

**PENENTUAN SAAT ISTIRAHAT BAGI INDIVIDU
DENGAN TIPE SIRKADIAN PAGI : STUDI DI
SIMULATOR KERETA**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Gregorius Adrian Pratama

NPM : 2015610148



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

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Gregorius Adrian Pratama
NPM : 2015610148
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi : PENENTUAN SAAT ISTIRAHAT BAGI INDIVIDU DENGAN TIPE
SIRKADIAN PAGI: STUDI DI SIMULATOR KERETA

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Juli 2019

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Industri

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

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

(Prof. Ir. Sani Susanto, M.T., Ph.D.,
CRMP., IPU., AER.)



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Gregorius Adrian Pratama

NPM : 2015610148

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**“PENENTUAN SAAT ISTIRAHAT BAGI INDIVIDU DENGAN TIPE SIRKADIAN
PAGI : 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, 30 Juli 2019

Gregorius Adrian Pratama
2015610148

ABSTRAK

Aktivitas mengemudikan kereta api membutuhkan kewaspadaan dan perhatian yang berkelanjutan. Tugas pengemudi kereta api yang membutuhkan tingkat kewaspadaan dapat menjadi penyebab dari kelelahan pengemudi kereta api yang dapat berujung kecelakaan. Selain tingkat kewaspadaan, kelelahan juga bisa disebabkan oleh kekurangan tidur pada malam sebelumnya. Kekurangan tidur dapat dilihat dari durasi tidur seseorang. Durasi tidur dipengaruhi oleh ritme sirkadian seseorang. Ritme sirkadian terbagi menjadi dua yaitu pagi dan sore. Fokus penelitian ini adalah pada partisipan tipe sirkadian pagi yang mengalami kekurangan tidur dan mengemudikan simulator di pagi hari dan sore hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat apakah durasi tidur seseorang (*time's awake*) dan *time of day* mempengaruhi performansi, tingkat kewaspadaan, dan durasi tidur secara simultan dari partisipan dengan ritme sirkadian pagi. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan saat istirahat pada kondisi monoton di simulator kereta selama dua jam pada individu dengan tipe sirkadian pagi.

Penelitian ini dilakukan dengan simulator kereta api dan melibatkan 8 orang partisipan yang mengemudikan simulator selama 120 menit dalam laboratorium terkontrol. Setiap partisipan akan menerima 4 perlakuan yang terdiri dari kombinasi antara dua variabel independen. Masing-masing dari dua variabel independen memiliki 2 level yang terdiri dari durasi tidur (cukup 7-9 jam dan kurang 2-4 jam) dan *time of day* (pagi dan sore). Tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan diukur secara objektif dengan *Electroencephalograph Muse 2* (EEG) dan *psychomotor vigilance task* (PVT). Hasil data yang didapatkan akan diolah dengan menggunakan *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari variabel durasi tidur, *time of day*, terhadap tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi secara simultan. Dilakukan juga uji korelasi untuk melihat bagaimana pengaruh antara variabel dependen.

Dari hasil pengujian MANOVA didapatkan nilai *p-value* 0,035 untuk variabel *time of day* terhadap tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi. Untuk variabel durasi tidur terhadap tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan dan performansi diperoleh nilai *p-value* 0,028. Nilai *p-value* dari durasi tidur dan *time of day* tidak melebihi 0,05 maka durasi tidur dan *time of day* berpengaruh terhadap tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi. Hasil uji korelasi menunjukkan nilai *pearson correlation* 0,011 yang menunjukkan tidak ada korelasi antara tingkat kantuk dan *speeding*, sedangkan untuk *reaction time*, *lapse*, dan *wheelslip* memiliki nilai *pearson correlation* diatas 0,05 maka terdapat korelasi. Rekomendasi saat istirahat untuk kondisi mengemudi partisipan dengan durasi tidur cukup dan *time of day* pagi setelah 85 menit mengemudi, sedangkan durasi tidur cukup dan *time of day* sore setelah 79 menit mengemudi. Untuk partisipan dengan durasi tidur kurang dan *time of day* pagi setelah 63 menit mengemudi, sedangkan durasi tidur kurang dan *time of day* sore setelah 40 menit mengemudi.

ABSTRACT

The activity of driving a train requires constant vigilance and attention. The duty of train drivers who need a level of alertness can be the cause of the train driver's fatigue that can lead to accidents. In addition to the level of alertness, fatigue can also be caused by lack of sleep the night before. Lack of sleep can be seen from the duration of one's sleep. Sleep duration is influenced by a person's circadian rhythm. Circadian rhythms are divided into two, namely morning and evening. The focus of this study is on morning circadian type participants who experience lack of sleep and drive simulators in the morning and evening. The purpose of this study was to see whether a person's sleep duration (time-awake) and time of day affect the performance, level of alertness, and simultaneous sleep duration of the participants with the morning circadian rhythm. This study also aims to determine the rest in monotonous conditions in the train simulator for two hours in individuals with morning circadian types.

This research was conducted with a train simulator and involved 8 participants who drove the simulator for 120 minutes in a controlled laboratory. Each participant will receive 4 treatments consisting of a combination of two independent variables. Each of the two independent variables has 2 levels consisting of sleep duration (enough 7-9 hours and less 2-4 hours) and time of day (morning and evening). Sleepiness and mortality rates were measured objectively by Muse Electroencephalograph 2 (EEG) and psychomotor vibration task (PVT). The results of the data obtained will be processed using Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) to determine whether there is an effect of variable sleep duration, time of day, on sleepiness, alertness, and simultaneous performance. Correlation tests were also conducted to see how the dependent variable influences.

From the results of MANOVA testing, the p-value of 0.035 was obtained for the time of day variable on sleepiness, alertness, and performance. For the variable duration of sleep against sleepiness, the level of alertness and performance obtained p-value 0.028. The value of p-value of sleep duration and time of day does not exceed 0.05, sleep duration and time of day affect sleepiness, alertness, and performance. Correlation test results show the value of pearson correlation 0.011 which shows there is no correlation between sleepiness and speeding levels, whereas for reaction time, lapse, and wheelslip have pearson correlation values above 0.05, there is a correlation. Recommendations at rest for participant driving conditions with sufficient sleep duration and morning time of day after 85 minutes of driving, while the duration of sleep is sufficient and afternoon time of day after 79 minutes of driving. For participants with less sleep duration and morning time of day after 63 minutes of driving, while the duration of sleep was less and afternoon time of day after 40 minutes of driving.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat penyertaannya, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan tepat waktu. Laporan penelitian berjudul “Penentuan Saat Istirahat Bagi Individu Dengan Tipe Sirkadian Pagi: Studi di Simulator Kereta” disusun sebagai syarat kelulusan mata kuliah ISE-184198 dan juga sebagai syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penyusunan laporan, penulis menemukan beberapa kesulitan-kesulitan yang pada akhirnya dapat diselesaikan. Hal ini tidak dapat dilakukan sendiri oleh penulis tanpa adanya keterlibatan pihak-pihak yang telah membantu penulis sehingga dapat menemukan solusi untuk segala hambatan yang ditemukan dalam menyelesaikan laporan skripsi dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, antara lain:

1. Bapak Daniel Siswanto, S.T., M. T. dan Prof. Ir. Sani Susanto, M.T., Ph.D., CRMP., IPU., AER selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, waktu, tenaga, dan masukan untuk seluruh proses penelitian dari awal hingga akhir;
2. Ibu Kristiana Asih Damayanti, S.T., M.T. dan Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc selaku dosen penguji proposal yang telah memberikan kritik dan saran dalam pembuatan skripsi ini.
3. Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si. dan Bapak Yansen Theopilus, S.T., M.T. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan kritik dan saran dalam pembuatan skripsi ini.
4. Rudy Prakoso dan Sanna selaku orang tua penulis serta yang selalu memberikan dorongan dan doa ketika penulis sangat membutuhkannya.
5. Thoe Tamara Gita Pramana Putri yang memberikan nasihat dan masukan terkait penyusunan skripsi.
6. Segenap keluarga yang telah memberikan dukungan dan semangat bagi penulis dalam menyusun skripsi

7. Andre, William, dan Patrick selaku teman terdekat penulis yang telah banyak membantu dan membagi ilmu kepada penulis dalam penyusunan laporan skripsi.
8. Ramos dan Riyanti yang juga telah turut berperan membantu dengan menemani penulis dalam bermain PUBG ketika sedang butuh hiburan
10. Delapan orang yang telah bersedia menjadi partisipan penelitian
11. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc. selaku Kepala Lab APK&E yang telah mengizinkan penulis untuk menggunakan lab.
12. Civitas Akademika Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama penulis menempuh masa pendidikan di Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.
11. Seluruh pihak lain yang terlibat selama masa penyusunan skripsi, masa perkuliahan, dan proses pengembangan diri penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari keterbatasan yang menyebabkan masih terdapat kekurangan pada penelitian ini. Untuk itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang berguna bagi penelitian ini. Penulis berharap penelitian ini dapat berguna bagi pembacanya.

Bandung, 3 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	I-5
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-12
I.4 Tujuan Penelitian	I-14
I.5 Manfaat Penelitian	I-14
I.6 Metodologi Penelitian	I-15
I.7 Sistematika Penulisan	I-20

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Definisi Kelelahan	II-1
II.1.1 Penyebab Kelelahan	II-2
II.1.2 Dampak Kelelahan	II-4
II.2 Kantuk.....	II-4
II.3 <i>Electroencephalogram</i> (EEG).....	II-5
II.4 <i>Psychomotor Vigilance Test</i> (PVT)	II-7
II.5 Perancangan Eksperimen	II-8
II.5.1 Variabel Penelitian	II-9
II.5.2 <i>Between-Subject</i> dan <i>Within-Subject Design</i>	II-10
II.5.3 <i>Counterbalancing</i>	II-11
II.5.4 Penentuan Jumlah Partisipan.....	II-12
II.6 Uji Normalitas Data	II-15

II.7 <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA)	II-17
II.8 Uji Korelasi.....	II-20

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

III.1 Perancangan Eksperimen	III-1
III.1.1 Variabel Penelitian.....	III-2
III.1.2 Penentuan Partisipan	III-3
III.1.3 Penentuan Jadwal Pelaksanaan Eksperimen.....	III-7
III.1.4 Alat-alat Penelitian	III-9
III.2 Pengolahan Data	III-12
III.2.1 Pengolahan Data Tingkat Kantuk	III-13
III.2.2 Pengujian Signifikansi Rasio AF7 dan AF8	III-15
III.2.3 Pengolahan Data <i>Psychomotor Vigilance Task</i> (PVT)...	III-17
III.2.4 Pengujian Asumsi <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA)	III-19
III.2.4.1 Pengujian Normalitas	III-19
III.2.4.2 Pengujian Homogenitas Matriks Varian Kovarian	III-22
III.2.4.3 Pengujian Multikolinearitas.....	III-25
III.2.4.4 Pengujian <i>Outlier</i> Multivariat.....	III-26
III.2.5 Pengujian <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA).....	III-29
III.3 Pengujian Korelasi	III-30
III.4 Rangkuman Pengujian	III-32

BAB IV ANALISIS

IV.1 Analisis Hasil Uji MANOVA	IV-1
IV.2 Penentuan Saat Istirahat dengan Melihat Nilai EEG	IV-6
IV.3 Perbandingan Hasil Tingkat Kantuk dengan Penelitian Sebelumnya	IV-9
IV.4 Analisis Hasil Uji Korelasi.....	IV-10
IV.5 Pengaruh Kondisi Monoton Pada Penelitian	IV-11
IV.6 Manfaat Penelitian Pada Dunia Perkeretaapian	IV-13
IV.7 Keterbatasan Penelitian	IV-14

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Kecelakaan Perkeretaapian Indonesia Tahun 2010-2016.....	I-2
Tabel I.2	Posisi Penelitian	I-5
Tabel I.3	Operasionalisasi Variabel.....	I-17
Tabel I.4	Desain Eksperimen Penelitian.....	I-18
Tabel II.1	Makna Dari Gelombang EEG	II-5
Tabel II.2	Lokasi dan Fungsi Lobus Otak Manusia	II-6
Tabel II.3	Nilai Kriteria Hubungan Korelasi	II-21
Tabel III.1	Desain eksperimen.....	III-1
Tabel III.2	<i>Timeline</i> Eksperimen.....	III-2
Tabel III.3	Definisi Operasional Variabel	III-2
Tabel III.4	Perbandingan Jumlah Partisipan.....	III-3
Tabel III.5	Data Awal Uji Kecukupan	III-4
Tabel III.6	Data Selisih Uji Kecukupan	III-4
Tabel III.7	Rekapitulasi Perhitungan Nilai <i>Power</i> Durasi Tidur.....	III-5
Tabel III.8	Rekapitulasi Perhitungan Nilai <i>Power</i> Faktor <i>Time Of Day</i>	III-6
Tabel III.9	Rekapitulasi Keseluruhan Uji Kecukupan Data.....	III-7
Tabel III.10	Profil Partisipan	III-7
Tabel III.11	Urutan Perlakuan Dengan <i>Balanced Latin Square</i> <i>Counterbalancing</i>	III-8
Tabel III.12	Penjelasan Setiap Perlakuan yang Diberikan	III-8
Tabel III.13	Rekapitulasi Pengolahan Data Tingkat Kantuk.....	III-14
Tabel III.14	Rekapitulasi Data Rasio Gelombang AF7 dan AF8	III-15
Tabel III.15	Rekapitulasi Nilai Parameter PVT Untuk Setiap Jenis Perlakuan.....	III-18
Tabel III.16	Rekapitulasi Data Untuk uji Normalitas.....	III-20
Tabel III.17	Rekapitulasi Hasil Uji <i>Outlier</i> Multivariat	III-26
Tabel III.18	Rekapitulasi Hasil Perbandingan Rasio AF8 dengan <i>Reaction</i> <i>Time, Speeding, Wheel slip, dan Lapse</i>	III-32
Tabel III.19	Rangkuman Pengujian Hipotesis.....	III-33

Tabel IV.1	Rekapitulasi Rata-rata Hasil Pengambilan Data Untuk Setiap Variabel Dependen Untuk Setiap Perlakuan	IV-1
Tabel IV.2	Perbandingan Rata-rata Tingkat Kantuk (EEG) Dengan Penelitian Sebelumnya	IV-19
Tabel IV.3	Rekapitulasi <i>Mean Reaction Time</i> Sebelum dan Sesudah	IV-11

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Jumlah Penumpang Kereta Api Indonesia	I-1
Gambar I.2	Hubungan Antara Kelelahan dan Keselamatan	I-3
Gambar I.3	Model Konseptual Penelitian	I-10
Gambar I.4	Metodologi Penelitian	I-19
Gambar II.1	Model Umum Proses atau Sistem	II-8
Gambar II.2	Penetapan Pengambilan Data Untuk <i>Between-subject</i> dan <i>Within-subject Design</i>	II-10
Gambar II.3	Contoh <i>Latin Square</i> Untuk 4,5, dan 6 Perlakuan	II-12
Gambar II.4	Contoh <i>Latin Square</i> untuk 4, 5, dan 6 perlakuan.....	II-15
Gambar II.5	<i>OC Curve</i> Untuk Nilai $V1=2$	II-14
Gambar II.6	Langkah Uji Normalitas 1	II-16
Gambar II.7	Langkah Uji Normalitas 2.....	II-16
Gambar II.8	Contoh <i>Output</i> Uji Normalitas Menggunakan <i>Software</i> <i>SPSS</i>	II-17
Gambar II.9	Pembandingan Data Variabel Untuk Setiap Perlakuan.....	II-18
Gambar II.10	<i>Repeated Measures Define Box</i>	II-18
Gambar II.11	<i>Repeated Measures Dialogue Box</i>	II-19
Gambar II.12	Hasil Uji Manova.....	II-19
Gambar III.1	EEG Muse 2	III-9
Gambar III.2	<i>Adaptor</i>	III-10
Gambar III.3	Layar LCD 24 Inch.....	III-11
Gambar III.4	Alat Mengemudi.....	III-11
Gambar III.5	Laptop	III-12
Gambar III.6	Hasil Uji Signifikansi Durasi Tidur Cukup dan <i>Time Of</i> <i>Day Pagi</i>	III-16
Gambar III.7	Hasil Uji Signifikansi Durasi Tidur Cukup dan <i>Time Of</i> <i>Day Sore</i>	III-16
Gambar III.8	Hasil Uji Signifikansi Durasi Tidur Kurang dan <i>Time Of</i> <i>Day Pagi</i>	III-16
Gambar III.9	Hasil Uji Signifikansi Durasi Tidur kurang dan <i>Time Of</i>	

	<i>Day Sore</i>	III-27
Gambar III.10	<i>Scatter-plot</i> Uji Normalitas Multivariat Durasi Tidur.....	III-21
Gambar III.11	<i>Scatter-plot</i> Uji Normalitas Multivariat <i>Time of Day</i>	III-21
Gambar III.12	Hasil Uji Normalitas Untuk Setiap Variabel Dependen.....	III-22
Gambar III.13	Hasil Uji Homogenitas Menggunakan SPSS	III-23
Gambar III.14	Hasil Uji Homogenitas <i>Levene Test</i>	III-24
Gambar III.15	Hasil Pengujian Multikolinearitas	III-25
Gambar III.16	Hasil Uji <i>Outlier</i> Rasio AF8	III-27
Gambar III.17	Hasil Uji <i>Outlier Reaction Time</i>	III-27
Gambar III.18	Hasil Uji <i>Outlier Speeding</i>	III-28
Gambar III.19	Hasil Uji <i>Outlier Lapse</i>	III-28
Gambar III.20	Hasil Uji <i>Outlier</i> Rasio <i>Wheelslip</i>	III-29
Gambar III.21	Hasil Uji Manova Menggunakan SPSS.....	III-30
Gambar III.22	Hasil Uji Korelasi Antara Variabel Dependen.....	III-31
Gambar III.19	Hasil Uji <i>Outlier Lapse</i>	III-28
Gambar IV.1	Grafik Perbandingan Tingkat Kantuk (EEG) Cukup Tidur Pagi dan Sore.....	IV-3
Gambar IV.2	Grafik Perbandingan Tingkat Kantuk (EEG) Kurang Tidur Pagi dan Sore.....	IV-4
Gambar IV.3	Grafik Perbandingan Tingkat Kantuk (EEG) Cukup Tidur dan Kurang Tidur Pagi.....	IV-7
Gambar IV.4	Grafik Perbandingan Tingkat Kantuk (EEG) Cukup Tidur dan Kurang Tidur Sore	IV-8
Gambar IV.5	Hasil Uji <i>Paired T-test</i> Kondisi Cukup Tidur Pagi	IV-12
Gambar IV.6	Hasil Uji <i>Paired T-test</i> Kondisi Cukup Tidur Sore.....	IV-12
Gambar IV.7	Hasil Uji <i>Paired T-test</i> Kondisi Kurang Tidur Pagi.....	IV-12
Gambar IV.8	Hasil Uji <i>Paired T-test</i> Kondisi Kurang Tidur Sore	IV-13

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	HASIL PERHITUNGAN KECUKUPAN DATA
LAMPIRAN B	JADWAL PENGAMBILAN DATA
LAMPIRAN C	NILAI RASIO TINGKAT KANTUK EEG

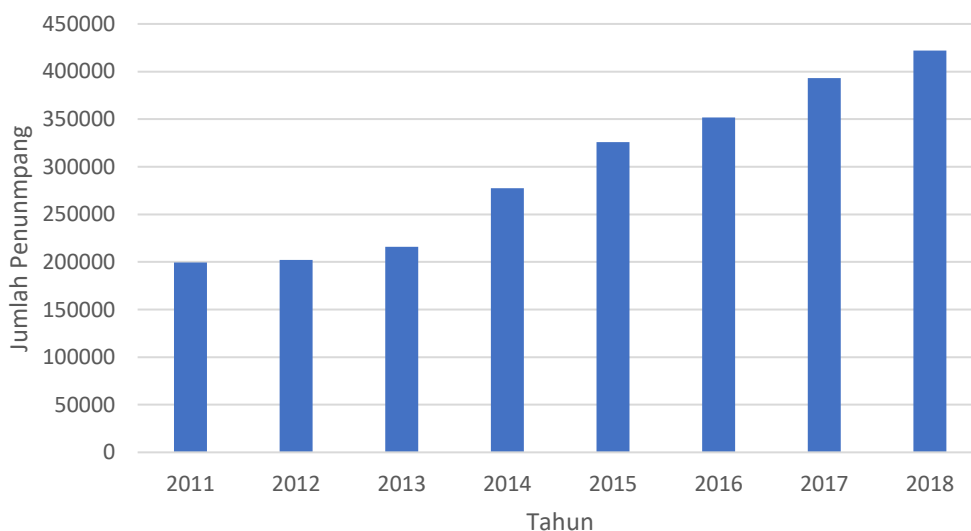
BAB I

PENDAHULUAN

Bab I ini akan membahas mengenai tujuan dan latar belakang masalah, identifikasi masalah, pembatasan dan asumsi penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan dari penelitian yang akan dilakukan.

I.1 Latar Belakang Masalah

Kereta api merupakan salah satu transportasi masal di Indonesia yang memiliki tingkat penggunaan yang cukup tinggi di Indonesia. Tingkat penggunaan kereta api yang cukup tinggi terbukti dari jumlah penumpang kereta api yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dapat dilihat pada Gambar I.1 jumlah penumpang kereta api di Indonesia terus mengalami peningkatan sejak tahun 2011 hingga tahun 2018, dan diperkirakan untuk tahun 2019 dan seterusnya juga akan terus mengalami peningkatan.



Gambar I.1 Jumlah Penumpang Transportasi Kereta Api Indonesia
(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2017)

Namun saat tingkat penggunaan kereta api di Indonesia terus mengalami peningkatan, kecelakaan kereta api di Indonesia masih terus terjadi setiap tahunnya. Pada Tabel I.1, Komisi Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)

menemukan bahwa jumlah kecelakaan kereta api di Indonesia sejak tahun 2010 hingga 2017 masih mengalami peningkatan di beberapa tahun (KNKT, 2016), namun bukan jumlah kecelakaan kecelakaannya yang menjadi perhatian utama, dampak dari kecelakaan tersebut yang harus menjadi perhatian karena dampak dari kecelakaan kereta api menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi pengguna kereta api, penyedia jasa kereta api, dan terhadap orang lain di area kecelakaan kereta. Dapat dibuktikan dengan kecelakaan kereta api Sancaka yang terjadi pada 7 April 2018 di Jawa Timur. Kerugian yang dialami PT KAI mencapai 1 miliar rupiah, dan memakan korban jiwa yaitu masinis kereta (PT KAI, 2018). Selain itu kereta lain yang melintasi jalur tersebut juga terhambat karena ada nya kecelakaan, hal ini memberikan kerugian bagi penumpang kereta dan PT KAI.

Tabel I.1 Data Kecelakaan Perkeretaapian Indonesia Tahun 2010-2016

No.	Tahun	Jumlah Kecelakaan	Korban Jiwa	
			Meninggal	Luka-luka
1	2010	10	42	125
2	2011	1	5	35
3	2012	3	4	42
4	2013	2	0	0
5	2014	6	3	10
6	2015	7	0	28
7	2016	6	1	0
8	2017	7	0	0
Total		35	55	240

(Sumber : Database KNKT, 2016)

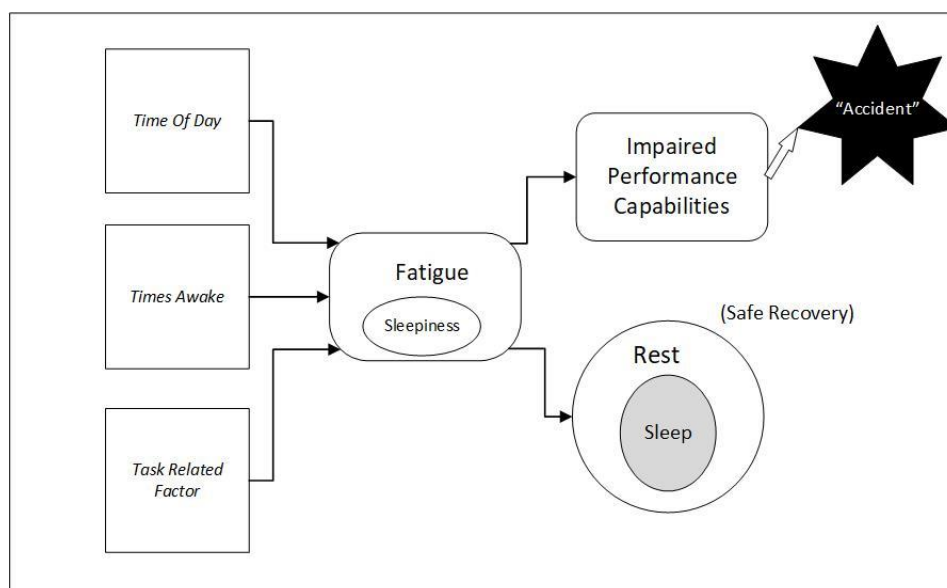
Terdapat 5 faktor penyebab utama terjadinya kecelakaan perkeretaapian menurut KNKT yaitu sarana, prasarana, operasional, SDM (Sumber Daya Manusia) atau *human error*, dan faktor eksternal. Berdasarkan kelima faktor tersebut faktor *human error* yang menyumbang angka tertinggi kedua penyebab kecelakaan kereta api di Indonesia setelah prasarana yaitu 33% dari total kecelakaan (KNKT, 2016).

Direktur Keselamatan Perkeretaapian Ditjen Perkeretaapian Kemenhub, Hermanto Dwiatmoko mengemukakan, berdasarkan analisis penyebab kecelakaan KA yang diakibatkan oleh *human error* diantaranya disebabkan oleh pengaturan kedinasan atau jadwal dinas yang kurang baik sehingga menimbulkan kelelahan fisik. Sejalan dengan yang dikatan oleh Cothen (2007) mengenai *human error*, pembagian *shift* kerja merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kecelakaan pada kereta api, karena pengaturan *shift* kerja yang kurang baik

mengakibatkan durasi tidur dari pekerja dan waktu istirahat pekerja menjadi kurang baik (De Valck, Smeekens, dan Vantrappen, 2015).

Berkaitan dengan *human error*, Williamson et al. (2011) mengatakan bahwa *fatigue* atau kelelahan merupakan faktor yang berkontribusi untuk kecelakaan, cedera, dan kematian, dengan implikasi bahwa orang yang lelah cenderung kurang menghasilkan kinerja dan tindakan yang aman dalam penerbangan, kereta api dan maritim. Berkaitan dengan temuan Williamson et al. (2011), masalah tidur masih memiliki dampak yang tidak bisa dipandang sepele. Kelelahan sering kali dialami karyawan di bidang perkeretaapian karena jam kerja yang panjang dan pengaturan *shift* kerja yang kurang baik, dan hal ini mengarah ke waktu untuk beristirahat yang kurang di luar jam kerja (Cothen, 2007).

Williamson et al. (2011) dalam penelitiannya juga mengatakan bahwa pengaruh *time of day* (ritme sirkadian), *time's awake* (lama keterjagaan), dan *task-related factors* (faktor terkait pekerjaan) yang dilakukan mengakibatkan *fatigue* atau kelelahan yang dapat mengakibatkan kantuk. Bila seseorang mengalami kelelahan maka orang tersebut akan cenderung untuk menginginkan waktu beristirahat, dan ketika waktu beristirahat tidak terpenuhi maka kapasitas seseorang untuk bekerja akan semakin menurun dan pada akhirnya akan menimbulkan kecelakaan, hubungan antara ritme sirkadian, lama keterjagaan dan faktor terkait pekerjaan dengan kelelahan dapat dilihat pada gambar 1.2 (Williamson et al., 2011).



Gambar 1.2 Hubungan Antara Kelelahan dan Kecelakaan
(Sumber : Williamson et al., 2011)

De Valck et al. (2015) dalam penelitiannya mengatakan bahwa tugas pengemudi kereta api bersifat berulang, terutama ketika pengemudi sudah mengetahui rute dan tugas kontrol dari kereta itu. Pekerjaan pengemudi kereta memiliki tuntutan dalam hal kewaspadaan atau perhatian yang berkelanjutan, yang didefinisikan sebagai kemampuan untuk mendeteksi sinyal atau peristiwa yang terjadi secara tidak teratur dalam jangka waktu yang lama dan sangat tinggi (De Valck et al., 2015). Pekerjaan pengemudi kereta api yang di deskripsikan dalam penelitian De Valck sejalan dengan penelitian Williamson et al. (2011) mengenai faktor pekerjaan yang dapat mengakibatkan kelelahan seseorang, tugas pengemudi kereta api yang membutuhkan tingkat kewaspadaan dapat menjadi penyebab dari kelelahan pengemudi kereta api.

Pada penelitian ini, faktor yang akan dijadikan perhatian adalah lama keterjagaan yang memiliki hubungan dengan kuantitas tidur seseorang sejak terbangun (Williamson et al., 2011). Menurut Dorrian, Roach, Fletcher, dan Dawson (2007) kondisi kekurangan tidur merupakan salah satu penyebab penurunan performansi dan akan semakin bertambah buruk ketika waktu terjaga semakin lama. Mengenai faktor keterjagaan, Cazzoli et al. (2014) menyebutkan kondisi sirkadian seseorang (*morning person* atau *evening person*) juga berkaitan dengan keterjagaan seseorang. Penelitian Cazzoli et al. (2014) menyimpulkan bahwa orang dengan tipe *morning* akan memiliki waktu keterjaan yang lebih baik pada pagi hari, sebaliknya orang dengan tipe *evening* akan memiliki waktu keterjagaan yang lebih baik pada sore hari ketika sedang melakukan pekerjaan. Berdasarkan yang dikatan oleh Cazzoli et al. (2014) *time of day* dari pengamatan ini juga menjadi faktor yang akan diteliti lebih lanjut lagi pada penelitian ini.

Selain itu Dunn dan Williamson (2012) juga menyebutkan bahwa kondisi yang monoton dapat menurunkan faktor kewaspadaan seseorang, sehingga dapat menurunkan performansi seseorang dalam melakukan pekerjaannya. Berkaitan dengan tugas seorang pengemudi kereta api yang mengemudikan kereta pada jalan yang monoton dan tugas yang berulang, maka kondisi monoton akan diteliti dalam penelitian ini, dan akan dilihat bagaimana pengaruhnya ketika dihubungkan dengan faktor lainnya. Penelitian ini akan melihat bagaimana hubungan antara *time of day* dan durasi tidur seseorang dengan tipe sirkadian *morning* terhadap tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan seseorang ketika mengemudikan kereta api dengan simulator kereta pada kondisi jalan monoton.

I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dibahas pada subbab I.1, penelitian ini akan berfokus pada penentuan saat istirahat bagi partisipan. Istirahat dianggap penting karena bila waktu istirahat seseorang kurang, maka yang akan terjadi adalah seperti pada Gambar I.2. Penelitian terkait kelelahan sudah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya, namun penelitian masih terbatas pada faktor tertentu. Dalam penelitiannya De Valck et al. (2015) hanya meneliti apakah masalah psikologis memiliki pengaruh terhadap performansi dari pengemudi kereta api, sedangkan Dunn dan Williamson (2012) hanya meneliti pentingnya kebutuhan tingkat kognitif seseorang saat sedang melakukan pekerjaan yang monoton. Karena penelitian yang sebelumnya belum menerapkan *time of day* dalam penelitiannya dan ada beberapa yang tidak melakukannya pada simulator kereta api, maka pada penelitian ini penentuan saat istirahat akan melibatkan simulator kereta api dan akan memperhatikan faktor *time of day* dari seorang partisipan yang mengemudikan simulator kereta. Pada tabel I.2 akan dijelaskan penelitian yang terkait dengan penelitian ini.

Tabel I.2 Posisi Penelitian

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	Jay et al. (2006)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi kualitas dan kuantitas dari masinis yang tidur pada fasilitas yang disediakan oleh perusahaan kereta api di dalam gerbong	Penelitian ini menggunakan 9 orang masinis yang akan mengemudikan kereta api, perjalanan pertama berdurasi 40 jam dengan waktu istirahat antara 8-12 jam di dalam fasilitas yang di sediakan di gerbong kereta, nantinya partisipan akan dipasangkan alat EEG.	Hasil dari penelitian ini adalah tidur di dalam fasilitas yang diberikan oleh perusahaan kereta memiliki kualitas yang lebih buruk dibandingkan jika masinis tidur di rumahnya masing-masing. Kualitas tidur menurun, sebelumnya jika masinis tidur di rumah bisa mencapai 6,8 jam waktu tidur sedangkan jika di dalam kereta hanya 3,3 jam.
2	Dorrian et al. (2007)	Meneliti pengaruh dari kekurangan tidur dan kelelahan terhadap performansi masinis di simulator kereta api.	Partisipan merupakan 20 orang masinis, dan akan dilakukan tes kesehatan dan data historis terkait tidur terdapat 20 orang masinis. Akan dilakukan pengukuran menggunakan PVT sebelum dan sesudah simulasi, dan akan menggunakan VAS juga untuk pengukuran.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelelahan yang tinggi dapat menghasilkan penurunan kemampuan kognitif pada tugas mengendarai kereta api sehingga dapat meningkatkan resiko keceakaan

(lanjut)

Tabel I.2 Posisi Penelitian (lanjutan)

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
3	Dunn & Williamson (2012)	Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan bukti pentingnya kegiatan kognitif dalam mengeruangi efek monoton pada pekerjaan, selain penelitian ini juga menunjukkan bahwa efek buruk dari pekerjaan monoton dapat diatasi dengan solusi sederhana seperti membuat tugas lebih menarik secara kognitif	Mengukur performasi partisipan saat menggunakan simulator kereta api dengan skenario jalan monoton secara visual yang terdiri dari dua variasi kebutuhan kognitif. Yaitu memberikan tugas yang harus diselesaikan oleh partisipan sedangkan diberikan juga nilai kecepatan yang harus dicapai oleh 56 masinis.	Rendahnya tingkat kognitif saat melakukan pekerjaan berpengaruh pada kelelahan seseorang terutama pada kondisi jalan monoton. Meningkatkan tingkat kognitif dapat membantu mengatasi penurunan performansi akibat jalan monoton.
4	Cazzoli et al. (2014)	Melihat pengaruh sistem sirkadian dengan performansi kognitif seseorang, apakah ketika seseorang tipe pagi bisa melakukan pekerjaan pada sore hari atau sebaliknya seorang tipe sore bisa melakukan pekerjaan pada pagi hari dan bagaimana hubungannya dengan kelelahan seseorang pada tipe pagi dan sore.	Pertama-tama akan dilakukan pencarian partisipan tipe <i>morning</i> atau <i>evening</i> ditemukan 18 orang dengan 9 orang tipe <i>morning</i> dan 9 orang tipe <i>evening</i> . Setiap partisipan dari kedua kategori akan di tes pada waktu yang berbeda, partisipan tipe <i>morning</i> akan dites melakukan pekerjaan pada malam hari sedangkan tipe <i>evening</i> akan melakukan pekerjaan pada pagi hari. pekerjaan yang dilakukan adalah <i>visual exploration task</i>	Hasil dari penelitian adalah orang dengan tipe <i>morning</i> akan melakukan tugasnya lebih optimal pada pagi hari dan orang dengan tipe <i>evening</i> akan melakukan tugasnya dengan optimal pada saat <i>evening</i> atau pada sore hari.

(lanjut)

Tabel I.2 Posisi Penelitian (lanjutan)

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
5	De Valck et al. (2015)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang keberadaan dan sifat-sifat masalah psikologis pada pengemudi kereta api, karena belum ada informasi yang memberikan info mengenai masalah psikologis pada pengemudi kereta api. Masalah psikologis nantinya akan dikaitkan dengan kemampuan kognitif dari pengemudi kereta api	Mengambil data dari 1266 pengemudi kereta. Akan dilakukan tes perhatian dan ingatan pada langkah pertama, dan hasil dari pemeriksaan psikologis akan dikaitkan dengan hasil tes perhatian dan ingatan pada 1266 pengemudi kereta api di belgia	Sebanyak 1,5% dinyatakan tidak layak mengemudikan kereta api dan 9% perlu diperiksa lebih lanjut. Ditemukan beberapa faktor yaitu <i>sleep disorder</i> , jam kerja abnormal, stress, dan depresi.
6	Thomas (2018)	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh kondisi jalan monoton dan dinamis bagi partisipan yang mengalami kekurangan tidur di malam sebelumnya, dan menentukan kapan saat istirahat bagi partisipan pada kondisi jalan monoton dan dinamis dengan memperhatikan kekurangan tidur.	Penelitian akan membutuhkan beberapa partisipan dan akan dilakukan pengumpulan data dari partisipan tersebut dengan cara menggunakan simulator kereta api dan menggunakan alat EEG dan <i>Flicker apparatus</i> untuk mengukur gelombang otak partisipan, dan akan menggunakan kuesuoner kss untuk mengetahui tingkat kelelahan partisipan saat sebelum dan sesudah mengemudikan simulator kereta api	Faktor durasi tidur dan kondisi jalan berpengaruh signifikan terhadap tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan. Partisipan yang mengemudi dalam keadaan tidak cukup tidur direkomendasikan untuk beristirahat setelah 1 jam berkendara sedangkan untuk yang cukup istirahat disarankan beristirahat setelah 1,5 jam berkendara.

(lanjut)

Tabel I.2 Posisi Penelitian (lanjutan)

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
7	Owen (2018)	Mengetahui apakah kualitas tidur dan / atau kondisi jalan mempengaruhi tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan pengemudi yang mengalami kekurangan tidur. Menentukan waktu istirahat pengemudi yang mengalami kekurangan tidur	Penelitian akan membutuhkan beberapa partisipan dan akan dilakukan pengumpulan data dari partisipan tersebut dengan cara menggunakan simulator mobil dan menggunakan alat EEG dan <i>Flicker apparatus</i> untuk mengukur gelombang otak partisipan, dan akan menggunakan kuesuoner kss untuk mengetahui tingkat kelelahan partisipan saat sebelum dan sesudah mengemudikan mobil, selain itu digunakan juga <i>fitbit</i> untuk mengukur durasi tidur partisipan	Kualitas tidur dan kondisi jalan berpengaruh terhadap tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan pengemudi yang mengalami kekurangan tidur. Interaksi antar faktor kualitas tidur dan kondisi jalan tidak berpengaruh terhadap tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan pengemudi yang mengalami kekurangan tidur partisipan yang mengemudi dalam keadaan tidak cukup tidur direkomendasikan untuk beristirahat setelah 1 jam berkendara sedangkan untuk yang cukup istirahat disarankan beristirahat setelah 1,5 jam berkendara.
8	Meilitha (2016)	Mengetahui pengaruh tipe sirkadian, durasi keterjagaan, serta interaksi antara tipe sirkadian dan durasi keterjagaan terhadap tingkat kantuk pengemudi dan menentukan saat istirahat bagi pengemudi yang mengemudi pada kondisi jalan monoton.	Penelitian ini melibatkan beberapa partisipan yang akan mengemudikan simulator mengemudi dengan menggunakan alat EEG dan KSS untuk mengukur tingkat kantuk partisipan. Partisipan akan di kondisikan menjadi dua yaitu kekurangan tidur dan cukup tidur.	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tingkat kantuk seseorang tidak dipengaruhi oleh ritme sirkadian, namun dapat mempengaruhi tingkat kantuk seseorang.

(lanjut)

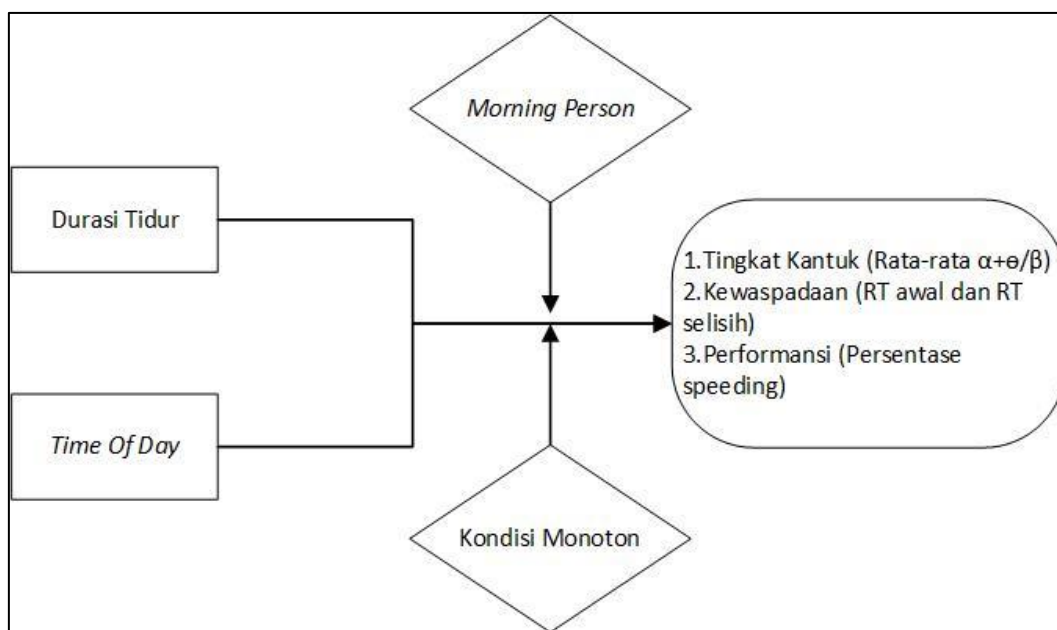
Tabel I.2 Posisi Penelitian (lanjutan)

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
8	Pratama (2019)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat apakah faktor durasi tidur dan <i>time of day</i> mempengaruhi tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi partisipan tipe <i>morning</i> pada kondisi jalan monoton. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan saat istirahat	Penelitian akan membutuhkan beberapa partisipan dan akan dilakukan pengumpulan data dari partisipan tersebut dengan cara menggunakan simulator kereta api dan menggunakan alat EEG serta PVT untuk mengukur gelombang otak partisipan, untuk mengetahui tingkat kelelahan partisipan saat sebelum dan sesudah mengemudikan simulator kereta api	

Pada penelitian ini akan menentukan saat istirahat bagi partisipan tipe *morning* yang kekurangan tidur dengan memperhatikan faktor jalan monoton dan melihat pengaruhnya terhadap tingkat kantuk dan kewaspadaan partisipan tersebut. Saat istirahat disini berarti pengecekan ulang kondisi untuk melihat apakah masih layak melanjutkan perjalanan atau sudah harus berhenti. Pemilihan partisipan tipe *morning* dilakukan karena pemilihan partisipan tipe *evening* sudah dilakukan pada penelitian yang dilakukan oleh Putri (2019). Selain itu penelitian pada penelitian Meilitha (2016) juga meneliti ritme sirkadian pagi dan sore, oleh karena itu pada penelitian ini akan difokuskan penelitian pada ritme sirkadian pagi. Pengujian tipe *morning* atau *evening* akan dilakukan menggunakan *Composite Morningness Questionnaire*, pengujian menggunakan *questionnaire* ini dilakukan karena menurut Adan, Caci, dan Prat (2005) kuesioner ini merupakan gabungan dari 9 pertanyaan penting pada MEQ (*Morningness-Eveningness Questionnaire*) dan 4 pertanyaan penting pada *Circadian Type Questionnaire* (CTQ). Penelitian ini akan membutuhkan partisipan dengan rentang umur 21 hingga 25 tahun sesuai dengan syarat untuk menjadi masinis pada PT KAI (<https://www.pendaftaran.net/2017/07/cara-pendaftaran-recruitment-kai-id.html>).

Menurut Fernandes Jr. et al. (2013) setiap orang membutuhkan saat istirahat sesuai dengan tipe sirkadiannya. Sejalan dengan penelitian Fernandes

Jr. et al. (2013), Cazzoli et al. (2014) juga mengatakan dalam penelitiannya orang dengan tipe sirkadian *morning* akan lebih maksimal ketika melakukan pekerjaan pada pagi hari dan sebaliknya orang dengan tipe sirkadian *evening* akan lebih maksimal melakukan pekerjaannya pada sore hari. Selain sistem sirkadian, *task related factor* juga merupakan masalah yang sangat berhubungan dengan beban kerja kognitif dari masinis. Beban kerja kognitif dari masinis yang cukup rendah dan monoton, menyebabkan efek kelelahan dan efek kebosanan (Dunn dan Williamson, 2012). Namun menurut Williamson et al. (2011) kebosanan tidak terjadi pada keadaan jalan monoton dengan beban kerja kognitif yang tinggi. Berdasarkan temuan yang sudah dikaji dalam identifikasi masalah dapat dibuat model konseptual yang dapat merepresentasikan tujuan dan faktor-faktor yang berpengaruh dalam penelitian ini. Model konseptual dapat dilihat pada gambar I.3.



Gambar I.3 Model Konseptual Penelitian

Partisipan yang akan dilibatkan pada penelitian ini adalah individu yang memiliki tipe sirkadian *morning*. Partisipan akan diminta untuk mengemudikan simulator kereta selama 120 menit. Pemilihan durasi didasari oleh penelitian Dorrian et al. (2007) yang menghabiskan 100 menit untuk simulasi dan 20 menit untuk pengukuran. Simulator kereta yang akan digunakan adalah *Train Simulator 2017 Pioneers Edition* terbitan Dovotail Games dengan *cab controller* model RD-91-MDT-R. Rute perjalanan yang akan dilalui oleh partisipan akan diatur sesuai dengan rute yang disediakan oleh *game* yang digunakan. Waktu tempuh dari

setiap rute juga akan berbeda dan akan disesuaikan dengan kebutuhan pengambilan data.

Dalam penelitian ini variabel bebas yang diteliti adalah durasi tidur dan *time of day*. Durasi tidur akan dibagi menjadi dua yaitu kekurangan tidur dan cukup tidur. Durasi tidur untuk individu yang dikatakan kekurangan tidur adalah 2-4jam sedangkan durasi untuk cukup tidur adalah 7-9 jam (Dawson dan McCulloch, 2005). *Time of day* adalah saat melakukan eksperimen, *time of day* pada penelitian ini akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu pada pagi hari (pukul 9-11) dan pada sore hari (pukul 13-15).

Untuk mengukur variabel respon akan digunakan *psychomotor vigilance task* (PVT) dan Muse *electroencephalogram* (EEG) 2. Dalam penelitiannya Dorrian et al. (2007) menggunakan alat pengukuran yang sama yaitu PVT, PVT digunakan untuk mengukur bagaimana tingkat reaksi seseorang dan nantinya akan menggambarkan bagaimana tingkat kewaspadaan partisipan tersebut (Dorrian et al. 2007). PVT akan dilakukan selama 5 menit untuk setiap bagian dan partisipan akan mengerjakan PVT menggunakan laptop yang sudah disediakan, kelebihan dari PVT adalah tidak dibutuhkan latihan untuk bisa menyelesaikannya dan tidak memakan waktu lama untuk diselesaikan. Terdapat beberapa parameter yang dihasilkan oleh PVT yaitu *1/reaction time* (1/RT), *slowest 10% 1/RT*, jumlah *lapses*, dan *fastest 10% of RT performance score* (Basner & Dingus, 2011). Namun yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah faktor RT dan jumlah *lapses*. RT atau *Reaction Time* merupakan waktu individu ketika memberikan respons terhadap gambar pada PVT sedangkan jumlah *lapses* adalah jumlah waktu dari RT yang melebihi 500ms.

Pengukuran yang dilakukan berikutnya adalah pengukuran kelelahan menggunakan EEG, pengukuran dengan EEG dilakukan selama partisipan menjalankan kereta pada simulator. Dalam penelitiannya Jay et al. (2006) juga menggunakan EEG dalam melakukan pengukuran tingkat kantuk partisipannya, perbedaannya adalah pada penelitian kali ini digunakan Muse EEG 2. Fungsi dari EEG adalah untuk melihat gelombang otak dan merekam gelombang otak tersebut bila terjadi perubahan aktivitas gelombang, dari hasil rekaman gelombang otak tersebut akan didapatkan amplitudo dan frekuensi yang nantinya dapat digunakan untuk melihat kondisi kelelahan mental seseorang (Cheng et al., 2007).

Untuk variabel respon performansi akan diukur berdasarkan persentase *speeding* (keadaan dimana kereta melebihi batas kecepatan yang sudah ditentukan) dalam 120 menit yang akan tercatat dalam aplikasi simulator kereta. Semakin banyak jumlah *speeding* yang dilakukan oleh partisipan maka semakin buruk performansi dari partisipan tersebut. Partisipan akan menggunakan dua fungsi utama dalam simulator yaitu tuas untuk menambah kecepatan dan tuas untuk melakukan pengereman atau penurunan kecepatan. Penggunaan simulator dilakukan agar kondisi penelitian yang dilakukan dapat semirip mungkin dengan keadaan nyata pada kereta api dan dapat diatur sesuai dengan keinginan peneliti. Penelitian tidak dilakukan dengan keadaan nyata atau kondisi *real* karena memperhatikan faktor keselamatan dan resiko untuk partisipan.

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Apakah faktor durasi tidur dan *time of day* mempengaruhi tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi secara simultan pada partisipan tipe sirkadian *morning* pada kondisi mengemudi monoton?
2. Kapan saat istirahat yang memberikan tingkat kantuk terendah, tingkat kewaspadaan tertinggi, dan performansi terbaik untuk partisipan tipe sirkadian *morning* pada kondisi mengemudi 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 berjenis kelamin pria (21-25 tahun) sesuai dengan kriteria pendaftaran untuk menjadi seorang masinis. (<https://www.pendaftaran.net/2017/07/cara-pendaftaran-recruitment-kai-id.html>).
2. Partisipan yang dilibatkan telah memenuhi durasi tidur yang diminta pada malam sebelumnya. Durasi itu terbagi menjadi 2 durasi tidur total yaitu 2-4 jam sebagai kondisi kekurangan tidur dan 7-9 jam sebagai kondisi cukup tidur (Dawson dan McCulloch, 2005).

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 di luar waktu pengukuran menggunakan EEG (Jay et al., 2006)
4. Pengumpulan data dengan *train simulator* akan menggunakan *software* tipe *Train Simulator 2017 Pioneers Edition* terbitan Dovetail Games dan *cab controller* model RD-91-MDT-R.
5. Kecepatan mengemudi kereta api akan mengikuti rambu dan petunjuk batas kecepatan yang sudah tersambung langsung pada penilaian performansi pengemudi.
6. Suhu ruangan akan diatur agar berada di rentang 22°C-26°C (Peraturan Menteri Perhubungan, 2010) sesuai standar spesifikasi teknis kereta yang ditarik lokomotif. Jika tanpa AC maksimum 2°C di atas temperatur luar ruangan (Peraturan Menteri Perhubungan, 2011).
7. Partisipan yang terlibat bukanlah pengemudi kereta api sungguhan yang telah berpengalaman seperti misalnya di PT Kereta Api Indonesia (KAI) agar tidak terjadi perbedaan kemampuan dalam mengoperasikan simulator kereta.
8. Pengukuran tingkat kelelahan partisipan secara objektif akan dilakukan dengan alat ukur gelombang otak (Muse EEG 2) karena dapat mendeteksi tingkat kelelahan pengemudi kereta berdasarkan gelombang otak yang menandakan munculnya kantuk pada seseorang (Cheng et al., 2007).
9. Partisipan yang terlibat dalam penelitian tidak berada di bawah pengaruh kafein, alkohol, dan obat-obatan.

Selain itu, penelitian yang dilakukan juga melibatkan beberapa asumsi untuk menunjukkan keadaan sebenarnya dari kondisi yang menjadi dasar penelitian ini dilakukan. Berikut adalah asumsi yang digunakan pada penelitian, yakni:

1. Seluruh partisipan akan dilatih terlebih dahulu dalam mengemudikan kereta api menggunakan simulator agar setiap partisipan mempunyai kemampuan yang sama ketika pengujian dilakukan.

2. Setelah *pilot study* seluruh partisipan dianggap telah memiliki kompetensi minimum dan kemampuan mengemudikan kereta api yang sama satu dengan yang lain.
3. Penggunaan *train simulator* dianggap dapat menjadi representasi kondisi yang dialami pengemudi kereta api.
4. Faktor lingkungan lain (Pencahayaannya, kelembaban, dan getaran mekanis) yang sekiranya berada saat penelitian dilakukan berada pada kondisi normal dan konstan.
5. Skenario simulasi yang digunakan dianggap dapat merepresentasikan kondisi lapangan yang dihadapi oleh partisipan.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan pada subbab II, maka tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Menguji apakah faktor durasi tidur dan *time of day* mempengaruhi tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi secara simultan pada partisipan tipe sirkadian *morning* pada kondisi mengemudi monoton
2. Menentukan kapan saat istirahat bagi partisipan dengan tipe sirkadian pagi pada kondisi jalan monoton dengan memperhatikan kekurangan tidur pada malam sebelumnya.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan dapat memberikan manfaat untuk beberapa pihak antara lain:

1. Manfaat untuk pengemudi kereta api adalah agar pengemudi kereta api dapat memperoleh informasi mengenai saat istirahat yang tepat saat sedang melakukan tugasnya sebagai masinis, karena dari hasil penelitian ini kekurangan tidur dapat memberikan dampak kecelakaan, diharapkan pengemudi kereta api akan lebih sadar bahwa waktu istirahat yang cukup dibutuhkan agar performansi dalam mengemudikan kereta dapat terjaga. Selain itu pengemudi kereta diharapkan melakukan tes kesehatan sesuai dengan prosedurnya, hal ini dilakukan agar pengemudi bisa tahu apakah mereka layak untuk mengemudikan kereta

- api atau tidak, karena resiko dari kelelahan pengemudi kereta api sangat tinggi dan dapat membahayakan nyawa orang lain.
2. Setelah melakukan penelitian ini penulis diharapkan dapat mengetahui metode dan alat yang digunakan untuk mengukur kelelahan dan tingkat kantuk seseorang. Selain itu penulis juga akan memperoleh pengalaman dalam menggunakan simulator kereta dan dalam menggunakan alat-alat ukur tingkat kantuk. Penulis juga diharapkan untuk memahami resiko dari kekurangan tidur dan kelelahan serta hubungannya dengan jalan monoton dan sistem sirkadian seseorang. Mengingat penelitian terdahulu belum ada yang membahas hubungan tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan terhadap sistem sirkadian seseorang ketika mengemudikan simulator kereta pada jalan monoton. Dari penelitian ini penulis diharapkan dapat memberikan solusi bagi masalah yang ada atau bagi partisipan untuk menentukan waktu istirahat.
 3. Pembaca diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai kelelahan dan tingkat kantuk seseorang, berdasarkan informasi tersebut pembaca diharapkan dapat melihat peluang untuk penelitian dengan metode atau topik serupa namun dengan variable yang berbeda untuk dapat mengembangkan perkeretaapian Indonesia. Bagi pembaca yang mayoritas mahasiswa unpar, melalui penelitian ini diharapkan pembaca dapat mengetahui bagaimana penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa Teknik Industri UNPAR dan manfaat nya bagi orang banyak. Dari penelitian ini juga diharapkan akan memberikan wawasan baru bagi orang lain.

I.6 Metodologi Penelitian

Pada subbab ini akan dibahas mengenai metodologi penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian ini. Secara garis besar subbab ini akan menggambarkan bagaimana tahapan-tahapan yang akan dilalui dalam menyusun penelitian hingga memperoleh hasil akhir. Langkah-langkah itu dapat dilihat pada gambar I.4.

1. Studi Literatur
Pada tahapan awal penelitian ini akan dilakukan studi literatur untuk melihat lebih dalam mengenai pokok permasalahan yang akan dibahas.

Studi literatur dilakukan untuk melihat dan mencari informasi yang berhubungan dengan topik permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini, selain itu studi literatur menjadi rujukan bagi peneliti yang akan melakukan penelitian.

2. Penentuan Topik dan Objek Penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan topik dan objek penelitian yang akan diteliti berdasarkan informasi yang telah didapat pada studi literatur. Topik penelitian ditentukan dilihat dari hal yang masih bisa dikembangkan dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, dan objek penelitian ditentukan berdasarkan kebutuhan dari penelitian itu sendiri dalam hal ini berdasarkan kebutuhan perkeretaapian yang semakin sering digunakan oleh masyarakat, tetapi juga masih sering mengalami kecelakaan yang mengakibatkan korban jiwa.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada subbab ini akan dilakukan perumusan masalah berdasarkan topik dan objek penelitian yang sudah ditentukan. Identifikasi masalah berisi mengenai penjelasan dari masalah yang ada dan menjelaskan apa yang akan dilakukan terhadap masalah yang ada sekarang, dan pada akhirnya akan menunjukkan seberapa penting penelitian ini untuk dilakukan. Perumusan masalah dibuat berdasarkan identifikasi masalah, rumusan masalah berisi mengenai pertanyaan yang nantinya akan dijawab dalam penelitian yang akan dilakukan.

4. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada subbab ini akan ditentukan batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, batasan dan asumsi ditentukan agar penelitian dapat berlangsung sesuai dengan keinginan dari peneliti dan berfungsi untuk menyederhanakan penelitian ini.

5. Desain Eksperimen

Pada subbab ini akan dibahas mengenai gambaran secara keseluruhan mengenai penelitian yang akan dilakukan. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian dalam laboratorium atau biasa disebut *laboratory study*, sehingga ada variabel-variabel yang perlu di kontrol agar sesuai dengan kondisi penelitian yang diinginkan. Terdapat 3 jenis variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu, variabel control, variabel

bebas, dan variabel terikat, yang termasuk dari variabel bebas dalam penelitian ini adalah durasi tidur dan *time of day*, yang termasuk dalam variabel terikat adalah tingkat kewaspadaan dan tingkat kantuk, performans. Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *within subject*, yang artinya setiap partisipan mendapatkan perlakuan yang sama. Akan dilakukan *counterbalancing* sebelum pengambilan data.

Tabel I.3 Operasionalisasi Variabel

Alat Ukur	Konstrak	Variabel	Definisi
PVT	Tingkat Kewaspadaan	RT (<i>Reaction Time</i>) dan <i>Minor Lapses</i>	<i>Reaction Time</i> merupakan waktu individu ketika memberikan respons terhadap gambar pada PVT sedangkan jumlah <i>lapses</i> adalah jumlah waktu dari RT yang melebihi 500ms.
EEG	Tingkat Kantuk	$(\alpha + \theta)/\beta$	-
Simulator Kereta	Performansi	Jumlah <i>speeding</i> dalam 120 menit	<i>Speeding</i> adalah keadaan dimana kereta melebihi batas kecepatan yang sudah ditentukan
Simulator Kereta	<i>Wheelslip</i>	Presentase <i>wheelslip</i> dalam 120 menit	Keadaan dimana pengereman dilakukan secara mendadak dan menyebabkan penurunan kecepatan yang drastis.
<i>Sleep Diary</i>	Durasi Tidur	Cukup Tidur (7-9 jam) Kurang Tidur (2-4 jam)	-
-	<i>Time of day</i>	Pagi (09.00-11.00) Sore (13.00-15.00)	-
<i>Composite Morningness Questionnaire</i> (CMQ)	Tipe Sirkadian	<i>Morning Person</i>	-

Partisipan pada penelitian ini berjumlah 8 partisipan yang dipilih berdasarkan *Composite Morningness Questionnaire*. Penentuan jumlah partisipan dilakukan berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan. Beberapa penelitian menggunakan 6 partisipan dan ada beberapa yang menggunakan 8 partisipan, pada penelitian ini ditetapkan 8 partisipan. Desain eksperimen pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel I.4.

Tabel I.4 Desain Eksperimen Penelitian

		<i>Time Of Day</i>	
		Pagi (09.00-11.00)	Siang (13.00-15.00)
Durasi Tidur	2-4 Jam	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8
	7-9 Jam	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8

6. *Pilot Study*

Pada subbab ini akan dibahas mengenai gambaran alat-alat yang akan digunakan dalam melakukan pengumpulan data pada penelitian ini. Terdapat alat *electroencephalogram* (EEG) yang akan digunakan selama partisipan mengemudikan simulator kereta api, serta terdapat *psychomotor vigilance task* (PVT) yang digunakan untuk mengukur tingkat reaksi seseorang dan akan menunjukkan apakah orang tersebut mengantuk atau tidak. Selain itu terdapat alat *train simulator* yang akan digunakan oleh partisipan, sebelum menggunakan simulator, partisipan akan dilatih untuk menggunakan simulator kereta agar setiap partisipan memiliki kemampuan yang sama dalam mengemudikan simulator kereta.

7. Pengumpulan Data

Pada subbab ini akan dibahas mengenai pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian. Pengumpulan data dilakukan menggunakan dua alat yang telah disebutkan pada bagian *pilot study* yaitu *psychomotor vigilance task* (PVT) dan *Muse electroencephalogram 2* (EEG). Pengumpulan data dengan menggunakan PVT adalah pengukuran secara subjektif sedangkan menggunakan EEG adalah pengukuran secara objektif. Proses pengumpulan data menggunakan EEG akan dilakukan selama 120 menit ketika partisipan mengemudikan simulator kereta, sedangkan pengukuran dengan PVT dilakukan sebanyak dua kali, pada awal sebelum menggunakan simulator dan pada saat setelah menggunakan simulator, dan masing-masing pengukuran dilakukan selama 5 menit.

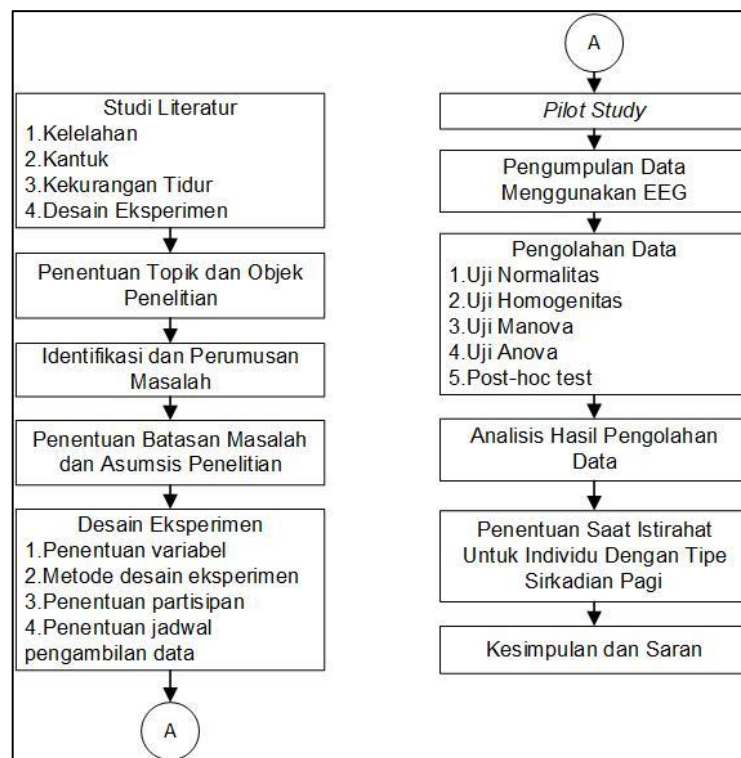
8. Pengolahan Data

Pada subbab ini akan dilakukan proses pengolahan data yang dilakukan pada penelitian. Data yang diperoleh dari EEG dan pvt akan diinterpretasikan agar dapat diperoleh tingkat kantuk partisipan. Data EEG akan diinterpretasikan dalam bentuk gelombang *alpha*, *beta*, dan, *theta*

dengan menggunakan *software*. Setelah memperoleh data dari hasil pengujian menggunakan EEG dan PVT, akan dilanjutkan dengan pengujian normalitas data, manova, dan korelasi, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh antar variable-variabel yang telah ditentukan sebelum penelitian dilakukan.

9. Analisis Hasil Pengolahan Data

Pada subbab ini akan dibahas mengenai analisi hasil pengolahan data pada penelitian. Analisi pengolahan data dilakukan dengan melihat apakah ada pengaruh antara setiap variabel yang digunakan pada penelitian ini. Analisis yang dilakukan berkaitan dengan tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan yang dialami pengemudi selama proses pengambilan data pada dua jenis kualitas tidur di malam sebelumnya dan pada kondisi jalan monoton. Analisis ini dilakukan untuk menjadi acuan dalam menentukan usulan waktu istirahat bagi partisipan yang kelelahan.



Gambar I.4 Metodologi Penelitian

10. Pemberian usulan

Berdasarkan hasil analisis dari pengolahan data, akan diberikan usulan perbaikan untuk masalah yang sedang diteliti. Tujuan dari pemberian

usulan adalah untuk menentukan saat istirahat yang tepat berdasarkan tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan bagi partisipan tipe *morning* yang mengalami kekurangan tidur.

11. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan akan dibuat kesimpulan yang didapat dari penelitian ini, kesimpulan akan menjawab rumusan dan tujuan dari penelitian, sedangkan saran akan berisi mengenai saran untuk penelitian kedepannya, maupun saran yang berhubungan dengan penelitian.

I.7 Sistematika Penulisan

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan penelitian yang dilakukan mengenai studi kelelahan, penelitian ini terbagi kedalam lima bab. Kelima bab itu terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, dan kesimpulan dan saran. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai tiap-tiap bab tersebut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Merupakan bagian awal dalam penelitian. Bab ini memuat latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

bab ini akan memuat teori-teori dasar yang berkaitan dengan topik yang dibahas mengenai kelelahan. Terori-teori dasar akan didapat dari studi literatur, dan akan digunakan sebagai landasan dan pedoman dalam penelitian ini.

3. BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini akan membahas variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, seperti variabel independen, dependen, dan kontrol. Selain itu pada bab ini akan dijelaskan perlakuan yang akan dilakukan pada partisipan dan jumlah partisipan yang diamati. Hasil data perlakuan pada partisipan akan dikumpulkan dan diolah pada bab ini.

4. BAB IV ANALISIS

Pada bab ini dilakukan analisis terhadap data yang telah diolah pada bab III. Analisis nantinya akan menjadi dasar dari pemberian usulan berupa saat isitirahat bagi partisipan berkaitan dengan durasi tidur dan kondisi jalan.

5. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini akan memuat kesimpulan yang telah didapat dari hasil identifikasi masalah. Selain itu, juga terdapat beberapa saran baik untuk orang yang membaca atau bagi pengemudi kereta api. Tujuannya, agar penelitian yang dilakukan dapat dilanjutkan atau dikembangkan lebih lagi kedepannya.