

**PENENTUAN SUHU RUANG KEMUDI BAGI
PENGEMUDI YANG KEKURANGAN TIDUR KRONIS
BERDASARKAN PENGUKURAN TINGKAT KANTUK**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Devi Nur Fadhilah

NPM : 2011610178



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2017**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Devi Nur Fadhilah
NPM : 2011610178
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : PENENTUAN SUHU RUANG KEMUDI BAGI
PENGEMUDI YANG KEKURANGAN TIDUR
KRONIS BERDASARKAN PENGUKURAN
TINGKAT KANTUK

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Agustus 2017

Ketua Program Studi Teknik Industri

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

Pembimbing

(Daniel Siswanto, S.T., M.T.)



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan



Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Devi Nur Fadhilah

NPM : 2011610178

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul

“PENENTUAN SUHU RUANG KEMUDI BAGI PENGEMUDI YANG
KEKURANGAN TIDUR KRONIS BERDASARKAN PENGUKURAN TINGKAT
KANTUK”

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, Juli 2017

Devi Nur Fadhilah

NPM : 2011610178

ABSTRAK

Kelelahan menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan manusia melakukan kesalahan kerja yang berujung pada kecelakaan. Salah satu indikator terjadinya kelelahan adalah kantuk. Kantuk dapat disebabkan karena kekurangan tidur yang terjadi pada beberapa malam atau disebut kekurangan tidur kronis. Salah satu upaya yang dilakukan pengemudi untuk mengatasi kantuk adalah mengatur suhu ruang kemudi. Namun belum diketahui pada suhu berapakah kantuk pengemudi dapat diatasi, terutama saat mengemudi di jalan yang monoton. Kondisi jalan monoton telah banyak disebut di berbagai penelitian akan meningkatkan kantuk dan menurunkan kewaspadaan. Penelitian ini akan berusaha menentukan rentang suhu ruang kemudi yang memberikan pengaruh positif dalam mengatasi kantuk pengemudi yang mengemudi di jalan monoton.

Penelitian dilakukan dengan eksperimen di laboratorium menggunakan simulator. Kondisi yang diatur adalah suhu ruang kemudi yang terdiri dari suhu nyaman ($23^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$), suhu panas ($26,1^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$) dan suhu dingin ($20^{\circ}\text{C} - 22,9^{\circ}\text{C}$) serta kondisi jalan yang terdiri dari monoton dan tidak monoton. Simulasi mengemudi dilakukan kepada enam orang partisipan pria berusia 18 – 25 tahun dengan memberikan enam perlakuan selama simulasi berlangsung. Enam perlakuan yang diberikan adalah kombinasi tiga level suhu serta dua kondisi jalan. Pengukuran tingkat kantuk dilakukan dengan memasang alat *electroencephalography* (EEG) ke kepala partisipan selama 60 menit. Data gelombang otak partisipan direkam kemudian diolah menggunakan MATLAB R2009A untuk memperoleh nilai *power* alfa, beta, dan teta. Nilai *power* gelombang otak akan digunakan untuk menghitung rasio tingkat kantuk dengan persamaan $(\theta + \alpha) / \beta$ yang akan dijadikan *input* uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh kondisi jalan, suhu ruang kemudi dan interaksi keduanya terhadap tingkat kantuk. Kemudian dilanjutkan dengan Uji Tukey dan uji Newman-Keuls untuk mengetahui perbedaan level suhu yang signifikan.

Hasil dari uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor kondisi jalan dan suhu ruang kemudi mempengaruhi tingkat kantuk, namun interaksi dari kedua faktor tidak mempengaruhi tingkat kantuk. Hasil dari uji Tukey dan Newman-Keuls menunjukkan bahwa ketiga level suhu memiliki perbedaan secara signifikan. Penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa tingkat kantuk pengemudi yang mengalami kekurangan tidur dipengaruhi oleh kondisi jalan atau suhu ruang kemudi. Rentang suhu ruang kemudi yang dapat menghasilkan rasio tingkat kantuk terkecil adalah $26,1^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$ (suhu panas).

ABSTRACT

Fatigue is one of the main factors that causes human to make work errors that lead to an accidents. One indicator of the occurrence of fatigue is sleepiness. Sleepiness can be caused sleep deprivation that occurs on some nights or is called chronic sleep deprivation. One of the attempts by the driver to overcome sleepiness is to set the temperature of the steering room. But it is not known at what temperature the sleepiness of the driver can be overcome, especially when driving on a monotonous road. Monotonous road conditions have been widely mentioned in various studies will increase sleepiness and reduce alertness. This research will attempt to determine the temperature range of the steering room which gives a positive influence in overcoming the sleepiness of drivers driving on the monotonous road.

The research was conducted by experiment in laboratory using simulator. The regulated conditions are steering room temperatures consisting of comfortable temperature (23°C - 26°C), hot temperature (26,1°C - 29°C) and cold temperatures (20 °C – 22,9°C) and road conditions consisting of monotonous and not monotonous. Driving simulation was conducted to six male participants aged 18 - 25 by giving six treatment during the simulation. Six treatments were given a combination of three temperature levels and two road conditions. Measurement of sleepiness is done by pairing the electroencephalography (EEG) device to the participant's head for 60 minutes. Participants' brainwaves were recorded and then processed using MATLAB R2009A to obtain the value of power alfa, beta, and teta. The value of brainwave power will be used to calculate the sleepiness ratio with the equation $(\theta + \alpha) / \beta$ which will be used as ANOVA test input to determine the effect of road conditions, temperature of the steering room and the interaction of both to the level of sleepines. Then proceed with Tukey test and Newman-Keuls test to find out the significant difference of temperature level.

The results of the ANOVA test showed that the factors of the road conditions and the temperature of the steering room affected the level of sleepiness, but the interaction of the two factors did not affect the sleepiness level. The results of the Tukey and Newman-Keuls tests show that the three temperature levels differ significantly. Research conducted to prove that the sleepiness level of drivers who experience sleep deprivation is influenced by road conditions or steering room temperature. The temperature range of the steering room that can produce the lowest sleepiness ratio is 26,1°C - 29°C (hot temperature).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Suhu Ruang Kemudi bagi Pengemudi yang Kekurangan Tidur Kronis Berdasarkan Pengukuran Tingkat Kantuk”

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan skripsi ini hingga selesai. Secara khusus rasa terima kasih tersebut saya sampaikan kepada :

1. Bapak Daniel Siswanto S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan masukan dan dorongan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Thedy Yogasara selaku dosen penguji proposal skripsi yang telah memberikan kritik, saran serta evaluasi yang membangun bagi penulis.
3. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji proposal skripsi yang telah memberikan kritik, saran serta evaluasi yang membangun bagi penulis.
4. Papa mama, kakak serta adik penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan doa yang tidak pernah terputus sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Indra Sugia Budi Hartato selaku teman terdekat yang senantiasa memberikan dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Wulan Menthari Putri, R.Y dan Azlina Afrianti selaku sahabat yang tidak pernah lelah memberikan dukungan serta doa sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Agnes Tangka, Deby Amelia dan Diah Pundarikasutra selaku teman seperjuangan Teknik Industri Angkatan 2011 yang tiada henti memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Terakhir penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan hal yang bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan khususnya bagi penulis juga.

Bandung, 17 Juli 2017

Devi Nur Fadhillah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-10
I.3 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-14
I.4 Tujuan Penelitian	I-17
I.5 Manfaat Penelitian	I-17
I.6 Metodologi Penelitian	I-17
I.7 Sistematika Penulisan	I-21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Kelelahan dan Kantuk	II-1
II.2 Penyebab dan Gejala Kelelahan	II-2
II.3 Alat Ukur Kelelahan	II-8
II.3.1 <i>Electroencephalogram (EEG)</i>	II-10
II.3.2 <i>Karolinska Sleepiness Scale (KSS)</i>	II-14
II.4 Desain Eksperimen	II-15
II.5 Metode Desain Eksperimen	II-19
II.6 <i>Between Subject Design</i> dan <i>Within Subject Design</i>	II-22
II.7 <i>Analysis of Variance (ANOVA)</i>	II-25
II.8 Uji <i>Post-Hoc</i>	II-29
II.8.1 Uji Tukey	II-30
II.8.2 Uji Newman-Keuls	II-31
II.9 Korelasi <i>Pearson Product Moment</i>	II-32

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Persiapan Eksperimen	III-1
III.1.1 Desain Eksperimen	III-1
III.1.2 Variabel Penelitian	III-2
III.1.3 <i>Counterbalancing</i> menggunakan <i>Balanced Latin Square</i>	III-6
III.1.4 Partisipan Penelitian	III-9
III.1.5 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	III-11
III.2 Prosedur Pelaksanaan Eksperimen	III-14
III.3 Lini Masa Pelaksanaan Eksperimen	III-17
III.4 Pengolahan Data EEG	III-19
III.4.1 Konversi Data Gelombang Otak	III-19
III.4.2 Perhitungan Rasio Tingkat Kantuk.....	III-23
III.4.3 Pengujian Pengaruh dan Interaksi Kondisi Jalan dengan Suhu Ruangan menggunakan ANOVA.....	III-24
III.4.4 Pengujian Perbedaan Level Suhu Ruangan Menggunakan <i>Post-Hoc</i>	III-36
III.5 Korelasi Nilai KSS dengan Rasio Tingkat Kantuk	III-39
III.6 Rangkuman Hipotesis	III-43
BAB IV ANALISIS	IV-1
IV.1 Analisis Hasil Pengujian Pengaruh dan Interaksi Kondisi Jalan dengan Suhu Ruangan menggunakan ANOVA.....	IV-1
IV.2 Analisis Hasil Pengujian Perbedaan Level Suhu Ruangan Menggunakan <i>Post-Hoc</i>	IV-4
IV.3 Analisis Tambahan	IV-5
IV.3.1 Analisis Korelasi KSS dengan Rasio Tingkat Kantuk.	IV-6
IV.3.2 Analisis Pemilihan Gelombang Otak Frontal	IV-8
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	Data Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2010-2014	I-2
Tabel I.2	Posisi Penelitian.....	I-7
Tabel I.3	Desain Eksperimen Penelitian	I-21
Tabel II.1	Durasi Tidur yang Tepat Sesuai Rentang Usia.....	II-4
Tabel II.2	Contoh Penentuan Partisipan dengan Desain <i>Between Subjects</i> ..	II-22
Tabel II.3	Contoh Penentuan Partisipan dengan Desain <i>Within Subjects</i>	II-22
Tabel II.4	Penempatan Data untuk Eksperimen	II-25
Tabel II.5	ANOVA untuk <i>Two-Way Within Subject Design</i>	II-29
Tabel II.6	Nilai Kriteria Hubungan Korelasi	II-33
Tabel III.1	Desain Eksperimen Penelitian	III-2
Tabel III.2	Hasil Urutan Pengambilan Data dengan <i>Balanced Latin Square</i> ...	III-7
Tabel III.3	Waktu Pengambilan Data Partisipan	III-8
Tabel III.4	Uji Kecukupan Data Faktor Kondisi Jalan.....	III-9
Tabel III.5	Uji Kecukupan Data Faktor Rentang Suhu Ruang Kemudi	III-10
Tabel III.6	Uji Kecukupan Data Interaksi Antar Faktor	III-10
Tabel III.7	Data Partisipan dalam Penelitian.....	III-11
Tabel III.8	Hasil Rekapitulasi Rasio Tingkat Kantuk Tiap Eksperimen	III-23
Tabel III.9	Hasil Perhitungan Nilai SS_A	III-30
Tabel III.10	Hasil Perhitungan Nilai SS_B	III-30
Tabel III.11	Hasil Perhitungan Nilai SS_s	III-31
Tabel III.12	Hasil Perhitungan Nilai SS_{AxB}	III-31
Tabel III.13	Hasil Perhitungan Nilai SS_{Axs}	III-32
Tabel III.14	Hasil Perhitungan Nilai SS_{Bxs}	III-32
Tabel III.15	Hasil Perhitungan Nilai SS_{AxBxs}	III-33
Tabel III.16	Hasil Perhitungan Uji ANOVA.....	III-35
Tabel III.17	Rata-rata dan Selisih Rasio Kantuk dari Tiap Level Suhu	III-37
Tabel III.18	Hasil Perhitungan dari Uji Tukey.....	III-38
Tabel III.19	Hasil Perhitungan Uji Newman-Keuls	III-39
Tabel III.20	Hasil Perhitungan Variabel X dan Variabel Y	III-40
Tabel III.21	Hasil Korelasi menggunakan SPSS.....	III-42
Tabel III.22	Rangkuman Hasil Hipotesis ($\alpha=0,05$)	III-43

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Model Hubungan Kelelahan dengan Keselamatan	I-3
Gambar I.2	Metodologi Penelitian untuk Penentuan Suhu Ruang Kemudi Bagi Pengemudi yang Kekurangan Tidur Kronis Berdasarkan Pengukuran Tingkat Kantuk	I-18
Gambar I.3	Lini Masa Pelaksanaan Eksperimen	I-20
Gambar II.1	Model Faktor Penyebab Kelelahan	II-6
Gambar II.2	Titik Penempatan Elektroda di Kepala	II-11
Gambar II.3	Bagian – Bagian Pada Otak	II-12
Gambar II.4	Gelombang Delta	II-13
Gambar II.5	Gelombang Teta	II-13
Gambar II.6	Gelombang Alfa	II-14
Gambar II.7	Gelombang Beta	II-14
Gambar II.8	Tidak Terdapat Interaksi Antar Faktor	II-19
Gambar II.9	Terdapat Interaksi Antar Faktor	II-19
Gambar III.1	<i>Headset</i>	III-13
Gambar III.2	<i>USB Transceiver</i>	III-13
Gambar III.3	Kabel USB	III-13
Gambar III.4	<i>Flowchart</i> Prosedur Pelaksanaan Eksperimen	III-15
Gambar III.5	Rekaman Gelombang Otak dengan <i>Emotiv Xavier TestBench</i>	III-16
Gambar III.6	Lini Masa Pelaksanaan Eksperimen	III-17
Gambar III.7	Penggunaan EEG kepada Partisipan Saat Simulasi	III-18
Gambar III.8	Hasil Konversi Data Gelombang Otak dari (.edf) ke (.csv)	III-20
Gambar III.9	Grafik Perubahan <i>Power</i> Gelombang Otak Setiap 6 Menit	III-20
Gambar III.10	Tombol <i>Run</i> pada EEG Lab	III-21
Gambar III.11	Kotak Dialog <i>MATLAB Editor</i>	III-21
Gambar III.12	Hasil Pengolahan Data Setelah Proses <i>Coding</i>	III-22
Gambar III.13	Grafik Interaksi Kondisi Jalan dan Suhu	III-35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A KUESIONER KSS

LAMPIRAN B *SLEEP DIARY*

LAMPIRAN C *CODING* MATLAB R2009A

LAMPIRAN D *POWER* GELOMBANG OTAK PARTISIPAN

LAMPIRAN E LEMBAR KETERSEDIAAN PARTISIPAN

LAMPIRAN F *TABEL PERCENTAGE POINTS OF THE STUDENTIZED RANGE*

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang dan identifikasi masalah serta perumusan masalah yang menjadi dasar dilakukannya penelitian dan juga berisikan batasan dan asumsi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan metodologi penelitian. Batasan serta asumsi masalah diperlukan agar tidak melibatkan terlalu banyak aspek dalam penelitian. Bab ini juga akan membahas manfaat dari penelitian yang tidak hanya bagi peneliti namun juga bagi pembaca.

I.1 Latar Belakang Masalah

Kecelakaan lalu lintas merupakan penyebab utama kematian dengan berbagai sebab, menempati urutan ke-10 penyebab semua kematian dan ke-9 sebagai kontributor utama kematian global. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menyatakan bahwa kejadian kecelakaan lalu lintas meningkat dalam jumlah maupun jenisnya dengan perkiraan angka kematian dari 5,1 juta pada tahun 1990 menjadi 8,4 juta pada tahun 2020 atau meningkat sebanyak 65%.

Berdasarkan data dari *World Health Organization*, setiap tahun sekitar 1,25 juta orang meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas dan 20 sampai 50 juta jiwa menderita luka/cacat dimana 90% terjadi di negara-negara berkembang termasuk Indonesia (WHO, 2015). Data terbaru dari *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa Indonesia menempati urutan ke-5 jumlah kematian terbanyak akibat kecelakaan lalu lintas dan menempati urutan pertama peningkatan kecelakaan lalu lintas. Indonesia dilaporkan mengalami kenaikan jumlah kecelakaan lalu lintas hingga lebih dari 80%.

Badan Kesehatan Dunia (WHO) menilai bahwa kecelakaan lalu lintas di Indonesia menjadi pembunuh terbesar ketiga, di bawah penyakit jantung koroner dan tuberculosis/TBC. Lembaga dari Australia menyatakan bahwa jumlah korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia akan mencapai 65.000 di tahun 2020. Kecelakaan lalu lintas harus dapat segera diatasi karena *Global Status Report on Road Safety 2015* juga menunjukkan bahwa jumlah korban yang meninggal

dunia akibat kecelakaan lalu lintas dapat terus meningkat hingga mencapai 40.000 jiwa di Indonesia setiap tahunnya (WHO, 2015).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2015) menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan jumlah kecelakaan lalu lintas yang cukup signifikan dari tahun 2010 sampai 2012. Jumlah kecelakaan yang paling tinggi terjadi pada tahun 2012 dan terjadi penurunan pada tahun berikutnya yaitu 2013 dan 2014. Data mengenai jumlah kecelakaan, korban, luka-luka dan kerugian materi pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Data Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2010-2014

Tahun	Jumlah Kecelakaan (kasus)	Korban Mati (orang)	Luka Berat (orang)	Luka Ringan (orang)	Kerugian Materi (Juta Rp)
2010	66.488	19.873	26.196	63.809	158.259
2011	108.696	31.195	35.285	108.945	217.435
2012	117.949	29.544	39.704	128.312	298.627
2013	100.106	26.416	28.438	110.448	255.864
2014	95.906	28.297	26.840	109.741	250.021

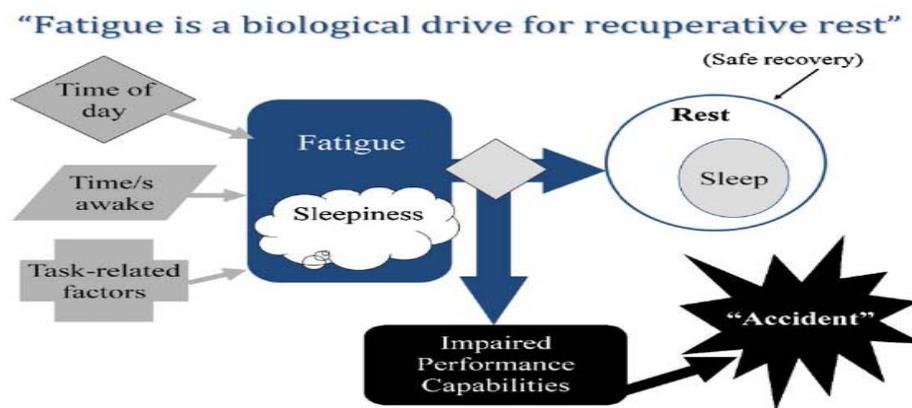
Sumber : BPS (2015)

Menurut WHO (2014) terdapat tiga faktor utama yang menyebabkan terjadinya kecelakaan yaitu faktor manusia, faktor kendaraan dan faktor lingkungan. Faktor manusia meliputi kondisi fisik (kelelahan, mengantuk, sakit, mabuk) dan kemampuan mengemudi. Faktor kendaraan meliputi kondisi mesin, rem, lampu, ban, muatan dan lain-lain. Sementara faktor lingkungan meliputi kondisi jalan. Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat dalam Warpani (2002), faktor penyebab terjadinya kecelakaan di Indonesia yang disebabkan oleh faktor manusia yaitu sebesar 93,52%.

Pada manusia, kecelakaan terjadi akibat dari penurunan tingkat kewaspadaan. Tingkat kewaspadaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kelelahan, tingkat kantuk dan keadaan monoton (Desai dan Haque, 2006). Horrey, Noy, Folkard, Stephen, Howarth & Courtney (2011) menyatakan bahwa kelelahan dianggap sebagai penyebab utama kecelakaan transportasi yang juga mempengaruhi besarnya angka kematian dalam kecelakaan lalu lintas. Data dari

National Highway Transportation Safety Administration and National Sleep Foundation dalam Johnston (2007) menyebutkan bahwa kelelahan pada pengemudi merupakan penyebab utama pada sedikitnya 100.000 kasus tabrakan yang mengakibatkan lebih dari 1500 kematian setiap tahunnya. Menurut Williamson, Lombardi, Folkard, Stutts, Courtney & Connor (2011) salah satu indikator dari kelelahan adalah rasa kantuk. Kelelahan dapat diartikan sebagai dorongan biologis untuk melakukan istirahat dalam rangka pemulihan kondisi (Williamson et.al., 2011). Secara umum penyebab kelelahan adalah penggunaan tenaga fisik atau mental yang berkepanjangan tanpa cukup waktu untuk beristirahat dan memulihkan diri (Dawson, Noy, Harma, Akerstedt & Belenky, 2011).

Menurut Williamson et al. (2011) kelelahan dapat diakibatkan oleh tiga faktor yaitu *time of day* (ritme sirkadian), *time/s awake* (berhubungan dengan tidur), dan *task-related factors* (faktor pekerjaan). Ketiga faktor tersebut akan menyebabkan terjadinya kelelahan dan menyebabkan terjadinya kantuk. Williamson et al. (2011) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara kelelahan dan resiko keselamatan. Keeratan hubungan tersebut karena kelelahan dapat menurunkan performansi, pengabaian informasi, menurunkan kemampuan memberi respon atau kemampuan menilai suatu kondisi sehingga terjadi pengambilan keputusan yang kurang tepat yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Pada Gambar I.1 dapat dilihat hubungan antara kelelahan dengan keselamatan menurut Williamson et al. (2011).



Gambar I.1 Model Hubungan Kelelahan dengan Keselamatan
(Sumber : Williamson et al., 2011)

Teknologi untuk mendeteksi kelelahan pengemudi diklasifikasi menjadi tiga yaitu *fitness for-duty test*, *continuous operator monitoring* dan *performance based monitoring* (Dawson, Searle & Paterson, 2014). Ketiga alat pendeteksi kelelahan tersebut dapat memberitahukan informasi kepada pengemudi saat mulai merasa lelah dan peringatan untuk berhenti mengemudi jika sudah merasa lelah. Namun teknologi tersebut belum bisa mencegah timbulnya kelelahan dan rasa kantuk pada saat mengemudi sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengurangi jumlah kecelakaan.

Proses terjadinya kelelahan pada pengemudi secara sederhana ada tiga tingkatan yaitu pada tahap awal adanya kewaspadaan (*alertness*), selanjutnya pengemudi akan mengalami awal penurunan kewaspadaan dan mulai mengantuk (*drowsy*) dan pada tahap ini terjadi penurunan perhatian (*kewaspadaan*) sehingga mengemudikan kendaraan tidak terkontrol (*gazing vacantly at one unspecified point*) (Fadel, Muis, dan Russeng, 2014). Mengantuk dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan lalu lintas karena pengemudi kehilangan daya reaksi dan konsentrasi akibat kurang istirahat (tidur) dan/atau sudah mengemudikan kendaraan lebih dari 5 jam tanpa istirahat (Warpani, 2002). Kelelahan dan kantuk pengemudi menjadi penyebab utama kecelakaan di jalan raya (Smolensky, Di Milia, Ohayon & Philip, 2011).

Kantuk biasanya disebabkan oleh kurangnya istirahat atau tidur. Kekurangan tidur dapat menyebabkan kantuk pada waktu kerja yang memiliki efek meningkatnya jumlah kedipan mata, keinginan untuk menutup mata dan terjadinya *microsleeps* (Caldwell, J. A. & Caldwell, J.L., 2003). Kantuk merupakan gejala yang disebabkan oleh kelelahan. Keadaan mengantuk dapat menurunkan performansi manusia seperti berkurangnya kecepatan reaksi, penurunan kewaspadaan dan menurunkan kemampuan memproses informasi. Oleh karena itu, keadaan mengantuk saat mengemudi tergolong dalam salah satu tindakan yang berbahaya (Vanlaar et al., 2008 dalam Juliatara, Desrianty & Yuniar, 2015).

Penelitian yang akan dilakukan berhubungan dengan kekurangan tidur lebih dari 1 malam (*sleep deprivation*) yang merupakan bagian dari faktor *time/s awake*. Dalam era globalisasi pola kehidupan modern cenderung mengutamakan pekerjaan sehingga membuat ritme biologis tubuh menjadi terganggu, termasuk jadwal tidur (Astrawan M, 2007). Secara umum kuantitas tidur manusia dewasa

untuk mencapai kinerja optimal adalah 8 jam setiap malamnya (Smolensky et al., 2011). Kekurangan tidur dalam 1 malam (24 jam terakhir) dapat mengakibatkan penurunan performansi pada kemampuan aktivitas otak, menurunnya kewaspadaan dan juga kecepatan waktu reaksi (Dawson et al., 2014). Kekurangan durasi tidur lebih dari 1 malam atau disebut dengan kekurangan tidur kronis memiliki dampak yang lebih besar terhadap pengemudi. Dikatakan kekurangan tidur kronis bukan kekurangan tidur akut karena subjek diperbolehkan membatasi waktu tidur selama beberapa malam berturut-turut sedangkan pada kekurangan tidur akut subjek tetap terjaga terus menerus, umumnya selama 24 sampai dengan 72 jam (Alhola & Kantola, 2007). Menurut Maas J.B. (2002) kekurangan tidur kronis dapat menyebabkan turunnya metabolisme dan fungsi tubuh terutama otak, sehingga kesehatan dan performansi tubuh akan menurun secara signifikan atau bahkan rusak, dapat menyebabkan kecelakaan dan hilangnya nyawa.

Faktor yang juga diperhatikan pada penelitian ini adalah *task-related factors* atau berhubungan dengan faktor pekerjaan. Seseorang yang melakukan aktivitas kognitif yang panjang dapat menyebabkan kelelahan (Boksem, Maarten, Meijman, Lorist & Monicque, 2005). Mengemudi merupakan salah satu dari aktivitas kognitif yang membutuhkan kewaspadaan, kemampuan mempertahankan perhatian serta kesiagaan selama periode waktu yang cukup lama. Durasi atau lamanya mengemudi menjadi salah satu faktor yang berpengaruh dalam terjadinya kelelahan karena lama seseorang mengemudi akan menimbulkan rasa kantuk yang juga berpengaruh dalam terjadinya penurunan performansi ketika mengemudi (Ting, Hwang, Doong & Jeng, 2008). Ukuran performansi yang digunakan di dalam penelitian adalah jumlah tabrakan yang dilakukan, pelanggaran rambu lalu lintas, jumlah kesalahan dalam mengemudi dan kecepatan partisipan dalam mengemudi.

Kelelahan yang dialami oleh pengemudi dapat dipengaruhi oleh kondisi jalan pada saat mengemudi. Menurut Gastaldi, Rossi & Gecchele (2014) durasi mengemudi dan kondisi jalan selama mengemudi merupakan gabungan dari *task-related factor* yang dapat mengakibatkan timbulnya kelelahan. Kelelahan dalam mengemudi dapat dibagi menjadi dua yaitu kelelahan aktif dan kelelahan pasif (Gimeno, Cerezuela & Montanes, 2006) Kelelahan aktif merupakan beban mental atau permintaan tinggi dari kondisi mengemudi seperti lalu lintas padat,

pandangan terhalang atau tuntutan untuk menyelesaikan tugas tambahan sekunder selain tugas mengemudi. Kelelahan aktif biasanya terjadi di jalan raya/perkotaan dengan lalu lintas yang padat atau disebut dengan jalan yang tidak monoton. Kelelahan pasif merupakan kondisi mengemudi dengan beban yang rendah seperti ketika mengemudi di jalan yang monoton seperti jalan tol. Kedua kondisi jalan tersebut dapat meningkatkan kelelahan pengemudi yang mengalami kekurangan tidur. Langkah yang dapat dilakukan untuk mencegah meningkatnya kelelahan yang dialami oleh pengemudi yang kekurangan tidur pada kondisi jalan monoton dan tidak monoton yaitu dengan mengatur suhu ruang kemudi. Menurut Silaban (1998), suhu lingkungan kerja memberikan kontribusi yang besar terhadap tingkat kelelahan. Meiliani dan Maywati (2012) juga menyatakan bahwa suhu merupakan salah satu aspek lingkungan fisik yang memiliki pengaruh terhadap kelelahan pengemudi. Suhu nyaman dapat memberikan rasa rileks sehingga dapat menyebabkan kelelahan semakin meningkat. Suhu panas yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan, mengurangi kestabilan performansi, dan meningkatkan jumlah kesalahan kerja. Suhu dingin yang berlebihan juga dapat menyebabkan kelelahan sehingga mengurangi kewaspadaan dan konsentrasi.

Suhu ruang kemudi merupakan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kelelahan yang dialami oleh pengemudi dengan kondisi kekurangan tidur dalam 24 jam terakhir pada kondisi jalan tertentu (Ferdinand, 2016). Dari hasil penelitian Ferdinand (2016) diperoleh bahwa rentang suhu ruang kemudi yang dapat menghasilkan tingkat kantuk terendah yaitu rentang suhu panas ($>26^{\circ}\text{C}$ - 29°C). Penelitian yang dilakukan oleh Ferdinand (2016) hanya dilakukan terhadap pengemudi yang kekurangan tidur dalam 1 malam terakhir sehingga tidak diketahui apakah suhu ruang kemudi juga berpengaruh terhadap pengemudi dengan kondisi kekurangan tidur kronis (kekurangan tidur lebih dari 1 malam) pada kondisi jalan tertentu. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk memberikan informasi rentang suhu ruang kemudi yang tepat agar menghasilkan tingkat kantuk terendah pada pengemudi yang kekurangan tidur kronis sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas. Posisi dari penelitian ini dapat dilihat melalui Tabel I.2.

Tabel I.2 Posisi Penelitian

No.	Judul	Pengarang (Tahun)	Variabel	Metode	Hasil
1.	Penentuan Suhu Ruang Kemudi untuk Pengemudi yang Sudah Terjaga Sepanjang Hari dengan Memerhatikan Kondisi Jalan	Manik, S., R. (2016)	<p>Bebas : Kondisi Jalan dan Rentang Suhu Ruang Kemudi</p> <p>Tidak Bebas: Tingkat kantuk partisipan berupa rasio dari <i>power</i> alfa, teta, dan beta yang diukur EEG</p> <p>Kontrol : Jenis kelamin, usia, durasi mengemudi, durasi tidur, durasi terjaga, rentang suhu, kecepatan mengemudi, waktu dan tempat pengambilan data, bahan pakaian yang digunakan dan peraturan sebelum simulasi.</p> <p>Confounding : Motivasi, kemampuan menggunakan simulator, jenis aktivitas partisipan, waktu partisipan mulai tidur, waktu partisipan terbangun</p>	<p>Uji ANOVA</p> <p>Uji Tukey</p> <p>Uji Duncan</p>	<p>- Suhu ruang kemudi atau kondisi jalan mempengaruhi tingkat kantuk pengemudi yang sudah terjaga sepanjang hari namun interaksi dari keduanya tidak mempengaruhi tingkat kantuk</p> <p>- Rentang suhu yang dapat membuat keterjagaan lebih lama untuk pengemudi yang sudah terjaga sepanjang hari adalah 26°C - <29°C</p>

(lanjut)

Tabel I.2 Posisi Penelitian (Lanjutan)

No.	Judul	Pengarang (Tahun)	Variabel	Metode	Hasil
2.	Penentuan Suhu Ruang Kemudi dengan Memperhatikan Variabel Kondisi Pengemudi yang Kekurangan Tidur dan Kondisi Jalan	Ferdinand, R. (2016)	<p>Bebas : Kondisi Jalan dan Rentang Suhu Ruang Kemudi</p> <p>Tidak Bebas: Kelelahan pengemudi yang diukur berdasarkan tingkat kantuk</p> <p>Kontrol : Jenis kelamin dan usia partisipan, durasi tidur, durasi mengemudi dan jumlah replikasi mengemudi, Kondisi lingkungan kecuali suhu (kebisingan, cahaya, bau-bauan, dll), alkohol rokok dan kafein serta teknis pengambilan data.</p> <p>Confounding : Motivasi, <i>learning curve</i>, aktivitas di luar eksperimen, saat tidur dan saat terjaga.</p>	<p>Uji ANOVA</p> <p>Uji Tukey</p> <p>Uji Newman - Keuls</p>	<p>- Tingkat kantuk pengemudi yang mengalami kekurangan tidur dipengaruhi oleh suhu ruang kemudi atau kondisi jalan, namun interaksi dari keduanya tidak mempengaruhi tingkat kantuk pengemudi.</p> <p>- Rentang suhu ruang kemudi yang dapat menghasikan rasio tingkat kantuk terkecil pada pengemudi yang mengalami kekurangan tidur adalah >26°C - 29°C.</p>

(lanjut)

Tabel I.2 Posisi Penelitian (Lanjutan)

No.	Judul	Pengarang (Tahun)	Variabel	Metode	Hasil
3.	Penentuan Suhu Ruang Kemudi Bagi Pengemudi yang Kekurangan Tidur Kronis Berdasarkan Pengukuran Tingkat Kantuk	Fadhilah, D., N. (2017)	<p>Bebas : Kondisi Jalan dan Rentang Suhu Ruang Kemudi</p> <p>Tidak Bebas: Kelelahan partisipan yang diukur berdasarkan rasio tingkat kantuk</p> <p>Kontrol : Jenis kelamin, usia, durasi mengemudi dan replikasi mengemudi, durasi tidur, kondisi lingkungan kecuali suhu, alkohol rokok kafein dan obat-obatan serta waktu dan tempat pengambilan data</p> <p>Confounding : Motivasi, <i>learning effect</i> dan aktivitas di luar eksperimen.</p>	<p>Uji ANOVA</p> <p>Uji Tukey</p> <p>Uji Newman-Keuls</p> <p>Korelasi <i>Pearson Product Moment</i></p>	<p>- Tingkat kantuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis dipengaruhi oleh suhu ruang kemudi atau kondisi jalan. Interaksi antara keduanya tidak mempengaruhi tingkat kantuk.</p> <p>- Rentang suhu ruang kemudi yang menghasilkan tingkat kantuk terkecil untuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis adalah 26,1°C - 29°C.</p>

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa banyak faktor yang dapat menyebabkan seseorang mengalami kelelahan dan salah satunya adalah *sleep deprivation* (kekurangan tidur lebih dari 1 malam) yang merupakan bagian dari *time/s awake* (Williamson et al., 2011). Menurut Smolensky et al. (2011) kuantitas tidur manusia dewasa untuk mencapai kinerja optimal adalah 8 jam setiap malamnya. Partisipan dalam penelitian ini adalah pengemudi pria yang berusia 18 sampai 25 tahun karena usia tersebut merupakan usia yang paling rentan mengalami kecelakaan di Indonesia (Korlantas Polri, 2015). Usia tersebut dapat dikategorikan dewasa, sehingga durasi tidur minimal yang dibutuhkan adalah 8 jam. Dengan demikian, pengemudi dewasa yang memiliki durasi tidur kurang dari 8 jam dapat dikatakan mengalami kekurangan tidur. Namun menurut Stutts, Jane, Wilkins, Jean, Osberg, Vaughn & Bradley (2003) pengemudi yang tidurnya kurang dari 5 jam pada malam harinya dapat menyebabkan kelelahan dan akan meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan. Oleh sebab itu, maka penelitian dilakukan untuk partisipan yang tidur kurang dari 5 jam. Penelitian tidak melihat jumlah tidur yang dilakukan oleh partisipan melainkan total keseluruhan durasi tidur yang dilakukan oleh partisipan tiap malamnya yaitu selama kurang dari 5 jam.

Selain durasi tidur, lama waktu partisipan mengalami kekurangan tidur juga diperhatikan dalam penelitian. Penelitian dilakukan pada pengemudi yang mengalami kekurangan tidur kronis. Kekurangan tidur kronis merupakan akibat dari kurangnya waktu tidur dalam jangka waktu yang cukup lama atau lebih dari 1 malam (Damarany, 2012). Berdasarkan studi epidemiologi, seseorang dikatakan kekurangan tidur kronis apabila memiliki jam tidur kurang dari 5 jam per malam setidaknya dua kali selama seminggu. Berdasarkan penelitian Alhola & Kantola (2007) menyatakan bahwa dalam keadaan kekurangan tidur kronis, subjek tidur dengan durasi tidur terbatas selama beberapa hari berturut-turut. Oleh karena itu, penelitian akan dilakukan pada pengemudi yang kekurangan tidur kurang dari 5 jam semalam selama 2 hari secara berturut-turut. Alasan penelitian dilakukan pada pengemudi yang kekurangan tidur selama 2 hari karena berdasarkan sebuah studi yang dilakukan di Amerika pada tahun 2000 dengan subjek pria berusia 20 tahun ditemukan bahwa subjek mengalami penurunan aktivitas dan fungsi otak terutama di bagian talamus serta di bagian

korteks prefrontal setelah mengalami kekurangan tidur selama 3 hari (Thomas, Sing, Belenky, Holcomb, Mayberg, Dannals, Wagner, Thorne, Popp, Rowland, Welsh, Balwinski & Redmond, 2000). Oleh karena itu, penelitian hanya dilakukan pada partisipan yang kekurangan tidur selama 2 hari karena dapat merepresentasikan kondisi pengemudi yang kekurangan tidur kronis (kekurangan tidur lebih dari 1 malam) dan juga mempertimbangkan kondisi kesehatan partisipan agar terhindar dari kecelakaan pada saat mengemudi.

Variabel yang juga diperhatikan dalam penelitian ini adalah kondisi jalan. Kondisi jalan yang digunakan adalah kondisi jalan yang monoton seperti jalan tol dan kondisi jalan yang tidak monoton seperti jalan raya di perkotaan. Mengemudi di jalan yang tidak monoton memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang lebih tinggi, dimana kepadatan lalu lintas yang tinggi ini dapat mengakibatkan munculnya kelelahan aktif dalam mengemudi (Gastaldi et al., 2014). Oleh sebab itu, beberapa pengemudi lebih memilih untuk melewati jalan yang lurus atau monoton untuk menghindari kepadatan lalu lintas di jalan raya. Namun, banyak pengemudi yang tidak mengetahui bahwa kondisi jalan lurus atau monoton lebih berbahaya dalam penurunan kewaspadaan dan perilaku dibandingkan dengan kondisi jalan yang berliku-liku (Oron-Gilad dan Hancock, 2007 dalam Andiningsari, 2009). Mengemudi pada jalan monoton dapat meningkatkan risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kelelahan (Williamson et al., 2011).

Penelitian ini akan dilakukan pada pengemudi pria berusia 18 sampai 25 tahun dengan durasi tidur kurang dari 5 jam selama 2 hari berturut-turut pada kondisi jalan monoton dan tidak monoton. Pengemudi yang mengalami kekurangan tidur pada 2 malam sebelumnya kemungkinan besar merasakan kantuk sebelum mengemudi. Setiap kondisi jalan pada saat mengemudi dapat menimbulkan kelelahan dan mengakibatkan munculnya rasa kantuk pada saat pengemudi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran tingkat kantuk awal pada pengemudi sebelum melakukan simulasi menggunakan metode pengukuran subjektif *Karolinska Sleepiness Scale (KSS)*. Pengukuran tingkat kantuk awal hanya dilakukan dengan menggunakan metode KSS dan bukan menggunakan metode lain seperti *flicker test* dan *Psychomotor Vigilante Task (PVT)* karena kedua metode tersebut baik digunakan untuk mengukur performansi melalui kecepatan reaksi visual dimana pada *flicker test* pengukuran

dilakukan berdasarkan jumlah kedipan mata sedangkan pada PVT pengukuran dilakukan berdasarkan respon dari responden (dapat berupa menekan tombol atau yang lainnya). Digunakan KSS untuk mengukur tingkat kantuk awal dari partisipan karena KSS merupakan indikator subjektif terkait kantuk yang terbukti paling valid dan reliabel (Mahachandra, 2012).

Pengemudi dengan tingkat kantuk yang tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas. Untuk mencegah hal tersebut maka banyak dilakukan penelitian terkait dengan masalah kelelahan dan kantuk pada pengemudi. Penelitian menghasilkan tindakan yang harus dilakukan ketika pengemudi terdeteksi mengalami kelelahan. Namun, pengemudi tetap saja memaksakan untuk berkendara padahal sedang merasakan kelelahan. Pengemudi yang berusia muda seringkali tetap memaksakan berkendara dalam keadaan lelah dan mengantuk sehingga berisiko terjadinya kecelakaan (Smith et al., 2005 dalam Andiningsari, 2009) Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu tindakan untuk mencegah tingginya tingkat kantuk pengemudi terutama yang mengalami kekurangan tidur kronis.

Suhu ruang kemudi diketahui sebagai faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kelelahan yang dialami oleh pengemudi dengan kondisi kekurangan tidur dalam 24 jam terakhir pada kondisi jalan tertentu dan rentang suhu panas dapat menghasilkan tingkat kantuk terendah (Ferdinand, 2016). Namun, penelitian tersebut terbatas hanya pada pengemudi yang kekurangan tidur dalam 1 malam sehingga belum diketahui apakah pengaruh suhu juga dapat mempengaruhi kantuk yang dialami oleh pengemudi yang kekurangan tidur kronis pada kondisi jalan tertentu.

Kondisi suhu yang digunakan dalam penelitian yaitu suhu nyaman, suhu panas, dan suhu dingin. Suhu nyaman merupakan keadaan lingkungan yang berada pada kondisi *termonetral*, yaitu tidak ada rasa panas atau rasa dingin. Dasar penentuan suhu nyaman adalah penelitian dari Talarosha (2005) yang menyatakan bahwa suhu nyaman *thermal* untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu 22,8°C sampai dengan 25,8°C yang kemudian dibulatkan menjadi 23°C sampai dengan 26°C. Talarosha (2005) juga menyatakan bahwa daya tahan dan kemampuan kerja manusia mulai menurun pada rentang suhu 26°C sampai 30°C. Namun berdasarkan hasil observasi, suhu maksimal yang dapat terpasang di laboratorium adalah 29°C. Sehingga rentang suhu panas yang

ditetapkan di dalam penelitian yaitu 26,1°C sampai dengan 29°C. Suhu dingin berada pada rentang 20°C sampai kurang dari 23°C yang diperoleh melalui pengukuran langsung di mobil pada saat AC dinyalakan.

Alat ukur yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kantuk pada penelitian ini adalah *Electroencephalogram* (EEG). EEG dipilih karena mampu mendeteksi kelelahan pada partisipan secara objektif dan mampu mendeteksi peningkatan gelombang α yang berkorelasi dengan munculnya kantuk (Schier, 1999). Perbandingan gelombang α , β , θ pada EEG dapat digunakan untuk mendeteksi kantuk ketika mengemudi (Raven, 2013 dalam Juliatara et al., 2015). EEG merupakan salah satu alat yang dapat mengukur aktivitas otak secara kontinu berdasarkan gelombang elektrik yang dibaca oleh elektroda pada kulit kepala (Kiymik, Akin & Subasi, 2004). Dengan mengamati gelombang otak pengemudi melalui EEG, dapat diperoleh rasio tingkat kantuk yang dialami oleh pengemudi selama durasi mengemudi yang telah ditentukan. Rasio tingkat kantuk merupakan nilai yang mempresentasikan kondisi atau level kantuk partisipan yang diperoleh dari gelombang otak *alpha*, *beta* dan *teta*. Besarnya perubahan rasio tingkat kantuk partisipan pada setiap level suhu pada kondisi jalan tertentu akan dihitung sehingga diperoleh rentang suhu ruang kemudi yang menghasilkan rasio tingkat kantuk terkecil.

Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan eksperimen. Sebelum melakukan suatu eksperimen, ditentukan terlebih dahulu variabel-variabel yang akan digunakan pada penelitian. Variabel yang digunakan pada penelitian adalah variabel tidak bebas, variabel bebas, variabel kontrol dan variabel *confounding*. Variabel tidak bebas yang digunakan dalam penelitian adalah kelelahan pengemudi yang diukur berdasarkan tingkat kantuk. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah rentang suhu ruang kemudi dan kondisi jalan. Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian adalah jenis kelamin, usia partisipan, durasi tidur partisipan, durasi mengemudi dan jumlah replikasi mengemudi, kondisi lingkungan kecuali suhu, alkohol rokok kafein dan obat-obatan serta waktu dan tempat pengambilan data. Variabel *confounding* yang digunakan dalam penelitian adalah motivasi, *learning effect* dan kegiatan di luar eksperimen. *Learning effect* perlu dijadikan variabel *confounding* karena simulator mengemudi yang digunakan dalam penelitian merupakan alat yang

tidak umum dan mungkin menjadi sesuatu yang baru bagi partisipan sehingga partisipan belum terbiasa untuk menggunakan alat tersebut.

Metode eksperimen yang digunakan pada penelitian adalah *laboratory experiment* dimana pengambilan data dilakukan di laboratorium menggunakan *driving simulator*. Digunakan *driving simulator* karena dinilai mampu merepresentasikan kondisi jalan yang monoton maupun tidak monoton dari kondisi nyata dan mudah dalam merancang kondisi jalan yang diinginkan. Alasan lain menggunakan simulasi mengemudi juga dikarenakan untuk mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan apabila langsung diterapkan di kondisi nyata. *Driving simulator* merupakan pilihan utama dalam penelitian yang berkaitan dengan kelelahan mental karena aman, biaya yang kecil, kondisi yang dapat diatur-atur, dan kemudahan untuk pengumpulan data (Reed and Green, 1999 dalam Zhao, C., Zhao. M., Liu, J., & Zheng, C., 2012).

Partisipan akan menggunakan *driving simulator* selama 60 menit dengan kondisi jalan yang monoton dan tidak monoton. Penetapan durasi mengemudi menggunakan *driving simulator* selama 60 menit karena menggunakan referensi dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Kee, S., Tamrin, S.,B.,M., Goh, Y. (2010) yang mengungkapkan adanya perbedaan signifikan dari spektral daya gelombang otak alfa subjek yang direkam melalui EEG setelah mengemudi selama 60 menit. Oleh karena itu, simulasi mengemudi dilakukan selama 60 menit karena dengan durasi tersebut sudah terlihat perbedaan spektral daya gelombang alfa yang signifikan dari subjek dimana gelombang otak alfa menandakan bahwa objek sudah dalam keadaan mengantuk.

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Apakah tingkat kantuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis dipengaruhi oleh suhu ruang kemudi dan / atau kondisi jalan?
2. Berapakah rentang suhu ruang kemudi yang tepat sehingga dapat menghasilkan rasio tingkat kantuk terkecil untuk masing-masing kondisi jalan pada pengemudi yang kekurangan tidur kronis?

I.3 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Partisipan dalam penelitian adalah pengemudi yang berjenis kelamin laki-laki. Menurut WHO (2013) persentase korban meninggal paling banyak terjadi pada pengemudi berjenis kelamin laki-laki dibandingkan dengan perempuan yaitu sekitar 77%.
2. Usia partisipan berada pada rentang usia 18 – 25 tahun. Menurut data dari Korlantas Polri (2015) usia tersebut merupakan usia yang paling rentan mengalami kecelakaan di Indonesia.
3. Durasi tidur partisipan adalah kurang dari 5 jam selama 2 hari berturut-turut pada malam sebelum simulasi dilakukan. Durasi tidur diperoleh dari total jam tidur pengemudi dalam 2 malam tanpa memperhatikan berapa banyak jumlah tidur yang dilakukan.
4. Kondisi jalan yang digunakan adalah jalan yang monoton dan jalan yang tidak monoton. Mengemudi di jalan yang tidak monoton seperti jalan raya/perkotaan cenderung memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang lebih tinggi, dimana kepadatan lalu lintas yang tinggi ini dapat mengakibatkan munculnya kelelahan aktif dalam mengemudi (Gastaldi et al., 2014). Mengemudi pada jalan monoton seperti di jalan tol juga dapat mengakibatkan munculnya kelelahan pasif bagi pengemudi. Mengemudi di jalan monoton dapat meningkatkan risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kelelahan (Williamson et al., 2011).
5. Terdapat 3 rentang suhu yang digunakan dalam penelitian yaitu suhu panas (26,1°C-29°C) , suhu dingin (20°C -22,9°C) dan suhu nyaman (23°C-26°C). Dasar penentuan suhu tersebut yaitu karena menurut Talarosha (2005) suhu nyaman *thermal* untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu 22,8°C sampai dengan 25,8°C yang kemudian dibulatkan menjadi 23°C sampai dengan 26°C. Suhu panas berada pada suhu >26°C, namun karena suhu maksimum yang dapat terpasang di laboratorium adalah 29°C maka ditetapkan suhu panas berada pada rentang 26,1°C sampai dengan 29°C. Suhu dingin diperoleh melalui pengukuran langsung di mobil pada saat AC dinyalakan yaitu berada pada rentang < 23°C.
6. Eksperimen yang dilakukan adalah *laboratory experiment* menggunakan simulator mengemudi tipe *3D Driving School Versi 5.1*.

7. Sistem berkendara yang digunakan adalah sistem *automatic* menggunakan *X-Shot F4 Super Racing Wheel*.
8. Durasi mengemudi dalam penelitian adalah selama 60 menit karena berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Kee et al. (2010) menemukan adanya perbedaan signifikan dari spektral daya gelombang otak alfa objek yang direkam melalui EEG setelah mengemudi selama 60 menit.
9. Pengukuran tingkat kelelahan pengemudi yang kekurangan tidur kronis dilakukan dengan menggunakan *Electroencephalogram* (EEG) dan pengukuran awal terhadap tingkat kantuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis dilakukan dengan menggunakan *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS).
10. Kecepatan mengemudi pada saat melakukan simulasi di jalan monoton yaitu minimal 60 km/jam dan maksimal 100 km/ jam. Kecepatan mengemudi di jalan yang tidak monoton yaitu maksimal 50 km/jam. Batas kecepatan berkendara di jalan monoton dan tidak monoton tersebut berdasarkan peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor PM 111 tahun 2015 tentang tata cara penetapan batas kecepatan.
11. Tipe sirkadian setiap partisipan tidak diperhatikan di dalam penelitian.
12. Simulasi dilakukan dengan kondisi lingkungan mengemudi (pencahayaan, kebisingan, kelembaban, getaran mekanis, serta bau-bauan) yang berada pada kondisi normal.
13. Partisipan tidak berada di bawah pengaruh kafein, alkohol, dan obat-obatan. Menurut NTC Australia (2007) konsumsi alkohol serta obat-obatan dapat mempengaruhi kondisi kesehatan serta performa seorang pengemudi ketika akan bekerja. Mengonsumsi alkohol dan obat-obatan dalam bentuk apapun ketika mengemudi akan memberikan efek kepada kemampuan secara fisik seperti waktu reaksi (*reaction time*), koordinasi dan kontrol terhadap kendaraan serta dapat berefek pada *mood*, persepsi proses informasi dan risiko lainnya termasuk risiko kecelakaan (Rimadini, 2010).

Asumsi pada penelitian ini adalah :

1. Simulasi mengemudi dianggap dapat merepresentasikan kondisi mengemudi yang sesungguhnya.
2. Aktivitas di luar simulasi mengemudi dianggap tidak berpengaruh.

I.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan, yaitu:

1. Menentukan apakah suhu dan / atau kondisi jalan memengaruhi tingkat kantuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis.
2. Menentukan rentang suhu ruang kemudi yang memiliki rasio tingkat kantuk terendah pada pengemudi yang kekurangan tidur kronis.

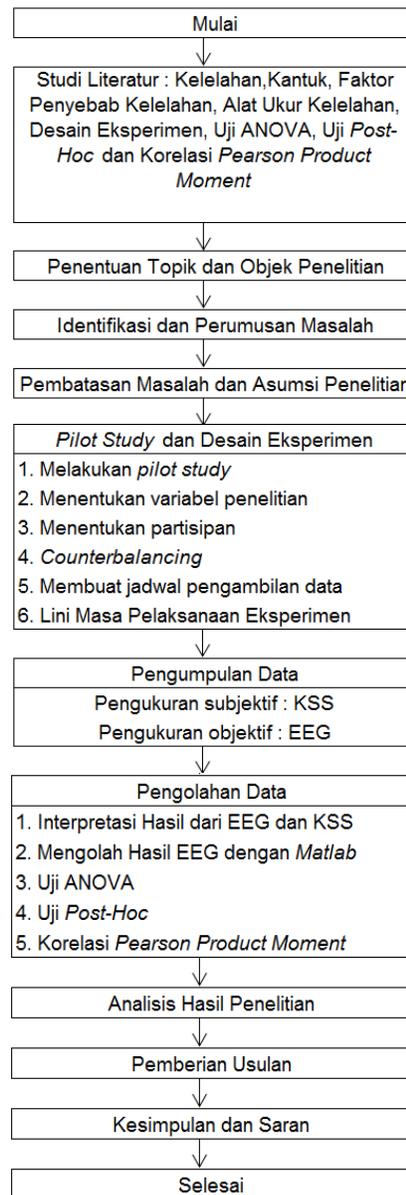
I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat dan informasi berkaitan dengan pengaruh suhu ruang kemudi ataupun kondisi jalan terhadap pengemudi yang mengalami kekurangan tidur kronis ketika berkendara. Selain itu, penelitian juga diharapkan dapat menambah pengetahuan berbagai pihak khususnya pengendara mobil mengenai rentang suhu ruang kemudi yang tepat sehingga dapat menghasilkan rasio tingkat kantuk terendah bagi pengemudi yang kekurangan tidur kronis pada kondisi jalan yang monoton dan tidak monoton. Pengaruh suhu dan rentang suhu ruang kemudi yang tepat dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mencegah tingginya tingkat kantuk yang dialami oleh pengemudi dengan kondisi kekurangan tidur kronis pada kondisi jalan tertentu sehingga kecelakaan lalu lintas dapat berkurang.

I.6 Metodologi Penelitian

Berikut merupakan penjabaran dari metodologi penelitian berdasarkan langkah-langkah penelitian yang terdapat pada Gambar I.2.

1. Studi Literatur
Studi literatur digunakan sebagai sumber referensi yang dibutuhkan dalam penelitian yang diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, skripsi dan thesis mengenai kelelahan, kantuk, faktor penyebab kelelahan, alat ukur kelelahan, desain eksperimen, uji ANOVA, uji *Post-Hoc* dan korelasi *Pearson Product Moment*.



Gambar 1.2 Metodologi Penelitian untuk Penentuan Suhu Ruang Kemudi Bagi Pengemudi yang Kekurangan Tidur Kronis Berdasarkan Pengukuran Tingkat Kantuk

2. Penentuan Topik dan Objek Penelitian

Pada tahap ini, topik dan objek penelitian ditentukan sesuai dengan pembahasan yang ada pada studi literatur. Topik dan objek penelitian yang ditentukan harus benar-benar baru dan tidak sama dengan penelitian sebelumnya.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

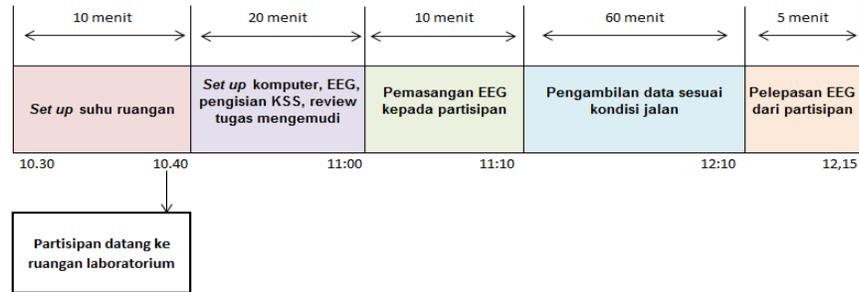
Pada tahap identifikasi masalah akan dijabarkan secara lebih rinci masalah apa saja yang akan diteliti dan merumuskan seluruh masalah tersebut menjadi beberapa pertanyaan serta membuat usulan perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut.

4. Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Tahap pembatasan masalah dan asumsi penelitian diperlukan agar hasil penelitian sesuai dengan tujuan awal penelitian yang sudah ditetapkan.

5. *Pilot Study* dan Desain Eksperimen

Pada tahap ini dilakukan eksperimen pendahuluan (*pilot study*) untuk memastikan bahwa simulator mengemudi dan alat ukur yang akan digunakan selama penelitian sudah berfungsi dengan baik. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah desain eksperimen. Desain eksperimen dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian. Eksperimen yang digunakan adalah *laboratory experiment* dimana pengambilan data dilakukan pada kondisi laboratorium dengan beberapa variabel yang dikontrol yaitu jenis kelamin, usia partisipan, durasi mengemudi dan jumlah replikasi mengemudi, kondisi lingkungan kecuali suhu, alkohol rokok kafein dan obat-obatan serta waktu dan tempat pengambilan data. Selain variabel kontrol, variabel yang juga harus ditentukan dalam eksperimen adalah variabel tidak bebas (rasio tingkat kantuk pengemudi), variabel bebas (rentang suhu ruang kemudi dan kondisi jalan), serta variabel *confounding* (motivasi, *learning effect* dan kegiatan diluar eksperimen). Penelitian menerapkan teknik *within subject design* dimana setiap partisipan akan mendapatkan urutan perlakuan yang berbeda. Untuk mendapatkan urutan perlakuan yang berbeda maka dilakukan *counterbalancing* dengan metode *Latin Square*. Pelaksanaan eksperimen hanya dilakukan satu kali dalam satu hari dan setiap partisipan hanya diberikan satu perlakuan setiap kali eksperimen. Eksperimen dilakukan pada pukul 10.30 sampai 12.15 WIB. Daftar kegiatan yang dilakukan pada jam tersebut dapat dilihat melalui lini masa pelaksanaan eksperimen yang terdapat pada Gambar I.3.



Gambar I.3 Lini Masa Pelaksanaan Eksperimen

6. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data secara subjektif dan objektif. Pengumpulan data secara subjektif dilakukan dengan mengukur tingkat kantuk pengemudi menggunakan *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS). Pengumpulan data secara objektif dilakukan dengan menggunakan EEG pada saat partisipan mengemudi dengan *driving simulator*. Pengumpulan data dilakukan pada setiap partisipan dengan semua kombinasi perlakuan dari semua faktor yang terdapat dalam penelitian yaitu suhu ruang kemudi yang terdiri dari 3 level (23-26°C, 26,1-29°C dan 20-22,9°C) dan kondisi jalan yang terdiri dari 2 level (monoton dan tidak monoton).

7. Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan interpretasi dari data yang diperoleh melalui KSS dan EEG. Hasil dari EEG akan diolah ke dalam bentuk gelombang *teta*, *alpha*, dan *beta* menggunakan *Matlab*. Setelah itu dilakukan pengukuran tingkat kantuk partisipan melalui rasio tingkat kantuk. Untuk mengetahui apakah tingkat kantuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis dipengaruhi oleh suhu ruang kemudi dan/atau kondisi jalan dilakukan dengan menggunakan hipotesis parametrik yaitu Uji ANOVA. Uji ANOVA yang digunakan adalah *two-way within subject design*. Selanjutnya dilakukan Uji *Post-Hoc* untuk mengetahui rentang suhu ruang kemudi yang tepat untuk mengurangi tingkat kantuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis. Uji *Post-Hoc* yang digunakan adalah Tukey dan Newman-Keuls. Langkah selanjutnya melakukan korelasi antara nilai KSS partisipan dengan rasio tingkat kantuk

partisipan menggunakan korelasi *Pearson Product Moment*. Desain eksperimen dari penelitian dapat dilihat melalui Tabel I.3.

Tabel I.3 Desain Eksperimen Penelitian

Kondisi Jalan	Rentang Suhu Ruang Kemudi		
	23°C - 26°C	26,1°C - 29°C	20°C – 22,9°C
Monoton			
Tidak Monoton			

8. Analisis Hasil Penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis dilakukan terhadap hasil dari rasio tingkat kantuk pengemudi yang kekurangan tidur kronis, hasil perhitungan uji ANOVA, hasil perhitungan dari uji *Post-Hoc* dan hasil perhitungan dari korelasi *Pearson Product Moment*.

9. Pemberian Usulan

Setelah melakukan analisis dari hasil penelitian maka dilakukan pemberian usulan berkaitan dengan penentuan rentang suhu ruang kemudi yang tepat sehingga menghasilkan rasio tingkat kantuk terkecil bagi pengemudi yang kekurangan tidur kronis pada kondisi jalan monoton dan tidak monoton sehingga kecelakaan dapat dihindari.

10. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dari penelitian adalah kesimpulan dan saran. Tahap kesimpulan dibuat untuk menjawab semua pertanyaan terkait penelitian yang terkandung di dalam rumusan masalah. Sedangkan saran dibuat agar penelitian selanjutnya dengan topik yang sejenis dapat lebih baik dari penelitian-penelitian yang sudah ada.

I.7 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini , terdapat beberapa pokok pembahasan yang akan dilakukan yaitu : pendahuluan, tinjauan pustaka, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, serta kesimpulan dan saran. Berikut penjelasan mengenai masing-masing pokok pembahasan dalam sistematika penulisan pada penelitian.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang dalam penelitian, identifikasi masalah, rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan dasar teori yang akan digunakan sebagai referensi di dalam penelitian. Dasar teori yang terdapat pada bab ini akan menjadi acuan untuk menyelesaikan setiap permasalahan dalam penelitian. Oleh sebab itu, teori-teori yang digunakan harus berhubungan dengan topik dan permasalahan dari penelitian.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan data-data tingkat kantuk responden yang diperoleh dari kuesioner *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS) dan data gelombang otak yang diperoleh dari *Electroencephalogram* (EEG). Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode statistik agar diperoleh data rasio tingkat kantuk.

BAB IV ANALISIS

Bab ini berisikan analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data tingkat kantuk yang sudah dilakukan sebelumnya. Setelah membuat analisis, maka langkah selanjutnya adalah membuat usulan terkait dengan rentang suhu ruang kemudi yang tepat bagi pengemudi yang kekurangan tidur selama 2 hari berturut-turut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Bab ini juga berisikan saran yang dapat digunakan bagi penelitian selanjutnya dengan topik yang sejenis.