

**REKOMENDASI SISTEM PERINGATAN
KELELAHAN PENGEMUDI BERBASIS STIMULI
UNIMODAL DAN BIMODAL BERDASARKAN
KONDISI *PRE-LUNCH* DAN *POST-LUNCH***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Natasha Hadi

NPM : 2014610112



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**

2018

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Natasha Hadi
NPM : 2014610112
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi : REKOMENDASI SISTEM PERINGATAN KELELAHAN
PENGEMUDI BERBASIS STIMULI UNIMODAL DAN BIMODAL
BERDASARKAN KONDISI *PRE-LUNCH* DAN *POST-LUNCH*

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Juli 2018

Ketua Jurusan Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., M.I.M.)

Pembimbing I

(Kadek Heri Sanjaya, PhD.)

Pembimbing II

(Kristiana Asih Damayanti, S.T., M.T.)



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan



Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Natasha Hadi

NPM : 2014610112

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**“REKOMENDASI SISTEM PERINGATAN KELELAHAN PENGEMUDI
BERBASIS STIMULI UNIMODAL DAN BIMODAL BERDASARKAN KONDISI
PRE-LUNCH DAN POST-LUNCH”**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 23 Juli 2018

Natasha Hadi
2014610112

ABSTRAK

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) saat ini sedang berupaya mengembangkan mobil listrik *city car* generasi kedua, yang menggunakan konsep HI-DAS (*Human Integrated Driver Assistance System*). Mobil ini memiliki kekurangan, yaitu absennya bunyi mesin dan getaran mesin ketika mobil beroperasi, yang dikhawatirkan menimbulkan kantuk bagi pengemudi. Dalam keadaan mengantuk, kewaspadaan pengemudi akan menurun dan memicu terjadinya kecelakaan. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan, diperlukan suatu sistem peringatan yang akan memberikan suatu stimulasi kepada pengemudi untuk mengembalikan kewaspadaan pengemudi.

Penelitian untuk mengetahui jenis stimulasi yang cocok bagi sistem peringatan kelelahan pengemudi dilakukan pada skala laboratorium. Partisipan yang dilibatkan dalam penelitian berjumlah 12 orang dan berasal dari populasi mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR). Seluruh partisipan berjenis kelamin laki-laki dengan rentang usia 18-25 tahun dan telah memiliki sim A. Pengukuran tingkat kantuk dilakukan secara subjektif dengan menggunakan kuesioner *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS) dan secara objektif dengan menggunakan *Percentage of Eye Closure* (PERCLOS). Pengukuran tingkat kewaspadaan dilakukan dengan menggunakan *Critical Flicker Fusion Test*. Partisipan akan mengemudi pada kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch*, dan selama mengemudi partisipan akan diberikan tiga macam stimulasi (visual, auditori, bimodal). Pengukuran performansi mengemudi dilihat dari kecepatan *response time* pengemudi ketika diberikan stimulasi tertentu selama kegiatan mengemudi dilakukan. Uji statistika yang digunakan untuk melihat apakah faktor kondisi *pre/post-lunch* dan faktor jenis stimulasi berpengaruh terhadap *response time* pengemudi adalah Uji ANOVA. Faktor yang berpengaruh akan diolah dengan menggunakan uji lanjut (*Post-Hoc Test*) untuk signifikansi antar *level* faktor.

Dari hasil pengolahan data, diketahui bahwa karakteristik pengemudi yang mulai mengantuk ditandai dengan persentase PERCLOS yang semakin meningkat, yaitu berada pada rentang 0,15 sampai 0,3. Dari Uji ANOVA, didapatkan hasil bahwa faktor kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch*, pemberian stimulasi, serta interaksi antara kedua faktor berpengaruh terhadap kecepatan *response time* pengemudi. Pada kondisi *pre-lunch*, jenis stimulasi yang dapat mempercepat *response time* adalah stimulasi bimodal. Pada kondisi *post-lunch*, jenis stimulasi yang dapat mempercepat *response time* adalah stimulasi auditori.

ABSTRACT

The Indonesian Institute of Sciences (LIPI) is currently working on developing a second-generation electric city car, which uses the HI-DAS (Human Integrated Driver Assistance System) concept. This car has a disadvantage, the absence of engine sound and vibration of the engine when the car is operating, which is feared cause drowsiness for the driver. In a drowsy state, driver's awareness will decrease and trigger an accident. To prevent the accident, a warning system is required that will provide a stimulus to the driver to restore the driver's alertness.

Research to find out which type of stimulus is suitable for the driver fatigue warning system is done on a laboratory scale. There were 12 participants involved and they all came from the student population of Parahyangan Catholic University (UNPAR). All participants are male with age range 18-25 years and have sim A. Measurements of sleepiness were performed subjectively using the Karolinska Sleepiness Scale (KSS) questionnaire and objectively using Percentage of Eye Closure (PERCLOS). Measurement of alert level is done by using Critical Flicker Fusion Test. Participants will be driving on Pre-Lunch and Post-Lunch condition, and during driving the participants will be given three kinds of stimuli (visual, auditory, and bimodal). Measurement of driving performance is seen from the speed of driver's response time when given a certain stimuli during the driving activity. The statistical test used to see whether the pre / post-lunch condition and the type of stimuli factor affecting the driver's response time is the ANOVA Test. The influential factor will be processed by using the advanced test (Post-Hoc Test) to see the significance of inter-factor level.

From the results of data processing, it is known that the characteristics of drivers who start drowsiness marked by increasing in percentage of PERCLOS, which is in the range 0.15 to 0.3. From ANOVA test, it was found that the factor of Pre-Lunch and Post-Lunch condition, the factor of giving stimuli, and interaction between the two factors had an effect on the speed of driver's response time. In Pre-Lunch conditions, the type of stimulus that should be used to speed up response time is bimodal stimuli. In Post-Lunch conditions, the type of stimulus that should be used to speed up response time is auditory stimuli.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Rekomendasi Sistem Peringatan Kelelahan Pengemudi Berbasis Stimuli Unimodal dan Bimodal Berdasarkan Kondisi *Pre-Lunch* dan *Post-Lunch*”. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Kadek Heri Sanjaya, Ph.D dan Ibu Kristiana Asih Damayanti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa dengan sabar mendampingi, memberikan masukan, dan memberikan ilmu yang berguna dalam proses pembuatan skripsi.
2. Bapak Dr. Thedy Yogasara, S.T., M.EngSc. dan Bapak Daniel Siswanto, S.T., M.T., selaku dosen penguji proposal yang telah memberikan kritik dan masukan dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Thedy Yogasara S.T., M.EngSc. dan Bapak Yansen Theopilus, S.T.,M.T., selaku dosen penguji sidang skripsi yang telah memberikan kritik dan masukan yang menyempurnakan skripsi ini.
4. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc., selaku Kepala Laboratorium APK&E yang telah bersedia meminjamkan laboratorium dan menyediakan alat-alat yang dibutuhkan agar proses pengambilan data dapat berlangsung dengan baik.
5. Seluruh partisipan yang telah berkontribusi untuk meluangkan waktu dan tenaga dalam proses pengambilan data.
6. Kedua orang tua penulis serta saudara kandung penulis yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.

7. Seluruh dosen dan karyawan Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh studi pada bidang Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.
8. Annisa Natasha, Maria Rizka, dan Yessy Mashari yang selalu mendukung, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan masukan ketika penulis mengalami kesulitan dalam pembuatan skripsi.
9. Yulia Honawijaya dan Jessica Sela, selaku teman seperjuangan Kerja Praktek, yang senantiasa memberikan dukungan dan memberikan masukan dalam pembuatan skripsi ini.
10. Wirya, Rizkya, Senaldo, Eric, Chandra, Stella, Alfred, Justin, dan Vincent yang telah berjuang bersama dalam proses pengambilan data dan bertukar pikiran mengenai bagaimana proses pengolahan data yang harus dilakukan.
11. Teman-teman CCC x B Girls yang senantiasa memberikan dukungan, menghibur disaat penat mengerjakan skripsi, dan membantu penulis pada saat seminar skripsi.
12. Teman-teman kelas B yang telah berjuang bersama selama 4 tahun, dan telah memberikan semangat, masukan, dan dukungan selama pembuatan skripsi.
13. Pihak lain yang terlibat selama pembuatan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa penelitian yang dilakukan masih jauh dari sempurna dan terdapat kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran yang dapat membangun skripsi ini. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan bagi penelitian selanjutnya.

Bandung, 21 Juli 2018

Natasha Hadi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-4
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-13
I.4 Tujuan Penelitian	I-15
I.5 Manfaat Penelitian	I-15
I.6 Metodologi Penelitian.....	I-16
I.7 Sistematika Penulisan.....	I-23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 <i>City Car</i>	II-1
II.2 Mobil Listrik.....	II-1
II.3 <i>Display</i>	II-1
II.3.1 <i>Visual Display</i>	II-2
II.3.2 <i>Auditory Display</i>	II-4
II.4 <i>Multisensory Integration</i>	II-5
II.5 Penginderaan Manusia	II-6
II.5.1 Mata	II-7
II.5.2 Sistem Penglihatan Manusia.....	II-8
II.5.3 Wilayah Penglihatan	II-9
II.5.4 Telinga.....	II-9
II.5.5 Sistem Pendengaran Manusia	II-10

II.5.6 Hierarki Organisasi Sistem Indera Manusia	II-11
II.6 Waktu Reaksi (<i>Response Time</i>).....	II-13
II.7 <i>Morningness-Eveningness Questionnaire Self-Assesment</i>	II-15
II.8 <i>Karolinska Sleepiness Scale (KSS)</i>	II-16
II.9 Makanan dan Performansi.....	II-17
II.9.1 Sifat Makanan.....	II-17
II.10 Desain Eksperimen.....	II-18
II.10.1 Variabel Penelitian.....	II-19
II.10.1.1 Variabel <i>Dependent</i>	II-19
II.10.1.2 Variabel <i>Independent</i>	II-19
II.10.1.3 Variabel Kontrol.....	II-20
II.10.1.4 Variabel <i>Confounding</i>	II-20
II.10.2 <i>Between Subject</i> dan <i>Within Subject</i>	II-20
II.11 Penentuan Jumlah Sampel.....	II-22
II.12 PERCLOS (<i>Percentage of Eye Closure</i>).....	II-23
II.13 Uji Kecukupan Data	II-24
II.14 Uji Korelasi.....	II-24
II.14.1 Korelasi Sederhana	II-25
II.15 Uji Normalitas	II-26
II.16 ANOVA (<i>Analysis of Variance</i>).....	II-27
II.17 Uji <i>Post-Hoc</i>	II-31
II.17.1 Uji <i>Tukey</i>	II-32

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA..... III-1

III.1 Desain Eksperimen.....	III-1
III.1.1 Jenis Eksperimen.....	III-1
III.1.2 Penentuan Variabel.....	III-2
III.1.3 Perhitungan Jumlah Subjek Eksperimen.....	III-4
III.1.4 Penentuan Subjek Eksperimen	III-4
III.1.5 <i>Pilot Study</i>	III-7
III.1.6 Penentuan Jadwal Pengambilan Data.....	III-7
III.1.7 Penentuan Urutan <i>Counterbalancing</i>	III-8
III.1.8 Penentuan Instrumen Penelitian	III-9
III.1.9 Prosedur Pengambilan Data	III-15

III.2	Pengumpulan Data	III-21
III.3	Pengolahan Data	III-27
III.3.1	Uji Kecukupan Data	III-27
III.3.2	Perhitungan PERCLOS (<i>Percentage of Eye Closure</i>)	III-30
III.3.3	Perbandingan Hasil KSS, CFFF, PERCLOS, dan <i>Response Time</i>	III-31
III.3.4	Uji Korelasi	III-44
III.3.5	Uji Normalitas	III-45
III.3.6	Uji ANOVA.....	III-50
III.3.7	Uji <i>Post-Hoc</i>	III-52
BAB IV	ANALISIS	IV-1
IV.1	Pemilihan Partisipan Dalam Penelitian	IV-1
IV.2	Analisis Instrumen Penelitian.....	IV-3
IV.3	Analisis Pelaksanaan Eksperimen.....	IV-6
IV.4	Analisis Pengaruh Kondisi <i>Pre-Lunch</i> dan <i>Post-Lunch</i>	IV-7
IV.5	Analisis Pengaruh Stimuli	IV-9
IV.6	Analisis Hasil Uji Korelasi	IV-12
IV.7	Analisis Hasil Uji ANOVA	IV-13
IV.7.1	Analisis Faktor Kondisi <i>Pre/Post-Lunch</i>	IV-13
IV.7.2	Analisis Faktor Stimuli	IV-14
IV.7.3	Analisis Faktor Interaksi Antara Kondisi <i>Pre/Post-Lunch dan Stimuli</i>	IV-16
IV.8	Analisis Penentuan Tanda-Tanda Mengantuk	IV-16
IV.9	Rekomendasi Stimuli.....	IV-17
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Definisi Operasional Variabel.....	I-19
Tabel II.1	Pengertian dari Masing-Masing Skala KSS	II-16
Tabel II.2	Pembagian Partisipan dengan Metode <i>Between Subject</i>	II-21
Tabel II.3	Pembagian Partisipan dengan Metode <i>Within Subject</i>	II-21
Tabel II.4	<i>Balanced Latin Square Counterbalancing</i>	II-22
Tabel II.5	Tabel Klasifikasi Nilai Koefisien Korelasi <i>r Pearson</i>	II-26
Tabel III.1	Rekapitulasi Skor MEQ-SA.....	III-5
Tabel III.2	Jadwal Pengambilan Data Seluruh Partisipan	III-8
Tabel III.3	Urutan <i>Counterbalancing</i> Seluruh Partisipan	III-8
Tabel III.4	Data Mentah Nilai KSS Seluruh Partisipan	III-21
Tabel III.5	Data Mentah Nilai CFFF (<i>Critical Flicker Fusion</i>) Partisipan 1-6	III-22
Tabel III.6	Data Mentah Nilai CFFF (<i>Critical Flicker Fusion</i>) Partisipan 7-12	III-23
Tabel III.7	Tabel Rekapitulasi Nilai Persentase PERCLOS Untuk Partisipan 1-6	III-24
Tabel III.8	Tabel Rekapitulasi Nilai Persentase PERCLOS Untuk Partisipan 7-12	III-25
Tabel III.9	Tabel Rekapitulasi Nilai Rata-Rata <i>Response Time</i>	III-27
Tabel III.10	Tabel Rekapitulasi Hasil Uji Kecukupan Data	III-30
Tabel III.11	Rata-Rata Nilai KSS Seluruh Partisipan pada Kondisi <i>Pre-Lunch</i>	III-32
Tabel III.12	Rata-Rata Nilai KSS Seluruh Partisipan pada Kondisi <i>Post-Lunch</i>	III-32
Tabel III.13	Rekapitulasi Nilai CFFF Seluruh Partisipan.....	III-34
Tabel III.14	Rekapitulasi Nilai PERCLOS Pada Kondisi <i>Pre-Lunch</i> dan <i>Post-Lunch</i>	III-37
Tabel III.15	Rekapitulasi Nilai <i>Response Time</i> Seluruh Partisipan	III-40
Tabel III.16	Tabel Rekapitulasi Hasil Pengukuran dengan Keempat Buah Instrumen	III-43

Tabel III.17 Hasil Uji Korelasi Antara Variabel Independen dan Variabel Dependen.....	III-44
Tabel III.18 Hasil Uji Korelasi Antar Instrumen Penelitian	III-45
Tabel III.19 Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas	III-50

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Data Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 1992-2014.....	I-2
Gambar I.2	Persentase Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2010-2016 di Indonesia.....	I-3
Gambar I.3	Tingkatan Otomatisasi Pada Kendaraan.....	I-6
Gambar I.4	Cara Kerja Sistem ADAS	I-7
Gambar I.5	Model Konseptual Penelitian.....	I-13
Gambar I.6	Metodologi Penelitian.....	I-16
Gambar I.7	<i>Timeline</i> Penelitian.....	I-21
Gambar II.1	Anatomi Mata Manusia	II-7
Gambar II.2	Anatomi Telinga Manusia.....	II-10
Gambar II.3	Model Organisasi Sistem Indera yang Bersifat Hierarkis, Secara Fungsional Homogen, dan Serial.....	II-11
Gambar II.4	Model Organisasi Sistem Indera yang Bersifat Hierarkis, Secara Fungsional Tersegregasi, dan Paralel.....	II-13
Gambar III.1	Perangkat Komputer	III-11
Gambar III.2	Alat Kemudi serta Pedal Gas dan Rem.....	III-12
Gambar III.3	Rangkaian Alat <i>Lafayette Instrument</i>	III-12
Gambar III.4	<i>Control Unit Flicker Fusion Test</i>	III-13
Gambar III.5	Tombol Respon Pada <i>Lafayette Instrument</i>	III-13
Gambar III.6	<i>Viewing Chamber</i> Pada <i>Lafayette Instrument</i>	III-14
Gambar III.7	Kamera <i>Pocket</i>	III-15
Gambar III.8	Prosedur Penelitian.....	III-16
Gambar III.9	Tampilan Dalam Pengaturan Luminansi Cahaya	III-16
Gambar III.10	Tampilan Dalam Pemilihan <i>Mode</i>	III-17
Gambar III.11	Tampilan Dalam Pemilihan Jenis Stimulus.....	III-18
Gambar III.12	Tampilan Dalam Pemilihan Laju Perubahan Kecepatan Cahaya	III-18
Gambar III.13	Stimuli Visual yang Digunakan dalam Penelitian.....	III-20
Gambar III.14	Kegiatan Pengambilan Data di Laboratorium APK&E	III-20

Gambar III.15 Contoh Tampilan Pergerakan Kendaraan Partisipan Selama Mengemudi	III-26
Gambar III.16 Grafik Perbandingan Nilai KSS Pada Kondisi <i>Pre-Lunch</i> dan <i>Post-Lunch</i>	III-33
Gambar III.17 Grafik Perbandingan Nilai KSS Untuk Masing-Masing Stimuli	III-33
Gambar III.18 Grafik Perbandingan Nilai KSS Untuk Interaksi Antara Kondisi <i>Pre/Post-Lunch</i> dan Jenis Stimuli.....	III-34
Gambar III.19 Grafik Perbandingan Nilai CFFF Pada Kondisi <i>Pre-Lunch</i> dan <i>Post-Lunch</i>	III-35
Gambar III.20 Grafik Perbandingan Nilai CFFF Untuk Masing-Masing Stimuli	III-36
Gambar III.21 Grafik Perbandingan Nilai CFFF Untuk Interaksi Antara Kondisi <i>Pre/Post-Lunch</i> dan Jenis Stimuli.....	III-37
Gambar III.22 Grafik Perbandingan Nilai PERCLOS Pada Kondisi <i>Pre-Lunch</i> dan <i>Post-Lunch</i>	III-38
Gambar III.23 Grafik Perbandingan Nilai PERCLOS Untuk Masing-Masing Stimuli	III-39
Gambar III.24 Grafik Perbandingan Nilai PERCLOS Untuk Interaksi Antara Kondisi <i>Pre/Post-Lunch</i> dan Jenis Stimuli	III-40
Gambar III.25 Grafik Perbandingan Nilai <i>Response Time</i> Pada Kondisi <i>Pre-Lunch</i> dan <i>Post-Lunch</i>	III-41
Gambar III.26 Grafik Perbandingan Nilai <i>Response Time</i> Untuk Masing-Masing Stimuli	III-42
Gambar III.27 Grafik Perbandingan Nilai <i>Response Time</i> Untuk Interaksi Antara Kondisi <i>Pre/Post-Lunch</i> dan Jenis Stimuli	III-43
Gambar III.28 Hasil Uji Normalitas Data <i>Response Time</i> Untuk Kondisi <i>Pre-Lunch</i> Dengan Pemberian Stimuli Visual.....	III-46
Gambar III.29 Hasil Uji Normalitas Data <i>Response Time</i> Untuk Kondisi <i>Pre-Lunch</i> Dengan Pemberian Stimuli Auditori	III-47
Gambar III.30 Hasil Uji Normalitas Data <i>Response Time</i> Untuk Kondisi <i>Pre-Lunch</i> Dengan Pemberian Stimuli Bimodal.....	III-47
Gambar III.31 Hasil Uji Normalitas Data <i>Response Time</i> Untuk Kondisi <i>Post-Lunch</i> Dengan Pemberian Stimuli Visual	III-48

Gambar III.32 Hasil Uji Normalitas Data <i>Response Time</i> Untuk Kondisi <i>Post-Lunch</i> Dengan Pemberian Stimuli Auditori.....	III-49
Gambar III.33 Hasil Uji Normalitas Data <i>Response Time</i> Untuk Kondisi <i>Post-Lunch</i> Dengan Pemberian Stimuli Bimodal.....	III-49
Gambar III.34 Hasil Uji <i>Two-Way</i> ANOVA dengan Minitab	III-51
Gambar III.35 Hasil Uji <i>Tukey</i> Untuk Faktor <i>Pre/Post-Lunch</i> dengan Minitab	III-52
Gambar III.36 Hasil Uji <i>Tukey</i> Untuk Faktor Stimuli dengan Minitab	III-53
Gambar III.37 Hasil Uji <i>Tukey</i> Untuk Faktor Interaksi Antara Kondisi <i>Pre/Post-Lunch</i> dan Stimuli dengan Minitab.....	III-54

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A *MORNINGNESS-EVENINGNESS QUESTIONNAIRE SELF-ASSESSMENT (MEQ-SA)*

LAMPIRAN B LEMBAR KEBERSEDIAAN PARTISIPAN

LAMPIRAN C *KAROLINSKA SLEEPINESS SCALE (KSS)*

LAMPIRAN D LEMBAR KETERANGAN KEGIATAN PARTISIPAN

LAMPIRAN E DATA MENTAH *RESPONSE TIME*

LAMPIRAN F HASIL PERHITUNGAN PERCLOS

BAB I

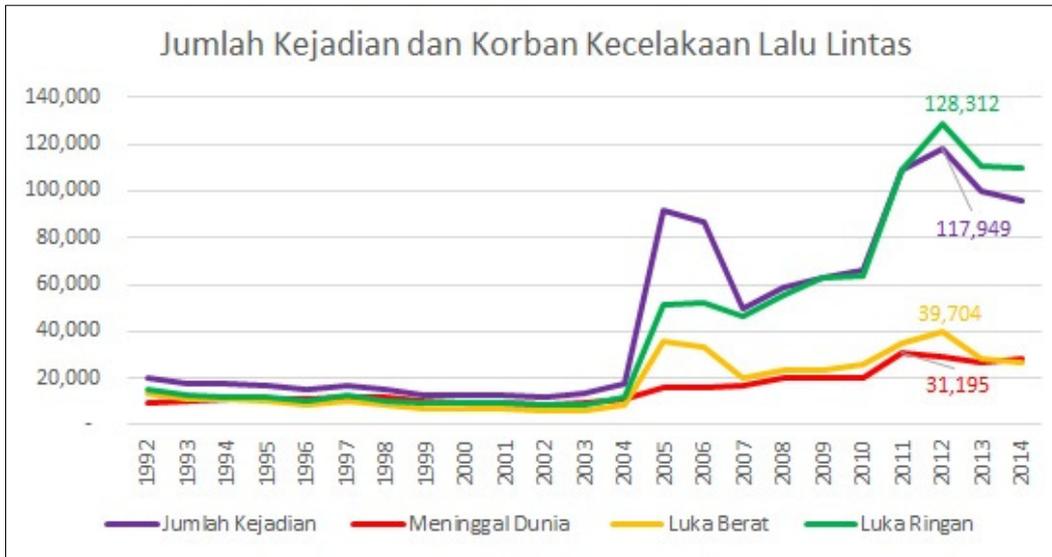
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, pembatasan dan asumsi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

I.1 Latar Belakang Masalah

Seiring berjalannya waktu, penggunaan alat transportasi menjadi semakin penting bagi masyarakat, terutama masyarakat modern. Masyarakat modern menjadikan alat transportasi sebagai kebutuhan primer bagi mereka, karena mereka harus melakukan perpindahan tempat, terutama bagi mereka yang memiliki mobilitas yang tinggi. Dengan semakin meningkatnya penggunaan alat transportasi, maka tidak dapat dipungkiri bahwa peristiwa kecelakaan lalu lintas juga semakin marak terjadi, terutama di kota-kota besar. Kecelakaan lalu lintas dapat menjadi salah satu penyebab kematian tertinggi Menurut Pasal 1 ayat 24 UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan raya yang tidak diduga dan tidak disengaja dengan melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan atau kerugian harta benda. Kecelakaan lalu lintas terus mengalami peningkatan setiap tahunnya.

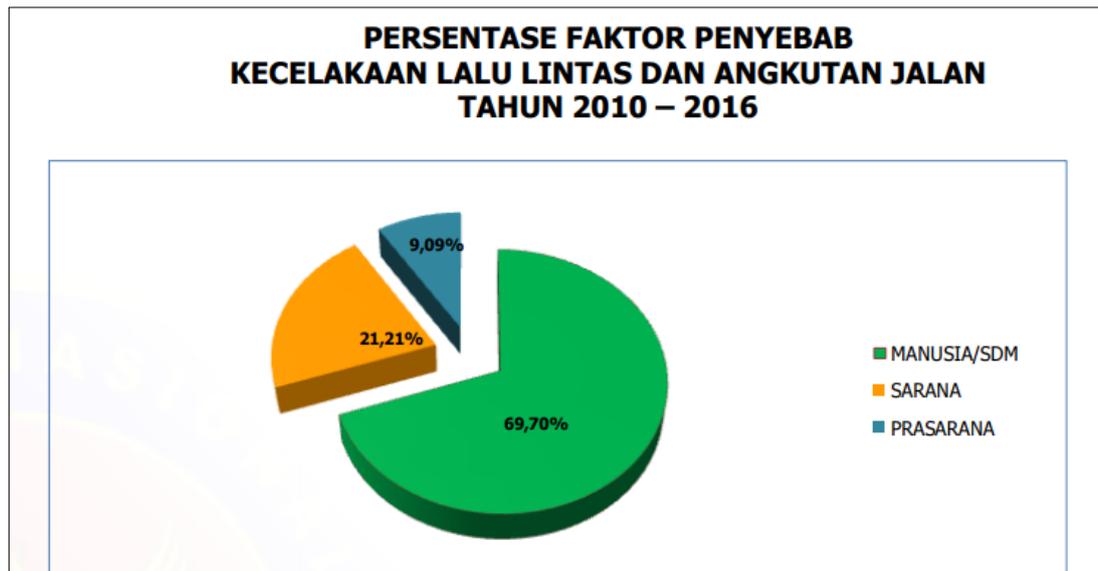
Berdasarkan data dari WHO (*World Health Organization*), kecelakaan lalu lintas menelan korban jiwa sekitar 1,2 juta manusia setiap tahunnya. Apabila tidak segera ditindak lanjuti, WHO memperkirakan angka kecelakaan lalu lintas pada tahun 2020 akan mencapai 1,9 juta manusia. WHO juga menyebutkan dalam *Global Status Report on Road Safety (2015)* bahwa Indonesia menempati peringkat kelima dunia negara dengan angka kecelakaan lalu lintas tertinggi. Hal ini diperkuat dengan data jumlah kecelakaan yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, diketahui bahwa peristiwa kecelakaan lalu lintas di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Grafik pada Gambar I.1 menunjukkan data kecelakaan yang terjadi di Indonesia.



Gambar I.1 Data Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 1992-2014
(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2015)

Menurut Warpani (2002), penyebab kecelakaan lalu lintas dapat dikelompokkan dalam tiga faktor, yakni: manusia, kendaraan (sarana), dan lingkungan fisik (prasarana). Penyebab kecelakaan oleh faktor manusia dapat disebabkan oleh beberapa faktor, baik psikologis maupun fisiologis. Faktor psikologis dapat berupa mental, sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Faktor fisiologis berupa penglihatan, pendengaran, mengantuk, dan kelelahan. Untuk faktor kendaraan, kecelakaan lalu lintas dapat diakibatkan dari kerusakan kendaraan yang digunakan seperti rem blong, ban selip, atau lampu kendaraan tidak menyala. Sedangkan faktor lingkungan merupakan faktor dari luar yang berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas, yang terdiri dari dua jenis, yaitu faktor jalan dan faktor lingkungan. Faktor jalan meliputi kondisi jalan yang rusak, berlubang, licin, atau tanpa marka jalan. Faktor lingkungan meliputi kondisi lingkungan (ambient) yang gelap, berkabut, mendung, atau hujan yang menurunkan tingkat visibilitas dan kesadaran situasi (*situational awareness*) pengemudi. Selain itu, faktor temperatur (terlalu panas), kelembapan, serta beban kerja akibat tekanan lingkungan (jalan macet, sepi, panjang, atau lurus) sangat besar pengaruhnya terhadap performansi pengemudi, karena akan menimbulkan kelelahan yang lebih cepat. Pada penelitian ini, pengamatan hanya terbatas pada faktor manusia, yaitu perilaku individu ketika mengemudikan mobil.

Berdasarkan data investigasi kecelakaan LLAJ (Lalu Lintas dan Angkutan Jalan) tahun 2010-2016 yang dirangkum oleh badan KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi) Indonesia, diketahui persentase untuk masing-masing penyebab kecelakaan. Gambar 1.2 menunjukkan persentase faktor penyebab kecelakaan lalu lintas selama tahun 2010-2016 di Indonesia.



Gambar 1.2 Persentase Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2010-2016 di Indonesia

(Sumber : Komite Nasional Keselamatan Transportasi, 31 Oktober 2016)

Dilihat dari Gambar 1.2, penyebab terbesar kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Indonesia disebabkan oleh faktor manusia (*human error*). Faktor manusia berhubungan dengan kelelahan manusia ketika mengendarai kendaraan. Data kecelakaan yang didapatkan di Indonesia ternyata memiliki kesamaan dengan data *National Highway Transportation Safety Administration* (2008) tentang kecelakaan yang terjadi di Amerika Serikat, yang mengatakan bahwa terdapat minimal 100.000 kasus kecelakaan setiap tahunnya yang disebabkan oleh kelelahan. Hal ini menunjukkan bahwa kelelahan mengemudi mempunyai dampak besar dalam meningkatkan resiko kecelakaan di berbagai negara.

Kelelahan ditandai dengan terdapatnya penurunan hasil kerja secara fisiologis dan psikologis. Secara fisiologis, yang berhubungan dengan menurunnya kinerja alat indera, sistem saraf dalam mengantarkan informasi dari dan ke otak, dan musculoskeletal untuk melakukan reaksi yang tepat terhadap perubahan kondisi lingkungan pengemudi, yang secara umum mencirikan kondisi

fisik yang mulai mengalami kelelahan. Sedangkan secara psikologis ditandai dengan penurunan *task performance* yang berkaitan dengan meningkatnya beban proses mental untuk mengelola informasi dan perubahan perilaku pengemudi yang menunjukkan kondisi kelelahan, seperti gerakan tubuh dan ekspresi wajah yang merepresentasikan penurunan sistem kognisi. Penurunan *task performance* dapat dilihat dari kecepatan reaksi seseorang dalam merespon suatu tugas tertentu (*response time*). Waktu reaksi merupakan salah satu indikator paling umum dalam penelitian keselamatan mengemudi dengan asumsi, semakin pendek waktu reaksi maka akan semakin kecil kemungkinan terjadi kecelakaan. Untuk menurunkan resiko terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat kehilangan kewaspadaan karena kelelahan, maka perlu dilakukan pengembangan alat peringatan pengemudi yang dapat bekerja secara otomatis pada saat pengemudi diketahui mengalami kelelahan, sehingga waktu reaksi pengemudi yang kelelahan dapat diperpendek. Alat ini dapat memberikan sinyal bagi pengemudi untuk melakukan suatu tugas tertentu. Sinyal yang diberikan kepada pengemudi dapat berupa sinyal visual, sinyal auditori, atau gabungan dari sinyal visual-auditori (bimodal).

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Pada dekade terakhir abad ke-20, kepedulian akan kondisi lingkungan telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk transportasi. Terlebih lagi Indonesia telah menjadi impotir minyak bumi sejak tahun 2004 karena kebutuhan bakar bakar kendaraan melebihi kapasitas produksi minyak bumi, akibat terjadinya pemborosan BBM. Semakin meningkatnya penggunaan bahan bakar, maka semakin banyaknya polusi dan penipisan sumber bahan bakar fosil karena pemanfaatan yang berlebihan. Hal tersebut menuntut pemerintah Indonesia untuk menciptakan sistem transportasi yang ramah lingkungan. Salah satu perwujudan dari upaya tersebut adalah mulai dilakukan perancangan dan pengembangan kendaraan listrik dan hibrida-listrik di Indonesia, baik di berbagai lembaga penelitian maupun perguruan tinggi.

Menurut Wakil Ketua Tim Nasional Mobil Listrik, Mohammad Adhitya dalam Kompas (2017), selain menguntungkan karena tidak menghasilkan emisi karbon, kendaraan listrik menawarkan pengalaman berkendara yang sangat berbeda dibandingkan dengan menggunakan mobil biasa. Hal ini dikarenakan

kendaraan listrik diklaim dapat menghasilkan polusi yang lebih sedikit, terutama polusi suara. Namun, perlu diadakan penelitian lebih lanjut terhadap interaksi antara mobil listrik dengan pengguna jalan atau dengan mobil lain ketika sedang berada di jalan raya. Karena dengan volume suara yang terbilang rendah, maka waktu reaksi terhadap situasi yang berbahaya haruslah lebih cepat untuk menghindari kecelakaan.

Menurut SAE International (2014), terdapat enam *level* otomatisasi pada kendaraan, dimana semakin tinggi *level* maka tingkat otomatisasi kendaraan akan semakin tinggi, dengan kata lain kendaraan akan semakin canggih. Kendaraan masa depan adalah kendaraan otonomos tanpa pengemudi yang digerakkan oleh propulsi bertenaga listrik. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.3, terdapat enam *level* otomatisasi pada kendaraan, dimana semakin tinggi *level* maka tingkat otomatisasi pada kendaraan akan semakin tinggi (kendaraan akan semakin canggih). Pada *level* terendah, yaitu *level* nol, tidak ada sistem bantu khusus yang terpasang pada kendaraan (*no automation*). Dengan begitu, semua aktivitas mengemudi, seperti pengendalian kemudi (setir), perlambatan atau percepatan kendaraan, pemantauan terhadap keadaan sekitar, dan pengambilan keputusan dilakukan oleh manusia. Pada *level* satu, telah terdapat sistem bantu untuk mengemudikan kemudi (setir) secara otomatis atau sistem untuk mengendalikan percepatan atau perlambatan kendaraan, dengan masukan berupa situasi lingkungan di sekitar kendaraan. Tetapi pada *level* satu ini, sistem pengoperasian secara manual masih tetap dapat digunakan. Untuk *level* dua, pengaturan kemudi dan pengaturan percepatan atau perlambatan kendaraan telah terotomatisasi. Sampai *level* dua, peran manusia sebagai pengemudi masih sangat dominan, karena pengemudi masih melakukan pemantauan terhadap keadaan lingkungan dan pengendalian mesin apabila sistem otomatis mengalami kegagalan ketika bekerja. Pemantauan terhadap keadaan lingkungan meliputi tindakan pengereman, merespon kejadian yang terjadi secara tiba-tiba, berbalik arah, atau mengubah jalur kendaraan.

Pada *level* tiga, sistem otomatisasi pada kendaraan semakin canggih. Manusia sebagai pengemudi hanya melakukan tindakan apabila mesin yang beroperasi secara otomatis gagal ketika dijalankan, dengan kata lain campur tangan dari manusia dilakukan ketika sistem yang terotomatisasi gagal untuk menjalankan fungsinya. Sedangkan untuk *level* empat dan lima, tingkat

otomatisasi sudah sangat tinggi, sehingga peranan manusia sebagai pengemudi kendaraan sudah tidak dibutuhkan lagi, karena kendaraan dapat beroperasi secara otomatis. Namun pada *level* empat, masih dibutuhkan bantuan pengemudi untuk mengendalikan sistem yang terotomatisasi apabila terjadi kegagalan beroperasi, walaupun dengan kontribusi yang amat kecil. Berdasarkan tingkatan otomatisasi pada kendaraan, dapat disimpulkan bahwa dari *level* 0 sampai 2, peran pengemudi masih banyak dibutuhkan untuk mengatur jalannya kendaraan, sehingga perilaku pengemudi masih menjadi isu krusial dalam studi ergonomi transportasi. Untuk itu, penelitian mengenai kelelahan pengemudi dan tingkat kantuk masih relevan untuk dilakukan. Gambar I.3 memperlihatkan enam *level* otomatisasi pada kendaraan.

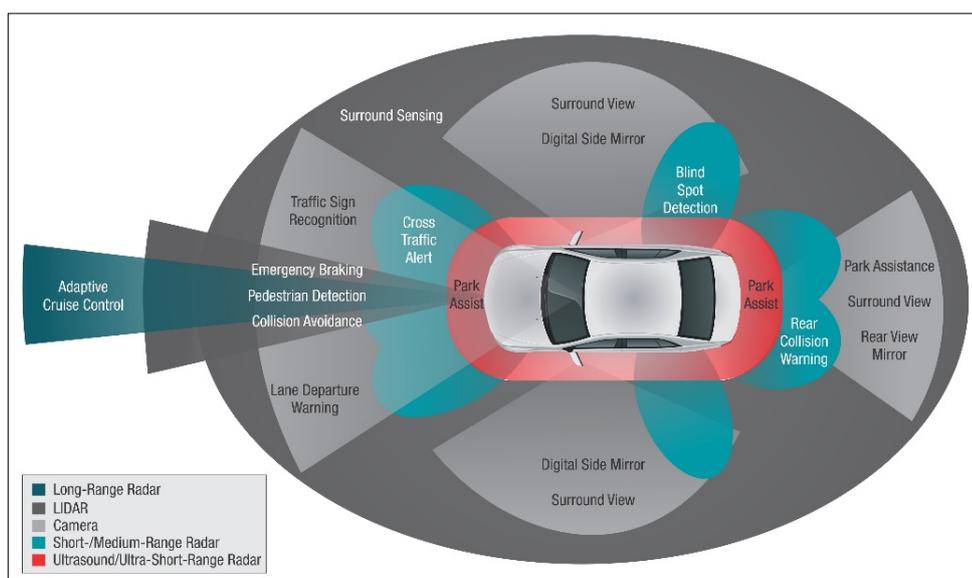


Gambar I.3 Tingkatan Otomatisasi Pada Kendaraan
(Sumber: <http://www.ioti.com/transportation/what-are-5-levels-autonomous-driving>)

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) merupakan salah satu Lembaga Pendidikan yang saat ini sedang mengembangkan mobil listrik *city car* generasi kedua. Mobil tersebut merupakan penyempurnaan dari mobil *city car* generasi pertama yang dikembangkan pada tahun 2005 dan diselesaikan pada tahun 2008 (Gautama, 2017). Sebetulnya, mobil listrik *city car* buatan LIPI masih belum layak untuk digunakan, karena belum memenuhi standar industri, sehingga mobil tersebut masih berada dalam tahap riset. Berdasarkan wawancara dengan Bapak Kadek Heri Sanjaya, selaku peneliti mobil listrik buatan LIPI di bidang *human factors*, beliau mengatakan bawa riset mengenai aspek ergonomi transportasi yang berhubungan dengan manusia terbilang masih

sedikit, terutama riset mengenai sistem peringatan pada kondisi pengemudi yang mengalami kelelahan. Segala macam riset mengenai aspek manusia yang berhubungan dengan perilaku ketika mengemudi akan dijadikan sebagai masukan untuk perancangan sistem peringatan bagi pengemudi yang berkonsep *Human-Integrated Driver Assistance System (HI-DAS)*. HI-DAS merupakan modifikasi dari sistem *Advanced Driver Assistance System (ADAS)*, yang dikembangkan sendiri oleh tim peneliti dari LIPI.

Sistem ADAS merupakan sebuah sistem kontrol kendaraan yang menggunakan sensor (radar, laser, atau vision), dimana sensor tersebut digunakan untuk memantau keadaan di sekitar kendaraan, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keselamatan ketika berkendara karena membantu pengemudi dalam mengenali dan bereaksi terhadap situasi lalu lintas yang berbahaya (Gietelink, Ploeg, Schutter, & Verhaegen, 2006). Sensor tersebut memungkinkan untuk dapat memantau kendaraan lain, pejalan kaki, atau barang dalam jarak dekat maupun jarak jauh. Sistem ADAS dapat memberi informasi penting kepada pengemudi, memberikan peringatan tanda bahaya, bantuan penggantian jalur kendaraan, mengotomatisasi tugas yang sulit atau berulang, bahkan pengereman secara otomatis dalam keadaan darurat. Sistem ADAS biasanya digunakan pada kendaraan dengan tingkat otomatisasi yang cukup tinggi. Gambar 1.4 menunjukkan cara kerja sistem ADAS.



Gambar 1.4 Cara Kerja Sistem ADAS

(Sumber: <http://www.military-technologies.net/2017/08/05/global-advanced-driver-assistance-systems-ad-as-market-projected-to-grow-at-a-cagr-of-28-during-period-2017-2021/>)

Berbeda dengan sistem ADAS, pengembangan sistem HI-DAS mengutamakan aspek manusia. HI-DAS menerapkan pendekatan terintegrasi antara karakteristik manusia dan sistem kendaraan (sistem *control loop*). Sistem HI-DAS digunakan pada kendaraan *autonomous level* satu, dimana sistem manual dan terotomatisasi dapat digunakan secara bergantian. Sistem terotomatisasi disini berarti sistem akan mengaktifkan alat yang dapat memberikan tanda peringatan secara otomatis untuk melaksanakan suatu perintah tertentu. Apabila diketahui bahwa pengemudi mengalami kelelahan, maka tanda peringatan akan otomatis menyala dan memberikan suatu perintah atau tanda bagi pengemudi untuk melakukan suatu tugas tertentu.

Perancangan alat yang dapat memberikan tanda peringatan atau perintah ini sangat penting bagi pengemudi yang menggunakan mobil listrik. Hal ini dikarenakan perbedaan utama sebuah mobil bertenaga listrik dengan mobil konvensional adalah absennya bunyi mesin dan getaran mesin ketika mobil dijalankan. Karena absennya bunyi mesin dan getaran mesin, maka akan menyebabkan kebosanan bagi pengemudi dan berakibat pada timbulnya kantuk, terlebih lagi bila berkendara di jalan monoton. Ketika dalam keadaan mengantuk, tentu saja performansi mengemudi menjadi semakin menurun dan dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Untuk mencegah keadaan tersebut, maka akan dirancang sebuah alat yang dapat memberikan tanda peringatan atau perintah bagi pengemudi yang telah terdeteksi mengalami kantuk.

Namun, sebelum melakukan perancangan alat deteksi kantuk tersebut, perlu dilakukan penelitian terlebih dahulu mengenai karakteristik manusia yang mengalami kelelahan, terutama tanda-tanda kelelahan yang diamati dari kedipan mata dan gerakan mata pengemudi. Hal ini dikarenakan kedipan mata dan gerakan mata pengemudi akan dijadikan sebagai *input* bagi perancangan sistem deteksi kantuk nantinya. Setelah mengetahui tanda kelelahan yang diamati dari kedipan mata dan gerakan mata, maka langkah selanjutnya adalah menentukan jenis stimuli yang paling baik untuk digunakan bagi pengembangan sistem deteksi kantuk, dimana stimuli tersebut harus dapat mempercepat *response time* dari pengemudi yang mengalami kelelahan, sehingga menghindari resiko kecelakaan.

Penelitian terdahulu pernah membahas mengenai bagaimana performansi mengemudi seseorang pada kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch*, dimana indikator pengukuran performansi tersebut dilihat dari *response time* pada saat perpindahan jalur (*lane change deviation*). Dari penelitian tersebut, disimpulkan bahwa responden yang mengemudi pada kondisi *post-lunch* akan menghasilkan waktu reaksi terhadap pengereman dan perpindahan jalur yang lebih lama dibandingkan pada kondisi *pre-lunch* (Sanjaya, 2017). Namun, penelitian tersebut belum dapat dikatakan akurat karena masih berupa penelitian sederhana dengan jumlah responden sebanyak 3 orang. Untuk itu, penelitian kali dilakukan untuk memastikan apakah terdapat pengaruh dari kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch* terhadap *response time* pengemudi dengan cara membandingkan performansi mengemudi pada kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch*. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya terletak pada pemberian aspek stimuli visual, stimuli auditori, dan gabungan dari stimuli visual dan auditori (bimodal) selama mengemudi (bimodal). Pemberian stimuli digunakan untuk melihat stimuli mana yang paling berpengaruh untuk mempercepat *response time* pengemudi. Stimuli visual, auditori, atau gabungan keduanya akan dijadikan sebagai sarana untuk memberikan peringatan atau arahan bagi pengemudi yang mengalami kelelahan dan penurunan performansi ketika berkendara.

Menurut Smith dan Jones (2013), diketahui bahwa terdapat keterkaitan antara makanan dan performansi kerja seseorang. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, antara lain waktu makan, kandungan makanan, dan jenis tugas yang dilakukan oleh seseorang. Setelah makan siang (*post-lunch*), sering terjadi penurunan performansi, terutama ketika berkendara (Reyner, 2012). Penurunan performansi yang paling sering diamati adalah penyimpangan perhatian ketika berkendara (frekuensi mengganggu saat mengemudi, frekuensi mengedipkan mata, dan kesalahan pada pembacaan parameter di mobil). Blake (1971) pernah melakukan sebuah penelitian dan menyimpulkan bahwa terdapat penurunan kinerja setelah makan siang pada sejumlah tugas, termasuk kewaspadaan, daya tahan, dan waktu reaksi.

Menurut Irawati (2017) perbedaan tipe ritme sirkadian dapat menjadi pemicu terjadinya kelelahan ketika beraktivitas. Maka dari itu perlu ditentukan tipe ritme sirkadian dari setiap partisipan dengan menggunakan Horne-Östberg Morningness-Eveningness Questionnaire. Kuesioner ini terdiri dari 19 pertanyaan

dengan skor MEQ antara 16-86. Tipe sirkadian terdiri dari dua macam yaitu *morning* dan *evening*. Namun pada penelitian kali ini, hanya individu dengan tipe *morning person* saja yang akan dijadikan sebagai partisipan. Hal ini dikarenakan perbedaan performansi seseorang ketika melakukan suatu tugas pada dua kondisi yang berbeda (*pre-lunch* dan *post-lunch*) akan terlihat dengan jelas pada seseorang dengan tipe *morning person* (Monk, 2005).

Eksperimen akan dilakukan dengan menggunakan sebuah alat bernama *driving simulator*. *Driving simulator* adalah alat untuk melakukan eksperimen mengemudi berbasis laboratorium. Menurut Winter et al. (2012), *driving simulator* memiliki banyak kegunaan. Pertama, kondisi berkendara (cuaca, rambu lalu lintas, dan jenis jalan) dapat dikontrol dan diseragamkan, sehingga *noise* yang dapat mengganggu pengukuran dapat dihindari. Selain itu dapat dilakukan pengulangan untuk kondisi yang sama persis. Selain itu, dengan menggunakan *driving simulator*, data mudah didapatkan dan data tersebut lebih akurat dan lengkap. Keunggulan lainnya, pengemudi dapat menghadapi kondisi berbahaya ketika berkendara tanpa benar-benar terluka secara fisik (*safety*). Dengan begitu, pengemudi dapat mempelajari berbagai kondisi bahaya yang mungkin terjadi ketika mengemudi dalam dunia nyata. Namun, *driving simulator* juga memiliki kekurangan, yaitu adanya keterbatasan dalam merepresentasikan kondisi nyata di lapangan dengan beragam variabel yang kompleks dan tidak terprediksi. Selain itu, ada kemungkinan munculnya *simulator sickness* apabila eksperimen dilakukan dalam waktu yang terlalu lama.

Selain menggunakan *driving simulator* sebagai media utama untuk menjalankan eksperimen, terdapat tiga alat ukur yang akan digunakan selama partisipan mengemudi yaitu, *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS), *Flicker Test*, dan *Video Recorder*. Pengukuran. Ketiga alat ukur tersebut digunakan untuk melakukan pengukuran tingkat kelelahan, baik secara subjektif maupun objektif. Pengukuran subjektif dilakukan dengan menggunakan kusioner KSS (*Karolinska Sleepiness Scale*). KSS merupakan alat yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi kewaspadaan dan tingkat kantuk secara subjektif setelah melakukan suatu tugas atau aktivitas (Putilov & Donskaya, 2013). KSS berisi pernyataan yang perlu dinilai oleh partisipan, mulai dari skala 1 (keadaan waspada penuh) hingga skala 9 (keadaan sangat mengantuk). Selama

eksperimen berlangsung, partisipan akan diminta untuk menyebutkan skor KSS setiap 5 menit sekali.

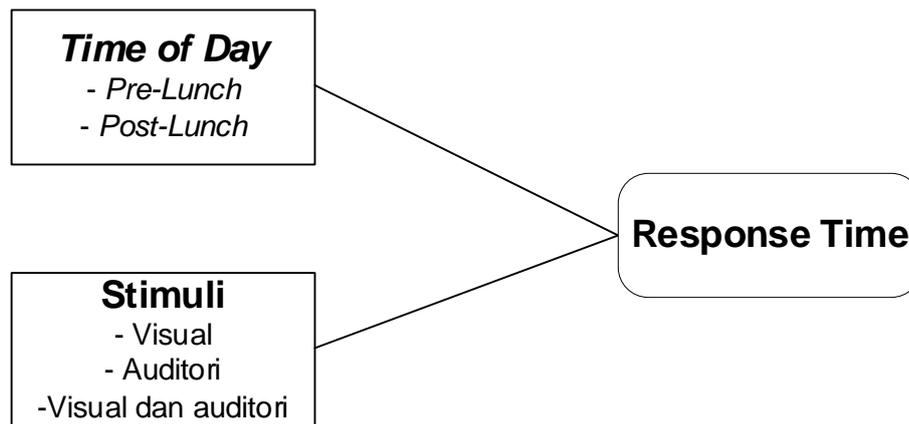
Selain KSS, alat berikutnya yang akan digunakan adalah *Flicker Fusion System*, produk *Lafayette Instrument Life Sciences* dengan model 12021A. *Flicker* digunakan sebagai alat ukur untuk mendeteksi kelelahan dan kewaspadaan yang dipantau melalui mata, dimana indikator pengukuran yang digunakan pada alat ini dinamakan *Critical Flicker Fusion Frequency* (CFFF). CFFF mengukur pada frekuensi ke berapa stimulus kedipan cahaya yang diberikan tampak tetap atau kontinu (Wilson et al., 2003). Hasil dari CFFF dapat digunakan untuk menentukan tingkat kewaspadaan seseorang pada suatu waktu tertentu. Partisipan dapat dikatakan semakin waspada apabila semakin tinggi nilai frekuensi yang dihasilkan pada saat ia masih dapat membedakan kedipan cahaya sebagai stimulus, atau dengan kata lain, nilai CFFF yang didapat semakin tinggi. Adanya penurunan nilai CFFF mengindikasikan adanya kelelahan yang dialami selama individu melakukan aktivitas tertentu. Penurunan nilai CFFF yang cukup besar dapat disebabkan oleh tingkat kelelahan (mental) yang dialami cukup tinggi. Selain itu, pekerjaan yang berulang dan kondisi yang monoton, juga dapat mempengaruhi penurunan nilai CFFF (Kroemer dan Grandjean, 2000). Terdapat beberapa faktor yang dapat membedakan nilai CFFF antara satu individu dengan individu lain, yaitu faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal berupa ritme sirkadian, kondisi kekurangan tidur, shift kerja, serta penggunaan alkohol, kafein, dan obat-obatan, sedangkan faktor internal berupa umur, jenis kelamin, dan tingkat intelektual (Wilson et al., 2003).

Pada saat menggunakan alat *Flicker Fusion System*, partisipan diminta untuk memperhatikan sumber cahaya secara terus menerus, dimana sumber cahaya berupa dua buah titik berwarna putih. Alat ini digunakan untuk mengetahui tingkat kelelahan partisipan, yang ditinjau dari kewaspadaan mata, yaitu seberapa cepat mata dapat mendeteksi terjadinya perubahan kedipan cahaya. Ketika perubahan yang terjadi telah dirasakan oleh partisipan, partisipan hanya perlu menekan tombol, maka *Flicker Fusion System* akan menampilkan pada frekuensi berapa tombol tersebut ditekan. Perubahan kedipan cahaya terbagi menjadi dua, yaitu perubahan dari cahaya yang berkedip menjadi tidak berkedip lagi (frekuensi kedipan meningkat atau *increasing*) dan perubahan dari cahaya yang tidak berkedip menjadi berkedip lagi (frekuensi kedipan menurun

atau *decreasing*). Untuk meminimasi kesalahan partisipan pada saat penekanan tombol, maka pengukuran dilakukan dua kali dengan pengaturan frekuensi kedipan cahaya dari rendah ke tinggi atau *increasing* atau *fusion* (mulai dari 0 Hz sampai 100 Hz) dan pengaturan frekuensi kedipan cahaya dari tinggi ke rendah atau *decreasing* atau *flicker* (mulai dari 100 Hz sampai 0 Hz) (Davranche & Pichon, 2005). Dari kedua pengukuran yang telah dilakukan, nilai CFFF diterima ketika dari hasil pengukuran *flicker* dan *fusion* hanya memiliki selisih maksimum 3,1 Hz. Selain itu, untuk menghindari variansi hasil pengukuran yang terlalu jauh, maka partisipan yang dianjurkan hanya yang memiliki penglihatan normal (tidak menderita rabun jauh, rabun dekat, atau silindris). Selama eksperimen berlangsung, partisipan akan diminta untuk melakukan *Flicker Test* setiap 20 menit sekali.

Pengukuran objektif dilakukan dengan merekam wajah pengemudi selama berkendara dengan menggunakan *video recorder* dan dilanjutkan dengan melakukan metode perhitungan PERCLOS (*Percentage of Eye Closure Over Time*) untuk melihat frekuensi kedipan mata pengemudi selama berkendara. Untuk pengukuran *response time*, pengemudi akan diberikan perintah untuk melakukan perpindahan jalur kendaraan, kemudian *response time* akan tercatat secara otomatis pada *software* LCT Sim. Hasil yang tercatat pada *software* LCT Sim berupa gambar yang berisi garis lintasan pergerakan kendaraan mulai dari awal mengemudi hingga akhir mengemudi. Terdapat dua buah warna garis lintasan pergerakan kendaraan, yaitu garis berwarna merah yang menunjukkan lintasan pergerakan kendaraan pada kondisi aktual dan garis berwarna hijau yang menunjukkan lintasan pergerakan kendaraan yang merupakan lintasan referensi. *Response time* didapat dengan menghitung selisih antara waktu perpindahan pada jalur aktual terhadap waktu perpindahan pada jalur referensi. *Response time* sendiri merupakan waktu yang dimulai ketika seseorang menerima stimulus dengan menggunakan panca indera, kemudian stimulus dikirimkan ke otak, dan otak akan memerintahkan tubuh untuk memberikan reaksi berupa gerakan motorik. Secara umum, kondisi kelelahan akan memperpanjang *response time* seseorang dalam melakukan suatu tugas ketika berkendara (Sanjaya et al., 2017). Waktu reaksi terdiri dari empat bagian waktu yang berkisar antara 0,5-4 detik tergantung kompleksitas masalah yang dihadapi dan juga dipengaruhi oleh karakteristik individual pengemudi. Menurut

hasil uji la AASHTO (*Association of State Highway and Transportation Official*) diketahui bahwa seorang pengemudi menggunakan waktu 2,5 detik untuk jarak penglihatan dan 2 detik untuk bereaksi di daerah persimpangan (Kartika, 2009). Adapun Gambar 1.5 di bawah ini merupakan model konseptual dari penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1.5 Model Konseptual Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana ciri-ciri pengemudi yang mengalami kelelahan apabila dilihat dari kedipan mata dan durasi penutupan mata?
2. Apakah kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch* berpengaruh terhadap *response time* pengemudi ketika berkendara di kondisi jalan monoton?
3. Apakah stimuli (visual, auditori, dan bimodal) berpengaruh terhadap *response time* pengemudi ketika berkendara di kondisi jalan monoton?
4. Apakah terdapat interaksi antara kondisi *pre-lunch*, *post-lunch* dan stimuli (visual, auditori, dan bimodal) yang memberikan pengaruh terhadap *response time* pengemudi ketika berkendara di kondisi jalan monoton?
5. Jenis stimuli apa yang cocok digunakan bagi sistem peringatan kelelahan pengemudi?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian lebih terfokus pada masalah yang telah dijelaskan pada identifikasi masalah. Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian antara lain :

1. Partisipan yang terlibat dalam penelitian berjenis kelamin pria dengan rentang usia 18 sampai 25 tahun, karena pada usia tersebut rentan terjadi kecelakaan (Korlantas Polri, 2016).
2. Partisipan telah memiliki SIM untuk kendaraan roda empat, yaitu SIM A. Hal ini sesuai dengan Undang Undang Lalu Lintas No 22 Tahun 2009 Pasal 77 ayat 1 menyebutkan bahwa setiap pengemudi kendaraan wajib memiliki SIM sesuai dengan jenis kendaraan yang dikemudikan.
3. Penelitian dilakukan di Laboratorium APK&E Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR), Bandung.
4. Penelitian hanya mempertimbangkan aspek visual dan auditori sebagai stimuli yang akan digunakan selama penelitian berlangsung.
5. Pengambilan data dilakukan dengan *driving simulator* akan menggunakan *software* LCT Sim v1.2, dengan sistem transmisi *driving simulator* adalah *automatic* dengan menggunakan X-Shot F4 *Super Racing Wheel*.
6. Pengambilan data dilakukan dalam 2 sesi, yaitu pada pagi hari (*pre-lunch*) pukul 8-11 WIB dan pada siang hari (*post-lunch*) pukul 13.00-16.00 WIB.
7. Proses perekaman wajah partisipan dilakukan dengan menggunakan *video recorder* pada kamera *pocket*.
8. Partisipan yang terlibat dalam penelitian tergolong tipe sirkadian "*morning person*".
9. Partisipan memiliki mata normal (tidak rabun jauh, rabun dekat, atau silindris), agar hasil pengukuran dengan menggunakan *Flicker* menjadi akurat (Davranche & Pichon, 2005).
10. Partisipan menyantap makan siang pada pukul 12.00 WIB, dengan porsi dan jenis makan siang seragam antar partisipan, untuk menghindari ketidakseragaman perlakuan.
11. Partisipan yang terlibat dalam penelitian tidak berada di bawah pengaruh alkohol, kafein, dan obat-obatan.
12. Kecepatan mengemudi antara 60-100 km/jam untuk jalan monoton, sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan Pasal 3 ayat 4a (Departemen Perhubungan Republik Indonesia, 2015).

13. Durasi pengambilan data adalah selama 60 menit sesuai penelitian yang dilakukan oleh Irawati (2017).

Selain pembatasan masalah, perlu diberikan beberapa asumsi penelitian. Penentuan asumsi digunakan untuk mempermudah penelitian. Berikut beberapa asumsi yang digunakan dalam penelitian :

1. Semua partisipan memiliki kemampuan mengemudi yang sama.
2. Penggunaan *driving simulator* dapat menggambarkan keadaan mengemudi pada kondisi nyata.
3. Aktivitas partisipan di luar waktu pengambilan data dianggap tidak berpengaruh terhadap hasil penelitian.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan keinginan untuk memperoleh jawaban atas rumusan masalah yang ada. Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui ciri-ciri pengemudi yang mengalami kelelahan apabila dilihat dari kedipan mata dan durasi penutupan mata.
2. Mengetahui apakah kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch* berpengaruh terhadap *response time* pengemudi ketika berkendara di kondisi jalan monoton.
3. Mengetahui apakah stimuli (visual, auditori, dan bimodal) berpengaruh terhadap *response time* pengemudi ketika berkendara di kondisi jalan monoton.
4. Mengetahui apakah terdapat interaksi antara kondisi *pre-lunch*, *post-lunch* dan stimuli (visual, auditori, dan bimodal) yang memberikan pengaruh terhadap *response time* pengemudi ketika berkendara di kondisi jalan monoton.
5. Mengetahui jenis stimuli apa yang cocok digunakan bagi sistem peringatan kelelahan pengemudi.

I.5 Manfaat Penelitian

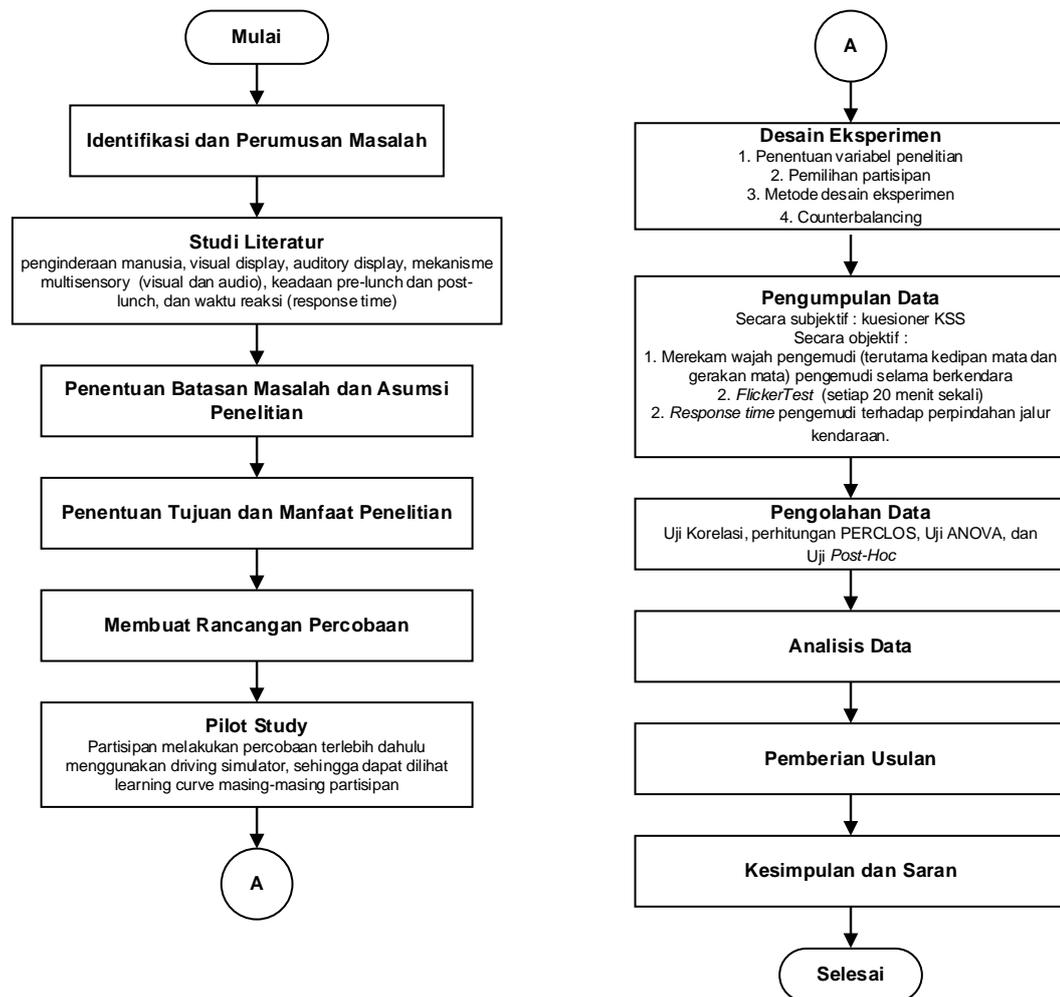
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak, yang terdiri dari:

1. Bagi Pihak yang Terkait
Membantu LIPI dalam memberikan rekomendasi kombinasi sinyal visual-audio yang dapat diterapkan pada pembuatan sistem peringatan pada mobil listrik *city car*.

2. Bagi Pembaca
Untuk pembaca, manfaat yang diperoleh adalah dapat menggunakan penelitian ini sebagai referensi apabila hendak melakukan penelitian lebih lanjut. Selain itu, pembaca dapat mengembangkan penelitian yang dilakukan pada saat ini untuk penelitian sejenis di masa yang akan datang.

I.6 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian diperlukan metodologi yang menjabarkan tahap-tahap yang harus dilakukan. Berikut ini merupakan metodologi penelitian yang digunakan mulai dari awal hingga akhir penelitian.



Gambar I.6 Metodologi Penelitian

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah berisikan rincian mengenai masalah yang diangkat dalam penelitian. Identifikasi dilakukan melalui pengamatan, wawancara, dan studi literatur. Rumusan masalah berisi pertanyaan yang timbul dari identifikasi masalah.

2. Studi Literatur

Studi literatur diperlukan untuk mengetahui apakah ide eksperimental yang akan dirancang telah diselidiki pada penelitian sebelumnya, dan untuk menentukan apakah eksperimen serupa telah dilakukan sebelumnya. Dengan begitu eksperimen kita memenuhi aspek originalitas. Selain itu, dalam studi literatur juga dilakukan pencarian teori-teori yang berhubungan dengan penelitian, seperti penginderaan

manusia, *visual display*, *auditory display*, bagaimana mekanisme *multisensory* (visual dan auditori), keadaan *pre-lunch* dan *post-lunch*, *response time*, dan metode yang akan digunakan untuk merancang eksperimen.

3. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Batasan dan asumsi dalam penelitian ditentukan berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Batasan masalah bertujuan untuk mengidentifikasi faktor apa saja yang termasuk dan tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian. Pembatasan masalah membuat penelitian berfokus pada masalah yang hendak diteliti. Asumsi penelitian digunakan sebagai anggapan dasar untuk memperjelas variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian.

4. Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian didasarkan pada rumusan masalah yang telah ditentukan. Manfaat penelitian dijabarkan bagi pihak yang terkait dalam penelitian dan pembaca.

5. Membuat rancangan percobaan

Mempersiapkan rancangan eksperimen yang akan di uji coba kepada responden. Rancangan eksperimen terdiri dari pemberian stimuli visual, stimuli auditori, dan gabungan antara stimuli visual dan auditori (bimodal) pada kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch*. Stimuli visual akan ditampilkan pada layar komputer, sedangkan stimuli auditori akan diberikan melalui *speaker* komputer.

6. Pilot Study

Pilot study dilakukan untuk mengetahui kesulitan-kesulitan yang akan muncul ketika penelitian dilakukan, sehingga kesulitan tersebut dapat diantisipasi terlebih dahulu. *Pilot study* melibatkan partisipan yang menjadi objek penelitian untuk melakukan percobaan menggunakan *driving simulator*. Kondisi lingkungan selama eksperimen berlangsung diatur agar mendekati kondisi mengemudi yang sebenarnya. *Pilot study* ini juga berguna untuk mengetahui seberapa baik partisipan menggunakan alat *driving simulator*, sehingga akan diketahui *learning curve* dari setiap partisipan.

7. Desain Eksperimen

Desain eksperimen dilakukan untuk mendapat gambaran secara menyeluruh mengenai teknis pengambilan data yang akan dilakukan. Sebelum eksperimen dilakukan, maka perlu dilakukan pengaturan terhadap kondisi lingkungan yang digunakan selama eksperimen. Kondisi lingkungan yang dimaksud adalah suhu ruangan, pencahayaan ruangan, dan waktu pelaksanaan eksperimen. Desain eksperimen diawali dengan penentuan partisipan, yaitu pria pengemudi dengan usia antara 18 hingga 25 tahun. Partisipan akan diminta untuk mengemudi dalam kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch*. Partisipan akan diminta untuk mengemudi menggunakan simulator selama 60 menit dengan kondisi jalan monoton. Durasi mengemudi selama 60 menit akan dibagi ke dalam 3 sesi, dimana 1 sesi berdurasi selama 20 menit. Ketika partisipan sedang mengemudi, setiap 5 menit sekali, partisipan akan diminta untuk menjawab KSS. Selama mengemudi, wajah partisipan akan direkam dengan menggunakan kamera, untuk mengamati kedipan mata pengemudi. Karena penelitian ini termasuk ke dalam *laboratory study*, maka perlu dilakukan pengaturan terhadap beberapa variabel, agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Variabel yang terlibat dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel I.1 berikut.

Tabel I.1 Definisi Operasional Variabel

Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi
Tidak Bebas	<i>Response Time</i>	jarak waktu antara pemberian stimulus kepada seseorang sampai terjadinya reaksi otot pertama kali atau terjadinya gerakan yang pertama kali dilakukan secara sadar
Bebas	<i>Time of Day</i>	<i>Time of Day</i> berkaitan dengan irama biologis yang dialami oleh tubuh setiap harinya, pada jam-jam tertentu. <i>Time of Day</i> dibagi ke dalam dua kondisi, yaitu kondisi <i>pre-lunch</i> dan <i>post-lunch</i> .
	Stimuli	Stimuli merupakan setiap bentuk fisik, visual, atau komunikasi verbal yang dapat mempengaruhi

		respon atau tanggapan individu. Suatu stimuli akan dijadikan sebagai input bagi salah satu dari kelima panca indera manusia. Stimuli yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada dua macam, yaitu stimuli visual dan stimuli auditori.
Kontrol	Jenis Kelamin	Partisipan yang terlibat dalam penelitian berjenis kelamin pria, karena pria lebih rentan mengalami kecelakaan (Korlantas POLRI,2016).
	Usia	Partisipan yang terlibat dalam penelitian berada pada rentang umur 18-25 tahun, karena pada usia tersebut rentan mengalami kecelakaan (Korlantas POLRI,2016).
	Waktu Pengambilan Data	Pengambilan data dilakukan dalam 2 sesi, yaitu pada pagi hari (<i>pre-lunch</i>) pukul 08.00-11.00 dan pada siang hari (<i>post-lunch</i>) pukul 13.00-16.00.

(lanjut)

Tabel I.1 Definisi Operasional Variabel (lanjutan)

Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi
Kontrol	Kondisi Pengambilan Data	Suhu ruangan diatur agar berada pada rentang 18°C-28°C dan pencahayaan minimum 100 lux. (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2002)
	Kondisi Jalan	Kondisi jalan yang digunakan dalam penelitian adalah jalan monoton (tidak ada gangguan dari kendaraan lain)
	Durasi Mengemudi	Durasi pengambilan data adalah selama 60 menit sesuai penelitian yang dilakukan oleh Irawati (2017).
	Kecepatan Kendaraan	Kecepatan mengemudi

		berkisar antara 60-100 km/jam untuk kondisi jalan monoton, sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan Pasal 3 ayat 4a (Departemen Perhubungan Republik Indonesia, 2015).
	Makanan dan Minuman	Partisipan yang terlibat dalam penelitian tidak berada di bawah pengaruh alkohol, kafein, dan obat-obatan. Selain itu, jam makan siang berada pada pukul 12.00 serta porsi dan jenis makan siang akan disamakan untuk masing-masing partisipan.
<i>Confounding</i>	Kemampuan Partisipan dalam Menggunakan Alat <i>Driving Simulator</i>	Proses adaptasi setiap partisipan terhadap alat <i>Driving Simulator</i> akan berbeda, sehingga harus dipastikan semua partisipan dapat mengendalikan alat dengan baik.

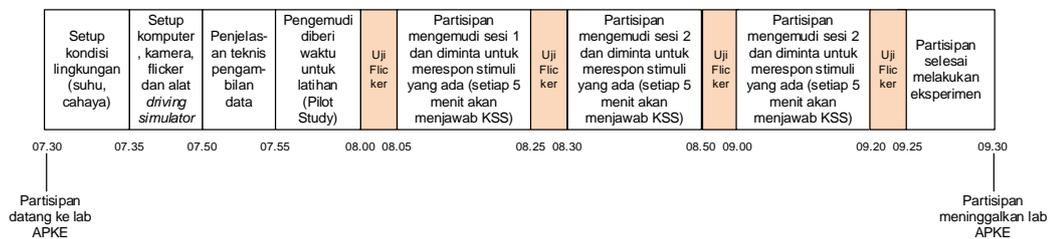
(lanjut)

Tabel I.1 Definisi Operasional Variabel (lanjutan)

Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi
<i>Confounding</i>	Motivasi	Suatu keadaan atau kondisi yang mendorong, merangsang, dan menggerakkan seseorang untuk melakukan sesuatu, sehingga dapat mencapai tujuan tertentu, dimana faktor pendorong dapat berasal dari luar (eksternal) maupun dari dalam (internal).
	Kegiatan Partisipan di luar Penelitian	Aktivitas yang dilakukan partisipan sebelum pengambilan data akan berbeda-beda.

Desain eksperimen dalam penelitian ini menggunakan metode *within subject design* untuk meminimasi perbedaan individu antar partisipan

(Irawati, 2017). Dengan metode ini, semua partisipan akan menjalankan simulasi untuk seluruh jenis perlakuan yang melibatkan dua variabel bebas, yaitu kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch* serta stimuli. Selain itu, urutan pengambilan data akan diatur agar setiap partisipan mendapatkan urutan yang berbeda, sehingga akan digunakan teknik *counterbalancing*. Teknik ini bertujuan untuk meminimasi *order effects* yang dapat mempengaruhi hasil penelitian (Irawati, 2017). Untuk lebih memperjelas penelitian yang akan dilakukan, pada Gambar I.7 akan ditampilkan *timeline* yang akan menjadi acuan dalam proses penelitian.



Gambar I.7 *Timeline* Penelitian

8. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan responden berjenis kelamin pria yang telah memiliki SIM A dan memiliki pengalaman berkendara kurang dari 5 tahun. Semua responden akan diminta untuk melakukan simulasi mengemudi dengan menggunakan alat *driving simulator*. Simulasi mengemudi ini bertujuan untuk mengetahui *response time* dari masing-masing responden, dimana mereka akan diberikan stimuli visual dan auditori selama mengemudi, berupa perintah untuk melakukan pengereman atau perpindahan jalur kendaraan. Responden diminta untuk melihat atau mendengarkan perintah yang diberikan selama proses mengemudi berlangsung. *Response time* akan tercatat secara otomatis pada *software* LCT Sim, setelah durasi mengemudi selesai dilakukan. Eksperimen mengemudi ini dilakukan selama 60 menit untuk setiap responden. Selama mengemudi, partisipan akan direkam untuk melihat gerakan kelopak mata dan kedipan mata, untuk mengetahui tingkat kelelahan pengemudi.

9. Pengolahan Data

Data mengenai kelelahan pengemudi didapat secara subjektif dengan menggunakan kuesioner KSS (*Karolinska Sleepiness Scale*) dan secara objektif dilakukan dengan menggunakan *Flicker Test* dan menggunakan *video recorder* untuk merekam gerakan kelopak mata dan kedipan mata pengemudi. Dari hasil rekaman menggunakan *video recorder* tersebut, akan dilakukan perhitungan PERCLOS untuk masing-masing partisipan. Untuk data mengenai kecepatan reaksi (*response time*) yang telah didapat dari hasil eksperimen akan direkapitulasi dan dilakukan pengujian statistik. Pengujian statistik dimulai dengan melakukan uji korelasi antara data KSS dan *Flicker Test*, serta antara data KSS dan PERCLOS. Kemudian akan dilanjutkan dengan uji ANOVA terhadap hasil *response time* yang telah direkapitulasi. Apabila pengolahan data telah selesai dilakukan, maka akan didapatkan kesimpulan mengenai ciri-ciri pengemudi yang mengalami kelelahan apabila ditinjau dari gerakan kelopak mata dan kedipan mata. Selain itu, akan diketahui juga apakah ada pengaruh antara kondisi *pre-lunch* dan *post-lunch* serta pemberian stimuli terhadap *response time* yang dihasilkan selama mengemudi. Selain itu, akan diberi rekomendasi stimuli mana yang paling efektif untuk digunakan sebagai input bagi pembuatan sistem peringatan kelelahan pengemudi pada mobil listrik *city car*.

10. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk melihat kelebihan dan kekurangan dari penelitian serta kelebihan dan kekurangan hasil kombinasi terbaik antara sinyal visual dan sinyal auditori yang didapatkan. Selain itu melihat kelebihan dan kekurangan dari metode PERCLOS dalam melakukan pengukuran kelelahan pengemudi.

11. Pemberian Usulan

Usulan yang diberikan berupa stimuli apa yang paling efektif untuk digunakan sebagai input bagi pembuatan sistem peringatan pengemudi pada mobil listrik *city car*. Usulan ini diberikan untuk mencegah terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat kantuk.

12. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan hasil akhir yang didapat dari penelitian, dimana kesimpulan menjawab rumusan masalah yang telah dibuat. Saran berasal dari evaluasi dari penelitian yang telah dilakukan, sehingga dapat digunakan sebagai masukan bagi penelitian sejenis yang akan datang.

I.7 Sistematika Penulisan

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab. Berikut merupakan penjelasan mengenai setiap bagian dari sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian.

BAB I PENDAHULUAN

Bab satu merupakan bab pendahuluan. Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab dua berisi tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian. Tinjauan pustaka membahas teori-teori yang berhubungan dengan penelitian. Teori ini diperoleh dari studi literatur yang dilakukan pada tahap awal penelitian.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini, berisi penjelasan mengenai semua jenis variabel yang akan diteliti. Selain itu, akan dijelaskan mengenai langkah-langkah pengumpulan data melalui eksperimen dan metode pengolahan data dalam penelitian. Setelah itu, akan diberikan usulan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB IV ANALISIS

Pada bab ini berisi hasil analisis terhadap data yang telah dikumpulkan dan diolah. Analisis yang diberikan mencakup analisis kelebihan dan kekurangan alat-alat yang digunakan selama penelitian, analisis hasil kedepan mata, dan analisis masing-masing stimuli terhadap *response time*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran untuk penyempurnaan penelitian berikutnya.