

**PENGARUH KEBIASAAN MINUM KOPI TERHADAP
TINGKAT KANTUK DAN PERFORMANSI
PENGEMUDI KERETA: STUDI DI
SIMULATOR KERETA**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Ramos Oliveira Samosir

NPM : 2015610183



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2019**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Ramos Oliveira
NPM : 2015610183
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi : PENGARUH KEBIASAAN MINUM KOPI TERHADAP TINGKAT KANTUK DAN PERFORMANSI PENGEMUDI KERETA: STUDI DI SIMULATOR KERETA

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Agustus 2019

**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

(Romy Loice, S.T., M.T.)

Pembimbing Tunggal

(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 di bawah ini,

Nama : Ramos Oliveira Samosir

NPM : 2015610183

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“PENGARUH KEBIASAAN MINUM KOPI TERHADAP TINGKAT KANTUK DAN PERFORMANSI PENGEMUDI KERETA: STUDI DI SIMULATOR KERETA”

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, 31 Juli 2019

Ramos Oliveira Samosir
2015610183

ABSTRAK

Kelelahan merupakan salah satu penyebab dari kecelakaan. Salah satu indikator dari kelelahan adalah kantuk. Rasa kantuk yang muncul saat mengemudikan kereta dapat membuat masinis melakukan kesalahan pengoperasian dan menimbulkan kecelakaan. Rasa kantuk ini dapat muncul akibat kekurangan tidur. Salah satu cara yang dipercaya dapat mengatasi kantuk adalah minum kopi. Namun belum ada penelitian ilmiah yang membuktikan tentang hal ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kebiasaan minum kopi dan durasi tidur terhadap tingkat kantuk dan performansi menjalankan simulator kereta secara simultan.

Penelitian menggunakan simulator kereta dalam kondisi laboratorium terkontrol. Variabel bebas dalam penelitian adalah kebiasaan minum kopi (sering [minimal 200 ml per hari] dan tidak minum kopi) serta durasi tidur (2-4 jam dan 7-9 jam). Variabel terikat adalah tingkat kantuk dan performansi menjalankan simulator kereta. Simulasi dilakukan oleh 32 orang partisipan pria berusia 19-23 tahun selama 120 menit pada kondisi jalan monoton. Pengukuran tingkat kantuk menggunakan Electroencephalograph (EEG) dengan hasil besar gelombang theta partisipan. Performansi menjalankan simulator diukur dari jumlah speeding dan wheel slip. Hasil pengukuran diolah menggunakan Analisis Variansi Multivariat (MANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh secara simultan dari kebiasaan minum kopi dan durasi tidur terhadap variabel terikat.

Berdasarkan hasil uji MANOVA, diperoleh kesimpulan kebiasaan minum kopi dan durasi tidur berpengaruh secara simultan terhadap tingkat kantuk (*theta relative power band*), *speeding error*, dan *wheel slip error*. Kesimpulan itu didapat dari P-value sebesar 0,012 dan 0,021 untuk faktor kebiasaan minum kopi dan durasi tidur. Korelasi yang terbentuk dari variabel bebas dengan terikat adalah korelasi negatif yang artinya semakin tinggi konsumsi kopi ataupun durasi tidur, maka tingkat kantuk (*theta relative power band*), *speeding error*, dan *wheel slip error* akan semakin kecil.

ABSTRACT

Fatigue is one of the causes of accidents. One indicator of fatigue is sleepiness. The drowsiness that occurs when driving a train can cause the machinist to make a mistake in the operation and cause an accident. This drowsiness can arise due to lack of sleep. One way that is believed to overcome sleepiness is to drink coffee. But there have been no scientific studies that prove this. This study aims to determine the effect of coffee drinking habits and sleep duration on sleepiness and performance levels running a train simulator simultaneously

Research uses train simulator under controlled laboratory conditions. The independent variables are coffee drinking habits (often [at least 200 ml per day] and not drinking coffee) and sleep duration (2-4 hours and 7-9 hours). The dependent variables are the level of sleepiness and performance in running the train simulator. The simulation was carried out by 32 male participants aged 19-23 years for 120 minutes on monotonous rail conditions. Measurement of sleepiness level using Electroencephalograph (EEG) with the result of the magnitude of theta wave participants. The performance of running a simulator is measured by the amount of speeding and wheel slip. Measurement results were processed using Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) to determine whether there is a simultaneous effect of coffee drinking habit and sleep duration on the dependent variables.

Based on the results of the MANOVA test, it is concluded that coffee drinking habits and sleep duration had a simultaneous effect on sleepiness (theta relative power band), speeding error, and wheel slip error. The conclusion was obtained from the P-value of 0.012 and 0.021 for the factors of coffee drinking habits and sleep duration. The correlation formed from independent variables with dependent variables is a negative correlation, which means that the higher the coffee consumption or the duration of sleep, the lower the level of sleepiness (theta AF 7), speeding error, and wheel slip error.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Kebiasaan Minum Kopi Terhadap Tingkat Kantuk dan Performansi Pengemudi Kereta: Studi di Simulator Kereta”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

Penyusunan skripsi ini tidak luput dari dukungan, semangat, dan bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung selama skripsi disusun sampai selesai. Pada kesempatan ini, saya ingin berterima kasih secara khusus kepada:

1. Kedua orang tua dan adik kandung penulis yang selalu memberikan doa, dukungan secara moral dan materi, dan semangat sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Bapak Daniel Siswanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tunggal yang telah membimbing dengan memberikan ilmu, dorongan, masukan, dan waktu dalam penyelesaian skripsi ini
3. Bapak Dr. Thedy Yogasara, ST, M.EngSc dan Bapak Fran Setiawan, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji proposal yang telah memberikan kritik, saran dan masukan dalam pembuatan skripsi ini.
4. Seluruh 32 partisipan yang terlibat dalam pengambilan data karena telah meluangkan waktu dan tenaga dalam penelitian.
5. Patrick, Ricky, Ian, Juan, Cella, Sherry selaku teman-teman seperjuangan skripsi *fatigue* atas kebersamaannya dan dukungan satu sama lain.
6. Seluruh pihak yang terlibat selama pembuatan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa daam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang dapat membangun skripsi ini menjadi lebih baik. Terakhir, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dan juga penelitian selanjutnya.

Bandung, 25 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	I-6
1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-11
1.4 Tujuan Penelitian	I-13
1.5 Manfaat Penelitian	I-13
1.6 Metodologi Penelitian.....	I-14
1.7 Sistematika Penulisan	I-18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Definisi Kelelahan	II-1
II.2 Penyebab Kelelahan.....	II-2
II.3 Kantuk (<i>Sleepiness</i>).....	II-4
II.4 Kondisi Monoton	II-6
II.5 Kafein	II-6
II.6 <i>Electroencephalographic</i> (EEG).....	II-7
II.7 Metode Eksperimen.....	II-10
II.8 Desain Eksperimen.....	II-11
II.9 Penentuan Jumlah Sampel.....	II-14
II.10 Uji Beda <i>Independent Sample t-test</i>	II-15
II.11 Analisis Variansi Multivariat (MANOVA).....	II-16
II.11.1 Uji Normalitas Multivariat	II-17

II.11.2 Uji Homogenitas Matriks Kovariansi.....	II-18
II.11.3 Prosedur MANOVA.....	II-19
II.12 Uji Korelasi <i>Pearson Product Moment Correlation</i>	II-22

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

III.1 Perancangan Penelitian.....	III-1
III.1.1 Desain Eksperimen dan Penentuan Variabel Penelitian.....	III-1
III.1.2 Alat dan Bahan	III-4
III.1.3 Uji Beda Gelombang Otak Bagian Frontal.....	III-5
III.1.4 Penentuan Partisipan.....	III-8
III.1.5 Penyeragaman Kopi yang Diminum Partisipan.....	III-14
III.1.6 Pengambilan Data.....	III-14
III.1.7 Prosedur Pengambilan Data	III-16
III.2 Rekapitulasi dan Pengolahan Data	III-18
III.2.1 Rekapitulasi Data Durasi Tidur.....	III-18
III.2.2 Rekapitulasi dan Pengolahan Data Tingkat Kantuk Berdasarkan EEG.....	III-20
III.2.3 Rekapitulasi Data Performansi Mengemudi	III-22
III.2.4 Pengujian Normalitas Multivariat	III-23
III.2.5 Pengujian Homogenitas	III-25
III.2.6 Pengujian MANOVA.....	III-26
III.2.7 Pengujian Korelasi <i>Pearson</i>	III-28
III.2.8 Rangkuman Hipotesis.....	III-31

BAB IV ANALISIS.....IV-1

IV.1 Analisis Hasil Uji MANOVA.....	IV-1
IV.2 Analisis Korelasi Variabel Independen dengan Dependen.....	IV-13
IV.3 Keterbatasan Penelitian	IV-14
IV.4 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Lain	IV-15
IV.5 Manfaat Penelitian di Dunia Perkeretaan.....	IV-16

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... V-1

V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2012-2018 (ribu orang).....	I-2
Tabel I.2 Data Kecelakaan Kereta Api Tahun 2010-2016	I-2
Tabel I.3 Posisi Penelitian.....	I-6
Tabel I.4 Desain Eksperimen dengan Metode <i>Between Subject Design</i>	I-17
Tabel II.1 <i>Counterbalancing Latin Square</i>	II-14
Tabel II.2 Keputusan Eksperimen	II-14
Tabel II.3 Rumus Perhitungan Jumlah Sampel	II-15
Tabel II.4 Nilai Kriteria Hubungan Korelasi.....	II-23
Tabel III.1 Definisi Operasional Variabel	III-2
Tabel III.2 Desain Eksperimen.....	III-3
Tabel III.3 Perbandingan Jumlah Partisipan.....	III-9
Tabel III.4 Data Awal Penelitian Gelombang <i>Theta</i> Bagian Frontal 7 (<i>Theta</i> AF 7)	III-10
Tabel III.5 Nilai Maksimum, Minimum, dan Selisih (D) Setiap Faktor	III-10
Tabel III.6 Perhitungan Jumlah Sampel untuk Faktor Kebiasaan Minum Kopi (A)	III-12
Tabel III.7 Perhitungan Jumlah Sampel untuk Faktor Durasi Tidur (B).....	III-13
Tabel III.8 Rekapitulasi Jumlah Sampel Penelitian yang Dibutuhkan	III-13
Tabel III.9 Jadwal Pengambilan Data.....	III-15
Tabel III.10 Rekapitulasi Durasi Tidur	III-19
Tabel III.11 Perhitungan <i>Theta</i> AF 7 Relatif Partisipan 1.....	III-21
Tabel III.12 Rekapitulasi Gelombang <i>Theta</i> AF 7 Relatif.....	III-21
Tabel III.13 Performansi Mengemudi Setiap Partisipan.....	III-22
Tabel III.14 Rekapitulasi Hasil Uji Korelasi.....	III-30
Tabel III.15 Ranguman Hipotesis.....	III-31

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Model Hubungan Antara Kelelahan dan Keselamatan	I-4
Gambar I.2 Model Konseptual Penelitian	I-9
Gambar I.3 Metodologi Penelitian	I-15
Gambar II.1 Faktor Demografis yang Mempengaruhi Kelelahan	II-4
Gambar II.2 EEG Muse	II-8
Gambar II.3 Titik Pengukuran Muse EEG 2	II-8
Gambar II.4 Bagan Penelitian Eksperimen	II-12
Gambar II.5 Perbedaan Penugasan	II-13
Gambar II.6 Kepadatan Normal Bivariat	II-18
Gambar II.7 Plot Kontur untuk Distribusi pada Gambar II.6.....	II-18
Gambar II.8 Daerah Penerimaan dan Penolakan Uji Univariat dan Uji Multivariat.....	II-21
Gambar III.1 Muse EEG 2.....	III-4
Gambar III.2 TV LG 24 Inch.....	III-5
Gambar III.3 <i>Rail Driver Desktop Cab Controller</i>	III-5
Gambar III.4 Output Uji <i>Independent Sample t-test</i> Gelombang <i>Theta</i> AF 7 Dan <i>Theta</i> AF 8.....	III-7
Gambar III.5 Output Uji <i>Independent Sample t-test</i> Gelombang <i>Beta</i> AF 7 Dan <i>Beta</i> AF 8	III-7
Gambar III.6 Output Uji <i>Independent Sample t-test</i> Gelombang <i>Alpha</i> AF 7 Dan <i>Alpha</i> AF 8.....	III-8
Gambar III.7 <i>Timeline</i> Pengambilan Data	III-16
Gambar III.8 Pemasangan EEG pada Partisipan	III-17
Gambar III.9 Gelombang Otak yang Terekam pada Aplikasi <i>Muse Monitor</i> ...	III-17
Gambar III.10 Hasil Perekaman Durasi Tidur.....	III-19
Gambar III.11 <i>Scatter-Plot</i> Antara Jarak <i>Mahalanobis</i> dengan <i>Chi Square</i>	III-24
Gambar III.12 Nilai Korelasi Uji Normal Multivariat.....	III-25
Gambar III.13 Hasil Homogenitas <i>Box's M Test</i>	III-26
Gambar III.14 Output Uji MANOVA.....	III-27
Gambar III.15 Output Uji Korelasi	III-29
Gambar IV.1 Gelombang <i>Theta Relative</i> Per-menit Partisipan yang Minum	

Kopi dan Tidak Minum Kopi pada Kondisi Cukup Tidur	IV-4
Gambar IV.2 Gelombang <i>Theta Relative</i> Per-menit Partisipan yang Minum Kopi dan Tidak Minum Kopi pada Kondisi Kurang Tidur (2-4 jam).....	IV-5
Gambar IV.3 Gelombang <i>Theta Relative</i> Per-menit Partisipan yang Cukup Tidur dan Kurang Tidur (2-4 jam), Minum Kopi.....	IV-6
Gambar IV.4 Gelombang <i>Theta Relative</i> Per-menit Partisipan yang Cukup Tidur dan Kurang Tidur (2-4 jam), Tidak Minum Kopi	IV-7
Gambar IV.5 Gelombang <i>Theta Relative</i> Per-menit Partisipan yang Cukup Tidur Minum Kopi dan Kurang Tidur (2-4 jam) Tidak Minum Kopi.....	IV-8
Gambar IV.6 Gelombang <i>Theta Relative</i> Per-menit Partisipan yang Kurang Tidur (2-4 jam) Minum Kopi dan Cukup Tidur Tidak Minum Kopi.....	IV-9
Gambar IV.7 Rata-Rata <i>Theta Relative Power Band</i> dari Ke Empat Perlakuan.....	IV-11
Gambar IV.8 Rata-Rata <i>Speeding Error</i> dari Ke Empat Perlakuan	IV-12
Gambar IV.9 Rata-Rata <i>Wheel Slip Error</i> dari Ke Empat Perlakuan	IV-12

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA GELOMBANG GELOMBANG OTAK BAGIAN *FRONTAL*
SETIAP PARTISIPAN DARI SETIAP PERLAKUAN
LAMPIRAN B *USER GUIDE MUSE EEG 2*

BAB I

PENDAHULUAN

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

I.1 Latar Belakang Masalah

Kereta api telah menjadi moda transportasi massal yang banyak digunakan oleh manusia selama bertahun-tahun. Hingga saat ini PT Kereta Api Indonesia (Persero) telah menjadi salah satu transportasi massal yang menghubungkan berbagai titik khususnya Pulau Jawa dengan menghubungkan wilayah Pulau Jawa ujung barat sampai wilayah Pulau Jawa ujung timur. Di Pulau Sumatera, kereta api juga menjadi salah satu transportasi yang dipilih oleh masyarakat untuk menempuh perjalanan jauh.

Sebagai salah satu jenis transportasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat, jumlah penumpang kereta api mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2011, Kementerian Perhubungan, Direktorat Jenderal (Ditjen) Perkeretaapian merilis Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNas) Tahun 2030 sebagai tujuan menata perkeretaapian nasional. Dalam rencana tersebut, Kementerian Perhubungan memperkirakan pada tahun 2030 peningkatan jumlah penumpang kereta api mencapai 400% dibanding tahun 2009 dengan peningkatan terbesar ada di Pulau Jawa dan Pulau Bali. Badan Pusat Statistik (BPS) juga mengumpulkan data jumlah penumpang kereta api dari tahun 2012 sampai tahun 2018. Dari data tersebut dapat terlihat bahwa setiap tahun terjadi peningkatan penumpang kereta api dengan rata-rata 21,9 juta orang/tahun. Tabel I.1 menunjukkan jumlah penumpang kereta api setiap tahun di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera.

Tabel I.1 Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2012-2018 (ribu orang)

Wialayah Kereta Api	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Jabodetabek	134088	158483	208496	257531	280589	315854	336799
Non Jabodetabek (Jawa)	63707	53532	64108	63090	65249	70508	77546
Sumatera	4384	3995	4904	5324	5981	6907	7784
Total	202179	216010	277508	325945	351820	393268	422129

(Sumber :Badan Pusat Statistik, 2018)

Dengan meningkatnya jumlah pengguna kereta api, maka meningkat juga penggunaan dan jam operasional kereta api itu sendiri. Jam kerja yang padat dan meningkat memperbesar kemungkinan kecelakaan dari kereta itu sendiri. Dapat dilihat dari data yang disajikan oleh Komisi Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) bahwa dari awal tahun 2010 sampai 31 Oktober 2016 kecelakaan kereta api tetap terjadi. Tabel I.2 menunjukkan data kecelakaan kereta api yang terjadi dari tahun 2010 sampai tahun 2016.

Tabel I.2 Data Kecelakaan Kereta Api Tahun 2010 - 2016

Tahun	Jumlah Kecelakaan	Jenis Kecelakaan			Korban Jiwa	
		Tumburan antar KA	Anjlok/Terguling	Lain-lain	Meninggal	Luka-luka
2010	10	2	8	0	42	125
2011	1	1	0	0	5	35
2012	3	1	2	0	4	42
2013	2	0	1	1	0	0
2014	6	1	4	1	3	10
2015	7	4	3	0	0	28
2016	6	0	6	0	1	0
Total	35	9	24	2	55	240

(Sumber: KNKT, 2016)

Dari Tabel I.2 dapat dilihat bahwa tingkat kecelakaan kereta api tidak terlalu banyak, namun perlu disadari bahwa kereta api adalah jenis transportasi massal yang membawa banyak penumpang. Maka dari itu penurunan tingkat kecelakaan tidak dapat dianggap baik jika masih ada kecelakaan yang terjadi. Selain karena kereta api membawa banyak penumpang yang dapat memakan korban jiwa jika terjadi kecelakaan, kecelakaan kereta api juga dapat

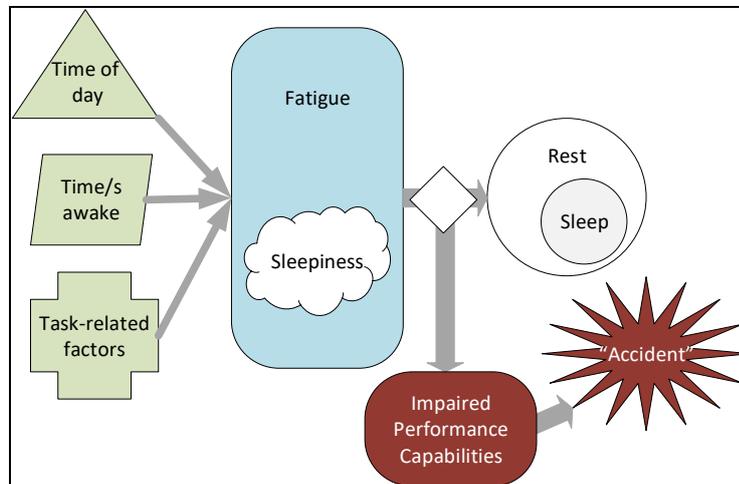
menyebabkan kerugian secara finansial bagi perusahaan. Penyebab kecelakaan kereta api berasal dari beberapa faktor, antara lain manusia (33%), sarana (19%), prasarana (41%), dan operasional (7%) (KNKT, 2016).

Berhubungan dengan masalah yang ditimbulkan oleh potensi *human error*, *Office of Rail Regulation* (2012) menjelaskan bahwa kesalahan manusia dalam lingkup perkeretaapian cenderung disebabkan oleh kelelahan. Penelitian tersebut juga menjelaskan timbulnya kelelahan disebabkan oleh waktu istirahat yang kurang, waktu bekerja yang lama, beban kerja, intensitas kerja, dan kualitas tidur. Meskipun jam kerja telah dibatasi, Dinas Perkeretaapian Federal, Amerika Serikat justru masih menemukan pengaruh kelelahan kerja, jam biologis karyawan, dan masalah tidur masih memiliki dampak yang tidak dapat diabaikan (Cothen, 2007).

Menurut De Valck, Smeekens, dan Vantrappen (2015), *shift* kerja yang panjang dan tidak teratur membatasi durasi tidur masinis dan kru kereta api yang menjadi faktor kecelakaan kerja dan lalu lintas. Dari jadwal yang diterbitkan oleh PT. KAI (2017), rata-rata lama waktu tempuh perjalanan kereta api adalah 7,6 jam. Lama waktu bekerja masinis dan kru kereta api dapat dilihat dari durasi perjalanan kereta api tersebut. De Valck et al. (2015) juga mengatakan pekerjaan seorang masinis merupakan pekerjaan yang repetitif sehingga seorang masinis dituntut untuk selalu waspada dan terus memberikan perhatian yang tinggi untuk mendeteksi sinyal atau peristiwa yang terjadi secara acak dalam periode waktu yang lama. Filtness & Naweed (2017) menemukan kesamaan kasus pada pengemudi truk dan kereta api, bahwa kurangnya waktu tidur berdampak pada kinerja pada saat melakukan pekerjaan. Selain kurangnya waktu tidur, kelelahan pada waktu melakukan pekerjaan (*time on task fatigue*) juga dapat memengaruhi kinerja masinis.

Seperti yang telah diketahui bahwa ada hubungan antara kelelahan dan keamanan di tempat kerja, yakni semakin tinggi tingkat kelelahan tentu akan menurunkan tingkat performansi di tempat kerja. Kelelahan sendiri didefinisikan sebagai suatu dorongan biologi untuk melakukan istirahat (Williamson et al., 2011). Lebih lanjut Williamson et al. (2011) berpendapat bahwa kelelahan dapat muncul dalam beberapa bentuk seperti rasa kantuk, dan kelelahan mental, fisik dan/atau otot tergantung pada sifat penyebabnya. Rasa kantuk atau kelelahan disebabkan oleh tiga hal yaitu *time of day* (ritme sirkadian), *time's awake* (durasi

keterjagaan), dan *task-related factors* (terkait pekerjaan). Gambar 1.1 menunjukkan model hubungan antara kelelahan dan keselamatan.



Gambar 1.1 Model Hubungan Antara Kelelahan dan Keselamatan
(Sumber : Williamson et al., 2011)

Dari Gambar 1.1 diatas, dapat dilihat dengan jelas jika dorongan untuk istirahat tidak terpenuhi, maka performansi seseorang dalam melakukan sesuatu akan menurun yang dampak selanjutnya dapat berakibat kecelakaan kerja (Williamson et al., 2011).

Menurut Dorian et al. (2001) penurunan performansi dapat dilihat dari kegagalan seseorang untuk merespon suatu stimulus. Lebih lanjut dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa kegagalan ini meliputi kegagalan dalam mengambil tindakan akan sebuah stimulus dan kesalahan dalam merespon suatu stimulus. Menjadi seorang masinis adalah pekerjaan yang bergantung pada banyak aspek dalam fungsi sifat saraf seperti konsentrasi yang berkelanjutan, memori, dan perencanaan (Roth, 2000 dalam Dorian et al., 2001). Maka dari itu durasi tidur sangat mempengaruhi performansi seorang masinis apalagi De Valck et al.,(2015) menyebutkan bahwa rata-rata waktu tidur seorang masinis hanya 4,5 jam per malam. Padahal *National Sleep Foundation* (NSF) telah merekomendasikan durasi tidur pada rentang usia yang berbeda sebagai berikut (Hirshkowitz et al., 2015) :

1. Usia 0-3 bulan, 14-17 jam per hari
2. Usia 4-11 bulan, 12-15 jam per hari
3. Usia 1-2 tahun, 11-14 jam per hari
4. Usia 3-5 tahun, 10-13 jam per hari

5. Usia 6-13 tahun, 9-11 jam per hari
6. Usia 14-17 tahun, 8-10 jam per hari
7. Usia 18-25 tahun, 7-9 jam per hari
8. Usia 26-64 tahun, 7-9 jam per hari
9. Usia diatas 65 tahun, 7-8 jam per hari.

Selain durasi tidur, kualitas tidur juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi performansi. Menurut Sathyanarayana (2016) indikator dari kualitas tidur yang baik adalah efisiensi tidur yang baik.

Dalam penelitian ini faktor yang juga menjadi perhatian adalah *task-related factors*. Dunn dan Williamson (2012) mendefinisikan kondisi yang monoton sebagai karakteristik dari *task-related factors* dimana kondisi lingkungan yang tidak berubah-ubah atau berubah secara repetitif sehingga perubahan tersebut dapat diprediksi. Lalu Dunn & Williamson (2012) mengatakan bahwa kondisi monoton tersebut dapat menurunkan gairah dan kewaspadaan seseorang sehingga menurunkan performansi. Disamping itu menurut Gastaldi et al. (2014) kondisi jalan yang monoton dapat menyebabkan kelelahan pasif. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah kelelahan yang terjadi adalah dengan mengatur kondisi fisiologis masinis dengan menggunakan kafein. Percobaan laboratorium telah membuktikan bahwa kafein dapat meningkatkan kewaspadaan dan performansi pada individu yang mengalami kekurangan tidur (Roehrs dan Roth, 2008). Heatherley (2011) juga berpendapat bahwa sebagai psikosimultan, kafein dianggap dapat mengurangi kecelakaan transportasi dengan menjaga kewaspadaan dan keterjagaan pengemudi. Penelitian yang dilakukan oleh Snel dan Lorist (2011) menyimpulkan bahwa kafein bermanfaat untuk memulihkan tingkat keterjagaan yang rendah dan menangkal kemampuan kognitif yang menurun akibat kekurangan tidur.

Penelitian ini akan bertujuan untuk mengetahui pengaruh kebiasaan minum kopi dan durasi tidur terhadap tingkat kantuk dan nilai performansi jumlah *speeding error* dan persentase *wheel slip error* ketika menjalankan simulator kereta. Durasi tidur akan diukur menggunakan aplikasi *sleep cycle*, tingkat kantuk akan diukur menggunakan Muse EEG 2 (*Electroencephalogram*), dan tingkat kewaspadaan dan performansi pengemudi pada alat simulator kereta.

I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Telah diketahui pada subbab sebelumnya bahwa kecelakaan di dunia perkereta api di Indonesia membawa dampak kerugian dan sebagian disebabkan oleh *human error* yang diakibatkan oleh kelelahan. Maka dari itu, dilakukan penelitian pengaruh dari kebiasaan minum kopi dan tidak minum kopi bagi seseorang yang mengalami kelelahan pada saat mengemudi kereta api. Penelitian mengenai efek kafein pada telah dilakukan sebelumnya, namun kafein yang digunakan dan diuji coba bukan berasal dari kopi melainkan minuman berenergi. Dalam penelitiannya Anitei, Schuhfried, dan Chraif (2011) menunjukkan bahwa konsumsi kafein meningkatkan reaktivitas motorik, perhatian jangka pendek, dan reaksi waktu untuk memperbanyak beberapa rangsangan visual. Penelitian ini mengikutsertakan mahasiswa dikisaran usia 18-21 tahun. Sementara Mets et al. (2007) dalam penelitiannya hanya mencari tahu efek dari satu gelas kopi pada performansi saat mengemudi di simulasi jalan tol. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai kafein juga masih berkutat seputar keselamatan lalu lintas yang diuji cobakan pada simulator mobil, karena itu penelitian ini akan menggunakan simulator kereta untuk mengetahui dampak dari kafein terhadap performansi masinis.

Tabel I.3. Posisi Penelitian

No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	De Valck & Cluydts (2000)	Mengetahui efek konsumsi kafein secara perlahan sebagai pencegah kantuk yang disebabkan oleh kekurangan tidur parsial.	12 subjek, usia antara 20-25 tahun, menjalani 4 kondisi eksperimen yakni 4,5 atau 7,5 jam waktu tidur; dengan pengaruh 300 mg kafein yang diberikan secara perlahan;. Performansi mengemudi diukur dua kali dengan mengemudi selama 45 menit pada simulator. Tingkat kantuk subjek diukur empat kali dengan menggunakan <i>Stanford Sleepiness Scale (SSS)</i> dan <i>Profile of Mood State (POMS)</i> .	Penyimpangan lajur dan deviasi kecepatan lebih tinggi pada subjek dengan durasi tidur 4,5 jam. Konsumsi kafein mengurangi penyimpangan lajur dan deviasi kecepatan serta potensi kecelakaan.

(lanjut)

Tabel I.4. Posisi Penelitian (lanjutan)

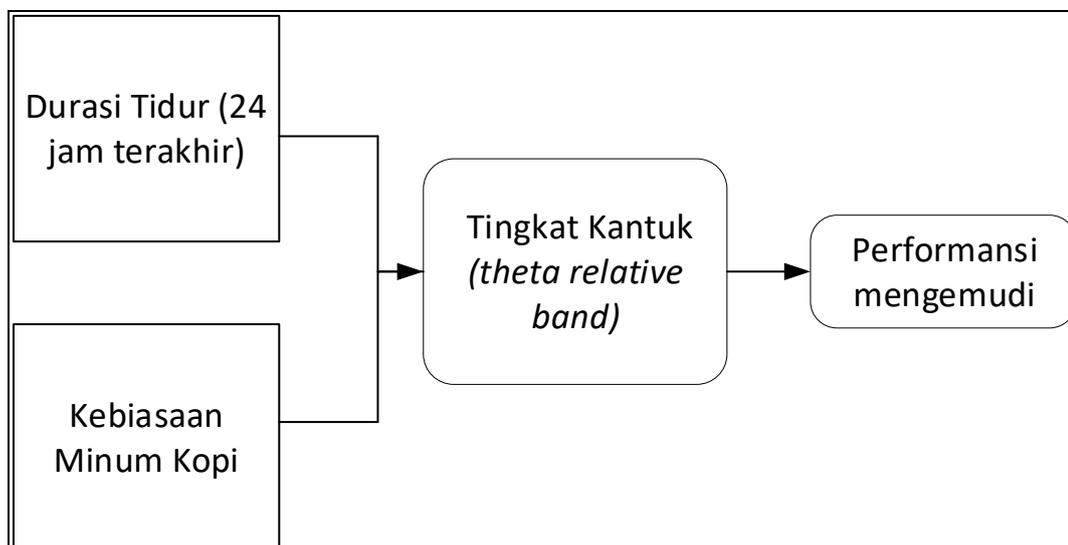
No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
2	Philip et al. (2006)	Menguji efek dari 125 ml kopi yang mengandung 200 mg kafein, <i>placebo</i> (kopi dekafein dengan 15 mg kafein), atau 30 menit tidur (pada 01.00) dalam performansi mengemudi mobil malam hari.	12 pria dengan rata-rata usia 21,3 mendapat perlakuan random antara mendapat 30 tidur, kopi, dan dekafein kopi. Partisipan mengemudi di jalan tol pada malam hari antara pukul 02.00 sampai 3.30. Pengukuran dilakukan pada kelelahan dan tingkat kantuk, perpindahan jalur tidak wajar (dari video selama mengemudi di jalan tol malam hari).	Rasio insiden dari perpindahan jalur pada orang yang mengonsumsi dekafein kopi sebesar 3,7 terhadap kopi dan 2,9 terhadap orang yang tidur 30 menit. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa pemberian kopi 30 menit sebelum mengemudi dan tidur 30 menit memberikan efek yang tidak jauh beda.
3	Biggs et al. (2007)	Mengetahui pengaruh <i>sleep deprivation</i> dengan pemberian kafein, dan <i>placebo</i> terhadap performansi pengemudi.	12 orang dewasa (6 pria dan 6 wanita) berpartisipasi pada tiga kondisi seimbang, buta, siang hari: kontrol [9 jam waktu tidur], 100 mg kafein (4 jam waktu tidur), dan <i>placebo</i> (4 jam waktu tidur). Performansi mengemudi diukur dengan penyimpangan lajur dalam 30 menit mengemudi simulasi. Tingkat kantuk subjek diukur setiap lima menit menggunakan KSS.	Efek kafein memiliki korelasi pada perubahan hasil pada <i>subjective sleepiness</i> dan performansi mengemudi
4	Mets et al. (2012)	Mengetahui efek dari satu gelas kopi (80 mg kafein) pada performansi saat mengemudi di simulasi jalan tol.	24 sukarelawan yang kurang tidur akan menggunakan simulasi mengemudi di jalan tol yang monoton. Setelah 2 jam mengemudi, responden menerima kopi dengan atau tanpa kafein selama 15 menit istirahat sebelum melanjutkan mengemudi selama 2 jam. Ukuran utama pada penelitian adalah standar deviasi dari posisi lateral. Ukuran kedua adalah variabilitas kecepatan, tingkat kantuk partisipan, dan performansi partisipan.	Kopi berkafein secara signifikan mengurangi standar deviasi posisi lateral dibandingkan dengan kopi tanpa kafein. Hal yang serupa juga terjadi pada standar deviasi dari kecepatan, usaha mental, dan tingkat kantuk partisipan yang berkurang pada dua jam setelah mengonsumsi kopi berkafein. Kualitas mengemudi partisipan secara signifikan meningkat dalam satu jam pertama setelah mengonsumsi kopi berkafein.

Penelitian ini akan menentukan risiko kelelahan pada individu yang memiliki kebiasaan minum kopi dan tidak minum kopi, yang dikombinasikan dengan durasi tidur. Berkaitan dengan partisipan yang ada dalam penelitian ini, usia partisipan/responden yang diteliti adalah 21-25 tahun. Hal ini dikarenakan menurut Harma et al. (2002) bahwa pengemudi kereta api yang berusia dibawah 43 tahun cenderung mengalami kelelahan lebih tinggi ketika menghadapi jam kerja pagi dibanding mereka yang berusia diatas 43 tahun. Dalam penelitian Dunn et al. (2011) usia partisipan yang digunakan berkisar 21 tahun hingga 65 tahun. Namun melihat syarat menjadi masinis yang telah dikeluarkan oleh PT. Kereta Api Indonesia (2017), maka rentang usia akan dibatasi menjadi 21 sampai 25 tahun. Pemilihan partisipan dengan kategori usia dewasa juga didasarkan oleh data dari *National Sleep Foundation* (NSF) yang menjelaskan bahwa rentang usia 18-25 tahun memiliki durasi tidur 7-9 jam/hari. Namun partisipan akan dibagi kedalam kedua kelompok durasi tidur yaitu kurang dari 2-4 jam dan 7-9 jam. Penentuan durasi tidur 2-4 jam didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Darson dan McCulloch (2005) yang mengatakan bahwa individu akan mengalami gangguan signifikan pada sebagian besar tugas kerja yang umum jika tidur yang diperoleh berkurang sampai dibawah 5 jam dalam 24 jam sebelumnya. Penelitian ini juga menyebutkan bahwa durasi tidur yang dibatasi sampai 4 jam menunjukkan penurunan tingkat kewaspadaan motoric dan performansi *neurobehavioral*. Pada malam sebelum pengujian partisipan akan menggunakan Aplikasi *Sleep Cycle* yang dapat diunduh pada *Google Play Store* maupun *App Store* pada pengguna *IPhone*. Aplikasi ini bekerja dengan menggunakan suara untuk mendeteksi pergerakan di kasur selama waktu tidur dan mengukur durasi serta kualitas tidur.

Selain durasi tidur yang menjadi variabel yang akan ditentukan pada penelitian ini, kondisi jalan yang monoton akan menjadi variabel yang ditentukan juga. Kondisi jalan monoton pada kereta api diartikan bahwa kereta api jarang melakukan pemberhentian. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dunn and Williamson (2012) yang mengatakan bahwa masinis merupakan pekerjaan yang memerlukan tingkat kerja kognitif yang tidak terlalu tinggi, hal ini ditandai dengan lingkungan kerja yang repetitif dan monoton. Lebih lanjut Dunn & Williamson (2012) mengatakan bahwa monoton adalah karakteristik lingkungan yang melekat dalam industri transportasi dan dapat merugikan karena mempengaruhi keselamatan, keandalan, dan efisiensi. Matthews & Desmond

(2002 dalam Dunn and Williamson, 2012) mengatakan bahwa penurunan kinerja yang dihasilkan dari kelelahan terkait *active task-related fatigue* (kelelahan aktif) adalah karena keengganan untuk mengarahkan upaya untuk mempertahankan kinerja, disisi lain penurunan kinerja yang disebabkan oleh kelelahan pasif disebabkan karena rendahnya tingkat upaya yang diperlukan untuk mempertahankan kinerja yang optimal.

Penelitian yang dilakukan melibatkan beberapa variabel. Model konseptual dari variabel-variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Variabel dependen pada penelitian ini adalah tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi dari penggunaan simulator kereta api karena ketiga variabel ini akan diukur dalam penelitian. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah durasi mengemudi yang ditentukan selama 2 jam. Durasi mengemudi 2 jam merujuk pada penelitian yang telah dilakukan Dorian et al. (2006) yang menghabiskan durasi sekitar 100 menit mengemudi. Karena itu, lama simulasi akan diatur selama 2 jam atau 120 menit untuk membedakan dengan penelitian yang telah dilakukan tersebut.



Gambar 1.2 Model Konseptual Penelitian

Kafein adalah salah satu zat psikoaktif yang paling banyak dikonsumsi dan memiliki efek pada fungsi tubuh untuk tidur dan bangun (Roehrs dan Roth, 2008). Selain efek tersebut, kafein juga dapat menyebabkan peningkatan detak jantung, tekanan darah, sekresi asam lambung, aktivitas kontraksi otot, dan perangsangan hati untuk melepas senyawa gula ke aliran darah sehingga

menghasilkan energi ekstra (Syah, 2006). Kafein bekerja dengan cara menstimulasi sistem metabolisme dan saraf pusat tubuh sehingga seringkali seseorang merasa lebih bertenaga, tidak mengantuk, dan meningkatkan konsentrasi. Kafein dipercaya dapat bereaksi dalam 30-60 menit setelah diminum berdasarkan penelitian yang sudah ada sebelumnya (Adan, Prat, Fabbri, dan Turret, 2008). Asupan kafein yang dianjurkan dalam sehari tidaklah melebihi 500-600mg (Weinberg dan Bealer, 2008). Hal ini lebih besar dari Surat Keputusan Kepala Badan POM No. HK.00.05.23.3644 tahun 2004 tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Suplemen Makanan yang menyebutkan batas konsumsi kafein maksimum adalah 150 mg/hari dibagi minimal dalam 3 dosis (BPOM, 2004). Partisipan yang akan mengendarai simulator kereta api akan terdiri dari dua level yaitu partisipan yang memiliki kebiasaan mengopi dan partisipan yang tidak memiliki kebiasaan mengopi. Kebiasaan minum kopi dapat dilihat dari jumlah kopi yang diminum atau dikonsumsi dalam satuan mili liter. Belum ada definisi atau penelitian yang mendefinisikan dengan jelas mengenai jumlah minimal dari kopi yang dikonsumsi dalam sehari untuk menyebut seseorang memiliki kebiasaan minum kopi. Maka dari itu bagi kelompok partisipan yang memiliki kebiasaan minum kopi adalah partisipan yang mengonsumsi kopi minimal 200 ml per hari. Dan kelompok partisipan yang tidak memiliki kebiasaan mengopi adalah partisipan yang sama sekali tidak minum kopi.

Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kewaspadaan pada penelitian ini adalah *Electroencephalography* (EEG). Selagi partisipan menjalankan kereta, pengukuran kelelahan partisipan akan dilakukan dengan menggunakan Muse EEG 2. EEG menunjukkan perubahan pada aktivitas gelombang otak dan direkam dalam bentuk gelombang yang memiliki berbagai variasi frekuensi dan amplitude (Lal dan Craig 2001). Mengenai detail hal yang dapat diukur dari hasil pengamatan EEG, Djamel et al. (2005) menjelaskannya ke dalam 4 gelombang, yang pertama adalah gelombang alfa (8-13 Hz) ketika seseorang dalam keadaan sadar, mata tertutup, dan kondisi rileks; kedua adalah gelombang beta (14-30 Hz) saat seseorang dalam keadaan berpikir; ketiga adalah gelombang teta (4-7 Hz) dimana saat seseorang tertidur ringan, mengantuk atau stress, dan yang terakhir adalah gelombang delta (0,5-3 Hz) saat seseorang tertidur lelap.

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebuah alat simulator kereta api bernama *Train Simulator 2017 Pioneers Edition* terbitan *Dovetail Games* yang dirilis pada 17 Oktober 2016. Lalu alat simulator kereta api yang digunakan adalah *Rail Driver Desktop Cab Controller* dengan model RD-91-MDT-R yang didesain di Amerika oleh *PI Engineering*. Partisipan akan menggunakan dua fungsi utama pada simulator tersebut berupa tuas kecepatan dan rem. Mengenai penggunaan simulator, Gastaldi et al. (2014) telah menyatakan bahwa penggunaan simulator ditujukan untuk memperoleh hasil observasi pada pengemudi yang reliabel dan kontrol yang dapat dilakukan pada eksperimen sesuai kebutuhan. Kontrol yang dimaksud pada eksperimen ini tidak hanya sebatas ruangan, skenario, ataupun tugas yang akan dikerjakan, tetapi juga berkaitan dengan memperhatikan risiko keselamatan partisipan yang tidak dapat dibiarkan bila pengujian dilakukan di dunia nyata (Dunn dan Williamson, 2012). Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka dapat dihasilkan rumusan masalah yaitu:

Apakah kebiasaan minum kopi dan durasi tidur berpengaruh terhadap tingkat kantuk dan performansi mengemudi di simulator kereta secara simultan pada kondisi jalan monoton?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat sejumlah batasan masalah dan asumsi yang digunakan untuk mengatur skala proses penelitian yang dilakukan. Tujuan dari pembatasan adalah agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari permasalahan yang ingin diamati. Berikut adalah batasan masalah yang digunakan:

1. Partisipan yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah berjenis kelamin pria dan berada pada rentang umur 21-25 tahun sesuai dengan rentang umur masinis pada umumnya yang cenderung mudah mengalami kelelahan (Harma et al., 2002 dan <https://recruitment.kai.id/job-profile>).
2. Partisipan yang dilibatkan telah memenuhi durasi tidur yang diminta pada malam sebelumnya. Durasi itu terbagi menjadi 2-4 jam (Dawson dan McCulloch, 2005) sebagai kondisi kekurangan tidur dan durasi tidur cukup pada kisaran 7-9 jam (Hirshkowitz et al., 2015).

3. Pengumpulan data dalam penelitian ini akan dikerjakan di dalam ruang Laboratorium APK&E dan menggunakan *train simulator* dengan perkiraan durasi pengumpulan data selama 120 menit (Dorrian et al., 2006).
4. Pengumpulan data dengan *train simulator* akan menggunakan *software* tipe *Train Simulator 2017 Pioneers Edition* terbitan Dovetail Games dan sistem kontrol yang digunakan pada simulator *RailDriver Desktop Cab Controller* adalah sistem *expert control*.
5. Pengumpulan data dalam *train simulator* menggunakan kondisi jalan monoton karena kondisi jalan tersebut dinilai tepat untuk meneliti kebosanan dan kelelahan.
6. Kecepatan mengemudi kereta api akan mengikuti rambu dan petunjuk batas kecepatan yang sudah tersambung langsung pada penilaian performansi pengemudi.
7. Proses pengambilan data akan dilakukan sebelum pukul 13.00 WIB untuk menghindari efek *time-of-day fatigue* akibat ritme sirkadian di siang hari sebab setelah rentang waktu itu, terdapat tambahan efek kantuk yang dapat memengaruhi penelitian (Dunn & Williamson, 2012).
8. Partisipan yang terlibat bukanlah pengemudi kereta api sungguhan yang telah berpengalaman seperti misalnya di PT Kereta Api Indonesia (KAI) agar tidak mengganggu jam kerja dan layanan perkeretaapian.
9. Pengukuran tingkat kelelahan partisipan secara objektif akan dilakukan dengan alat ukur gelombang otak (EEG) karena dapat mendeteksi tingkat kelelahan pengemudi kereta berdasarkan gelombang otak yang menandakan munculnya kantuk pada seseorang (Cheng et al., 2007). Jenis alat EEG yang akan digunakan adalah Muse EEG 2.
10. Suhu ruangan akan diatur agar berada di rentang 18°C-28°C (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2002). Namun, temperatur akan disesuaikan dengan standar spesifikasi teknis kereta yang ditarik lokomotif dengan rentang suhu 22°C-26°C (Peraturan Menteri Perhubungan, 2010) atau jika tanpa AC maksimum 2°C di atas temperatur luar ruangan (Peraturan Menteri Perhubungan, 2011).
11. Partisipan yang terlibat dalam penelitian tidak berada di bawah pengaruh alkohol, dan obat-obatan.
12. Durasi tidur partisipan diukur dengan menggunakan aplikasi *Sleep Cycle*.

13. Kopi yang dikonsumsi partisipan adalah kopi bubuk tanpa gula dan bukan kopi instan (siap saji).

Disamping Batasan masalah, terdapat juga asumsi-asumsi yang diperlukan pada penelitian ini. Pembuatan asumsi ini bertujuan untuk memperjelas penelitian yang dilakukan. Adapun asumsi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut

1. Aktivitas di luar waktu proses pengambilan data dianggap tidak berpengaruh.
2. Simulator kereta api yang digunakan dianggap dapat mewakili kondisi masinis yang sebenarnya.
3. Seluruh partisipan yang belum berpengalaman mengemudikan kereta api dalam penelitian ini dapat dilatih untuk menguasai kemampuan mengemudikan kereta api.
4. Setelah pilot study seluruh partisipan dianggap telah memiliki kompetensi minimum dan kemampuan mengemudikan kereta api yang sama satu dengan yang lain.
5. Faktor lingkungan lain dalam penelitian seperti pencahayaan, kebisingan, kelembaban, dan getaran mekanis berada pada kondisi normal dan konstan.
6. Kualitas tidur partisipan dianggap tidak memengaruhi hasil penelitian.
7. Ritme sirkadian dari partisipan dianggap tidak memengaruhi hasil penelitian.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

Mengetahui pengaruh kebiasaan minum kopi dan durasi tidur pada malam sebelum menjalankan simulator terhadap tingkat kantuk dan performansi menjalankan simulator kereta secara simultan pada kondisi jalan monoton.

I.5 Manfaat Penelitian

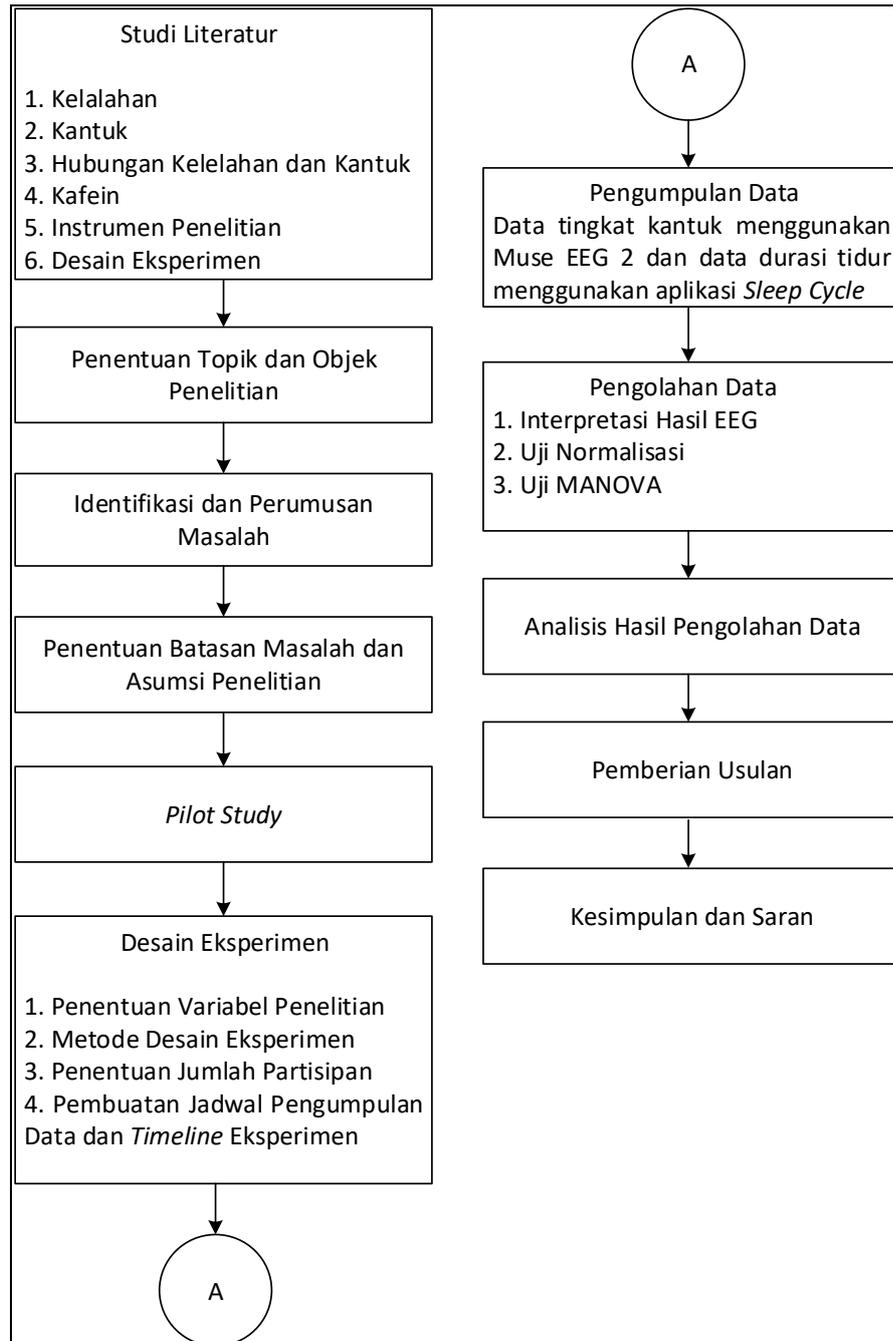
Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Pembaca, khususnya pengemudi kereta dapat memperoleh informasi mengenai pengaruh kebiasaan minum kopi dan tidak minum kopi terhadap tingkat kantuk dan performansi ketika mengemudi kereta. Pembaca juga dapat mengetahui risiko kelelahan terbesar terhadap individu yang kekurangan tidur dan hubungannya dengan kebiasaan minum kopi.
2. Dengan adanya penelitian ini, dapat diketahui berbagai metode dan alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengukur kelelahan serta tingkat kantuk seseorang. Disamping itu, penulis memperoleh pengalaman untuk mempelajari penggunaan alat simulator kereta api dan alah *electoencephalogram* (EEG). Pada persoalan keselamatan transportasi terutama kereta api, penulis dapat memahami bilamana ada pengaruh yang timbulkan jika seseorang memiliki kebiasaan minum kopi dan tidak minum kopi terhadap performansi masinis yang mengendarai kereta api.
3. Dengan adanya penelitian ini, pembaca sekiranya dapat memperoleh referensi dan melihat peluang penelitian dengan metode atau topik serupa terutama yang berkaitan dengan keselamatan transportasi terutamanya juga kereta. Bagi pembaca yang berprofesi sebagai pengemudi kereta, penelitian ini akan menambah pengetahuan para masinis dan kaitannya dengan manajemen kelelahan. Disamping itu, penelitian ini diharapkan dapat semakin mendorong keinginan bagi peneliti-peneliti selanjutnya untuk menggunakan simulator kereta dan EEG, karena penelitian dengan menggunakan kedua alat itu terbilang masih baru dan belum banyak diketahui cara penggunaannya oleh mahasiswa Teknik Industri UNPAR.

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan prosedur-prosedur atau tahapan-tahapan sistematis yang dilakukan dalam penelitian. Prosedur ini berguna sebagai panduan dalam melakukan penelitian agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis. Tahapan-tahapan tersebut dimulai dari studi literatur, penentuan topik dan objek penelitian, identifikasi dan perumusan masalah, penentuan batasan masalah dan asumsi penelitian, *pilot study*, desain eksperimen, pengumpulan

data, pengolahan data, analisis hasil pengolahan data, dan pengambilan kesimpulan serta pemberian saran. Untuk mempermudah pembacaan metodologi penelitian, maka dibunakan *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar I.4. Berikut akan dijabarkan mengenai tahapan-tahapan tersebut.



Gambar I.3. Metodologi Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah awal dari penelitian yang akan dilakukan. Sebelum dapat masuk mengenai pokok penelitian lebih dalam, studi literatur menjadi dasar dalam memperoleh informasi-informasi, atau teori yang berhubungan dan dapat menjadi rujukan mengenai penelitian yang dilakukan.

2. Penentuan Topik dan Objek Penelitian

Pada tahap ini, topik dan objek penelitian ditentukan berdasarkan referensi yang ada dan sesuai dengan studi literatur yang telah dilakukan. Penentuan topik juga dilakukan berdasarkan tabel 3, tabel posisi penelitian yang dapat membantu memahami posisi penelitian yang sudah dilakukan dan yang akan dilakukan ke depannya.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini akan dijabarkan masalah-masalah yang telah teridentifikasi. Dengan begitu, dapat diketahui masalah utama yang sebenarnya perlu diperbaiki. Setelah diketahui masalah utama yang terjadi, maka dibuat rumusan masalah yang akan diselesaikan sesuai dengan topik penelitian.

4. Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pembatasan masalah dan asumsi penelitian ditujukan agar penelitian dapat lebih fokus dan terarah. Selain itu, pembatasan masalah dan asumsi penelitian dibuat agar mempermudah penelitian dan mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan awal penelitian.

5. *Pilot Study*

Pilot Study merupakan sebuah pengujian awal atau upaya uji coba atas instrument penelitian. Sebelum eksperimen dilakukan, *pilot study* yang berupa pengenalan suhu ruangan, pengenalan alat dan cara kerja simulator maupun alat ukur yang akan digunakan dilakukan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa pada saat pengambilan data, semuanya berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

6. Desain Eksperimen

Desain eksperimen dibuat untuk memberikan gambaran mengenai jalannya penelitian secara umum. Desain eksperimen juga dibuat supaya penelitian dapat mencapai target yang ingin dicapai serta dapat fokus meneliti hal yang ingin diteliti. Berikut merupakan tabel desain eksperimen dengan metode *between-subject design*.

Tabel I.4. Desain Eksperimen dengan Metode *Between Subject Design*

Minum Kopi	Durasi Tidur	
	Kurang (2-4 jam)	Normal (7-9 jam)
Sering (minimal 200 ml per hari)	P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8	P17,P18,P19,P20,P21,P22,P23,P24
Tidak Pernah	P9,P10,P11,P12,P13,P14,P15,P16	P25,P26,P27,P28,P29,P30,P31,P32

Durasi tidur partisipan menjadi variabel *independent* yang terdiri dari 2-4 jam dan 7-9 jam. Selain durasi tidur, kebiasaan minum kopi juga menjadi variabel *independent* yang terdiri dari dua level yakni memiliki kebiasaan minum kopi (minum kopi minimal 200 ml per hari) dan tidak memiliki kebiasaan minum kopi. Variabel *dependent* yang diteliti adalah performansi pada simulator kereta api yang meliputi jumlah *speeding*, persentase *wheel slip*, dan tingkat kantuk (*theta relative band*). Tingkat kantuk diukur menggunakan EEG dengan memperhatikan gelombang Teta. Metode *between subject* digunakan untuk menentukan jumlah partisipan. Hal ini menjadikan setiap partisipan hanya mengalami satu kombinasi perlakuan dan satu kali menggunakan simulator kereta di laboratorium.

7. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui pengaruh kebiasaan mengopi dan tidak mengopi terhadap tingkat kantuk dan performansi saat mengemudi simulasi kereta api. Partisipan akan mengendarai simulasi kereta api dilengkapi dengan penggunaan EEG selama mengemudi. Durasi mengemudi simulator kereta api adalah 2 jam.

8. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menginterpretasikan hasil yang diperoleh saat pengambilan data menggunakan EEG dan simulator kereta api. Data saat responden menggunakan EEG akan diproses dalam bentuk gelombang alfa, beta, teta, delta, dan gama. Gelombang *theta* akan digunakan untuk merepresentasikan tingkat kantuk partisipan. Hal ini dikarenakan tingkat kewaspadaan dan fungsi kognitif erat kaitannya dengan gelombang *theta* (Smith et al., 2005). Kemudian uji statistik MANOVA akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari kebiasaan mengopi dan durasi tidur terhadap tingkat kantuk.

9. Analisis Hasil Penelitian

Analisis dilakukan untuk menerjemahkan atau menginterpretasikan hasil dari penelitian yang dilakukan. Analisis akan dilakukan terhadap *variabel independent*, *variabel dependent*, beserta hasil dari penelitian dan uji yang telah dilakukan.

10. Pemberian Usulan

Pemberian usulan yang diajukan harus memperhatikan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan. Pemberian usulan dilakukan untuk memberikan informasi jikalau terdapat pengaruh kebiasaan mengopi dan tidak terhadap tingkat kantuk.

11. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari penelitian. Kesimpulan akan menjawab rumusan masalah yang telah dibuat. Sedangkan saran adalah pendapat peneliti terkait kesimpulan yang ada dan dapat berupa saran untuk penelitian mendatang.

I.7 Sistematika Penulisan

Penelitian yang bertajuk studi kelalahan ini, terbagi ke dalam lima bab. Kelima bab itu terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, pengumpulan & pengolahan data, analisis, dan kesimpulan & saran. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai tiap-tiap bab tersebut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan akan mengulas mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka akan memberikan gambaran mengenai studi literatur yang dilakukan guna menunjang penelitian ini. Dari hasil studi literatur itu, sejumlah teori dikumpulkan guna dijadikan landasan dan pedoman untuk memecahkan masalah yang diteliti.

BAB III PENGUMPULAN & PENGOLAHAN DATA

Pada bagian awal, bab ini akan mengulas variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini seperti variabel dependen, independen, kontrol, dan *confounding*. Selain variabel, hal yang juga akan ditelaah adalah jumlah partisipan berikut perlakuan-perlakuan yang digunakan berikut hal-hal apa saja yang dilakukan selama pengumpulan data dan pengolahan data dilakukan dalam penelitian.

BAB IV ANALISIS

Dari hasil data yang telah diolah pada bab sebelumnya, kemudian dilakukan analisa terhadap hasil yang diperoleh. Analisis juga menjadi dasar bagi pemberian usulan berupa saat istirahat bagi partisipan sesuai dengan durasi tidur dan kondisi jalan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai bagian akhir dari penelitian ini, kesimpulan akan dibuat untuk menjawab tujuan penelitian yang telah disebutkan sebelumnya. Karena penelitian ini sekiranya masih memiliki sejumlah kekurangan dan keterbatasan, bagian saran akan dibuat untuk memberikan informasi bagi penelitian selanjutnya. Tujuannya, agar penelitian yang dilakukan kemudian dapat melanjutkan atau mengatasi kekurangan yang dimiliki penelitian ini.