa kemungkinan solusi untuk membentuk produk yang berbeda dari sebelumnya. Setelah membuat *morphological chart*, selanjutnya melakukan *screening* dan *selection concept*.

Setelah melakukan *screening* dan *selection concept* selanjutnya dilakukan perancangan kursi penumpang bus ekonomi. Usulan rancangan kursi penumpang bus ekonomi berupa gambar dengan ukurannya yang dibuat menggunakan *software inventor*.

3.5.9. Analisa Hasil Desain Kursi Penumpang Bus

Standar ukuran yang diambil sebagai referensi berasal dari rata-rata 95% ukuran tubuh populasi manusia. Berikut ini beberapa petunjuk dalam merancang sebuah desain kursi :

- a. Pengguna harus bias dengan mudah duduk atau beranjak dari kursi tanpa masalah.
- b. Apa bila terdapat sandaran tangan (*armrest*), ketinggian *armrest* harus sedemikian rupa sehingga pengguna tidak perlu menaikkan bahunya pada saat meletakkan tangannya pada *armrest* tersebut.
- c. Semua kaki kursi harus menyentuh lantai untuk kestabilan.
- d. Jarak dudukan kursi dari belakang kedepan (kedalaman dudukan) sebaiknya tidak lebih panjang dari jarak bagian belakang lutut ke punggung pengguna. Jika terlalu dalam akan membuat punggung pengguna sakit karena tidak nyaman, namun jika terlalu pendek akan membuat kursi menjadi tidak stabil dan mudah jatuh.
- e. Lebar dudukan bagian depan harus lebih lebar sekitar untuk ruang kaki.
- f. Untuk kursi santai, dudukan kursi perlu dibuat miring dengan sudut sekitar 5° - 8° , kursi kerja biasanya memiliki sudut lebih lurus.
- g. Begitu pula dengan sandaran kursi, sudut kemiringan sekitar 10° hingga 15° . Ketinggian sandaran kursi yang normal dan ideal adalah 30-40 cm.

Untuk mencapai idealism desain, kursi makan biasanya melebihi standar tersebut namun masih tetap mempertahankan sudut kemiringan sandaran.

3.6. Pemilihan Parameter

3.6.1. Ukuran Antropometri Penumpang

Ukuran antropometri penumpang yang digunakan pada penelitian ini memiliki persentil 5%, 50% dan 95%. Pemilihan ukuran antropometri penumpang diambil karena peneliti berasumsi bahwa semakin meningkat ukuran antropometri penumpang akan mempengaruhi dimensi dari modifikasi kursi penumpang bus ekonomi.

3.6.2. Kursi Penumpang

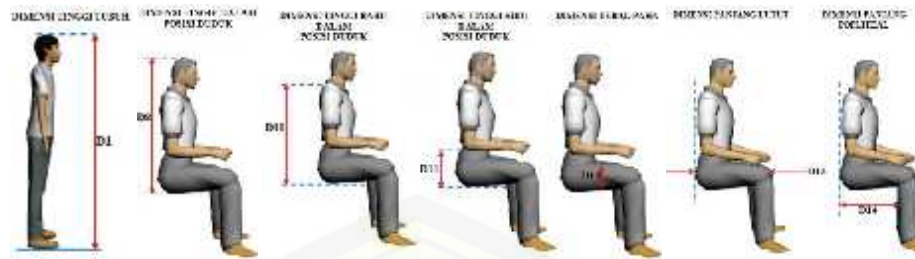
Kursi penumpang yang digunakan pada penelitian ini adalah kursi penumpang isi dua bus ekonomi akas.

3.7. Metode Pengujian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus kursi penumpang bus ekonomi dengan pendekatan kuantitatif serta menggunakan data primer. Rancangan ulang kursi penumpang bus dengan menggunakan uji kenormalan data, uji keseragaman data, uji persentil, perhitungan persentase skor, analisis grafik, dan hasil analisa dari matriks *House of Ergonomic EFD*.

3.7.1. Pengukuran Antropometri Penumpang

Pengukuran tubuh orang Indonesia dilakukan untuk mendapatkan sampel ukuran sebagai acuan untuk proses modifikasi. Data dicatat pada lembar table antropometri yang selanjutnya akan digunakan untuk menganalisa kesesuaian antara ukuran kursi penumpang dengan dimensi tubuh penumpang. Untuk pengukuran dimensi tubuh yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1 (a,b) dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 (a) Pengukuran antropometri (Sumber : Wignjosoebroto, 2008)



Gambar 3.1 (b) Pengukuran antropometri (Sumber : Wignjosoebroto, 2008)



Gambar 3.2 Pengukuran antropometri (Sumber : Wignjosoebroto, 2008)

3.7.2. Uji Kenormalan Data

Dalam penelitian ini, uji kenormalan data dilakukan menggunakan *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) untuk memperoleh hasil statistik dengan kemampuan analisa yang cukup tinggi.

3.7.3. Uji Keceragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data sudah seragam dan tidak ada data yang *outlier*. Uji keseragaman data dilakukan dengan menghitung batas atas, rata-rata, dan batas bawah data. Untuk kemudian diolah

menggunakan grafik dan dilakukan revisi apabila terdapat data yang keluar control.

3.7.4. Perhitungan Persentil Data Antropometri

Dari hasil pengukuran data antropometri penumpang bus, selanjutnya dilakukan tes data antropometri dengan daerah minimal (persentil ke-5) sampai dengan ukuran maksimal (persentil ke-95).

3.7.5. Kuesioner Ekspektasi

Kuesioner ekspektasi merupakan media analisis untuk mengetahui criteria kebutuhan konsumen dan tingkat harapan atau ekspektasi yang didapat dari hasil kuesioner yang disebar. Pada penelitian ini tingkat ketelitian 5% dan tingkat kepercayaan 95%. Responden dalam pengisian kuesioner ini adalah penumpang bus ekonomi. Selanjutnya disusun respon teknik, yaitu jawaban atas kebutuhan dan harapan responden dimana hasil dari respon teknik ini menjadi acuan dalam perancangan kursi penumpang.

3.8. Perancangan Dimensi Kursi Penumpang Bus

Hasil pengukuran antropometri penumpang dan kursi penumpang bus ekonomi digunakan sebagai data ukuran untuk merancang kursi penumpang bus ekonomi yang baru. Perancangan desain menggunakan *software* inventor.

3.9. Pengambilan Data

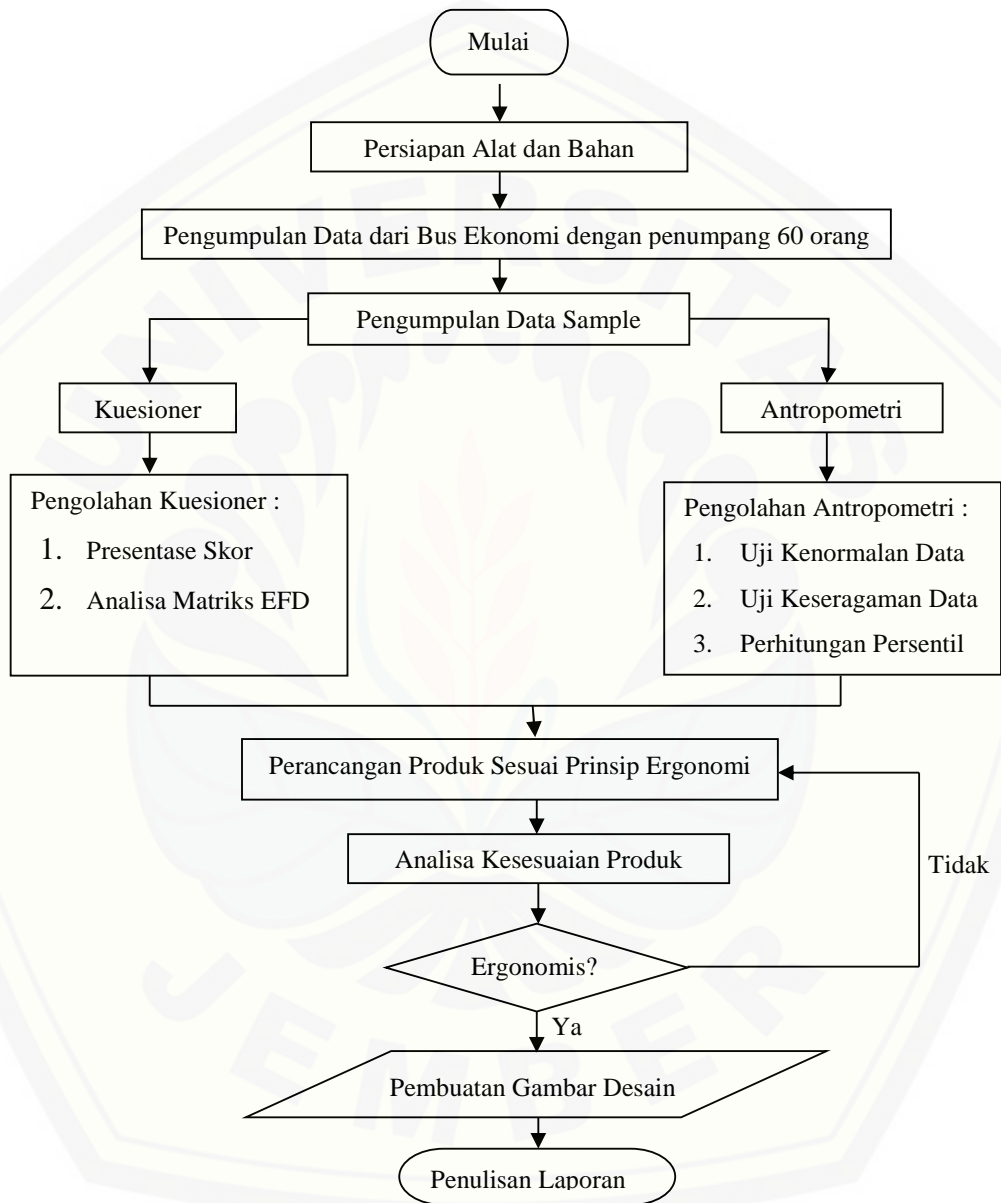
Pengambilan data meliputi pengukuran responden untuk data antropometri dan penyebaran kuesioner pada bulan Oktober, serta pembuatan desain kursi pada bulan November 2017. Proses pengambilan data dilakukan dengan pengambilan data secara primer dan sekunder. Pengambilan data primer melalui pengamatan langsung dalam proses pengukuran tubuh dan data ukuran kursi bus. Data sekunder berupa informasi-informasi yang diperoleh dengan mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan objek penelitian. Analisis berupa uji kecukupan data, uji reliabilitas, mengumpulkan data responden, mengetahui posisi

duduk yang biasa di lakukan penumpang, mengetahui hal-hal yang mempengaruhi kelelahan penumpang, brain storming untuk data kuesioner, dan hasil matriks *House of Quality EFD*.



3.10. Diagram Alir

Adapun proses dan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini:



Gambar 3.3 Diagram alir proses penelitian tugas akhir

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan, pengujian dan analisis data kuesioner dan proses Perancangan desain kursi yang dilakukan oleh penulis maka dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kursi yang ergonomis adalah dengan tinggi sandaran punggung 956 mm, panjang dudukan 370 mm, lebar dudukan 457 mm, panjang sandaran tangan 304 mm, tinggi sandaran tangan 89 mm, tinggi dudukan kursi 349 mm. Persentil yang digunakan adalah presentil ke 5, 50, dan 95.
2. Desain kursi penumpang yang ergonomis berdasarkan dengan *software* inventor yaitu dengan sandaran punggung yang nyaman, dudukan yang nyaman, tinggi dudukan yang pas, dan dengan adanya penambahan sandaran tangan.

5.2. Saran

Saran yang dapat peneliti sampaikan kepada peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut

1. Diharapkan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi dan referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Diharapkan pada peneliti selanjutnya agar dapat membuat model desain kursi untuk melanjutkan penelitian sebelumnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya agar mencoba beberapa metode baru seperti RULA, ReBA dan sejenisnya agar penelitian lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, Reza; Desrianty, Arie; Mustofa, Fifi Herni. 2014. Usulan Rancangan Tas Sepeda Trial Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*. Bandung. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional No. 02, Vol. 02.
- Aritonang, Hetty. 2014. Analisis Tarif Bus Kota Kelas Ekonomi Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan. Bandung. Perpustakaan.upi.edu.
- Chander, Divyaksh Subhash dan Cavatorta, Maria Pia. 2017. *An observational method for Postural Ergonomic Risk Assessment (PERA)*. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 57 (2017) 32e41
- Hardinata, Dwi (2012) Analisis dan Perancangan Kursi Penumpang Bis Pariwisata Ditinjau Dari Aspek Ergonomi Di PT XYZ Bandung. *Other thesis*, Universitas Kristen Maranatha.
- Khumaerah, Aulia. 2011. Hubungan Antara Lama Duduk dan Posisi Duduk dengan Derajat Nyeri pada Pekerja Jasa Pengetikan yang Menderita Nyeri Punggung Bawah di Makassar 2011. Skripsi. Program Studi Fisioterapi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Kim, Dae Young; Bang, Jun Ho; Lee, Chung An; Kim, Heon Young; Choi, Kwon Yong; Lim, Byung Guk. 2017. *Numerical evaluation of time-dependent sagging for low density polyurethane foams to apply the long-term driving comfort on the seat cushion design*. *International Journal of Industrial Ergonomics*.
- Kuswana, Wowo Sunaryo. 2014. Ergonomi dan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja). Bandung : PT. Remaja Rosdakarya
- Malhotra, M.K. (2012). *Operations Management, 10th Edition*. USA: Pearson.
- Miller, Herman. 2017. *The Kinematics of Sitting: Ergonomic Criteria for the Design of the Aeron Chair*. Diperoleh 22 November 2017, dari <https://www.hermanmiller.com>.
- Newell, Geraldine S. dan Mansfield, Neil J. 2008. *Evaluation of reaction time performance and subjective workload during whole-body vibration exposure while seated in upright and twisted postures with and without armrests*. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 38 (2008) 499–508.
- Nurmianto, Eko. 2004. Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya. Surabaya.
- Panero, Julius dan Zelnik, Martin. (2003). Dimensi Manusia dan Tata Ruang Interior. Jakarta: Erlangga.

- Puspitasari, Irma. 2016. Modifikasi Kursi Penumpang Kereta Api Ekonomi yang Ergonomis dengan Metode Ergonomic Functional Deployment (Studi Kasus pada KA Logawa yang diproduksi di PT.INKA. Skripsi. Jember. Program S1 Teknik Mesin Universitas Jember.
- Samara, Diana. 2007. Jurnal. Nyeri Muskuloskeletal pada Leher Pekerja dengan Posisi Pekerjaan yang Statis. Jakarta: Universa Medicina
- Suhardi, Bambang. 2008. Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri. Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departement Pendidikan Nasional.
- Sutalaksana, Iftikar Z. 1979. Teknik dan Tata Cara Kerja, Departemen Teknik Industri ITB:Bandung.
- Tarwaka, Solichul HA.Bakri; Sudiajeng, Lilik. 2004. Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. UNIBA Press:Surakarta.
- Vergara, Margarita dan Page, Alvaro. 2002. *Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture. Applied Ergonomics* 33 (2002) 1–8.
- Wantoro, S. (2013). Penggunaan Warna Biru Pada Desain Website. *Jurnal Ilmiah Unikom*, 11(2), 188-193.
- Wardhani, Ardhita Resiani Kusuma. 2009. HUBUNGAN ANTARA NYERI DAN FLEKSIBILITAS SENDI LUTUT, DENGAN KECEPATAN BERJALAN PASIEN PADA PENDERITA OSTEOARTRITIS LUTUT. Fakultas Kedokteran. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Wardaningsih, Ika. 2010. Pengaruh Sikap Kerja Duduk Pada Kursi Kerja Yang Tidak Ergonomis Terhadap Keluhan Otot-Otot Skeletal Bagi Pekerja Wanita Bagian Mesin Cucuk di PT Iskandar Indah printing Textile Surakarta. [Skripsi]. Surakarta : Fakultas Kedokteran UNS
- Wibowo, Deonalt Praharyo; Nasifah, Laila; Berlianty, Intan. 2011. Perancangan Ulang Desain Kursi Penumpang Mobil Land Rover yang Ergonomis dengan Metode EFD. Yogyakarta: Teknik Industri UPN Veteran.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Prima Printing.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Ergonomi - Studi Gerak dan Waktu. Edisi pertama. Jakarta : Guna Widya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. Ergonomi - Studi Gerak dan Waktu. Guna Widya:Surabaya.

Wiranata, Edy. 2011. Redesain Kursi Kuliah Ergonomis Dengan Pendekatan Antropometri. Surabaya : Teknik Industri Sebelas Maret.

Zikmund, G. W dan Babin. B. J. (2013), Menjelajahi Riset Pemasaran. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.



LAMPIRAN

Lampran A Hasil perhitungan data persentil dengan *software* SPSS

	D1	D8	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D19	D20	D21	D22	D23	D26	D27	D33	BB	
N	Valid	34	34	34	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
	Missing	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Mean	165.6971	87.3882	60.4324	20.6441	15.6667	53.7606	45.8576	52.3061	40.9424	44.6424	34.3485	21.9000	23.2606	40.5667	42.0212	18.8030	17.6939	84.6485	62.3939	
Std. Error of Mean	1.15658	.70204	.63859	.83985	.38281	1.43281	.77879	.74103	.56789	.98469	.81111	.89703	.90061	1.09777	.85811	.37169	.51233	.92882	1.61605	
Median	168.2500	87.3500	60.8500	20.8500	16.0000	55.8000	47.2000	52.5000	40.8000	45.0000	34.0000	20.9000	22.5000	40.6000	42.2000	18.7000	17.1000	85.6000	59.0000	
Mode	159.00 ^a	85.00 ^a	62.10	20.00 ^a	16.30	55.00 ^a	40.50	51.20 ^a	37.30 ^a	49.00	32.00 ^a	22.30	22.50	30.00 ^a	40.40 ^a	18.50	17.10	82.00 ^a	53.00	
Std. Deviation	6.74395	4.09358	3.72361	4.89714	2.19910	8.23088	4.47381	4.25690	3.26229	5.65663	4.65947	5.15303	5.17361	6.30618	4.92949	2.13519	2.94310	5.33568	9.28352	
Variance	45.481	16.757	13.865	23.982	4.836	67.747	20.015	18.121	10.643	31.998	21.711	26.554	26.766	39.768	24.300	4.559	8.662	28.469	86.184	
Range	29.10	19.20	14.20	26.20	10.00	45.70	21.30	22.50	16.40	26.40	26.40	21.70	25.50	20.20	27.90	14.20	15.80	19.90	29.00	
Minimum	148.90	77.20	52.80	2.00	10.40	18.20	34.50	40.30	33.60	32.00	23.00	16.20	15.20	30.00	20.30	14.10	14.00	72.90	51.00	
Maximum	178.00	96.40	67.00	28.20	20.40	63.90	55.80	62.80	50.00	58.40	49.40	37.90	40.70	50.20	48.20	28.30	29.80	92.80	80.00	
Sum	5633.70	2971.20	2054.70	701.90	517.00	1774.10	1513.30	1726.10	1351.10	1473.20	1133.50	722.70	767.60	1338.70	1386.70	620.50	583.90	2793.40	2059.00	
Percentiles	5	151.0000	79.6000	52.9500	8.9000	11.1700	31.7800	37.0200	44.5000	34.9300	34.1000	27.7600	16.4100	16.4600	30.0000	30.3800	15.7800	14.0000	74.0900	51.7000
	50	168.2500	87.3500	60.8500	20.8500	16.0000	55.8000	47.2000	52.5000	40.8000	45.0000	34.0000	20.9000	22.5000	40.6000	42.2000	18.7000	17.1000	85.6000	59.0000
	95	176.5000	95.5750	65.7250	28.2000	19.7000	62.7800	52.7200	61.5400	47.0600	54.2000	45.6900	36.5000	35.5900	49.3600	47.6400	23.1200	26.4400	92.3100	79.3000

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Lampiran B Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov Z*

	D1	D8	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D19	D20	D21	D22	D23	D26	D27	D33	BB	
N	34	34	34	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
Uniform Parameters ^{a,b}	Minimum		148.90	77.20	52.80	2.00	10.40	18.20	34.50	40.30	33.60	32.00	23.00	16.20	15.20	30.00	20.30	14.10	14.00	72.90
	Maximum	178.00	96.40	67.00	28.20	20.40	63.90	55.80	62.80	50.00	58.40	49.40	37.90	40.70	50.20	48.20	28.30	29.80	92.80	80.00
	Absolute	.200	.204	.165	.465	.169	.561	.221	.243	.245	.205	.322	.528	.390	.102	.585	.503	.569	.256	.296
Most Extreme Differences	Positive	.137	.177	.090	.029	.158	.030	.176	.243	.245	.205	.322	.528	.390	.062	.030	.503	.569	.060	.296
	Negative	-.200	-.204	-.165	-.465	-.169	-.561	-.221	-.243	-.135	-.144	-.227	-.030	-.049	-.102	-.585	-.139	-.030	-.256	-.083
Kolmogorov-Smirnov Z	1.168	1.188	.961	2.713	.971	3.222	1.270	1.397	1.405	1.175	1.850	3.032	2.240	.585	3.358	2.888	3.267	1.468	1.699	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.131	.119	.314	.000	.302	.000	.079	.040	.039	.126	.002	.000	.000	.883	.000	.000	.000	.027	.006	

a. Test distribution is Uniform.

b. Calculated from data.

Lampiran C Pengukuran dimensi kursi penumpang bus ekonomi







Lampiran D Pengukuran antropometri











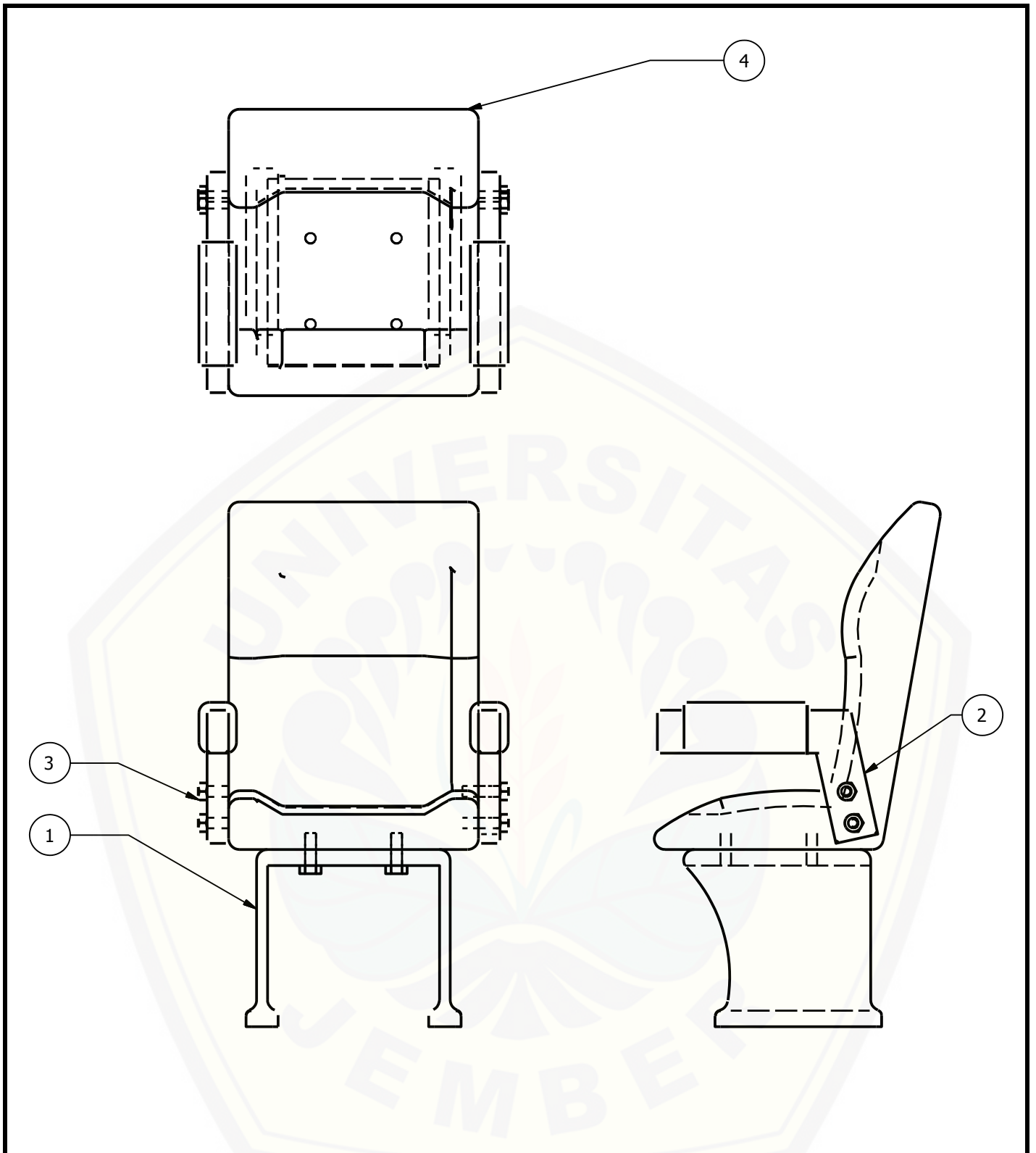




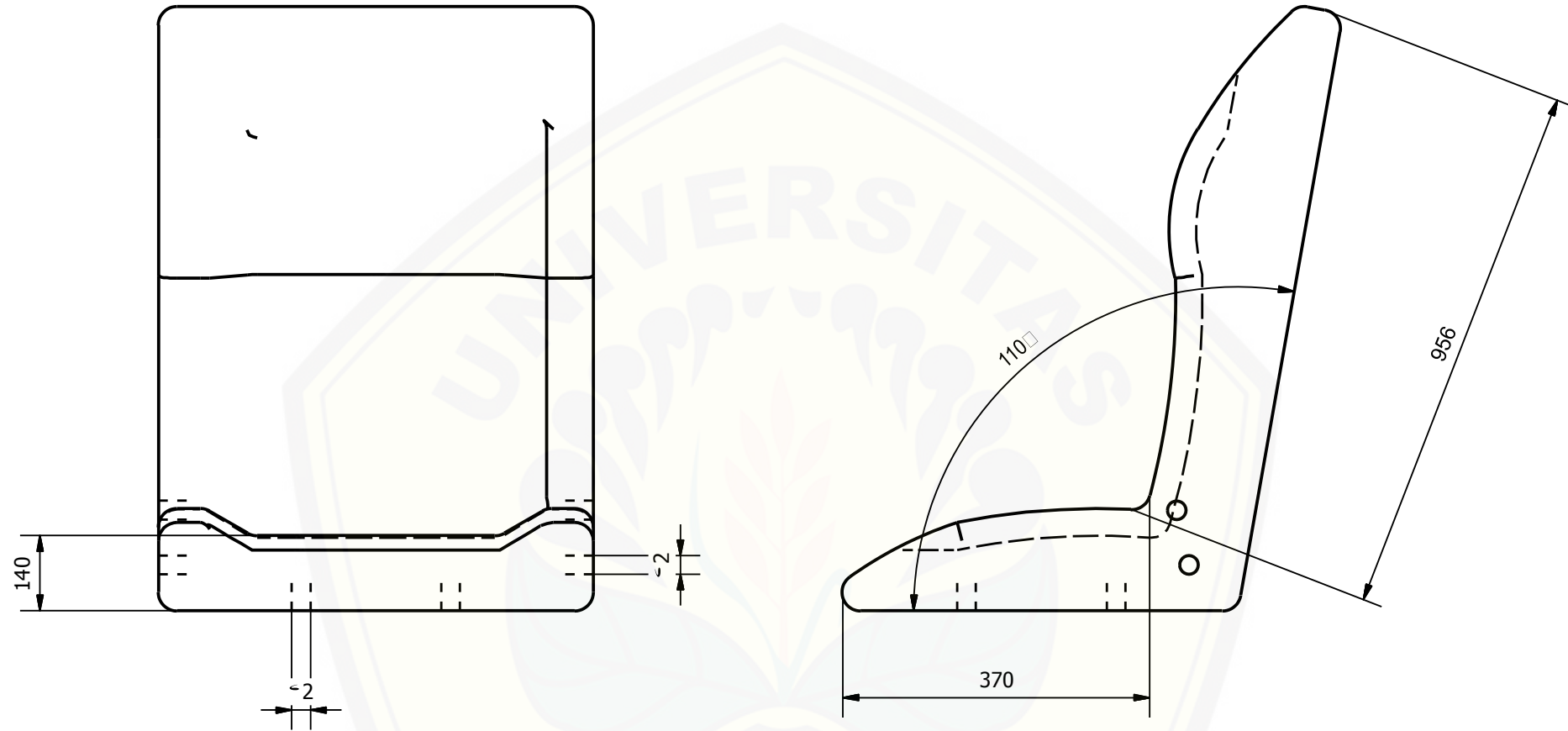




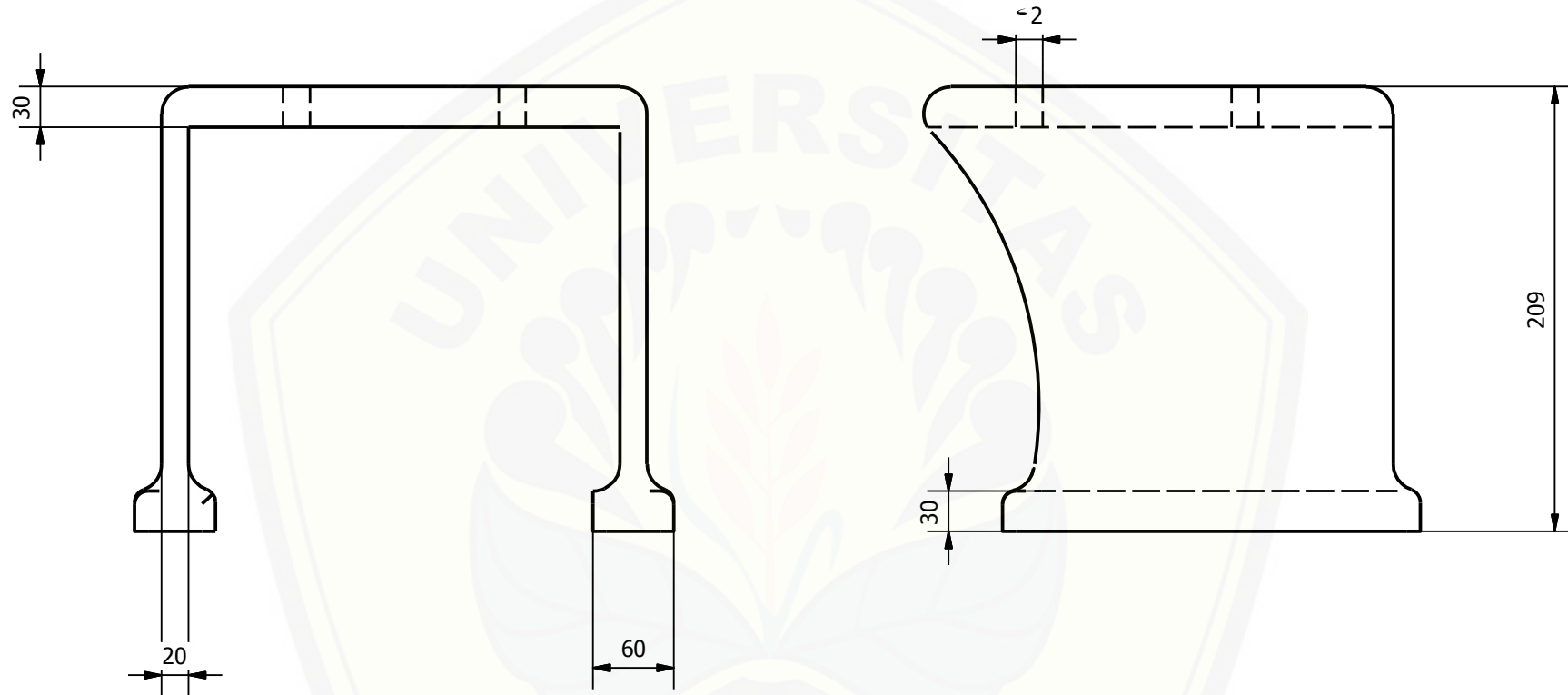




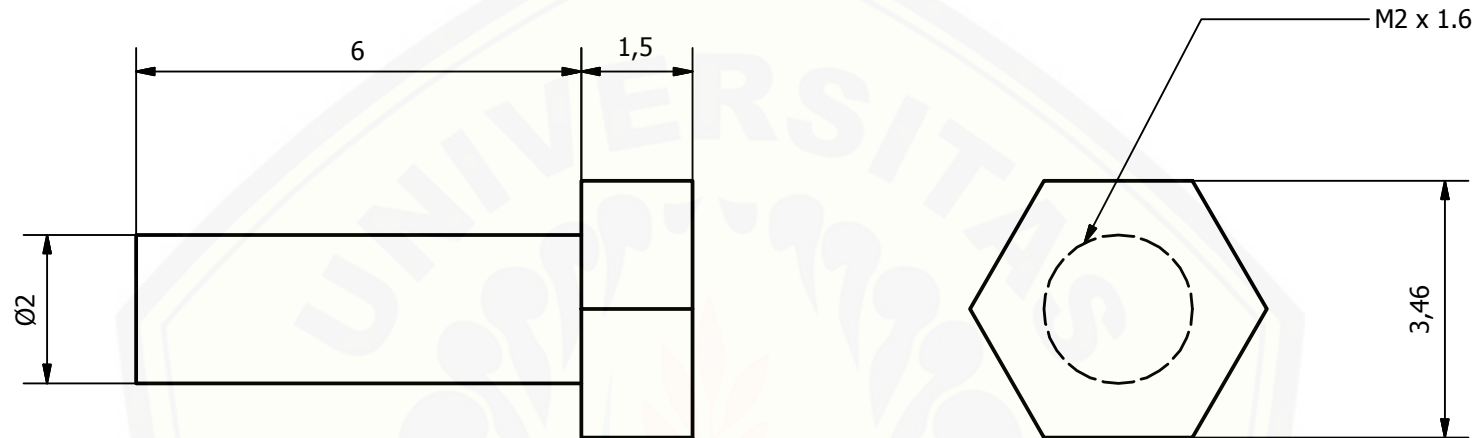
4	1	SANDARAN PUNGGUNG	SPOON			
3	8	BAUT	BESI	M2 x 1,6		
2	2	SANDARAN LENGAN	SPOON			
1	1	PENYANGGA KURSI	BESI			
NO BAG.	JUM LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	
KEKASARAN DALAM h_m		TOLERANSI				
	SKALA	: 1:1	DIGAMBAR : Dwi Devi Vayendra		PERINGATAN :	
	SATUAN	: mm	NIM : 131910101005			
	TANGGAL	:	DIPERIKSA: Dr. Robertoes, S.T., M.Eng			
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER		KURSI PENUMPANG BUS EKONOMI			01	A4



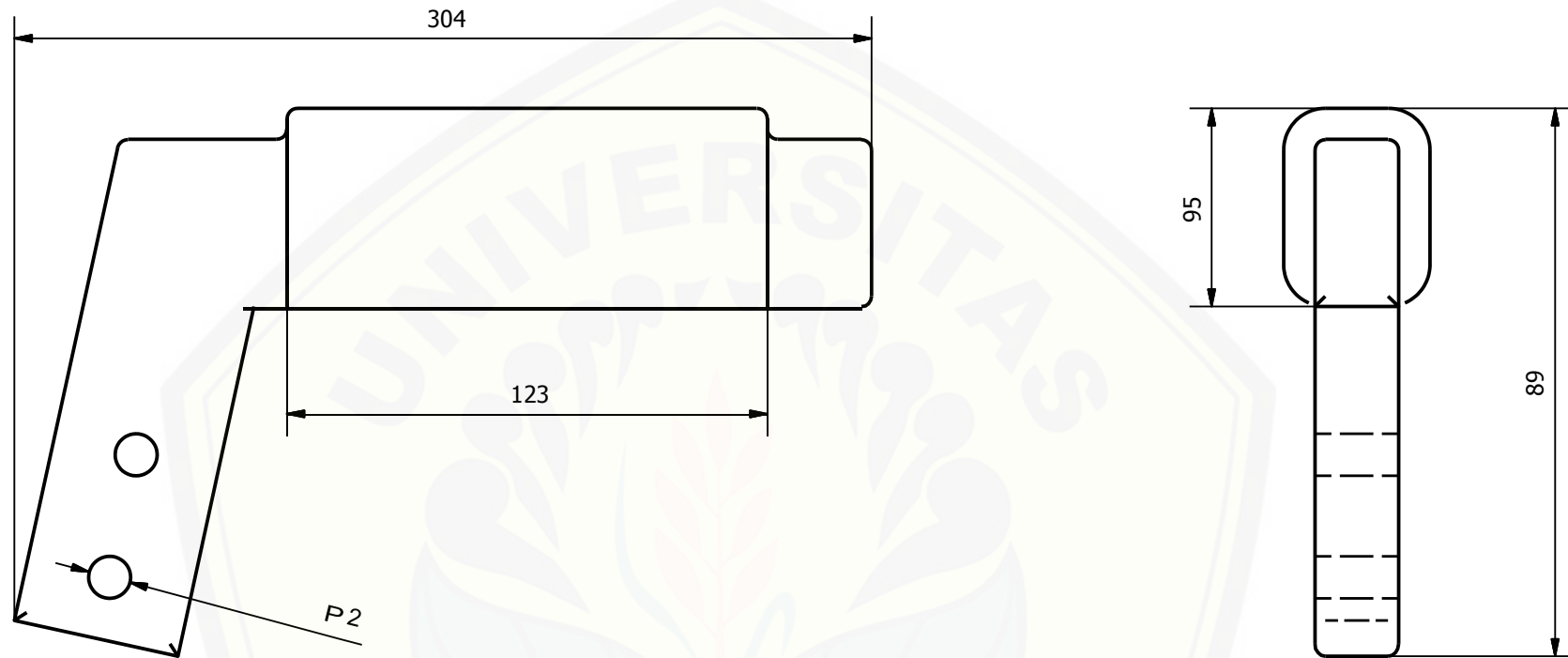
4	1	SANDARAN PUNGGUNG	SPOON		
NO BAG.	JUM LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
KEKASARAN DALAM $\frac{h}{m}$		TOLERANSI			
	SKALA : 1.5:1	DIGAMBAR : Dwi Devi Vayendra		PERINGATAN :	
	SATUAN : mm	NIM : 131910101005			
	TANGGAL :	DIPERIKSA: Dr. Robertoes S.T.,M.Eng			
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER			SANDARAN PUNGGUNG		04 A4



1	1	PENYANGGA KURSI			
NO BAG.	JUM LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
KEKASARAN DALAM $\frac{h}{m}$		TOLERANSI			
	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : Dwi Devi Vayendra		PERINGATAN :	
	SATUAN : mm	NIM : 131910101005			
	TANGGAL :	DIPERIKSA: Dr. Robertoes, S.T., M.Eng			
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER		PENYANGGA KURSI			01 A4



3	8	BAUT		M2 x 1,6	
NO BAG.	JUM LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
KEKASARAN DALAM μm		TOLERANSI			
	SKALA	:10:1	DIGAMBAR: Dwi Devi Vayendra		PERINGATAN :
	SATUAN	: mm	NIM : 131910101005		
	TANGGAL	:	DIPERIKSA: Dr. Robertoes S.T.,M. Eng		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER			BAUT		03 A4

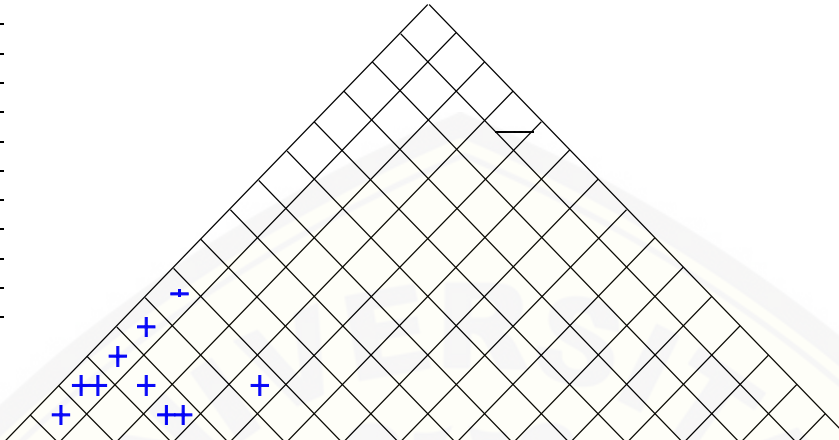


2	2	SANDARAN LENGAN			
NO BAG.	JUM LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
KEKASARAN DALAM $\frac{h}{m}$		TOLERANSI			
		SKALA : 3:1	DIGAMBAR : Dwi Devi Vayendra		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NIM : 131910101005		
		TANGGAL :	DIPERIKSA: Dr. Robertoes, S.T.,M.Eng		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER			SANDARAN LENGAN		02 A4

Digital Repository Universitas Jember

Title: KURSI PENUMPANG BUS EKONOMI
 Author: DWI DEVI VAYENDRA
 Date:
 Notes:

Legend		
⊖	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
△	Weak Relationship	1
++	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
-	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▽	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	



Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	Column #															Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best)			
					Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)															Importance to Customer	Goal	Sales Point	
				Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1	9	13.3	2.0	Kursi yang nyaman	⊖	○	⊖	⊖	⊖	⊖										5	5	2	
2	3	33.3	5.0	Warna bungkus kursi	○	○														3	5	5	
3	9	20.0	3.0	Sandaran punggung	⊖				○											4	5	3	
4	9	6.7	1.0	Sandaran tangan	⊖				○											5	5	1	
5	9	26.7	4.0	Bantalan kursi	⊖		▲	○	○	○										5	5	4	
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
Target or Limit Value					1	2	3	4	5	6													
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)					10	8	8	8	9	8													
Max Relationship Value in Column					9	3	9	9	9	9													
Weight / Importance					700.0	140.0	146.7	560.0	200.0	200.0													
Relative Weight					36.0	7.2	7.5	28.8	10.3	10.3													

Digital Repository Universitas Jember

Title: _____
 Author: _____
 Date: _____
 Notes: _____

Legend		
⊕	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
▲	Weak Relationship	1
⊕+	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
−	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	

				Column #																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)																							
Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Quality Characteristics (a.k.a. "Hows")																			
				Demanded Quality (a.k.a. "Whats")																			
				1	36.0	700.0	Kursi sesuai dengan antropometri																
				2	7.2	140.0	Biru dongker																
				3	7.5	146.7	Kursi dengan dudukan yang sesuai																
				4	28.8	560.0	Bantalan kursi yang empuk																
				5	10.3	200.0	Penambahan sandaran tangan																
				6	10.3	200.0	Sandaran punggung yang sesuai																
				7																			
				8																			
				9																			
				10																			
				11																			
				12																			
				13																			
14																							
15																							
Target or Limit Value																							
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)																							
Max Relationship Value in Column																							
Weight / Importance																							
Relative Weight																							

Digital Repository Universitas Jember

Title: _____
 Author: _____
 Date: _____
 Notes: _____

Legend		
⊕	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
▲	Weak Relationship	1
⊕+	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
−	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	

				Column #																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)																						
Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Quality Characteristics (a.k.a. "Hows")																		
				Demanded Quality (a.k.a. "Whats")																		
				1																		
				2																		
				3																		
				4																		
				5																		
				6																		
				7																		
				8																		
				9																		
				10																		
				11																		
				12																		
				13																		
14																						
15																						
Target or Limit Value																						
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)																						
Max Relationship Value in Column																						
Weight / Importance																						
Relative Weight																						

Digital Repository Universitas Jember

Title: _____
 Author: _____
 Date: _____
 Notes: _____

Legend		
⊕	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
▲	Weak Relationship	1
⊕+	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
−	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	

				Column #																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)																							
Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Quality Characteristics (a.k.a. "Hows")																			
				Demanded Quality (a.k.a. "Whats")																			
				1																			
				2																			
				3																			
				4																			
				5																			
				6																			
				7																			
				8																			
				9																			
				10																			
				11																			
				12																			
				13																			
14																							
15																							
Target or Limit Value																							
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)																							
Max Relationship Value in Column																							
Weight / Importance																							
Relative Weight																							



...moving into the House of Quality

Template Name:	Traditional House of Quality
Version:	2.0.346.0
Release Date:	December 11, 2007

Updated versions of this template (along with other valuable comments and instruction regarding its use) can be obtained at the following location:

<http://www.qfdonline.com/templates/>

If you have any questions, comments, requests, or suggestions regarding this template, please submit them via the following discussion forum for this template:

<http://www.qfdonline.com/templates/comments/>

This template was distributed by QFD Online or one of its Template Sponsors.

Resale or redistribution of this template by entities other than QFD Online or its Template Sponsors is strictly prohibited. Inquiries about obtaining redistribution rights to QFD Online's templates can be submitted through the following URL:

<http://www.qfdonline.com/templates/template-sponsorship/>

Use of this template constitutes acceptance of the terms associated with its use, including an understanding that this template is provided "as is" with no warranties expressed or implied by QFD Online. For a complete list of the terms associated with the use of this template, please visit:

<http://www.qfdonline.com/about/terms-of-use/>