



TUGAS AKHIR – TI 141501

**EVALUASI KEANDALAN MANUSIA PADA RUANG
KEMUDI MOBIL LISTRIK EZZY DENGAN METODE
*HEART (Human Error Assessment and Reduction
Technique)***

REZA AKBAR MUHAMMAD

NRP. 02411340000128

Dosen Pembimbing

Arief Rahman S.T., M.Sc.

NIP. 19770621 200212 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



FINAL PROJECT – TI 141501

**EVALUATION OF HUMAN RELIABILITY IN EZZY
ELECTRIC VEHICLE COCKPIT USING *HEART*
METHOD (*Human Error Assessment and Reduction
Technique*)**

REZA AKBAR MUHAMMAD

NRP. 02411340000128

Supervisor

Arief Rahman S.T., M.Sc.

NIP. 19770621 200212 1 002

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI KEANDALAN MANUSIA PADA RUANG KEMUDI
MOBIL LISTRIK EZZY
DENGAN METODE *HEART***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Penulis:

REZA AKBAR MUHAMMAD
NRP. 0241134000128

Disetujui oleh
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Arief Rahman S.T., M.Sc.
NIP. 197706212002121002

Surabaya, Juli 2018



EVALUASI KEANDALAN PADA RUANG KEMUDI MOBIL LISTRIK EZZY DENGAN METODE *HEART*

Nama : Reza Akbar Muhammad
NRP : 02411340000128
Pembimbing : Arief Rahman ST., M.Sc

ABSTRAK

Mobil Listrik Nasional atau MOLINA merupakan riset teknologi Nasional di bidang otomotif. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya adalah salah satu dari perguruan tinggi negeri di Indonesia yang mengembangkan proyek Molina. Salah satu proyek Molina ITS adalah mobil listrik Ezzy yang saat ini dalam tahap pengembangan. Ruang kemudi merupakan salah satu bagian mobil yang belum pernah dievaluasi sehingga perlu dilakukan evaluasi. Faktor manusia memegang peranan penting pada interaksi antara pengemudi dengan mobil. Sedangkan manusia memiliki peluang untuk menyebabkan kesalahan atau *error*. Evaluasi keandalan pada desain mobil perlu dilakukan untuk memitigasi terjadinya *human error*. Untuk mengurangi *human error*, ruang kemudi harus dirancang agar pengendara dapat mengatur *eye-off road timing*, pola dan frekuensi mengemudi. Penelitian ini melakukan evaluasi keandalan manusia pada proses mengemudi di ruang kemudi mobil listrik Ezzy. Analisa keandalan manusia dilakukan dengan menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Setelah dilakukan perhitungan nilai *human error probability* kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai keandalan manusia pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy. Terdapat 6 *subtask* yang memiliki nilai keandalan manusia di bawah 80%, seperti menekan tombol maju dan mundur dengan nilai keandalan 75%, memegang stir kemudi dengan nilai keandalan 76%, menginjak pedal rem dan gas dengan nilai masing-masing 74% dan 75%, serta melihat *speedometer* dan indikator baterai dengan nilai masing-masing 53% dan 41%. Pada aspek kritis tersebut dilakukan rancangan perbaikan untuk meningkatkan keandalan manusia pada saat mengemudi di ruang kemudi mobil listrik Ezzy.

Kata kunci: Molina, Ruang Kemudi, Keandalan Manusia, *Human Error*, *HEART*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

EVALUATION OF EZZY ELECTRIC VEHICLE COCKPIT TO INCREASE DRIVER'S RELIABILITY USING *HEART* METHOD

Name : Reza Akbar Muhammad
NRP : 02411340000128
Supervisor : Arief Rahman ST., M.Sc

ABSTRACT

National Electric Car or MOLINA is a national technology research in the automotive field. Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) Surabaya is one of the state universities in Indonesia that developed the Molina project. One of Molina ITS project is Ezzy electric car which is currently in development stage. The steering room is one part of the car that has never been evaluated so it needs to be evaluated. Human factors play an important role in the interaction between the driver and the car. While humans have a chance to cause mistakes or errors. Evaluation of reliability in car design needs to be done to mitigate the occurrence of human error. To reduce human error, the steering wheel should be designed so that the rider can adjust the eye-off road timing, driving pattern and frequency. This study evaluates human reliability in the driving process in the electric car space of Ezzy. Analysis of human reliability is done by using Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) method. After the calculation of human error probability value then continued with the calculation of the value of human reliability in the driving process of electric cars Ezzy. There are 6 subtasks that have human reliability values below 80%, such as pushing forward and backward buttons with 75% reliability value, holding steering wheel with reliability value of 76%, stepping on brake and gas pedals with grades respectively 74% and 75% and see the speedometer and battery indicator with the value of 53% and 41% respectively. In this critical aspect, there is an improved design to improve human reliability while driving in the electric car space of Ezzy.

Keywords: Molina, Cockpit, Human Reliability, Human Error, HEART.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan taufik-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Keandalan Manusia pada Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy dengan Metode HEART” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis menerima banyak sekali bantuan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis atas segala kasih sayang dan ilmu yang diberikan, serta doa tulus yang selalu beliau panjatkan, dan juga kesabaran yang selalu ada pada diri beliau selama mendidik penulis.
2. Bapak Arief Rahman S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis.
3. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen beserta seluruh jajaran Dosen dan Karyawan Departemen Teknik Industri ITS yang telah mendukung kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Muhammad Nur Yuniarto S.T. selaku Kepala Pusat Unggulan Iptek Sistem dan Kontrol Otomotif ITS.
5. Tim Mobil Listrik Nasional ITS dan partisipan yang telah membantu pengujian Tugas Akhir saya.
6. Keluarga Besar Teknik Industri Angkatan 2013, TI-29.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada. Pada akhirnya, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2018

Reza Akbar Muhammad

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Keandalan Manusia	7
2.2 <i>Human Error</i>	8
2.3 Taksonomi <i>Human Error</i>	10
2.4 Teknik Mengukur Keandalan Manusia	11
2.5 <i>Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)</i>	12
2.6 <i>Hierarchical Task Analysis (HTA)</i>	15
2.7 Konsep Reliabilitas	16
2.8 Antropometri	17
2.9 Penelitian Terdahulu	20

2.9.1	Designing Dynamic Visualization of Battery Management System for an Electric Vehicle	20
2.9.2	Analisis Tingkat Keandalan pada Sopir dengan Metode HEART	21
2.9.3	Designing Human-Machine Interface for Autonomus Vehicle	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Tahap Studi Literatur	24
3.2	Tahap Pengumpulan Data	24
3.2.1	Pengamatan Terhadap Mobil Listrik Ezzy	24
3.2.2	Penyusunan Hierarchical Task Analysis	25
3.2.3	Penyusunan Kuesioner	25
3.2.4	User Experience Survey	25
3.3	Tahap Pengolahan Data	28
3.3.1	Menentukan Generic Task	28
3.3.2	Menentukan Error Producing Condition (EPC)	28
3.3.3	Menentukan Assessed Proportion berdasarkan Kuesioner	28
3.3.4	Menghitung Nilai Human Error Probability (HEP)	29
3.4	Tahap Analisis dan Rekomendasi Perbaikan	29
3.5	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran	29
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		31
4.1	Pengumpulan Data	31
4.1.1.	Hierarchical Task Analysis Proses Mengemudi Mobil Listrik Ezzy	31
4.1.2.	User Experience Survey	32
4.1.3.	Hasil Pengambilan Data	34
4.2	Pengolahan Data	38
4.2.1.	Penentuan Generic Task	38
4.2.2.	Penentuan Error Producing Condition	38
4.2.3.	Penentuan Assessed Proportion	39

4.2.4. Menghitung Nilai Human Error Probability.....	41
4.2.5. Menghitung Nilai Keandalan	42
4.2.6. Evaluasi Kondisi Saat ini Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy	43
BAB 5 ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN	45
5.1 Analisis Pengolahan Data.....	45
5.1.1. Analisis Nilai Human Error Probability dan Nilai Keandalan Manusia	45
5.1.2. Analisis Kondisi Saat ini Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy	47
5.2 Rekomendasi Perbaikan Kondisi Saat ini Pada Mobil Listrik Ezzy ..	49
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	55
6.1 Kesimpulan.....	55
6.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	59
BIODATA PENULIS.....	63

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Generic Task Type (GTT)</i>	13
Tabel 2.2 <i>Error Producing Conditions (EPC)</i>	13
Tabel 3.1 Skenario 1 <i>User Experience Survey</i>	26
Tabel 3.2 Skenario 2 <i>User Experience Survey</i>	27
Tabel 3.3 Skenario 3 <i>User Experience Survey</i>	27
Tabel 3.4 Skenario 4 <i>User Experience Survey</i>	28
Tabel 4.1 <i>Data User</i>	32
Tabel 4.2 Skenario 1 <i>User Experience Survey</i>	33
Tabel 4.3 Skenario 2 <i>User Experience Survey</i>	33
Tabel 4.4 Skenario 3 <i>User Experience Survey</i>	34
Tabel 4.5 Skenario 4 <i>User Experience Survey</i>	34
Tabel 4.6 <i>Task 1 Menyalakan Mobil</i>	37
Tabel 4.7 <i>Task 2 Menjalankan Mobil</i>	37
Tabel 4.8 <i>Task 3 Memarkirkan Mobil</i>	37
Tabel 4.9 Nilai <i>Generic Task</i>	38
Tabel 4.10 Nilai <i>Error Producing Condition</i>	39
Tabel 4.11 Rata-Rata Hasil Rekapitulasi <i>User Experience Survey</i>	40
Tabel 4.12 Nilai <i>Assessed Proportion</i>	40
Tabel 4.13 Nilai <i>Assessed Proportion (Lanjutan)</i>	41
Tabel 4.14 Perhitungan Nilai <i>Human Error Probability</i>	41
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai <i>Human Error Probability (Lanjutan)</i>	42
Tabel 4.16 Nilai Keandalan.....	42
Tabel 4.17 Perbandingan Data Antropometri Internasional dan Indonesia.....	44

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Mobil Listrik Ezzy ITS	1
Gambar 1.2 Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy dan Indikator Baterai Mobil	3
Gambar 1.3 Ruang kemudi Mobil Listrik TESLA	3
Gambar 2.1 Taksonomi <i>Human Error</i>	10
Gambar 2.2 HRA Models	11
Gambar 2.3 Metode HEART	12
Gambar 2.4 Contoh <i>Hierarchical Task Analysis</i>	16
Gambar 2.5 Dimensi Referensi Pedal	18
Gambar 2.6 Dimensi Telapak Kaki.....	19
Gambar 2.7 Sudut Horizontal Binokular Mata	19
Gambar 2.8 Sudut Vertikal Binokular Mata	20
Gambar 2.9 Tampilan Status Baterai	21
Gambar 2.10 Tampilan Tegangan Baterai	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	23
Gambar 3.2 <i>Hierarchical Task Analysis</i> pada Proses Mengemudi Mobil Listrik Ezzy.....	25
Gambar 4.1 <i>Hierarchical Task Analysis</i> pada Proses Mengemudi Mobil Listrik Ezzy.....	31
Gambar 4.2 Desain Kondisi Saat Ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Pengemudi	35
Gambar 4.3 Desain Kondisi Saat Ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Atas	35
Gambar 4.4 Desain Kondisi Saat ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Samping	36
Gambar 4.5 Desain Kondisi Saat ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Sudut	36
Gambar 4.6 Tombol Maju dan Mundur	43
Gambar 4.7 Jarak Ketinggian Pedal Gas dan Rem	43
Gambar 4.8 Sudut Mata terhadap <i>Speedometer</i> dan Indikator Baterai	44
Gambar 5.1 Grafik <i>Human Error Probability</i>	45
Gambar 5.2 Grafik <i>Human Reliabilty</i>	46
Gambar 5.3 Label Penamaan Tombol Maju dan Mundur.....	49

Gambar 5.4 Perbaikan Posisi Pedal Rem dan Gas	50
Gambar 5.5 Perbaikan Posisi Speedometer dan Indikator Baterai	51
Gambar 5.6 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Atas	51
Gambar 5.7 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Samping Atas	52
Gambar 5.8 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Samping Bawah	52
Gambar 5.9 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Sudut	52
Gambar 5.10 Tampilan Status Baterai.....	53
Gambar 5.11 Tampilan Tegangan Baterai.....	53

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini menyajikan latar belakang penelitian dan rumusan permasalahan yang akan diselesaikan, meliputi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta ruang lingkup penelitian.

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi dan inovasi pada bidang otomotif ditunjukkan oleh tingginya perhatian pada desain sebuah mobil agar lebih aman dan nyaman ketika mengemudi mobil tersebut. *Safety* atau keselamatan merupakan aspek yang sangat penting pada proses desain karena kesalahan desain yang tidak memperhatikan *safety* akan berakibat fatal (Peters, 2002). Dalam proses desain sebuah mobil harus memperhatikan *safety* agar pengemudi tersebut merasa aman dan nyaman ketika berkendara.

Mobil Listrik Nasional (Molina) merupakan proyek nasional di bidang otomotif. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya adalah salah satu dari perguruan tinggi negeri di Indonesia yang mengembangkan Proyek Molina untuk mendukung *green environment*. Proyek Molina ITS dikerjakan oleh Tim Riset Molina ITS yang terdiri dari dosen dan mahasiswa. Terdapat beberapa proyek di dalam Proyek Molina ITS, seperti Lowo Ireng, *Electric Solar Bus*, Gesits, Mobil Listrik Ezzy, kontroler dan motor listrik (Yuniarto, 2017).



Gambar 1.1 Mobil Listrik Ezzy ITS (Yuniarto, 2017)

Mobil Listrik Ezzy merupakan mobil listrik pertama yang dikembangkan oleh Tim Mobil Listrik Nasional (Molina) ITS. Gambar 1.1 merupakan ilustrasi dari mobil listrik Ezzy. Mobil listrik Ezzy memiliki kecepatan maksimum 180 km/jam. Daya jelajah mobil listrik Ezzy adalah sejauh 130 km dengan baterai sebesar 20 KWh pada sekali pengisian. Tim Molina ITS telah melakukan pengujian terhadap mobil listrik Ezzy sejauh hampir 1000 km, yaitu dari Jakarta menuju Surabaya. Konsumsi energi mobil listrik Ezzy adalah sebesar 5km/kwh (Yuniarto, 2017). Berdasarkan hasil wawancara dengan Agus Mukhlisin, evaluasi terhadap mobil listrik Ezzy hanya pada bagian mekanikal dan elektrik, seperti motor listrik, *chassis*, suspensi, aerodinamis dan sistem pengereman. Hingga saat ini, belum dilakukan evaluasi mengenai keandalan pengemudi mobil listrik Ezzy. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi mengenai keandalan pengemudi dengan memperhatikan *safety* pada perancangan desain mobil listrik Ezzy.

Dalam perancangan sebuah mobil, keandalan manusia juga memiliki peran penting pada interaksinya dengan mesin. Perhatian pengemudi dapat terganggu akibat *task* selain memegang kemudi, seperti melihat *speedometer*, menggunakan *in-vehicle devices*, dan lain-lain (Forlizzi & Kim, 2011). *National Center for Statistic and Analysis* melaporkan bahwa sekitar 3.263 pengendara di Amerika terlibat dalam kecelakaan mobil yang diakibatkan oleh gangguan atau distraksi akibat melihat *speedometer*, menggunakan *in-vehicle devices*, dan lain-lain. Terdapat 3.196 korban jiwa (10% dari keseluruhan korban jiwa) akibat gangguan saat me-nyetir mobil (National Center for Statistics and Analysis, 2015). Untuk mengurangi *human error*, ruang kemudi harus dirancang agar pengendara dapat mengatur *eye-off road timing*, pola dan frekuensi mengemudi (Forlizzi & Kim, 2011).

Ruang kemudi merupakan stasiun kerja tempat manusia berinteraksi langsung dengan mesin atau pada kasus ini yaitu mobil. Ruang kemudi adalah tempat pengemudi menjalankan seluruh aktivitas mengemudi mobil seperti menyalakan mobil, memegang kemudi atau stir, *gear shifting* atau mengganti gigi, melihat kecepatan pada *speedometer* dan lain-lain (Ulrich & Wech, 2007). Mobil listrik Ezzy memiliki ruang kemudi yang berbeda dengan mobil komersial lainnya. Perbedaan tersebut diantaranya posisi *speedometer* dan informasi mobil, seperti

indikator baterai, yang berada di tengah *dashboard*, posisi *handbrake* pada mobil listrik Ezzy sedikit ke belakang sehingga tangan pengemudi mengenai *driving seat*, serta posisi rem kaki yang berada sedikit ke kiri sehingga kaki pengemudi mengenai stir kemudi. Gambar 1.2 merupakan ruang kemudi mobil listrik Ezzy dan indikator baterai mobil. Sedangkan Gambar 1.3 menunjukkan ruang kemudi dari mobil listrik TESLA. Mobil listrik TESLA merupakan mobil listrik yang dirancang dan diperjualbelikan oleh TESLA Motors, Inc. TESLA Motors, Inc. merupakan perusahaan otomotif yang khusus mengembangkan mobil-mobil elektrik yang berkecepatan dan bertorsi tinggi (TESLA Motors, 2018). Berdasarkan gambar 1.2 dan 1.3 dapat terlihat jelas perbedaan mobil listrik Ezzy yang masih dalam tahap pengembangan dengan mobil listrik Tesla yang telah dikomersialkan. Salah satu contoh yaitu posisi *dashboard* dan indikator baterai yang tidak terlihat akibat tertutupi oleh stir kemudi yang diduga dapat menyebabkan *human error*.



Gambar 1.2 Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy dan Indikator Baterai Mobil



Gambar 1.3 Ruang kemudi Mobil Listrik TESLA (TESLA Motors, 2018)

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan diatas terdapat peluang untuk melakukan evaluasi interaksi manusia terhadap ruang kemudi dari mobil listrik Ezzy agar rancangannya lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mampu meningkatkan keandalan pengemudi. Aspek yang akan dilakukan evaluasi adalah ruang kemudi mobil listrik Ezzy seperti *dashboard*, posisi *speedometer*, posisi stir kemudi, pedal, *handrem*, *driving seat* dan lain lain. Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan data respon dari pengendara mobil listrik Ezzy secara langsung.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi keandalan manusia terhadap ruang kemudi mobil listrik Ezzy dengan menggunakan metode HEART (*Human Error Assessment & Reduction Technique*) untuk mengetahui *human error rate*. Evaluasi dilakukan agar dapat meningkatkan keandalan pengemudi mobil listrik Ezzy.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Menyusun *task analysis* pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy.
2. Mengukur *human reliability* pada pengemudi mobil listrik Ezzy.
3. Mengidentifikasi aspek kritis ruang kemudi mobil listrik Ezzy yang berisiko tinggi pada *human error*.
4. Mengusulkan perbaikan pada ruang kemudi atau kokpit mobil listrik Ezzy.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dengan adanya penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengurangi *human error rate* pada ruang kemudi atau kokpit mobil listrik Ezzy.
2. Memberikan perbaikan untuk pengembangan riset Mobil Listrik Nasional.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian terdiri atas batasan dan asumsi yang digunakan untuk membatasi hal yang dibahas pada penelitian serta membuat asumsi untuk mengurangi kompleksitas permasalahan. Berikut adalah batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada kendaraan mobil listrik Ezzy II milik Tim Molina ITS.
2. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan 4 skenario yaitu berjalan normal, berjalan di perempatan, tanjakan dan memarkirkan mobil.
3. Pengujian dilakukan oleh 7 orang *user* yang terdiri atas 2 orang *experienced user* dan 5 orang *unexperienced user*.
4. Perbaikan dilakukan pada *task* yang memiliki nilai keandalan di bawah 80%.

1.5.2 Asumsi

Tidak ada asumsi yang digunakan dalam penelitian ini

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir merupakan rincian laporan yang berisi tentang penjelasan mengenai tahapan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir. Berikut merupakan susunan penulisan tersebut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori penelitian yang berasal dari berbagai studi literatur yang membantu peneliti dalam penentuan metode sesuai dengan permasalahan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan yang dilakukan sebagai upaya penyelesaian masalah dalam melakukan penelitian tugas akhir agar penelitian dapat berjalan secara sistematis dan terarah.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang sebelumnya telah dirumuskan agar tujuan penelitian tercapai.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab ini berisi hasil analisis dan interpretasi dari hasil yang telah didapat dari pengolahan data pada bab sebelumnya. Kemudian, diberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan hasil penelitian.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran untuk pelaksanaan penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dipaparkan mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian Tugas Akhir. Teori tersebut dapat berasal dari buku, artikel, jurnal maupun penelitian sebelumnya.

2.1 Keandalan Manusia

Analisa keandalan pertama digunakan pada penelitian di bidang penerbangan dan kemudian dikembangkan pada obyek lain meliputi bidang perkapalan, militer, maupun industri (Nowlan & Heap, 1960). Keandalan merupakan parameter kualitas yang menyatakan probabilitas suatu komponen, sub-sistem atau sistem peralatan untuk melaksanakan fungsinya tanpa mengalami kegagalan pada periode waktu dan kondisi operasi yang telah ditentukan. Dengan analisa keandalan, prediksi kapan dan bagaimana suatu komponen, sub-sistem atau sistem peralatan akan mengalami kegagalan dapat dilakukan.

Berdasarkan definisi-definisi secara umum, teori keandalan dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu, keandalan komponen dan system (*component and system reliability*), keandalan struktur (*structural reliability*), keandalan manusia (*human reliability*), dan keandalan perangkat lunak (*software reliability*). Keandalan elemen manusia harus dimasukkan ke dalam prediksi keandalan sistem (William H. L., 1958). Jika elemen manusia tersebut tidak dimasukkan, maka nilai keandalan yang diperoleh tidak menggambarkan nilai keandalan sistem yang sesungguhnya. Menurut William (1958), kesalahan pada manusia merupakan faktor dengan bagian yang paling besar, yaitu sekitar 20-50%, yang menyebabkan terjadinya kegagalan dari suatu peralatan atau sistem pekerjaan.

Guttman menjelaskan bahwa menggabungkan informasi serta menyajikannya dari faktor-faktor yang ada dilakukan melalui analisis keandalan manusia (Guttman & Swain, 1983). Analisis tersebut digunakan untuk mengetahui faktor-faktor pada keandalan pada manusia apakah berada dalam kontrol yang baik. Analisis ini digunakan untuk mengetahui perhitungan mengenai kemungkinan

kesalahan manusia pada pekerjaan dan dapat menghasilkan suatu besarnya estimasi mengenai terjadinya kesalahan tersebut. Analisa keandalan menjadi penting karena menurut ahli yang sebelumnya dijelaskan, bahwa faktor utama penyebab terjadinya kesalahan pada produksi berasal dari manusia dan bukan dari hal lainnya. Manusia dapat menyebabkan berbagai hal seperti kecekalaan kerja, kerusakan di wilayah pekerjaan, penurunan kualitas dari hasil produksi, dan lain-lain. Oleh karena itu, analisis pada keandalan manusia perlu dilakukan agar dapat mengetahui penyebab serta cara-cara yang perlu dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan yang tidak diinginkan. Analisa keandalan dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut (Charles, 1976):

1. Mengidentifikasi masalah.
2. Menguraikan pekerjaan yang dipilih.
3. Mengidentifikasi elemen pada suatu *task*.
4. Menguraikan kesalahan yang dapat terjadi.
5. Menghitung estimasi kemungkinan kesalahan pada operator.
6. Menyimpulkan dan membuat usulan perbaikan untuk mengurangi kesalahan.

2.2 Human Error

Human error adalah suatu penyimpangan dari standar performansi yang telah ditentukan sebelumnya sehingga menyebabkan adanya penundaan akibat dari kesulitan, masalah, insiden, dan kegagalan (George & Peters, 2006). *Human error* merupakan kesalahan dalam pekerjaan yang disebabkan oleh ketidaksesuaian atas pencapaian dengan apa yang diharapkan. Dalam prakteknya, *human error* terjadi ketika serangkaian aktivitas yang sudah direncanakan, ternyata berjalan tidak seperti apa yang diinginkan sehingga menyebabkan kegagalan dalam mencapai target yang diharapkan. Namun *human error* tidak mutlak disebabkan oleh kesalahan manusia. *Human error* bisa juga terjadi karena kesalahan pada perancangan dan prosedur kerja, serta banyak faktor lainnya seperti:

1. *Induced Human Error System*, yaitu mekanisme sistem kerja yang memungkinkan pekerjaannya melakukan kesalahan. Misalnya tidak adanya penerapan disiplin yang baik dari pihak manajemen.

2. *Induced Human Error Design* yaitu terjadinya kesalahan akibat rancangan sistem kerja yang kurang baik.

3. *Pure Human Error*, yaitu ketika kesalahan berasal dari manusia itu sendiri. Misalnya kemampuan dan pengalaman kerja yang terbatas.

Menurut Sanders dan McCormick (1993), terjadinya kesalahan manusia dapat diturunkan tingkat kemungkinannya, melalui pemilihan pekerja yang lebih baik, pelatihan, serta desain peralatan, prosedur dan lingkungan yang tepat. Hal yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. *Worker Selection*

Proses pemilihan kerja sangatlah penting dan sebaiknya dilakukan dengan eksekusi yang tepat. Perusahaan harus memilih pekerja yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Pemilihan pekerja yang tidak sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan oleh perusahaan, dapat menyebabkan munculnya kesalahan. Kriteria yang dibutuhkan oleh perusahaan harus terbukti dan sudah sesuai kondisi lapangan pekerjaan. Pembuatan kriteria tersebut harus didampingi oleh orang yang sudah ahli dalam pekerjaan yang diinginkan ataupun orang yang sudah mempunyai pengalaman pada pekerjaan tersebut.

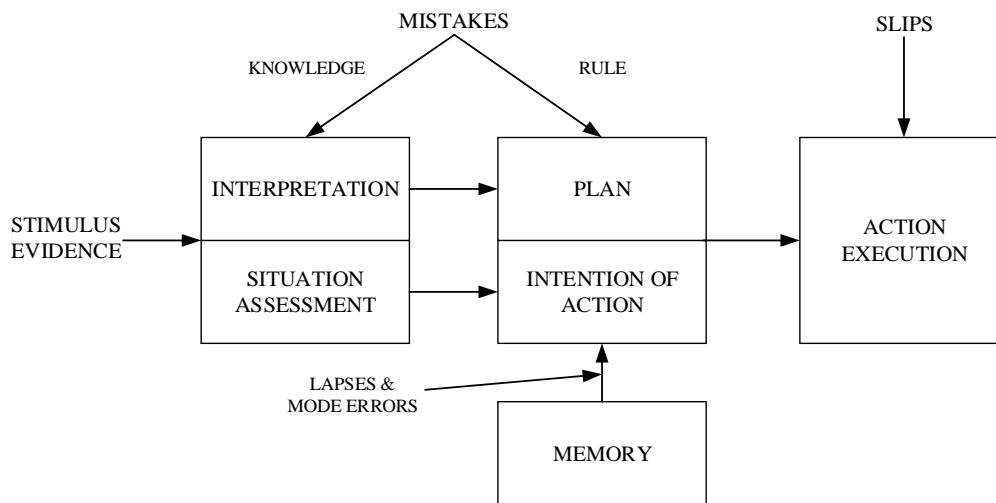
2. *Training*

Jika manusia mengalami kesalahan tentunya harus diperbaiki. Cara memperbaiki kesalahan yang baik adalah dengan memberikan pelatihan kepada calon pekerja ataupun pekerja yang sudah diterima. Pelatihan dibutuhkan untuk meningkatkan kemampuan pada pekerja. Kemampuan tersebut diharapkan akan dapat mengurangi terjadinya kesalahan yang dilakukan oleh pekerja. Walaupun cara ini dapat mengurangi kesalahan, namun biasanya memakan biaya yang tidak sedikit.

3. *Design*

Perancangan yang baik sangat diperlukan agar kesalahan pada manusia tidak terjadi. Perancangan pada metode pekerjaan, peralatan yang digunakan serta wilayah pekerjaan yang akan digunakan, harus tepat dan sesuai dengan kebutuhan.

2.3 Taksonomi *Human Error*



Gambar 2.1 Taksonomi *Human Error* (Rasmussen, 1981)

Taksonomi *human error* adalah pengelompokan kesalahan atau *error* yang dilakukan oleh manusia berdasarkan *level* atau tingkatan tertentu (Rasmussen, 1981). Pada taksonomi *human error* dibagi menjadi 4 *level* yaitu:

1. *Mistakes*

Pada tingkatan *mistakes*, seseorang tidak mengerti sama sekali mengenai *task* yang sedang dilakukan sehingga terjadi *error*. Dalam tingkatannya, *mistakes* dibagi menjadi 2 yaitu akibat *knowledge* atau pengetahuan serta *rule* atau aturan mengenai *task* yang sedang dikerjakan.

2. *Slips*

Pada tingkatan *slips*, seseorang mengerti mengenai *task* yang sedang dikerjakannya, namun pada saat melakukan *task*, orang tersebut sedang panik sehingga menyebabkan *error*. Contohnya ketika seseorang sedang memarkirkan mobil lalu kemudian panik untuk menginjak rem dan salah menginjak pedal gas sehingga menabrak sebuah pohon.

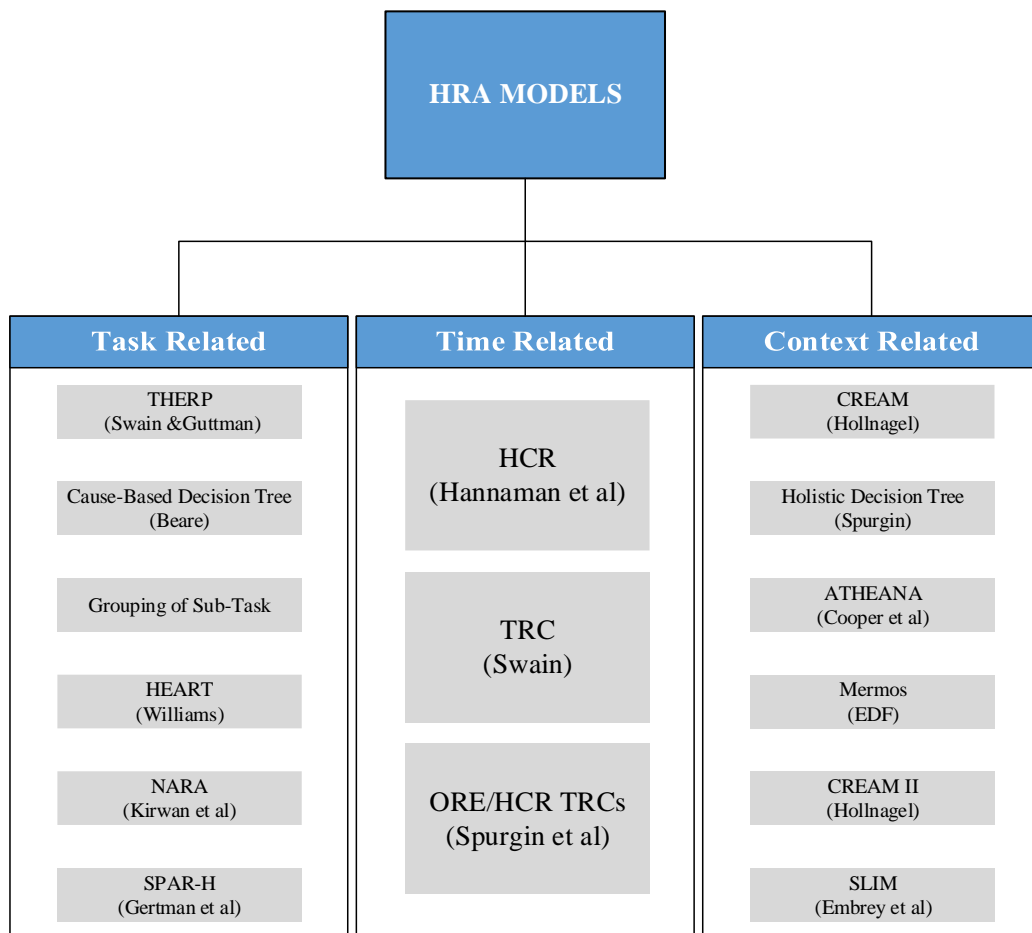
3. *Lapses*

Pada tingkatan *lapses*, seseorang mengerti mengenai *task* yang sedang dikerjakan, namun pada saat melakukan *task* tersebut lupa sehingga terjadi

error. Sebagai contoh seorang dokter bedah yang sedang mengoperasi pasien kemudian pisau bedah tersebut tertinggal di dalam perut pasien.

2.4 Teknik Mengukur Keandalan Manusia

Teknik untuk mengukur keandalan manusia dapat dilakukan dengan *Human Reliability Assessment (HRA)*. HRA adalah salah satu disiplin ilmu dari keandalan yang mempelajari tentang keseluruhan kinerja manusia dalam melakukan suatu operasi. Berikut merupakan model HRA berdasarkan karakteristik penggunaan:



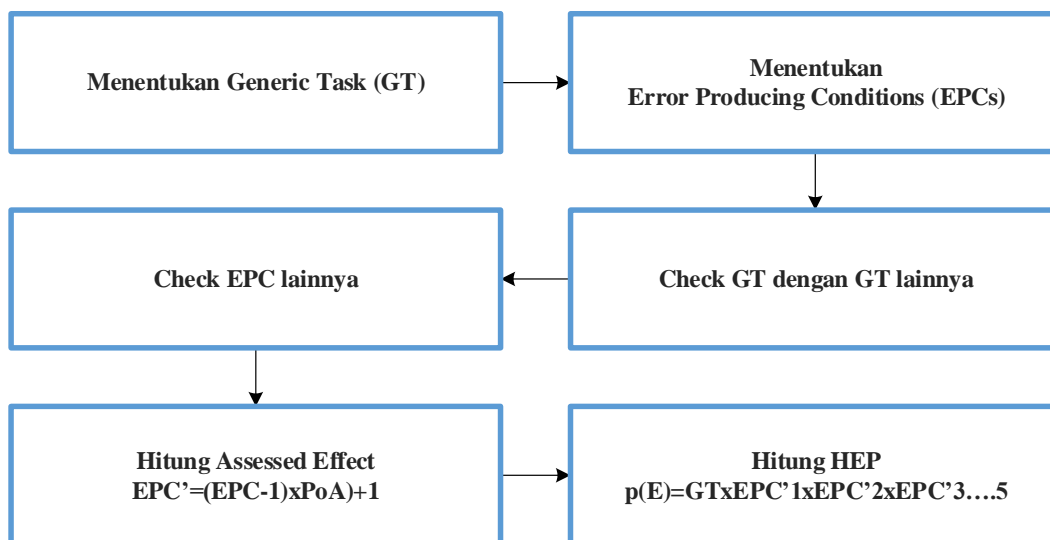
Gambar 2.2 HRA Models (Spurgin, 2010)

Banyak metode HRA telah dikembangkan untuk penggunaan pada berbagai macam industri. Hingga saat ini terdapat 72 *tools* keandalan manusia yang dapat digunakan, namun hanya 35 *tools* yang sudah diinvestigasi dan dapat digunakan dalam pengukuran keandalan manusia (Bell & Holroyd, 1998). Umumnya, metode

pendekatan HRA menghitung probabilitas *human error* untuk sebuah tugas tertentu sambil memperhatikan pengaruh dari faktor-faktor pembentuk kinerja berdasarkan karakteristik penggunaannya (Spurgin, 2010).

2.5 *Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)*

Metode *Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)* dikenalkan oleh Williams pada tahun 1985 saat bekerja di *Central Electricity Generating Board*. Metode ini mulai dipublikasikan dan dijelaskan secara luas oleh Williams pada tahun 1986 sampai 1988. Metode HEART sebagai salah satu metode *Human Reliability Analysis* dikenal dengan metode yang cepat dan sederhana dalam menghitung risiko *human error* secara kuantitatif. Metode ini juga dapat digunakan di bidang lain yang mementingkan keandalana manusia, seperti industri penerbangan, kereta api, pengobatan, pengolahan, dan sebagainya (William J. , 1985). Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan analisis menggunakan metode HEART.



Gambar 2.3 Metode HEART (William J. , 1985)

Dalam penggunaan metode HEART terdapat 9 *Generic Task Types (GTT)*. Masing-masing GTT memiliki *Human Error Potential (HEP)* dan 38 *Error Producing Conditions (EPC)* yang mungkin akan memiliki pengaruh pada keandalan operator (William J. , 1985).

Tabel 2.1 *Generic Task Type (GTT)*

<i>Generic Task Types</i>		<i>Nilai Nominal Human Unreliability</i>	<i>Range</i>
A	Pekerjaan yang benar-benar asing, dilakukan pada suatu kecepatan tanpa mengetahui konsekuensi yang jelas	0,55	(0,35-0,97)
B	Mengubah atau mengembalikan sistem ke keadaan baru atau asli dengan upaya tunggal tanpa pengawasan atau prosedur	0,26	(0,14-0,42)
C	Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan tinggi	0,16	(0,14-0,42)
D	Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian	0,09	(0,06-0,13)
E	Pekerjaan yang rutin, terlatih, memerlukan keterampilan yang rendah	0,02	(0,007-0,045)
F	Mengembalikan atau memindahkan sistem ke kondisi semula atau baru dengan mengikuti prosedur, dengan beberapa pemeriksaan	0,003	(0,0008-0,007)
G	Pekerjaan yang sudah dikenal, dirancang dengan baik. Merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali perjam dilakukan berdasarkan standard yang tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial	0,0004	(0,00008-0,009)
H	Menanggapi perintah sistem dengan benar bahkan ada sistem pengawasan otomatis tambahan yang menyediakan interpretasi akurat	0,00002	(0,000006-0,00009)

Tabel 2.2 *Error Producing Conditions (EPC)*

<i>Error Producing Conditions (EPC)</i>		<i>Nilai EPC</i>
1	Ketidakhiasaan dengan sebuah situasi yang sebenarnya penting namun kejadiannya jarang	17
2	Waktu singkat untuk mendeteksi kegagalan dan tindakan koreksi	11
3	Rasio bunyi sinyal yang rendah	10
4	Penolakan informasi yang sangat mudah untuk diakses	9
5	Tidak adanya alat untuk menyampaikan informasi spesial dan fungsional kepada operator dalam bentuk form dimana akan segera dipahami	8
6	Ketidaksesuaian antara SOP dan kenyataan lapangan	8
7	Tidak adanya cara untuk membalikkan kegiatan yang tidak diharapkan	8
8	Kapasitas saluran komunikasi overload, terutama satu penyebab reaksi secara Bersama dari informasi yang tidak berlebihan	6

Tabel 2.2 *Error Producing Conditions* (EPC) (lanjutan)

	<i>Error Producing Conditions</i> (EPC)	Nilai EPC
9	Sebuah kebutuhan untuk tidak mempelajari sebuah teknik dan melaksanakan sebuah kegiatan yang diinginkan dari filosofi yang berlawanan	6
10	Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik dari kegiatan ke kegiatan tanpa kehilangan	6
11	Ambiguitas dalam memerlukan performa standar	5,5
12	Ketidaksesuaian antara yang dirasakan dan risiko yang sebenarnya	4
13	System <i>feedback</i> yang tidak baik	4
14	Ketidajelasan pada waktu dari aksi yang diharapkan pada suatu sistem dimana adanya pengendalian	4
15	Operator yang tidak berpengalaman	3
16	Kualitas informasi yang tidak baik dalam menyampaikan prosedur dan interaksi antar manusia	3
17	Sedikit atau tidak ada pengecekan independen atau percobaan pada hasil	3
18	Adanya konflik antara tujuan jangka pendek dan jangka panjang	2,5
19	Tidak adanya perbedaan dari input informasi untuk pengecekan ketelitian	2
20	Ketidaksesuaian antara level edukasi yang telah dimiliki oleh individu dengan kebutuhan pekerja	2
21	Adanya dorongan menggunakan prosedur yang berbahaya	2
22	Sedikit kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh diluar jam kerja	1,8
23	Alat yang tidak dapat diandalkan	1,6
24	Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari pekerja	1,6
25	Alokasi fungsi dan tanggung jawab yang tidak jelas	1,6
26	Tidak adanya kejelasan langkah untuk mengamati kejelasan selama aktivitas	1,4
27	Adanya bahaya dari keterbatasan kemampuan fisik	1,4
28	Tidak ada arti atau makna dalam melakukan aktivitas	1,4
29	Level emosional yang tinggi	1,3
30	Adanya gangguan kesehatan khususnya demam	1,2
31	Tingkat kedisiplinan yang rendah	1,2
32	Ketidakkonsistenan dari prosedur	1,2
33	Lingkungan yang tidak mendukung	1,15
34	Siklus berulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja mental rendah	1,1
35	Terganggunya siklus tidur normal	1,05
36	Melewatkan kegiatan karena intervensi dari orang lain	1,06
37	Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1,03
38	Usia yang melakukan kerja	1,02

Berikut merupakan perhitungan rumus *Assessed Effect*:

$$\text{Assessed Effect} = ((\text{Multiplier} - 1) \times \text{PoA}) + 1$$

Kemudian untuk mencari nilai *Human Error Probability* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{HEP} = \text{Nilai Human Unreliability} \times \text{Assessed Effect}_1 \\ \times \text{Assessed Effect}_2 \dots \text{etc}$$

Terdapat beberapa keuntungan dari menggunakan metode *HEART* antara lain:

1. Merupakan metode pengukuran keandalan manusia yang cocok digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara proses desain dengan ergonomi.
2. Menghitung keandalan setiap *task* pada suatu aktivitas yang akan dievaluasi sehingga dapat melihat *error* secara general.
3. Merupakan teknik pengukuran keandalan manusia dengan metode analisis kuantitatif dan kualitatif sehingga dapat dilihat dari 2 aspek yang berbeda.

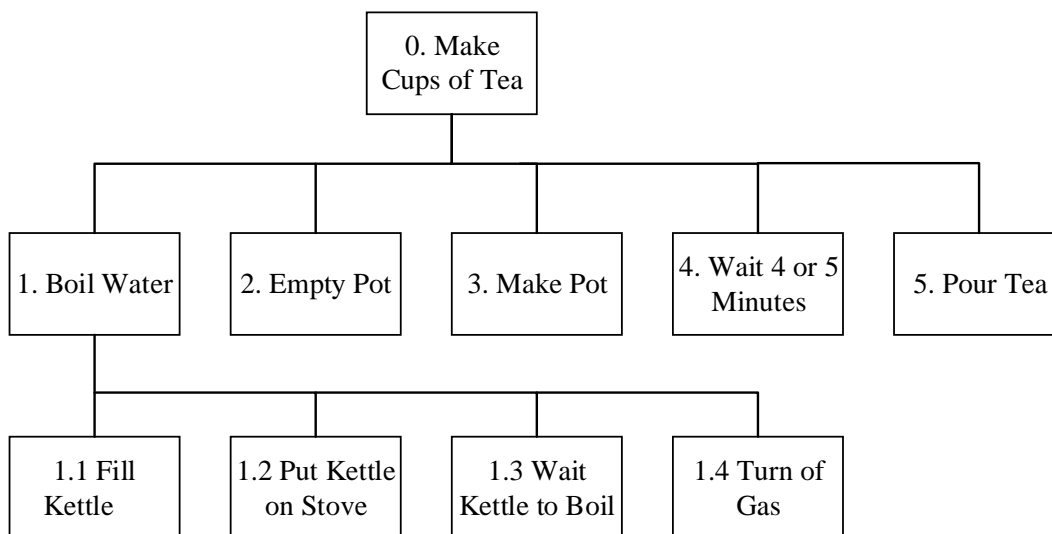
2.6 Hierarchical Task Analysis (HTA)

Task analysis dapat didefinisikan sebagai proses untuk menganalisis bagaimana suatu pekerjaan dilakukan dan semua hal yang terkait dengan suatu aktivitas (Redish & Hackos, 1998). Hal ini biasanya berbentuk susunan atau runtutan pekerjaan atau aktivitas dan disertai bagaimana cara penyelesaian suatu *task* tersebut. Ada beberapa komponen yang dapat menyusun suatu *task analysis* yaitu ada *external task* (sasaran), *internal task* (aktivitas), *action* (aksi), dan *method* (cara). Sasaran atau *external task* adalah keadaan sistem yang ingin dicapai oleh manusia. Kemudian *internal task* merupakan himpunan terstruktur dari aktivitas yang dibutuhkan, digunakan dan penting untuk mencapai sasaran menggunakan alat-alat yang ada.

Cara yang paling umum digunakan dalam *task analysis* adalah dekomposisi tugas atau biasa dikenal dengan *Hierarchical Task Analysis* (HTA). Definisi HTA

adalah *task* dalam ruang lingkup pekerjaan yang dilakukan manusia untuk mencapai *external task* atau sasaran (Annet, 2003). Pada akhirnya HTA akan membentuk suatu hirarki *task* dan *sub task* serta rencana atau gambaran bagaimana langkah-langkah yang harus dikerjakan dalam mencapai sasaran yang diinginkan. Adapun langkah-langkah untuk membuat HTA sebagai berikut:

1. Menentukan tujuan dari pembuatan HTA dan diikuti identifikasi dari aktivitas yang akan dikerjakan.
2. Mengidentifikasi semua *task* yang ada di dalam aktivitas tersebut.
3. Membuat *sub task* yang berasal dari *task* atau pekerjaan utama yang berada dalam aktivitas.
4. Membuat komponen dengan detail dan sesuai dengan tujuan dan ketentuan aktivitas yang sudah ditetapkan pada awal langkah.
5. Menentukan level dari *task* dan *sub task* yang sudah dibuat.



Gambar 2.4 Contoh *Hierarchical Task Analysis* (Annet, 2003)

2.7 Konsep Reliabilitas

Reliabilitas adalah konsistensi dari serangkaian pengukuran atau serangkaian alat ukur. Hal tersebut bisa berupa pengukuran dari alat ukur yang sama akan memberikan hasil yang sama, atau untuk pengukuran yang lebih subjektif, apakah dua orang penilai memberikan skor yang sama (Guilford, 1956). Tinggi rendahnya

reliabilitas secara empirik ditunjukkan oleh suatu angka yang disebut nilai koefisien reliabilitas. Reliabilitas yang baik ditunjukkan dengan nilai yang mendekati angka 1. Pada penelitian ini konsep reliabilitas digunakan untuk menentukan *task* yang akan dilakukan evaluasi. Setelah didapatkan nilai dari *Human Error Probability*, kemudian dihitung nilai dari keandalan pengemudi di ruang kemudi mobil listrik Ezzy. Nilai keandalan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Rumus 2.3 Rumus Perhitungan Nilai Reliabilitas

$$R = 1 - HEP$$

Berikut merupakan kategori koefisien reliabilitas menurut Guilford:

- a. 80% - 100% : Reliabilitas sangat tinggi
- b. 60% - 80% : Reliabilitas tinggi
- c. 40% - 60% : Reliabilitas sedang
- d. 20% - 40% : Reliabilitas rendah

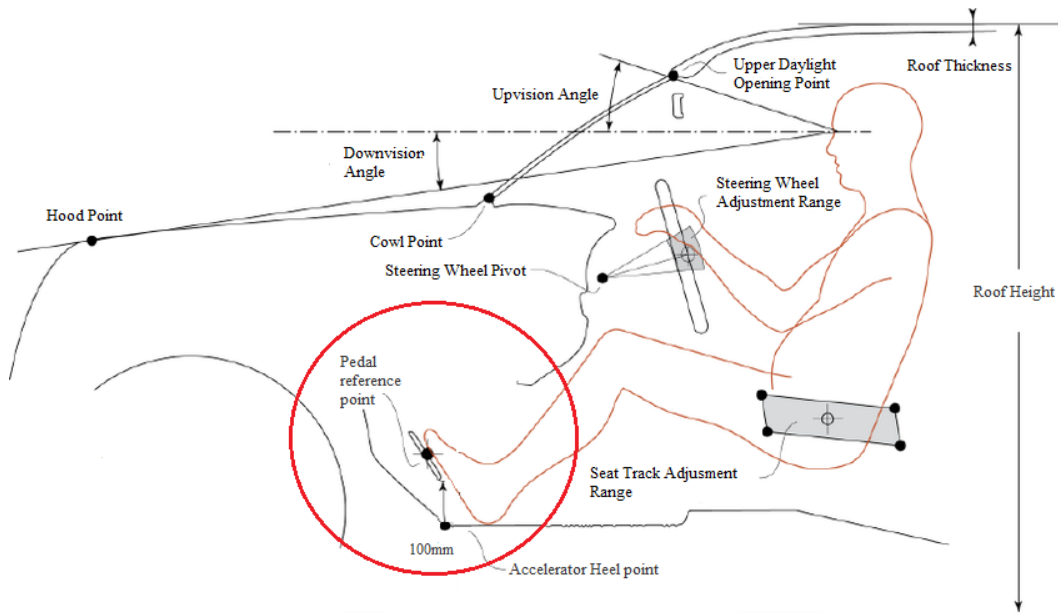
2.8 Antropometri

Antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkaran tubuh, panjang tungkai, dan sebagainya (Wignjosoebroto, 2008). Data antropometri 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. Pada penelitian ini dimensi manusia digunakan untuk mengukur dimensi mobil sebagai landasan melakukan perbaikan pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy.

Dimensi mobil digunakan untuk mengembangkan produk dari suatu perusahaan mobil dengan upaya yang berkelanjutan untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan kendaraan secara berkala seperti kinerja, fitur dan ukuran yang selalu disesuaikan dengan beragam pengemudi. Pada penelitian ini dimensi mobil digunakan sebagai landasan melakukan perbaikan pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy. Berikut merupakan ukuran-ukuran yang digunakan untuk melakukan perbaikan:

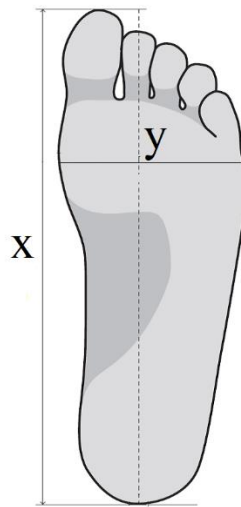
1. Dimensi Ketinggian Pedal Terhadap Lantai Mobil

Berikut merupakan dimensi dari ketinggian pedal terhadap lantai mobil:



Gambar 2.5 Dimensi Referensi Pedal (Peters, 2002)

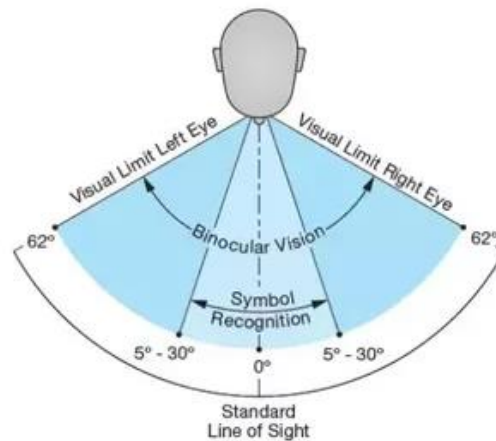
Pada Gambar 2.5 merupakan standar dari dimensi pedal mobil. Nilai tersebut adalah sebesar 10 cm (Peters, 2002). Ukuran tersebut didapatkan berdasarkan dimensi telapak kaki yang diambil dari data antropometri internasional dengan panjang sebesar 26,5 cm dan lebar sebesar 10,7 cm. Berikut merupakan dimensi pengukuran kaki, dengan simbol X merupakan panjang kaki sedangkan Y merupakan lebar kaki.



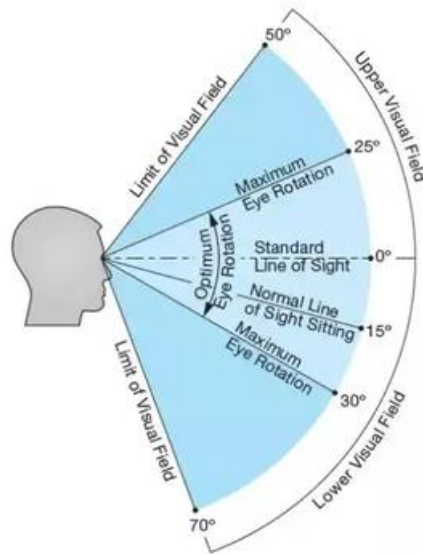
Gambar 2.6 Dimensi Telapak Kaki (Antropometri, 2013)

2. Sudut Binokular Mata Manusia

Sudut binokular adalah sudut penglihatan mata agar mata manusia dapat melihat dengan optimal. Terdapat 2 sudut binokular yaitu sudut horizontal dan sudut vertikal (Ankrum, 1999). Berikut merupakan gambar sudut horizontal dan vertikal binokular mata:



Gambar 2.7 Sudut Horizontal Binokular Mata (Ankrum, 1999)



Gambar 2.8 Sudut Vertikal Binokular Mata (Ankrum, 1999)

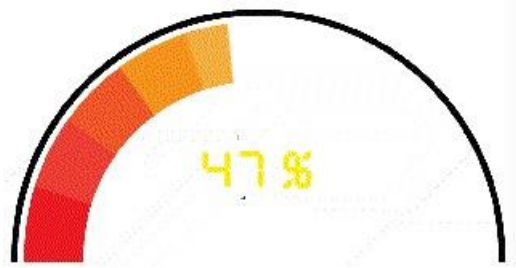
2.9 Penelitian Terdahulu

Suatu penelitian tentu tidak terlepas dari penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki kaitan dari segi konten maupun tujuan. Dengan adanya *review* penelitian terdahulu diharapkan dapat memberikan masukan perbaikan untuk penelitian selanjutnya. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang menunjang penelitian ini antara lain:

2.9.1 *Designing Dynamic Visualization of Battery Management System for an Electric Vehicle*

Penelitian ini dilakukan oleh Ninda Lastri Yulia mengenai tampilan dari BMS (*Battery Management System*) *interface* dari mobil listrik. Peneliti melakukan studi terhadap tampilan dan parameter fungsi BMS yang perlu ditampilkan pada suatu mobil listrik (Lastri, 2018). Pada penelitian ini juga memperhatikan *error* yang terjadi apabila tampilan BMS tidak optimal. Tampilan BMS pada mobil listrik mempengaruhi *eye-off road timing*, pola dan frekuensi mengemudi yang kemudian dapat memunculkan terjadinya *human error*.

Berdasarkan dari *expert's judgment* berikut merupakan hasil dari tampilan status baterai dan tegangan baterai pada tampilan BMS mobil listrik yang dipilih:



Gambar 2.9 Tampilan Status Baterai (Lastri, 2018)

3.93 V

Gambar 2.10 Tampilan Tegangan Baterai (Lastri, 2018)

Hasil penelitian menunjukkan skor preferensi tertinggi responden jatuh pada digital dengan pembacaan cek (*check reading*) untuk visualisasi dinamis kapasitas baterai yang ditampilkan pada Gambar 2.9, serta analog berbentuk setengah lingkaran dengan *check reading* untuk visualisasi dinamis tegangan baterai yang ditampilkan pada Gambar 2.10. Di sisi lain, *expert's judgment* menyatakan bahwa tampilan analog berbentuk setengah lingkaran dengan *check reading* untuk kapasitas baterai dan tampilan digital dengan *check reading* untuk tegangan baterai merupakan tampilan yang diutamakan untuk mendesain visualisasi dinamis kedua fungsi tersebut. Faktor desain yang paling berpengaruh untuk tampilan dinamis BMS adalah ketersediaan *check reading* (dalam bentuk warna) dan gaya desain.

2.9.2 Analisis Tingkat Keandalan pada Sopir dengan Metode HEART

Pada penelitian ini dijelaskan mengenai faktor yang mempengaruhi tingkat keandalan sopir bus serta nilai keandalan sopir dalam menjalankan tugasnya untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang terjadi di jalan raya. Metode yang digunakan adalah Metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*). Dalam penelitian ini terdapat 30 sampel sopir yang diteliti. Data yang dikumpulkan berupa hasil kuesioner tentang penyebab kecelakaan bus serta wawancara dengan sopir dan staf personalia. Nilai *error* menandakan bahwa dalam melakukan tugas mengemudikan bus, sopir memiliki beberapa faktor penyebab *human error*, diantaranya sedikitnya kesempatan melatih pikiran dan tubuh di luar batas

pekerjaan, sistem umpan balik buruk, rancu, atau tidak sesuai, ketidaksesuaian antara risiko yang dibayangkan dengan kenyataan yang sebenarnya, moral kerja yang rendah, peralatan instrumen yang tidak andal, serta ketidakbiasaan dengan situasi yang secara potensial penting, tetapi hanya terjadi sesekali atau baru terjadi (Nugroho, 2006).

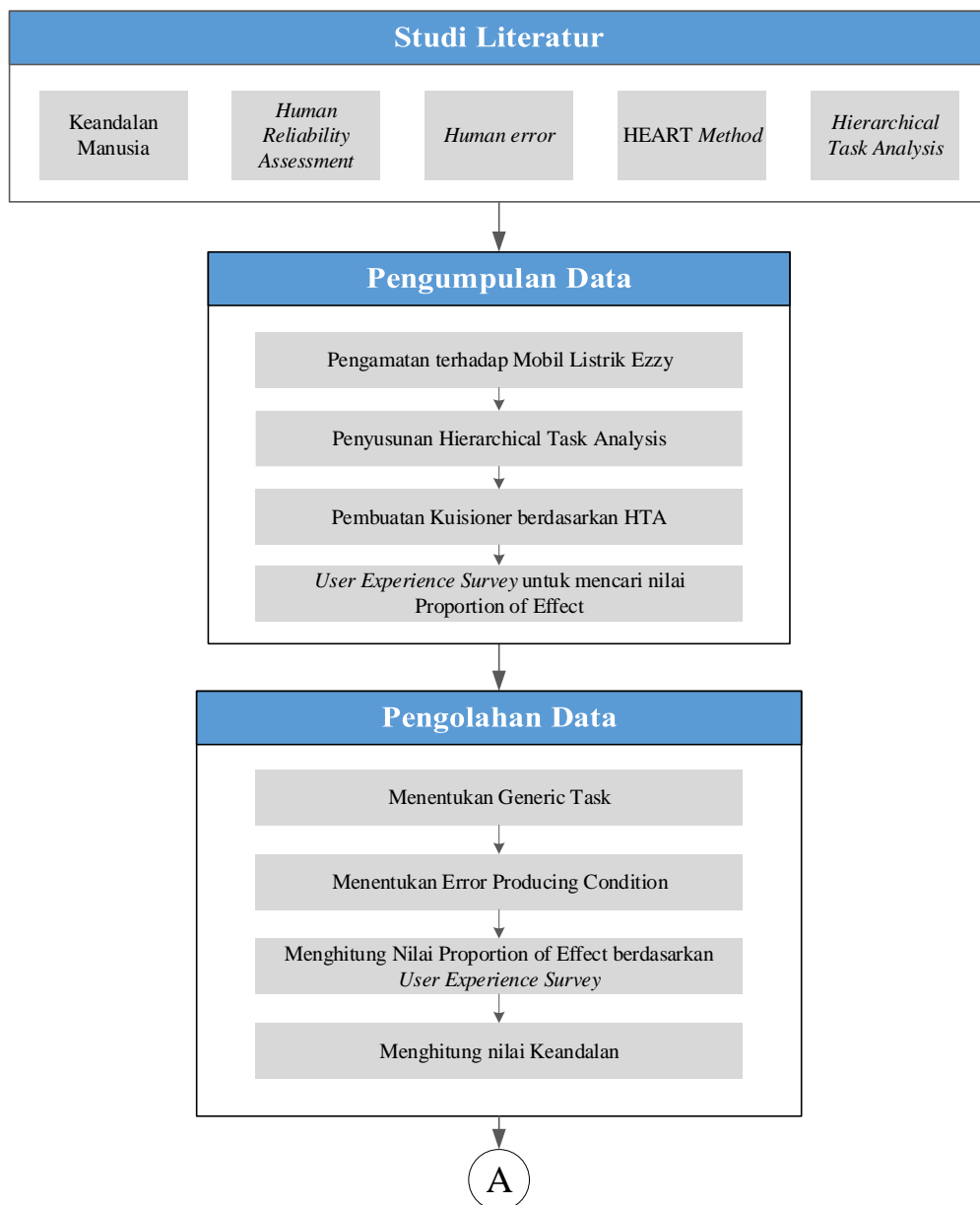
2.9.3 *Designing Human-Machine Interface for Autonomus Vehicle*

Pada *paper* penelitian ini dijelaskan mengenai hubungan antara manusia dengan mesin untuk mendesain sebuah mobil terotomasi, dengan tingkat otomasi yang masih harus melibatkan pengemudi pada proses menyetir kendaraan tersebut. Penelitian ini menggunakan metode kognitif yaitu *Cognitive Work and Analysis*. Pada *paper* ini dijelaskan mengenai bagaimana interaksi manusia dengan mesin yang seharusnya bekerja pada suatu mobil. *Paper* ini membahas tentang apa, kapan dan bagaimana suatu *interface* pada mobil harus ditampilkan. Selain itu, penelitian ini juga menampilkan evaluasi mengenai manusia untuk memahami *interface* yang telah didesain pada mobil tersebut. *Paper* ini menjelaskan mengenai tujuan mengidentifikasi dan mengategorikan informasi yang digunakan pengemudi pada saat mengendarai sebuah mobil terotomasi. *Cognitive Work and Analysis* bertujuan untuk menentukan informasi apa saja yang dibutuhkan pada saat fase mengemudi yang spesifik yang kemudian dapat diklasifikasikan pada tiap *level* atau fase aktivitas mengemudi (Debenard, 2016).

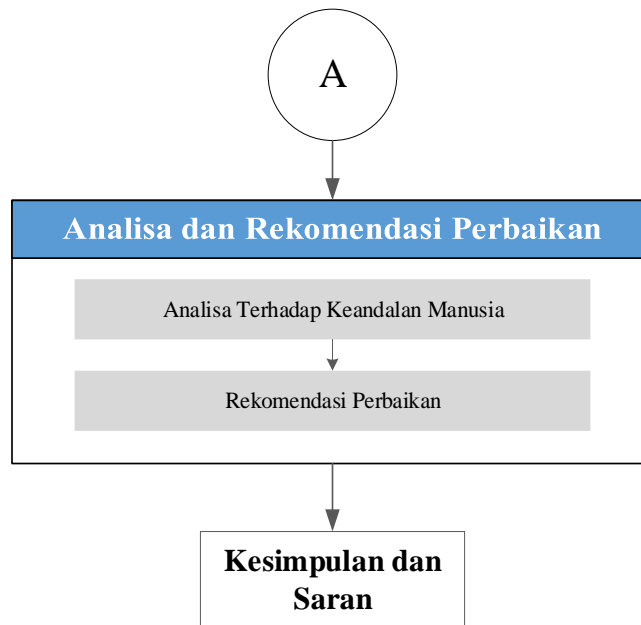
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi yang dilakukan selama penelitian. Metodologi penelitian dibutuhkan sebagai kerangka berpikir untuk dapat menyelesaikan masalah secara sistematis dan terarah. Berikut adalah diagram alir yang digambarkan sebagai metodologi penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Studi Literatur

Tahap studi literatur bertujuan sebagai landasan teori untuk melaksanakan penelitian. Pada tahap ini dilakukan studi-studi yang berkaitan dengan permasalahan pada objek amatan. Studi literatur yang dilakukan antara lain yaitu mengenai keandalan secara umum, *human error*, teknik menghitung *human error* dan juga beberapa metode yang mendukung perhitungan keandalan manusia. Penelitian ini dilakukan untuk melihat keandalan manusia pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy ITS.

3.2 Tahap Pengumpulan Data

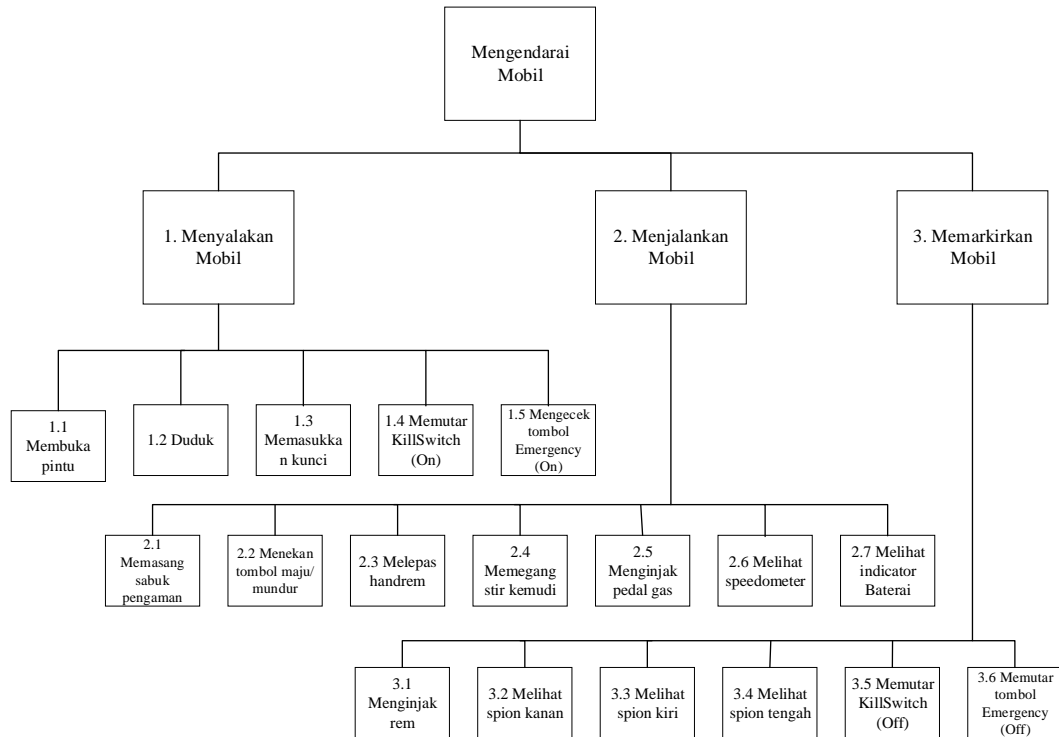
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data secara langsung di mobil listrik Ezzy tepatnya di Gedung Riset Mobil Listrik ITS.

3.2.1 Pengamatan Terhadap Mobil Listrik Ezzy

Pengambilan data tersebut dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap mobil listrik Ezzy ITS dan juga wawancara terhadap salah satu anggota Tim Gesits.

3.2.2 Penyusunan Hierarchical Task Analysis

Dari hasil pengamatan akan didapatkan deskripsi setiap aktivitas yang dilakukan oleh pengemudi mobil pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy. Setelah itu dilakukan pembuatan *Hierarchical Task Analysis*. Berikut merupakan *hierarchical task analysis* pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy.



Gambar 3.2 *Hierarchical Task Analysis* pada Proses Mengemudi Mobil Listrik Ezzy

3.2.3 Penyusunan Kuesioner

Setelah dilakukan pembuatan *Hierarchical Task Analysis* pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy, dilanjutkan dengan pembuatan kuesioner. Pengisian kuesioner dilakukan setelah responden melakukan pengujian terhadap mobil listrik Ezzy. Kuesioner ini akan ditampilkan pada bagian lampiran.

3.2.4 User Experience Survey

Setelah pembuatan kuesioner dilakukan *User Experience Survey* untuk mencari nilai *assessed proportion*. Nilai tersebut mengindikasikan apakah *Error Producing Condition* yang dipilih mempunyai pengaruh terhadap kemungkinan

terjadinya *error*. Pengujian mobil dilakukan oleh *user* untuk menjalankan mobil.

Terdapat 2 kategori *user* yang telah ditentukan untuk melakukan pengujian yaitu:

1. *Experience User*

Experience user dapat menjalankan mobil komersial dan dapat menjalankan mobil listrik Ezzy. *Experience user* memiliki pemahaman mengenai cara mengemudikan mobil listrik Ezzy.

2. *Unexperience User*

Unexperience user dapat menjalankan mobil komersial namun belum pernah menjalankan mobil listrik Ezzy sebelumnya. Kemudian, *unexperience user* diberikan pemahaman mengenai mobil listrik Ezzy oleh *expert*.

Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa skenario. Berikut merupakan skenario *user experience survey* yaitu:

1. Skenario 1: Berjalan Normal

Pada skenario pertama pengujian dilakukan di jalan raya dengan menggunakan mobil listrik Ezzy pada kecepatan 40 – 60 km/jam. Berikut merupakan tabel skenario pertama yaitu:

Tabel 3.1 Skenario 1 *User Experience Survey*

No.	Task	Subtask	
1	User menaiki mobil listrik Ezzy	1.1	Membuka pintu
		1.2	Duduk
2	User menyalakan mobil listrik Ezzy	1.3	Memasukkan kunci
		1.4	Memutar Killswitch
		1.5	Mengecek tombol Emergency
3	User bersiap menjalankan mobil listrik Ezzy	2.1	Memasang sabuk pengaman
		2.2	Menekan tombol maju/mundur
4	User menjalankan mobil	2.3	Melepas handrem
		2.4	Memegang stir kemudi
5	User menjalankan mobil dengan kecepatan 40 – 60 km/jam	2.5	Menginjak pedal gas
		2.6	Melihat <i>speedometer</i>
		2.7	Melihat Indikator Baterai
		3.2	Melihat spion kanan
		3.3	Melihat spion kiri
		3.4	Melihat spion tengah

2. Skenario 2: Berjalan di Perempatan

Pada skenario kedua pengujian dilakukan di perempatan lalu lintas. *User* berhenti pada perempatan lalu lintas yang kemudian dilakukan pengamatan terhadap kondisi yang terjadi di perempatan lalu lintas seperti melihat lampu lalu lintas, penyeberang jalan dan lain lain. Berikut merupakan tabel skenario kedua yaitu:

Tabel 3.2 Skenario 2 *User Experience Survey*

No.	Task	Subtask	
1	Berhenti di perempatan	3.1	Menginjak Rem
2	Melihat pengemudi kendaraan lain	3.2	Melihat spion kanan
		3.3	Melihat spion kiri
		3.4	Melihat spion tengah
3	Melihat lampu lalu lintas	-	-
4	Melihat pejalan kaki menyebrang jalan	-	-
5	User menjalankan mobil	2.4	Memegang stir kemudi
		2.5	Menginjak pedal gas
6	User menjalankan mobil dengan kecepatan 40 – 60 km/jam	2.6	Melihat <i>speedometer</i>
		2.7	Melihat Indikator Baterai

3. Skenario 3: Tanjakan

Pada skenario ketiga pengujian dilakukan dengan menaiki tanjakan seperti pada tanjakan parkir mall, jembatan dan lain lain. Hal tersebut dilakukan untuk melihat apakah pengemudi mobil listrik Ezzy dapat melewati tanjakan-tanjakan tersebut. Berikut merupakan tabel skenario ketiga yaitu:

Tabel 3.3 Skenario 3 *User Experience Survey*

No	Task	Subtask	
1	User menjalankan mobil	2.4	Memegang stir kemudi
		2.5	Menginjak pedal gas
2	User menjalankan mobil menaiki tanjakan	3.2	Melihat spion kanan
		3.3	Melihat spion kiri
3	User menjalankan mobil menuruni tanjakan	-	-

4. Skenario 4: Memarkirkan Mobil

Pada skenario keempat pengujian dilakukan pemarkiran mobil listrik Ezzy. Mobil listrik Ezzy diparkir di lokasi parkir Gedung Riset Mobil Listrik ITS. *User*

memarkirkan mobil listrik Ezzy yang kemudian dilakukan pengamatan terhadap kondisi skenario 4, seperti *user* melihat spion, melihat kanan dan kiri mobil, hingga turun dari mobil. Berikut merupakan tabel skenario keempat yaitu:

Tabel 3.4 Skenario 4 *User Experience Survey*

No.	Task	Subtask	
1	Berhenti untuk memarkirkan mobil	3.1	Menginjak Rem
2	Melihat lokasi parkir	3.2	Melihat spion kanan
		3.3	Melihat spion kiri
		3.4	Melihat spion tengah
3	Mematikan mobil	3.5	Memutar Killswitch
		3.6	Mengecek tombol Emergency
4	User turun dari mobil	1.1	Menutup pintu

3.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini semua hasil dari pengumpulan data akan dilanjutkan dengan perhitungan keandalan manusia dengan metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) yang kemudian akan didapatkan nilai keandalan.

3.3.1 Menentukan Generic Task

Generic task didapat dan ditetapkan berdasarkan dengan hasil pengamatan yang kemudian dicocokkan pada Tabel *Generic Task Unreliability* yang telah ditetapkan oleh Williams. Setelah disesuaikan dengan *generic task* yang ada, maka akan didapatkan nilai *human unreliability*.

3.3.2 Menentukan Error Producing Condition (EPC)

Setelah memilih *generic task*, dilanjutkan dengan menentukan *error producing conditions* yang didapat berdasarkan hasil pengamatan yang kemudian dicocokkan dengan Tabel EPC yang telah ditetapkan Williams. Dari hasil penentuan EPC tersebut maka akan didapatkan nilai EPC pada kondisi tersebut.

3.3.3 Menentukan Assessed Proportion berdasarkan Kuesioner

Nilai *assessed proportion* didapatkan untuk mengestimasi pengaruh EPC yang dipilih terhadap kemungkinan *error* berdasarkan kuesioner. Kuesioner

tersebut akan diisi setelah pengamatan dan uji coba mobil listrik Ezzy dilakukan. Kuesioner berisi *task* pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy yang kemudian tiap *task* memiliki nilai yang akan diisi oleh responden yang melakukan pengujian mobil listrik Ezzy.

3.3.4 Menghitung Nilai Human Error Probability (HEP)

Dilakukan perhitungan untuk mencari *human error probability* dari setiap kondisi error dengan menggunakan formula yang telah ditetapkan.

3.4 Tahap Analisis dan Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan. Hasil pengolahan tersebut dianalisa serta dilakukan interpretasi terhadap data yang didapatkan tersebut. Analisa dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dari metode yang digunakan pada pengolahan data. Berdasarkan nilai keandalan tiap *task* yang didapat, dapat diusulkan rekomendasi perbaikan agar nilai dari keandalan pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy dapat meningkat.

3.5 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah selesai dilakukan berdasarkan tujuan penelitian. Setelah itu diberikan saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

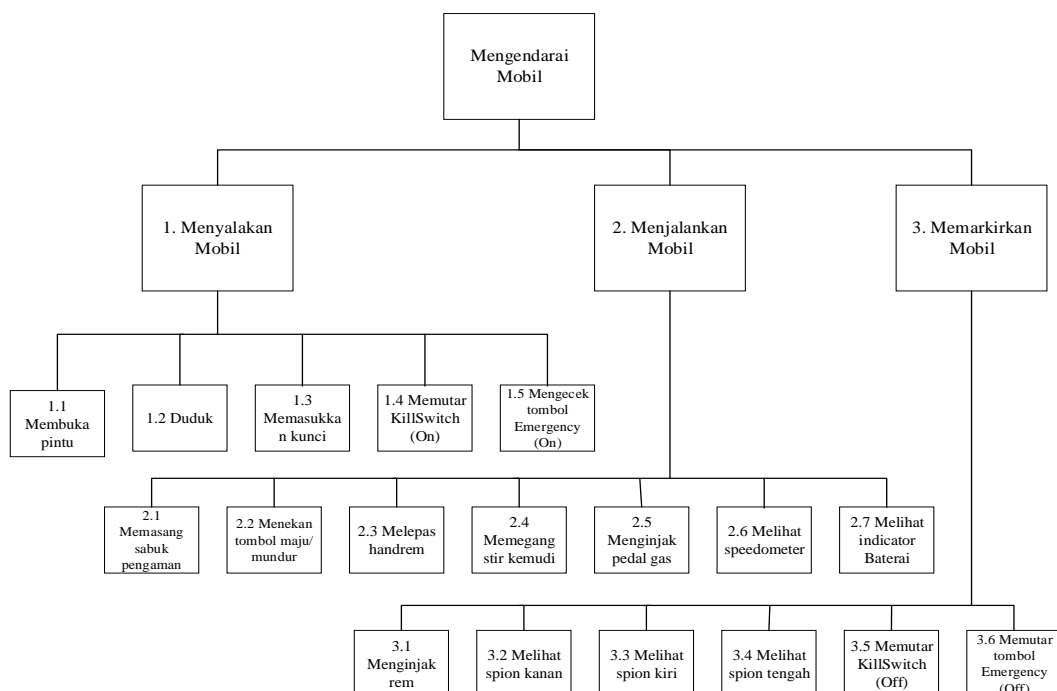
Pada bab ini akan dilakukan pengumpulan data yang didapat dari hasil pengujian. Data tersebut kemudian diolah untuk dapat diketahui permasalahan yang terdapat pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy.

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data secara langsung di mobil listrik Ezzy tepatnya di Gedung Riset Mobil Listrik ITS.

4.1.1. Hierarchical Task Analysis Proses Mengemudi Mobil Listrik Ezzy

Setelah dilakukan pengamatan terhadap mobil listrik Ezzy, didapatkan proses dari mengemudi mobil di ruang kemudi. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut dilakukan pembuatan *Hierarchical Task Analysis* (HTA) untuk mendapatkan gambaran mengenai aktivitas yang dilakukan selama proses mengemudi mobil. Berikut merupakan HTA dari proses mengemudi mobil listrik Ezzy:



Gambar 4.1 *Hierarchical Task Analysis* pada Proses Mengemudi Mobil Listrik Ezzy

4.1.2. User Experience Survey

Setelah dilakukan pembuatan *Hierarchical Task Analysis* dilanjutkan dengan pengambilan data langsung pada mobil listrik Ezzy yaitu dengan melakukan *user experience survey*. *User experience survey* dilakukan untuk mencari nilai *assessed proportion*. Nilai tersebut mengindikasikan apakah *Error Producing Condition* (EPC) yang dipilih mempunyai pengaruh terhadap kemungkinan terjadinya *error*. Pengujian mobil dilakukan oleh *user* untuk menjalankan mobil. Terdapat 2 kategori *user* yang telah ditentukan untuk melakukan pengujian yaitu *experience* dan *unexperience user*.

1. Experience User

Experience user dapat menjalankan mobil komersial dan dapat menjalankan mobil listrik Ezzy. *Experience user* memiliki pemahaman mengenai cara mengemudikan mobil listrik Ezzy.

2. Unexperience User

Unexperience user dapat menjalankan mobil komersial namun belum pernah menjalankan mobil listrik Ezzy sebelumnya. Kemudian, *unexperience user* diberikan pemahaman mengenai mobil listrik Ezzy oleh *expert*.

Berikut merupakan data *user* yang melakukan pengujian mobil listrik Ezzy.

Tabel 4.1 Data User

No	Nama	Kategori	Umur	Tinggi (cm)	Berat Badan (kg)
1	Yoga Uta	<i>Experienced</i>	27	176	86
2	Tegar Wibisono	<i>Experienced</i>	26	169	64
3	Indrayadi Dwi P	<i>Unexperienced</i>	23	181	81
4	M. Rizki Akbar	<i>Unexperienced</i>	22	179	65
5	Dwitono P	<i>Unexperienced</i>	22	176	85
6	Rahman Agam	<i>Unexperienced</i>	21	183	70
7	Arsyad Bunyanuddin	<i>Unexperienced</i>	22	170	55

Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa skenario. Berikut merupakan skenario *user experience survey* yaitu:

1. Skenario 1: Berjalan Normal

Pada skenario pertama pengujian dilakukan di jalan raya dengan menggunakan mobil listrik Ezzy pada kecepatan 40 – 60 km/jam. Berikut merupakan tabel skenario pertama.

Tabel 4.2 Skenario 1 *User Experience Survey*

No.	Task	Subtask	
1	User menaiki mobil listrik Ezzy	1.1	Membuka pintu
		1.2	Duduk
2	User menyalakan mobil listrik Ezzy	1.3	Memasukkan kunci
		1.4	Memutar Killswitch
		1.5	Mengecek tombol Emergency
3	User bersiap menjalankan mobil listrik Ezzy	2.1	Memasang sabuk pengaman
		2.2	Menekan tombol maju/mundur
4	User menjalankan mobil	2.3	Melepas handrem
		2.4	Memegang stir kemudi
5	User menjalankan mobil dengan kecepatan 40 – 60 km/jam	2.5	Menginjak pedal gas
		2.6	Melihat <i>speedometer</i>
		2.7	Melihat Indikator Baterai
		3.2	Melihat spion kanan
		3.3	Melihat spion kiri
		3.4	Melihat spion tengah

2. Skenario 2: Berjalan di Perempatan

Pada skenario kedua pengujian dilakukan di perempatan lalu lintas. *User* berhenti pada perempatan lalu lintas yang kemudian dilakukan pengamatan terhadap kondisi yang terjadi di perempatan lalu lintas seperti melihat lampu lalu lintas, penyeberang jalan dan lain lain. Berikut merupakan tabel skenario kedua.

Tabel 4.3 Skenario 2 *User Experience Survey*

No.	Task	Subtask	
1	Berhenti di perempatan	3.1	Menginjak Rem
2	Melihat pengemudi kendaraan lain	3.2	Melihat spion kanan
		3.3	Melihat spion kiri
		3.4	Melihat spion tengah
3	Melihat lampu lalu lintas	-	-
4	Melihat pejalan kaki menyebrang jalan	-	-
5	User menjalankan mobil	2.4	Memegang stir kemudi
		2.5	Menginjak pedal gas
6	User menjalankan mobil dengan kecepatan 40 – 60 km/jam	2.6	Melihat <i>speedometer</i>
		2.7	Melihat Indikator Baterai

3. Skenario 3: Tanjakan

Pada skenario ketiga, pengujian dilakukan dengan menaiki tanjakan seperti pada tanjakan parkir mall, jembatan dan lain lain. Hal tersebut dilakukan untuk melihat pengemudi mobil listrik Ezzy dapat melewati tanjakan-tanjakan tersebut. Berikut merupakan tabel skenario ketiga.

Tabel 4.4 Skenario 3 *User Experience Survey*

No	Task	Subtask	
1	User menjalankan mobil	2.4	Memegang stir kemudi
		2.5	Menginjak pedal gas
2	User menjalankan mobil menaiki tanjakan	3.2	Melihat spion kanan
		3.3	Melihat spion kiri
3	User menjalankan mobil menuruni tanjakan	-	-

4. Skenario 4 Memarkirkan Mobil

Pada skenario keempat pengujian ini dilakukan pemarkiran mobil listrik Ezzy. Mobil listrik Ezzy diparkir di lokasi parkir Gedung Riset Mobil Listrik ITS. *User* memarkirkan mobil listrik Ezzy yang kemudian dilakukan pengamatan terhadap kondisi skenario 4 seperti *user* melihat spion, melihat kanan dan kiri mobil, hingga turun dari mobil. Berikut merupakan tabel skenario keempat yaitu:

Tabel 4.5 Skenario 4 *User Experience Survey*

No.	Task	Subtask	
1	Berhenti untuk memarkirkan mobil	3.1	Menginjak Rem
		3.2	Melihat spion kanan
2	Melihat lokasi parkir	3.3	Melihat spion kiri
		3.4	Melihat spion tengah
3	Mematikan mobil	3.5	Memutar Killswitch
		3.6	Mengecek tombol Emergency
4	User turun dari mobil	1.1	Menutup pintu

4.1.3. Hasil Pengambilan Data

Berikut ditampilkan hasil pengambilan data yang telah dilakukan pada penelitian ini.

1. Desain Saat Ini Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy

Setelah dilakukan pengamatan terhadap mobil listrik Ezzy didapatkan gambaran mengenai kondisi saat ini ruang kemudi mobil listrik Ezzy.

Berikut merupakan desain dari kondisi saat ini ruang kemudi mobil listrik Ezzy:

a. Tampak Sisi Pengemudi



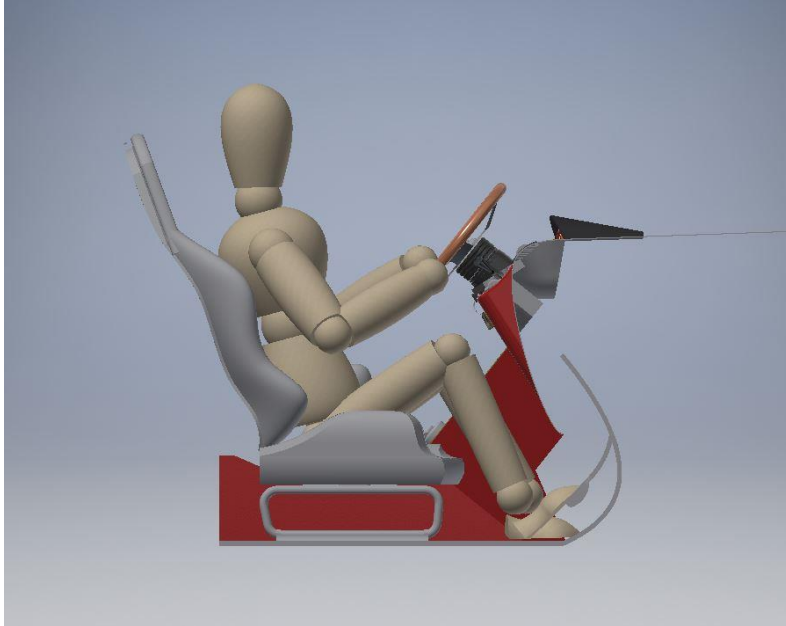
Gambar 4.2 Desain Kondisi Saat Ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Pengemudi

b. Tampak Atas



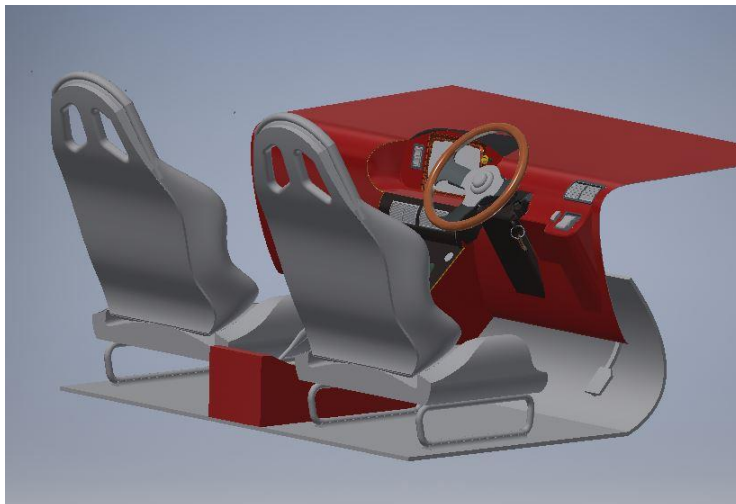
Gambar 4.3 Desain Kondisi Saat Ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Atas

c. Tampak Samping



Gambar 4.4 Desain Kondisi Saat ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Samping

d. Tampak Sudut



Gambar 4.5 Desain Kondisi Saat ini Mobil Listrik Ezzy Tampak Sudut

2. *User Experience Survey*

Setelah dilakukan *user experience survey*, didapatkan data dari *user* yang telah mengisi kuesioner yang disediakan. Berikut merupakan hasil rekapitulasi dari *user experience survey* yang telah dilakukan:

Tabel 4.6 *Task 1* Menyalakan Mobil

No.	Sub Task	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Membuka pintu		2	5		
2	Duduk			2	4	1
3	Memasukkan kunci	5	2			
4	Memutar <i>KillSwitch</i> (On)		1	4	2	
5	Memutar tombol <i>emergency</i> (On)		1	4	2	

Tabel 4.7 *Task 2* Menjalankan Mobil

No.	Sub Task	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Memasang sabuk pengaman	5	2			
2	Menekan tombol maju/mundur	3	4			
3	Melepas <i>handrem</i>			4	3	
4	Memegang stir kemudi		3	4		
5	Menginjak pedal gas		1	5	1	
6	Melihat <i>speedometer</i>		2	4	1	
7	Melihat indikator baterai			2	4	1

Tabel 4.8 *Task 3* Memarkirkan Mobil

No.	Sub Task	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Menginjak rem		1	4	2	
2	Melihat spion kanan	6	1			
3	Melihat spion kiri	6	1			
4	Melihat spion tengah	6	1			
5	Memutar <i>KillSwitch</i> (Off)		2	3	2	
6	Memutar tombol <i>emergency</i> (Off)		2	3	2	

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri atas penentuan *generic task*, penentuan *error producing condition*, penentuan *assessed proportion* dan menghitung nilai *human error probability*.

4.2.1. Penentuan Generic Task

Pada tahap ini dilakukan penentuan *generic task*. *Generic task* didapat dan ditetapkan berdasarkan dengan hasil *Hierarchical Task Analysis* yang kemudian dicocokkan pada Tabel *Generic Task Unreliability* yang telah ditetapkan pada metode HEART. Berikut merupakan nilai *generic task* dari tiap *task* pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy.

Tabel 4.9 Nilai *Generic Task*

No	Task	Sub Task	Generic Task Type	Nilai Human Unreliability	
1	Menyalakan Mobil	1.1	Membuka Pintu	D	0,09
		1.2	Duduk	D	0,09
		1.3	Memasukkan Kunci	D	0,09
		1.4	Memutar <i>Killswitch</i>	D	0,09
		1.5	Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	D	0,09
2	Menjalankan Mobil	2.1	Memasang Sabuk Pengaman	D	0,09
		2.2	Menekan Tombol Maju/Mundur	D	0,09
		2.3	Melepas <i>Handrem</i>	D	0,09
		2.4	Memegang Stir Kemudi	D	0,09
		2.5	Menginjak Pedal gas	D	0,09
		2.6	Melihat <i>Speedometer</i>	C	0,16
		2.7	Melihat Indikator Baterai	C	0,16
3	Memarkirkan Mobil	3.1	Menginjak Rem	D	0,09
		3.2	Melihat Spion Kanan	C	0,16
		3.3	Melihat Spion Kiri	C	0,16
		3.4	Melihat Spion Tengah	C	0,16
		3.5	Memutar <i>Killswitch</i>	D	0,09
		3.6	Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	D	0,09

4.2.2. Penentuan Error Producing Condition

Pada tahap ini dilakukan penentuan *Error Producing Condition* (EPC). EPC didapat dan ditetapkan berdasarkan dengan hasil *Hierarchical Task Analysis* yang

kemudian dicocokkan pada Tabel *Error Producing Condition* yang telah ditetapkan pada metode HEART. Berikut merupakan nilai EPC dari tiap *task* pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy.

Tabel 4.10 Nilai *Error Producing Condition*

No.	Task	Sub Task	EPC	Multiplier
1	Menyalakan Mobil	1.1 Membuka Pintu	28	1,4
		1.2 Duduk	28	1,4
		1.3 Memasukkan Kunci	31	1,2
		1.4 Memutar <i>Killswitch</i>	23	1,6
			31	1,2
1.5 Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	23	1,6		
	31	1,2		
2	Menjalankan Mobil	2.1 Memasang Sabuk Pengaman	31	1,2
		2.2 Menekan Tombol Maju/Mundur	11	5,5
			23	1,6
		2.3 Melepas <i>Handrem</i>	31	1,2
		2.4 Memegang Stir Kemudi	15	3
			23	1,6
		2.5 Menginjak Pedal gas	13	4
2.6 Melihat <i>Speedometer</i>	13	4		
	33	1,15		
2.7 Melihat Indikator Baterai	13	4		
	33	1,15		
3	Memarkirkan Mobil	3.1 Menginjak Rem	13	4
		3.2 Melihat Spion Kanan	33	1,15
		3.3 Melihat Spion Kiri	33	1,15
		3.4 Melihat Spion Tengah	33	1,15
		3.5 Memutar <i>Killswitch</i>	23	1,6
			31	1,2
3.6 Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	23	1,6		
	31	1,2		

4.2.3. Penentuan Assessed Proportion

Pada tahap ini dilakukan penentuan nilai *assessed proportion*. Nilai *assessed proportion* didapatkan dari kuesioner yang telah diisi oleh *user* setelah melakukan *user experience survey*. Berdasarkan hasil rekapitulasi dari *user experience survey* didapatkan rata-rata nilai sebagai berikut.

Tabel 4.11 Rata-Rata Hasil Rekapitulasi *User Experience Survey*

No.	Task	Sub Task	Rata-Rata	
1	Menyalakan Mobil	1.1	Membuka Pintu	2,71
		1.2	Duduk	3,86
		1.3	Memasukkan Kunci	1,29
		1.4	Memutar <i>Killswitch</i>	2,57
		1.5	Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	2,57
2	Menjalankan Mobil	2.1	Memasang Sabuk Pengaman	1,29
		2.2	Menekan Tombol Maju/Mundur	1,57
		2.3	Melepas <i>Handrem</i>	3,43
		2.4	Memegang Stir Kemudi	2,57
		2.5	Menginjak Pedal gas	3,00
		2.6	Melihat <i>Speedometer</i>	2,86
		2.7	Melihat Indikator Baterai	3,86
3	Memarkirkan Mobil	3.1	Menginjak Rem	3,14
		3.2	Melihat Spion Kanan	1,14
		3.3	Melihat Spion Kiri	1,14
		3.4	Melihat Spion Tengah	1,14
		3.5	Memutar <i>Killswitch</i>	2,57
		3.6	Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	2,57

Skala nilai dari *assessed proportion* adalah 0 sampai 1. Pada kuesioner *user experience survey* setiap task memiliki skala 1 sampai 5 sehingga perlu dilakukan penyesuaian nilai untuk menjadi nilai dengan skala 0-1. Berikut merupakan nilai *assessed proportion* setelah dilakukan penyesuaian nilai:

Tabel 4.12 Nilai *Assessed Proportion*

No.	Task	Sub Task	PoA	
1	Menyalakan Mobil	1.1	Membuka Pintu	0,54
		1.2	Duduk	0,77
		1.3	Memasukkan Kunci	0,26
		1.4	Memutar <i>Killswitch</i>	0,51
		1.5	Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	0,51
2	Menjalankan Mobil	2.1	Memasang Sabuk Pengaman	0,26
		2.2	Menekan Tombol Maju/Mundur	0,31
		2.3	Melepas <i>Handrem</i>	0,69
		2.4	Memegang Stir Kemudi	0,51
		2.5	Menginjak Pedal gas	0,60
		2.6	Melihat <i>Speedometer</i>	0,57
		2.7	Melihat Indikator Baterai	0,77

Tabel 4.13 Nilai *Assessed Proportion* (Lanjutan)

No.	Task	Sub Task	PoA
3	Memarkirkan Mobil	3.1 Menginjak Rem	0,63
		3.2 Melihat Spion Kanan	0,23
		3.3 Melihat Spion Kiri	0,23
		3.4 Melihat Spion Tengah	0,23
		3.5 Memutar <i>Killswitch</i>	0,51
		3.6 Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	0,51

4.2.4. Menghitung Nilai *Human Error Probability*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *Human Error Probability* (HEP). Nilai HEP didapatkan dengan rumus yang ada pada metode HEART. Berikut merupakan hasil dari perhitungan nilai HEP dari setiap *task* pada seluruh proses mengemudi mobil di ruang kendali mobil listrik Ezzy.

Tabel 4.14 Perhitungan Nilai *Human Error Probability*

	Sub Task	Nilai Human Unreliability	Multiplier	PoA	Assessed Effect	HEP
1.1	Membuka Pintu	0,09	1,4	0,54	1,22	0,11
1.2	Duduk	0,09	1,4	0,77	1,31	0,12
1.3	Memasukkan Kunci	0,09	1,2	0,26	1,05	0,09
1.4	Memutar <i>Killswitch</i>	0,09	1,6	0,51	1,31	0,13
			1,2	0,51	1,10	
1.5	Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	0,09	1,6	0,51	1,31	0,13
			1,2	0,51	1,10	
2.1	Memasang Sabuk Pengaman	0,09	1,2	0,26	1,05	0,09
2.2	Menekan Tombol Maju/Mundur	0,09	5,5	0,31	2,41	0,26
			1,6	0,31	1,19	
2.3	Melepas <i>Handrem</i>	0,09	1,2	0,69	1,14	0,10
2.4	Memegang Stir Kemudi	0,09	3	0,51	2,03	0,24
			1,6	0,51	1,31	
2.5	Menginjak Pedal gas	0,09	4	0,60	2,80	0,25
2.6	Melihat <i>Speedometer</i>	0,16	4	0,57	2,71	0,47
			1,15	0,57	1,09	
2.7	Melihat Indikator Baterai	0,16	4	0,77	3,31	0,59
			1,15	0,77	1,12	

Tabel 4.15 Perhitungan Nilai *Human Error Probability* (Lanjutan)

<i>Sub Task</i>		Nilai <i>Human Unreliability</i>	<i>Multiplier</i>	PoA	<i>Assessed Effect</i>	HEP
3.1	Menginjak Rem	0,09	4	0,63	2,89	0,26
3.2	Melihat Spion Kanan	0,16	1,15	0,23	1,03	0,17
3.3	Melihat Spion Kiri	0,16	1,15	0,23	1,03	0,17
3.4	Melihat Spion Tengah	0,16	1,15	0,23	1,03	0,17
3.5	Memutar <i>Killswitch</i>	0,09	1,6	0,51	1,31	0,13
			1,2	0,51	1,10	
3.6	Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	0,09	1,6	0,51	1,31	0,13
			1,2	0,51	1,10	

4.2.5. Menghitung Nilai Keandalan

Berikut merupakan hasil dari perhitungan nilai keandalan pengemudi dari setiap *task* pada seluruh proses mengemudi mobil di ruang kendali mobil listrik Ezzy:

Tabel 4.16 Nilai Keandalan

No	<i>Task</i>	<i>Sub Task</i>	HEP	<i>Reliability</i>
1	Menyalakan Mobil	1.1 Membuka Pintu	0,11	89%
		1.2 Duduk	0,12	88%
		1.3 Memasukkan Kunci	0,09	91%
		1.4 Memutar <i>Killswitch</i>	0,13	87%
		1.5 Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	0,13	87%
2	Menjalankan Mobil	2.1 Memasang Sabuk Pengaman	0,09	91%
		2.2 Menekan Tombol Maju/Mundur	0,26	75%
		2.3 Melepas Handrem	0,10	90%
		2.4 Memegang Stir Kemudi	0,24	76%
		2.5 Menginjak Pedal gas	0,25	75%
		2.6 Melihat <i>Speedometer</i>	0,47	53%
		2.7 Melihat Indikator Baterai	0,59	41%
3	Memarkirkan Mobil	3.1 Menginjak Rem	0,26	74%
		3.2 Melihat Spion Kanan	0,27	83%
		3.3 Melihat Spion Kiri	0,27	83%
		3.4 Melihat Spion Tengah	0,27	83%
		3.5 Memutar <i>Killswitch</i>	0,13	87%
		3.6 Mengecek Tombol <i>Emergency</i>	0,13	87%

4.2.6. Evaluasi Kondisi Saat ini Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy

Setelah dilakukan perhitungan nilai keandalan didapatkan beberapa *task* yang memiliki nilai keandalan manusia dibawah 80%, diantaranya:

1. Tombol Maju dan Mundur

Berikut merupakan gambar dari tombol maju dan mundur:



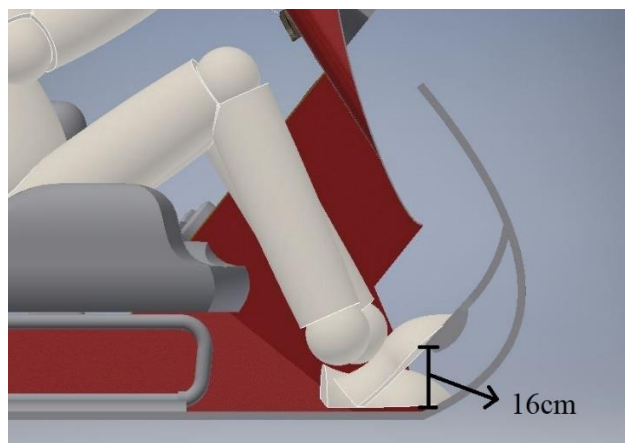
Gambar 4.6 Tombol Maju dan Mundur

2. Stir Kemudi

Masalah dari stir kemudi adalah karena terlalu berat ketika dibelokkan sehingga hal tersebut merupakan keterbatasan alat dari mobil listrik Ezzy.

3. Pedal gas dan Pedal Rem

Berikut merupakan gambar dan ukuran dari jarak pedal gas dan rem pada mobil listrik Ezzy:



Gambar 4.7 Jarak Ketinggian Pedal Gas dan Rem

Pada Gambar 2.5 ditampilkan ukuran ketinggian pedal menggunakan data antropometri Internasional. Sedangkan perbaikan ukuran pada pedal mobil listrik Ezzy, perlu menggunakan data antropometri Indonesia. Untuk mendapatkan ukuran ketinggian pedal dengan data antropometri Indonesia, maka akan dilakukan interpolasi. Berikut merupakan perhitungan interpolasi tersebut:

$$\frac{x}{22,7} = \frac{10}{26,5}$$

$$x = 8,5$$

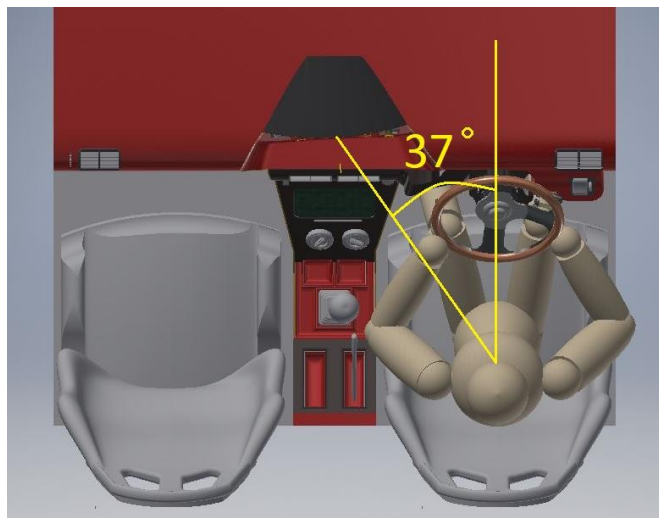
Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan ukuran ketinggian pedal yaitu 8,5 cm. Tabel berikut menunjukkan perbandingan dari data antropometri Internasional dan Indonesia:

Tabel 4.17 Perbandingan Data Antropometri Internasional dan Indonesia

Dimensi Kaki		Data	Ukuran Panjang Kaki (cm)	Tinggi Pedal (cm)
X	Panjang Kaki	Internasional	26,5	10
		Indonesia	22,7	8,5

4. *Speedometer* dan Indikator Baterai

Berikut merupakan gambar dan ukuran sudut dari mata pengemudi terhadap posisi *speedometer* dan indikator baterai:



Gambar 4.8 Sudut Mata terhadap *Speedometer* dan Indikator Baterai

BAB 5

ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

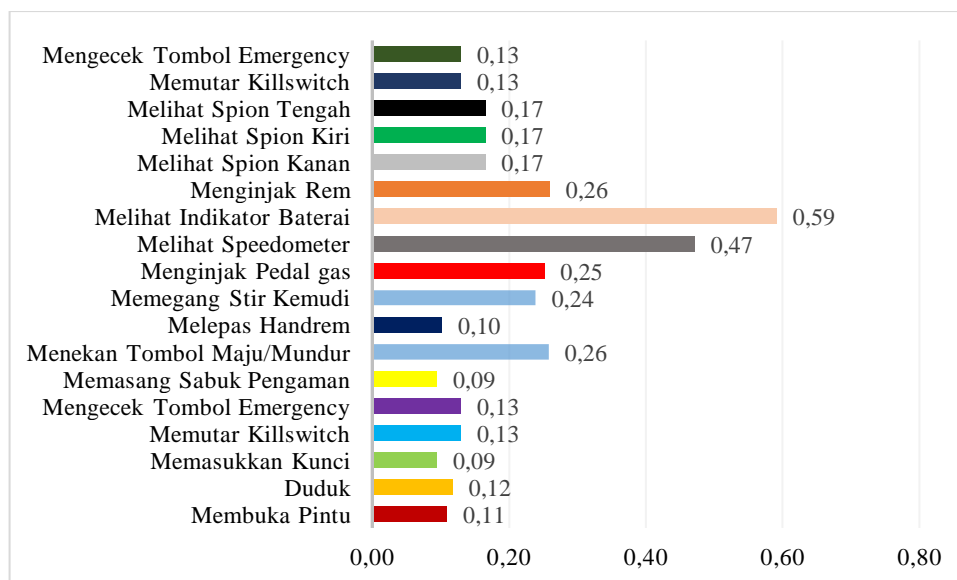
Pada bab ini dilakukan analisa dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dari metode yang digunakan pada pengolahan data. Kemudian, berdasarkan nilai keandalan tiap *task* yang didapat, dapat diusulkan rekomendasi perbaikan agar nilai dari keandalan pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy meningkat.

5.1 Analisis Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kondisi saat ini ruang kemudi mobil listrik Ezzy, yang meliputi analisis nilai HEP dan nilai keandalan manusia, serta analisis evaluasi kondisi saat ini ruang kemudi mobil listrik Ezzy.

5.1.1. Analisis Nilai Human Error Probability dan Nilai Keandalan Manusia

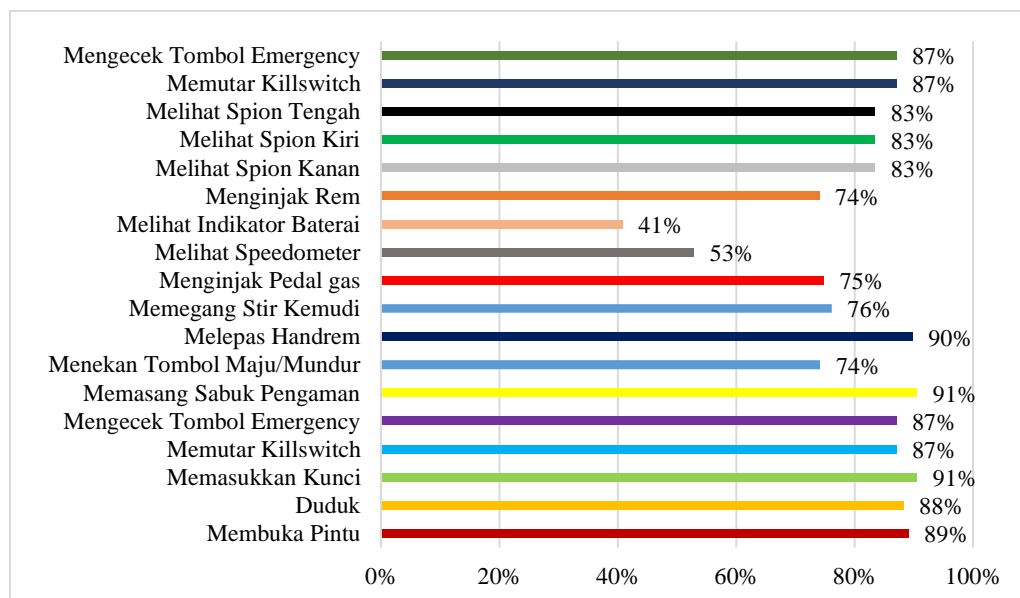
Pada bab sebelumnya telah dilakukan pengolahan data mengenai keandalan manusia pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy. Perhitungan keandalan manusia dilakukan dengan menggunakan metode HEART, sehingga didapatkan nilai *Human Error Probability* yang ditampilkan pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Grafik *Human Error Probability*

Dari Gambar 5.1 tersebut dapat terlihat proses yang memiliki nilai *Human Error Probabilities* (HEP) terbesar dan terkecil, serta dapat terlihat *task* manakah dalam proses yang mempunyai nilai tersebut. Nilai HEP yang terbesar dimiliki oleh *task* 2.7 yaitu melihat indikator baterai dengan nilai 0,59. Nilai HEP terbesar selanjutnya dimiliki oleh *task* 2.6 yaitu melihat *speedometer* dengan nilai 0,47. Lalu nilai HEP terkecil dimiliki oleh *task* 1.3 dan 2.1 yaitu memasukkan kunci dan memasang sabuk pengaman dengan nilai sebesar 0,09. Nilai HEP tersebut memiliki arti bahwa semakin besar nilainya maka akan semakin besar terjadinya kemungkinan *error* pada aktivitas yang dilakukan, dan sebaliknya apabila semakin kecil nilainya maka akan semakin kecil kemungkinan terjadi *error* pada aktivitas tersebut. Nilai HEP yang didapatkan tersebut berasal dari *Generic Task* dan *Error Producing Condition* (EPC) yang telah ditetapkan sebelumnya.

Setelah didapatkan nilai HEP, kemudian didapatkan nilai keandalan manusia pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy. Berikut merupakan nilai keandalan manusia pada proses mengemudi mobil listrik Ezzy:



Gambar 5.2 Grafik *Human Reliability*

Pada Gambar 5.2 dapat dilihat nilai keandalan manusia pada masing-masing *task* proses mengemudi mobil listrik Ezzy. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa *task* yang memiliki nilai keandalan manusia di

bawah 80%, seperti *task* 2.2, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, dan 3.1, yaitu menekan tombol maju dan mundur, memegang stir kemudi, menginjak pedal gas, melihat *speedometer* dan indikator baterai, serta menginjak pedal rem.

5.1.2. Analisis Kondisi Saat ini Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kondisi saat ini ruang kemudi mobil listrik Ezzy yang memiliki nilai keandalan manusia di bawah 80%. Reliabilitas dikatakan sangat baik jika memiliki nilai reliabilitas di atas 80% (Guilford, 1956). *Task* yang memiliki nilai keandalan manusia di bawah 80% antara lain:

1. Menekan Tombol Maju dan Mundur

Pada *task* 2.2 ini memiliki nilai *Human Error Probabilities* (HEP) sebesar 0,26 dan nilai keandalan manusia sebesar 74%. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai *Error Producing Condition* (EPC) yang telah ditetapkan. Pemilihan nilai EPC dilakukan berdasarkan hal-hal yang dapat menyebabkan terjadinya *error* pada *task* tersebut. Misalnya pada proses menekan tombol maju dan mundur, EPC yang dipilih adalah nomor 11 dan 23. EPC tersebut masing-masing adalah ambiguitas dalam melakukan performa standar serta alat yang tidak dapat diandalkan. Pada Gambar 4.9 dapat dilihat tombol maju dan mundur pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy. Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa pada tombol tersebut tidak terdapat informasi yang jelas mengenai tombol maju dan mundur sehingga ketika sedang menjalankan *task* 2.2 menyebabkan *user* kebingungan terhadap tombol tersebut. Hal tersebut dapat mengakibatkan *error* pada saat pengemudi ingin menekan tombol maju maupun mundur, sehingga diperlukan adanya penambahan informasi mengenai tombol maju maupun tombol mundur agar pengemudi mobil dapat mengetahui tombol yang akan digunakan.

2. Stir Kemudi

Pada *task* 2.4 yang merupakan memegang stir kemudi ini memiliki nilai HEP sebesar 0,24 dan nilai keandalan manusia sebesar 76%. EPC yang dipilih pada proses memegang stir kemudi adalah EPC nomor 15 dan 23. EPC tersebut masing-masing adalah operator yang tidak berpengalaman serta alat yang tidak dapat

diandalkan. Pada EPC 15 memang perlu adanya pemahaman mengenai *handling* dari mobil listrik Ezzy. Sedangkan pada EPC 23, permasalahan yang muncul dari stir kemudi mobil listrik Ezzy tersebut adalah karena terlalu berat ketika dibelokkan, sehingga hal tersebut merupakan keterbatasan alat dari mobil listrik Ezzy.

3. Pedal Gas dan Pedal Rem

Pada *task* 2.5 dan 3.1, yang merupakan menginjak pedal gas dan pedal rem, memiliki nilai HEP sebesar 0,25 dan 0,26. Sedangkan, nilai keandalan manusia pada kedua *task* tersebut adalah sebesar 75% dan 74%. EPC yang dipilih pada proses menginjak pedal gas dan rem adalah EPC nomor 13. EPC tersebut adalah sistem feedback yang tidak baik. Pada Gambar 4.7 dapat dilihat jarak antara kedua pedal dengan lantai mobil berjarak 16 cm. Hal tersebut mengakibatkan kaki pengemudi tidak dapat menginjak pedal dengan optimal karena jarak antara pedal dengan lantai mobil terlalu jauh sehingga feedback dari pedal buruk. Berdasarkan Gambar 2.5 standar jarak pedal dengan lantai mobil telah ditetapkan yaitu berkisar antara 10 cm (Peters, 2002). Namun, standar ukuran tersebut merupakan ukuran ketinggian pedal menggunakan data antropometri Internasional. Sedangkan, untuk perbaikan pada pedal mobil listrik Ezzy, perlu digunakan data antropometri Indonesia. Oleh karena itu, dilakukan interpolasi antara data antropometri Internasional dengan data antropometri Indonesia sehingga didapatkan ukuran yang sesuai untuk perbaikan mobil listrik Ezzy. Setelah dilakukan interpolasi didapatkan ukuran ketinggian pedal berdasarkan data antropometri Indonesia yaitu sebesar 8,5 cm. Nilai tersebut kemudian akan digunakan sebagai ukuran dalam pembuatan desain perbaikan.

4. *Speedometer* dan Indikator Baterai

Pada *task* 2.6 dan 2.7, yaitu melihat *speedometer* dan indikator baterai, memiliki nilai HEP sebesar 0,47 dan 0,59, dengan nilai keandalan manusia sebesar 53% dan 41%. EPC yang dipilih pada proses melihat *speedometer* dan indikator baterai adalah EPC nomor 13 dan 33. EPC tersebut adalah sistem feedback yang tidak baik dan lingkungan yang tidak mendukung. Berdasarkan Gambar 4.9 dapat

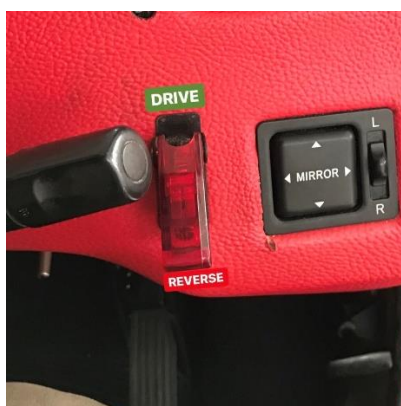
dilihat sudut dari mata terhadap *speedometer* dan indikator baterai adalah sebesar 37° . Ketika *user* melakukan *task* berupa melihat *speedometer* dan indikator baterai pada skenario ke 1 poin ke 5 yaitu *user* menjalankan mobil dengan kecepatan 40 - 60 km/jam, *eye-off road time user* membutuhkan waktu kurang lebih 1 detik untuk melakukan *task* 2.6 dan 2.7. Hal ini dapat membahayakan pengemudi ketika mengendarai mobil tersebut. Karena saat mobil listrik Ezzy melaju pada kecepatan 60 km/jam, dalam 1 detik mobil tersebut telah melaju sekitar 16 meter, sehingga menyebabkan pengendara tidak dapat melihat objek pada jarak 16 meter tersebut. Berdasarkan Gambar 2.7 dapat dilihat bahwa sudut optimal binokular pada posisi horizontal adalah 30° . Untuk itu perlu adanya perbaikan mengenai posisi *speedometer* dan indikator baterai berdasarkan sudut optimal binokular mata agar dapat melihat *speedometer* dan indikator baterai dengan optimal.

5.2 Rekomendasi Perbaikan Kondisi Saat ini Pada Mobil Listrik Ezzy

Pada tahap ini diberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan analisis terhadap kondisi saat ini ruang kemudi mobil listrik Ezzy agar nilai dari keandalan manusia pada ruang kemudi mobil listrik Ezzy meningkat. Beberapa rekomendasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tombol Maju dan Mundur

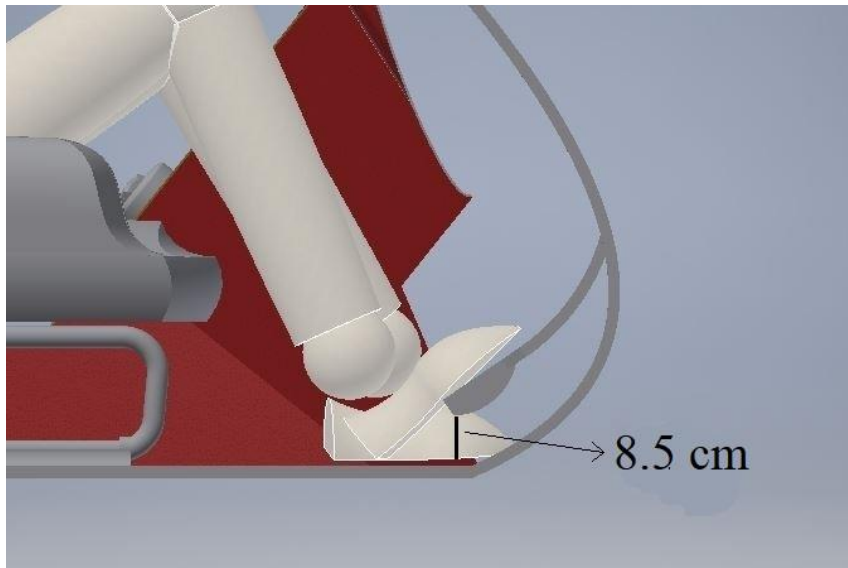
Perbaikan pada *task* 2.2 ini diperlukan penambahan informasi mengenai tombol maju maupun tombol mundur agar pengemudi mobil dapat mengetahui tombol yang akan digunakan. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan yaitu penambahan label pada tombol maju dan mundur:



Gambar 5.3 Label Penamaan Tombol Maju dan Mundur

2. Pedal Gas dan Rem

Pada task 2.5 dan 3.1 dilakukan perbaikan berupa perubahan antara posisi pedal gas dan rem dengan lantai mobil listrik Ezzy agar pengemudi dapat menginjak pedal gas dan rem dengan optimal. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan berupa perubahan posisi pedal gas dan rem:

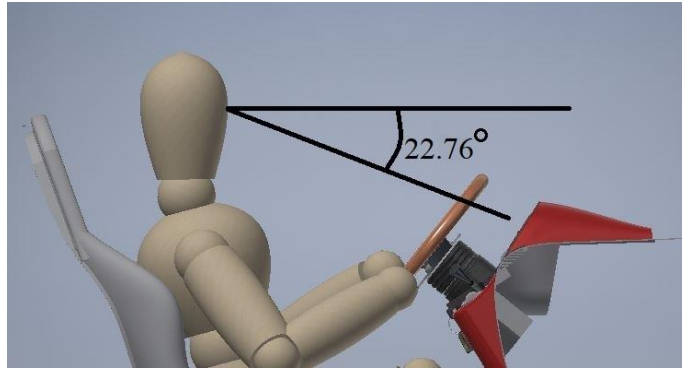


Gambar 5.4 Perbaikan Posisi Pedal Rem dan Gas

Gambar 5.3 menunjukkan bahwa rekomendasi perbaikan perubahan posisi pedal gas dan rem yang sudah sesuai dengan perhitungan ukuran ketinggian pedal berdasarkan data antropometri Indonesia, yaitu sebesar 8,5 cm.

3. *Speedometer* dan Indikator Baterai

Pada *task* 2.6 dan 2.7 dilakukan perbaikan berupa perubahan posisi *speedometer* dan indikator baterai berdasarkan sudut optimal binokular mata dan dengan standar yang ditetapkan oleh SAE (*Society Automotive Engineering*). Standar yang ditetapkan oleh SAE untuk mobil dalam kota yaitu posisi *speedometer* yang paling baik diletakkan didepan pengemudi (Peters, 2002). Berikut adalah rekomendasi perbaikan perubahan posisi *speedometer* dan indikator baterai:



Gambar 5.5 Perbaikan Posisi Speedometer dan Indikator Baterai

Gambar 5.4 di atas menunjukkan rekomendasi perbaikan perubahan posisi *speedometer* dan indikator baterai yang sudah disesuaikan berdasarkan Gambar 2.8 dan juga pada standard yang telah ditetapkan yaitu didepan pengemudi dengan sudut vertikal binokular mata sebesar $22,76^{\circ}$.

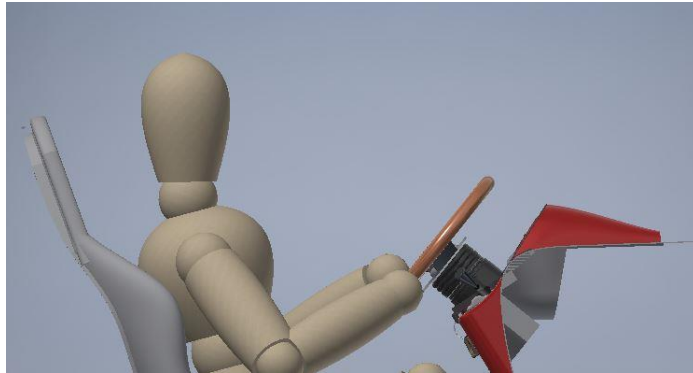
Setelah dilakukan perbaikan terhadap tiap *task* yang memiliki nilai keandalan di bawah 80%, didapatkan desain perbaikan kondisi saat ini dari mobil listrik Ezzy. Desain perbaikan dilakukan dengan menggunakan *software* Inventor. Berikut merupakan desain perbaikan mobil listrik Ezzy:

a. Tampak Atas



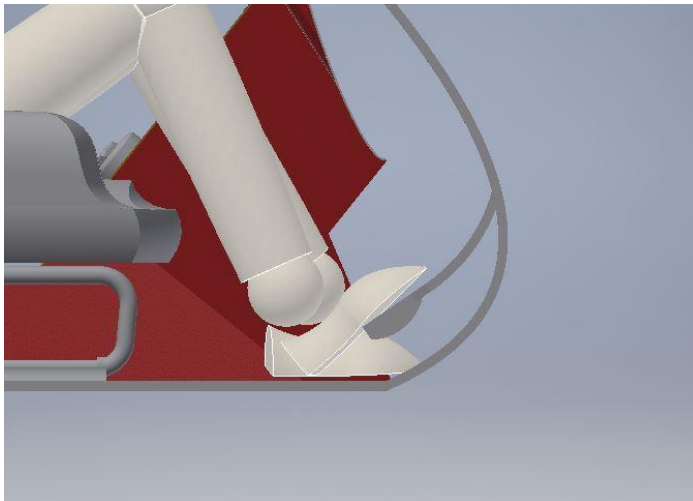
Gambar 5.6 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Atas

b. Tampak Samping Atas



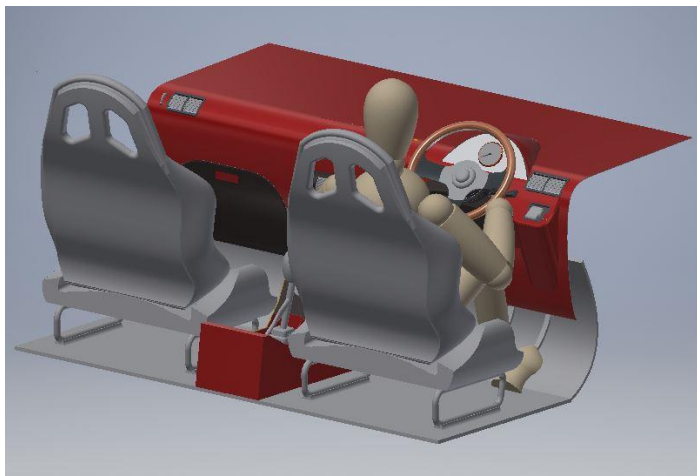
Gambar 5.7 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Samping Atas

c. Tampak Samping Bawah



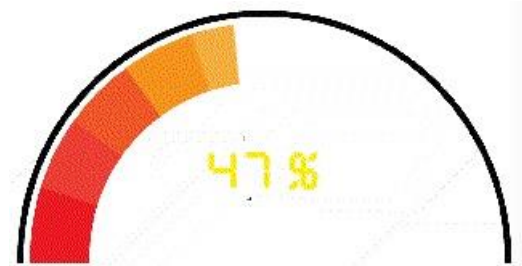
Gambar 5.8 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Samping Bawah

d. Tampak Sudut



Gambar 5.9 Desain Perbaikan Mobil Ezzy Tampak Sudut

Berikut merupakan tampilan status baterai dan tegangan baterai pada tampilan BMS (*Battery Management System*) *interface* dari mobil listrik yang dipilih berdasarkan hasil dari penelitian terdahulu.



Gambar 5.10 Tampilan Status Baterai (Lastri, 2018)

3.93 V

Gambar 5.11 Tampilan Tegangan Baterai (Lastri, 2018)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari tujuan penelitian tugas akhir dan saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, ada beberapa poin penting yang ingin disimpulkan terkait ruang kemudi mobil listrik Ezzy antara lain:

1. Terdapat 3 *task* pada proses mengemudi mobil listrik, yaitu menyalakan mobil, menjalankan mobil dan memarkirkan mobil. Ketiga *task* tersebut memiliki 18 *subtask* dengan detail yang sesuai dengan tujuan dan ketentuan *task* yang sudah ditetapkan. Perhitungan nilai keandalan manusia dilakukan pada setiap *subtask* pada proses mengemudi mobil listrik.
2. *Human reliability* pada masing-masing *subtask* proses mengemudi mobil listrik diukur dengan menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Perhitungan dengan metode HEART untuk mendapatkan nilai *human error probability* yang dilanjutkan dengan perhitungan nilai *human reliability*. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap *subtask* yang memiliki risiko *human error* tinggi dengan nilai keandalan di bawah 80%.
3. Terdapat 4 aspek kritis ruang kemudi mobil listrik Ezzy yang berisiko tinggi pada *human error*. Aspek kritis tersebut antara lain menekan tombol maju dan mundur dengan nilai keandalan 75%, memegang stir kemudi dengan nilai keandalan 76%, menginjak pedal rem dan gas dengan nilai masing-masing 74% dan 75%, serta melihat *speedometer* dan indikator baterai dengan nilai masing-masing 53% dan 41%.
4. Terdapat rekomendasi perbaikan terhadap kondisi saat ini ruang kemudi mobil listrik Ezzy, seperti penambahan informasi mengenai tombol maju dan mundur, perubahan posisi pedal gas dan rem dengan lantai mobil, serta perubahan posisi *speedometer* dan indikator baterai. Rekomendasi

perbaikan dilakukan berdasarkan ukuran dimensi mobil berstandar Internasional yang telah dikonversikan berdasarkan ukuran standar di Indonesia.

6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran untuk perkembangan penelitian selanjutnya.

1. Pembuatan kuisoner yang lebih jelas agar *user* dapat memahami kuisoner ketika sedang melakukan *user experience survey*.
2. Lebih memperbanyak skenario pada saat melakukan *user experience survey* agar lebih detail ketika melakukan pengisian kuisoner dan ketika menentukan *error producing condition*.
3. Lebih memperbanyak data dari orang expert mengenai mobil listrik Ezzy agar data lebih valid dan kredibel.
4. Penilaian pada kuisoner dibuat lebih general sehingga penilaian *user* juga lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ankrum, D. R. (1999). Visual Ergonomics. In *Occupational Health & Safety* (pp. 64-74). Chicago: Elsevier.
- Annet, J. (2003). *Handbook of Cognitive Design*. CRC Press.
- Antropometri. (2013). *Dimensi Antropometri*. Retrieved from Antropometri Indonesia: <http://www.antropometriindonesia.org/>
- Bell, J., & Holroyd, J. (1998). *Review of Human Reliability Assessment Methods*. HSE Press.
- Charles, O. (1976). *Introduction to Reliability in Design*.
- Debenard. (2016). *Designing Human Machine Interface for Autonomus Vehicle*.
- Forlizzi, J., & Kim, S. (2011). Usability of Car Dashboard Displays for Elder Driver. In *Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 493-502).
- George, A., & Peters, B. (2006). *Human Error: Cause and Control*. CRC Press.
- Guilford, J. P. (1956). *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. New York: McGraw Hill.
- Guttman, H., & Swain. (1983). *Handbook of Human Reliability Analysis with EMphasis on Nuclear Power Plant Applications*. Washington DC.
- Lastri, N. Y. (2018). *Designing Dynamic Visualization of Battery Management System for an Electric Vehicle*.
- National Center for Statistics and Analysis. (2015). *Distracted Driving 2013 data*. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Nowlan, & Heap. (1960). *Reliability Centered Maintenance*. Springer.
- Nugroho, G. (2006). Analisis Tingkat Keandalan Manusia pada Sopir dengan Metode HEART.
- Peters, B. P. (2002). *Automotive Vehicle Safety*. SAE.
- Rasmussen, J. (1981). A Taxonomy for Describing Human Malfunction in Industrial Installations. *Human Errors*.
- Redish, J., & Hackos, J. (1998). *Introducing User and Task Analysis for Interface Design*. John Wiley & Son Inc.

- Sanders, & Cormick, E. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw Hill.
- Spurgin, A. (2010). *Human Reliability Assessment*. New York: CRC Press.
- TESLA Motors, I. (2018). Retrieved from TESLA Corp Web site: <http://www.tesla.com>
- Ulrich, S., & Wech, L. (2007). *Automotive Safety Handbook*. SAE International.
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.
- William, H. L. (1958). *Reliability Evaluation of the Human Component in Man-Machine Systems*. Electrical Manufacturing.
- William, J. (1985). *A Proposed Method for Achieving High Reliability in Elsevier, Process Operation by Means of Human Factors Engineering Technology in Proceedings of a Symposium of the Achievement of Reliability in Operating Plant, Safety and Reliability Society*. Southport.
- Yuniarto, M. N. (2017). *Kendaraan Listrik Teknologi untuk Bangsa*. Surabaya: Jaring Pena.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner *User Experience Survey*

Form Pengambilan Data Keandalan Manusia

Nama : _____
 Berat Badan : _____ Tinggi Badan : _____
 Kategori : Experience Unexperience

Kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui tingkat *Human Error* pada ruang kendali mobil listrik Ezzy. Pengisian kuisisioner dilakukan setelah responden melakukan pengujian terhadap mobil listrik Ezzy.

Keterangan

- 1 = Sangat Lancar 4 = Tidak Lancar
 2 = Lancar 5 = Sangat Tidak Lancar
 3 = Cukup Lancar

Berilah tanda (✓) pada kolom penilaian jika menurut anda sesuai

Task 1 - Menyalakan Mobil							
No	Sub Task	Penilaian					
		5	4	3	2	1	
1	Membuka pintu	Gagang keras, <i>not reachable</i>		<i>Reachable</i> , gagang keras, mudah dibuka			Mudah dibuka, gagang tidak kendur
2	Duduk	Posisi kaki menyentuh stir, <i>not adjustable</i> ,		Posisi kaki tidak menyentuh stir, <i>not adjustable</i>			<i>Adjustable</i> , tidak membuat lelah, posisi kaki tidak menyentuh stir
3	Memasukkan kunci	<i>Not reachable</i> , posisi mengenai panel sein		<i>Not reachable</i> , posisi tidak mengenai panel sein			<i>Reachable</i> , posisi tidak mengenai panel sein
4	Memutar <i>killswitch</i> (On)	<i>Not reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar		<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar			<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, mudah diputar
5	Memutar tombol <i>emergency</i> (On)	<i>Not reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar		<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar			<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, mudah diputar

Task 2 - Menjalankan Mobil								
No	Sub Task	Penilaian						
		5	4	3	2	1		
1	Memasang sabuk pengaman	<i>Not adjustable, not reachable, sabuk pengaman tidak sesuai standar</i>		<i>Not adjustable, reachable, sabuk pengaman sesuai standar</i>			<i>Adjustable, reachable, sabuk pengaman sesuai standar</i>	
2	Menekan tombol maju/ mundur	<i>Not reachable, tombol mudah dipahami, mudah ditekan ke atas maupun ke bawah</i>		<i>Reachable, tombol susah dipahami, susah ditekan ke atas maupun ke bawah</i>			<i>Reachable, tombol mudah dipahami, mudah ditekan ke atas maupun ke bawah</i>	
3	Melepas handrem	<i>Not reachable, posisi mengenai seat driver</i>		<i>Reachable, posisi mengenai seat driver</i>			<i>Reachable, posisi tidak mengenai seat driver</i>	
4	Memegang stir kemudi	<i>Not adjustable, posisi tangan mengenai panel yang lain, mudah lelah</i>		<i>Adjustable, posisi tangan mengenai panel yang lain, tidak mudah lelah</i>			<i>Adjustable, Posisi tangan tidak mengenai panel yang lain, tidak mudah lelah</i>	
5	Menginjak pedal gas	<i>Pedal gas susah dirasakan, posisi kaki menyentuh stir,</i>		<i>Pedal gas susah dirasakan, posisi kaki tidak menyentuh stir</i>			<i>Pedal gas mudah dirasakan, posisi kaki tidak menyentuh stir</i>	
6	Melihat speedometer	<i>Terhalang panel (stir), keterangan tidak jelas</i>		<i>Tidak terhalang panel apapun, keterangan kurang jelas</i>			<i>Tidak terhalang panel apapun, keterangan jelas</i>	
7	Melihat indikator baterai	<i>Terhalang panel (stir), keterangan tidak jelas</i>		<i>Tidak terhalang panel apapun, keterangan kurang jelas</i>			<i>Tidak terhalang panel apapun, keterangan jelas</i>	

Task 3 - Memarkirkan Mobil									
No	Sub Task	Penilaian							
		5		4	3		2	1	
1	Menginjak rem	Pedal gas susah dirasakan, posisi kaki menyentuh stir			Pedal gas susah dirasakan, posisi kaki tidak menyentuh stir			Pedal gas mudah dirasakan, posisi kaki tidak menyentuh stir	
2	Melihat spion kanan	Terhalang oleh panel <i>dashboard</i> , spion buram			Terhalang oleh panel <i>dashboard</i> , spion jelas			Tidak terhalang panel apapun, spion jelas	
3	Melihat spion kiri	Terhalang oleh panel <i>dashboard</i> , spion buram			Terhalang oleh panel <i>dashboard</i> , spion jelas			Tidak terhalang panel apapun, spion jelas	
4	Melihat spion tengah	Terhalang oleh panel <i>dashboard</i> , spion buram			Terhalang oleh panel <i>dashboard</i> , spion jelas			Tidak terhalang panel apapun, spion jelas	
5	Memutar <i>killswitch</i> (Off)	<i>Not reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar			<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar			<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, mudah diputar	
6	Memutar tombol <i>emergency</i> (Off)	<i>Not reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar			<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, susah diputar			<i>Reachable</i> , tombol mudah dipahami, mudah diputar	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Reza Akbar Muhammad, lahir di Surabaya (Jawa Timur) pada tanggal 3 Juni 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah 4 Surabaya, SMPN 19 Surabaya, dan SMA Negeri 5 Surabaya. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan pendidikan pada program studi S-1 Teknik Industri, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (Surabaya) pada tahun 2013. Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis aktif dalam kegiatan organisasi di Jurusan Teknik Industri dan pengembangan riset Mobil Listrik Nasional. Penulis terlibat di organisasi seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS serta ITS Solar Car Racing Team. Konsentrasi yang diambil penulis di masa perkuliahan adalah bidang ergonomi. Topik yang diambil untuk Tugas Akhir merupakan salah satu turunan dari bidang ergonomi. Atas kebesaran Tuhan YME, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Keandalan Manusia pada Ruang Kemudi Mobil Listrik Ezzy dengan Metode HEART”

Email: rezakbar@ymail.com