

**PENENTUAN KEANDALAN DAN PARAMETER PVT  
BERDASARKAN TINGKAT KANTUK PADA  
AKTIVITAS MENGENAL DI SIMULATOR KERETA**

**SKRIPSI**

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

**Disusun oleh :**

**Nama : Sherry Aprillia Achmad**

**NPM : 2015610147**



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

**2019**

**PENENTUAN KEANDALAN DAN PARAMETER PVT  
BERDASARKAN TINGKAT KANTUK PADA  
AKTIVITAS MENGENAL DI SIMULATOR KERETA**

**SKRIPSI**

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

**Disusun oleh :**

**Nama : Sherry Aprillia Achmad**

**NPM : 2015610147**



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

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG**



Nama Lengkap : Sherry Aprillia Achmad  
NPM : 2015610147  
Jurusan : Teknik Industri  
Judul Skripsi : PENENTUAN KEANDALAN DAN PARAMETER PVT  
BERDASARKAN TINGKAT KANTUK PADA AKTIVITAS  
MENGEMUDI DI SIMULATOR KERETA

**TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI**

Bandung, 29 Juli 2019

**Ketua Program Studi Sarjana Teknik Industri**

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

**Pembimbing**

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



Program Studi Sarjana Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Katolik Parahyangan

## **Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,  
Nama : Sherry Aprillia Achmad  
NPM : 2015610147

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

### **“PENENTUAN KEANDALAN DAN PARAMETER PVT BERDASARKAN TINGKAT KANTUK PADA AKTIVITAS MENGEMUDI 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, 25 Juli 2019

Sherry Aprillia Achmad  
NPM : 2015610147

## ABSTRAK

Penurunan kewaspadaan masinis menjadi salah satu faktor penyebab kecelakaan kereta. Kekurangan tidur dan kondisi kerja monoton selama ini disebut sebagai penyebab turunnya kewaspadaan. Satu upaya untuk meminimasi kecelakaan akibat turunnya kewaspadaan adalah dengan melakukan uji *fitness for duty* terhadap kewaspadaan sebelum bekerja. Satu alat ukur standar emas yang sering digunakan untuk menguji kewaspadaan adalah *Psychomotor Vigilance Task* (PVT). PVT memiliki empat parameter yaitu *mean RT*, *number of lapses*, *fastest 10%*, dan *slowest 10%*. Namun, keempat parameter tersebut belum diuji keandalannya pada kondisi kekurangan tidur dan kondisi kerja monoton, selain itu juga belum diketahui parameter mana yang dapat memperkirakan kantuk yang terjadi pada saat bekerja. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menguji keandalan dan menentukan parameter mana yang dapat memperkirakan kantuk yang terjadi pada saat bekerja.

Delapan partisipan ( $21,88 \pm 0,835$ , pria) dilibatkan dalam eksperimen menggunakan simulator kereta selama 120 menit. Setiap partisipan akan menerima dua perlakuan yaitu durasi tidur 2-4 jam dan 7-9 jam dengan pengulangan pengambilan data sebanyak 3 kali. Pengujian PVT akan dilakukan selama 5 menit sebelum dan sesudah simulasi. Dilakukan juga pengukuran gelombang otak dengan menggunakan Muse EEG 2. Penentuan nilai keandalan dilakukan dengan *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) model *two-way mixed effects, multiple measurement*, dan *absolute agreement*. Penentuan parameter yang mampu memperkirakan kantuk saat bekerja dilakukan dengan pengujian korelasi *pearson* terhadap pengukuran gelombang teta relatif yang dihasilkan dari Muse EEG 2.

Hasil uji ICC menunjukkan *mean RT* memiliki tingkat keandalan dari buruk hingga sangat baik (kurang tidur 0,925, kurang tidur dan kondisi monoton 0,837, cukup tidur 0,965, cukup tidur dan kondisi monoton 0,811). Hasil uji korelasi *pearson* didapatkan bahwa *mean RT* memiliki korelasi cukup dengan gelombang teta relatif (kurang tidur 0,421, kurang tidur dan kondisi monoton 0,48, cukup tidur 0,41, cukup tidur dan kondisi monoton 0,444). Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa PVT andal untuk menguji kewaspadaan pada kondisi monoton dan kekurangan tidur dengan parameter yang mampu memperkirakan tingkat kantuk adalah *mean RT*.

## **ABSTRACT**

*The decrease in machinist awareness is one of the factors causing the train accident. Sleep deprivation and monotonous working conditions often called to as the cause of decreased alertness. One effort to minimize accidents due to a decrease in alertness is to do a fitness for duty test before work. One measure of the gold standard that is often used for vigilance is Psychomotor Vigilance Task (PVT). PVT has four parameters, mean RT, number of lapses, fastest 10%, and slowest 10%. However, the four parameters have not been tested for reliability under conditions of sleep deprivation and monotonous working conditions, furthermore it is also not known which parameters can predict sleepiness that occurs during work. Based on this, the purpose of this study is to test reliability and determine which parameters can predict sleepiness that occurs during work.*

*Eight participants ( $21,88 \pm 0,835$ , men) were included in the experiment using a train simulator for 120 minutes. Each participant will receive two treatments, 2-4 hours and 7-9 hours by repeating data collection 3 times. PVT testing will be carried out for 5 minutes before and after the simulation. Brain wave measurements were also performed using the Muse EEG 2. Determination of reliability values is using by Intraclass Correlation Coefficient (ICC) two-way mixed effects, multiple measurement, and absolute agreement models. Determination of parameters that can predict sleepiness at work is using by testing pearson correlation to the measurement of relative teta wave generated from Muse EEG 2.*

*The ICC test results show the mean RT has a level of reliability from bad to very good (lack of sleep 0,925, lack of sleep and monotonous conditions 0,837, enough sleep 0,965, enough sleep and monotonous conditions 0,811). Pearson correlation test results found that the mean RT has a correlation in sufficient with the relative theta wave (lack of sleep 0,421, lack of sleep and monotonous conditions 0,48, enough sleep 0,41, enough sleep and monotonous conditions 0,444). The results of this study can be concluded that PVT is reliable to test the vigilance in monotonous and sleep deprivation conditions with a parameter that is able to predict the level of sleepiness is mean RT.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat serta perlindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penentuan Keandalan dan Parameter PVT Berdasarkan Tingkat Kantuk Pada Aktivitas Mengemudi di Simulator Kereta”. Skripsi ini diajukan untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Proses penyusunan skripsi tentunya mengalami berbagai macam hambatan dan kesulitan, serta penulisan yang masih jauh dari sempurna. Namun, berkat dukungan dari beberapa pihak akhirnya penulis mampu menyelesaikan skripsi. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis yang selalu memberikan dukungan doa dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Daniel Siswanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, waktu, dan masukan dalam pembuatan skripsi.
3. Bapak Marihot Nainggolan, S.T., M.T., M.S. dan Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan kritik dalam pembuatan skripsi.
4. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc. selaku Kepala Laboratorium APK & E yang telah meminjamkan dan menyediakan laboratorium serta alat yang dibutuhkan selama proses pengambilan data berlangsung.
5. Seluruh partisipan yang terlibat dalam penelitian karena telah meluangkan waktu dan tenaga dalam proses pengambilan data skripsi.
6. Teman-teman seperjuangan skripsi *fatigue* antara lain Marcella, Patrick, Juan, Ian, Ricky, dan Ramos atas kebersamaannya selama pembuatan skripsi.
7. Marcella, Angelica, Claudia, Desmonda, Leila, dan Yohana selaku teman-teman sekelas atas kebersamaan dan semangat yang diberikan sampai saat ini.

8. Pinandita Faiz selaku teman terdekat yang telah mendengarkan berbagai keluh kesah dan kekhawatiran dalam menyelesaikan skripsi. Terima kasih juga atas dukungan dan semangat yang diberikan.
9. Seluruh pihak yang terlibat selama pembuatan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan maupun isi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran guna membangun dan mengembangkan kemampuan penulis di masa yang akan mendatang.

Bandung, 12 Juli 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	I-6
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-12
I.4 Tujuan Penelitian .....	I-13
I.5 Manfaat Penelitian .....	I-13
I.6 Metodologi Penelitian.....	I-14
I.7 Sistematika Penulisan.....	I-17
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
II.1 Definisi Kelelahan.....	II-1
II.2 Penyebab Kelelahan .....	II-2
II.3 Kantuk.....	II-4
II.4 <i>Psychomotor Vigilance Task</i> (PVT) .....	II-5
II.5 <i>Electroencephalography</i> (EEG) .....	II-6
II.6 Desain Eksperimen .....	II-9
II.6.1 Variabel Penelitian .....	II-9
II.6.2 <i>Within-Subject Design</i> dan <i>Between-Subject Design</i> .....	II-11
II.7 Penentuan Ukuran Sampel .....	II-12
II.8 <i>Intraclass Corellation Coefficient</i> (ICC).....	II-13
II.9 <i>Technical Error of Measurement</i> .....	II-16
II.10 Uji Korelasi <i>Pearson</i> .....	II-17

<b>BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>III-1</b>
III.1 Perancangan Eksperimen .....	III-1
III.1.1 Variabel Penelitian .....	III-1
III.1.2 Desain Eksperimen.....	III-3
III.1.3 Alat-Alat yang Digunakan .....	III-4
III.1.4 <i>Pilot Study</i> dan Prosedur Pelaksanaan Eksperimen .....	III-7
III.1.5 Penentuan Ukuran Sampel .....	III-8
III.1.6 Pengaturan Urutan Perlakuan .....	III-9
III.1.7 Penyusunan Jadwal Pengambilan Data .....	III-10
III.2 Pengumpulan Data .....	III-11
III.2.1 Data Gelombang Otak .....	III-11
III.2.2 Data <i>Psychomotor Vigilance Task</i> (PVT).....	III-14
III.3 Pengolahan Data .....	III-17
III.3.1 Uji <i>Independent Sample T-Test</i> .....	III-17
III.3.2 Perhitungan <i>Intraclass Correlation Coefficient</i> .....	III-18
III.3.3 Perhitungan <i>Technical Error of Measurement</i> .....	III-24
III.3.4 Uji Korelasi <i>Pearson</i> .....	III-26
III.4 Rangkuman Pengujian Hipotesis .....	III-28
 <b>BAB IV ANALISIS.....</b>	 <b>IV-1</b>
IV.1 Analisis Tingkat Keandalan Parameter <i>Psychomotor Vigilance Task</i> (PVT) .....	IV-1
IV.2 Analisis Pemilihan Parameter PVT .....	IV-3
IV.3 Analisis Kaitan Antara PC-PVT 2.0 dengan Perangkat Keras yang Digunakan .....	IV-7
IV.4 Batasan dan Manfaat Praktis Hasil Penelitian .....	IV-7
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	 <b>V-1</b>
V.1 Kesimpulan .....	V-1
V.2 Saran .....	V-2

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2013-2018 (ribu orang) .....	I-1
Tabel I.2	Data Investigasi Kecelakaan Perkeretaapian Tahun 2013- 2017 .....	I-2
Tabel I.3	Posisi Penelitian .....	I-7
Tabel II.1	Kelebihan dan Kekurangan PVT .....	II-6
Tabel II.2	Penetapan Pengambilan Data untuk <i>Within-Subject Design</i> dan <i>Between-Subject Design</i> .....	II-11
Tabel II.3	Ukuran Sampel .....	II-13
Tabel II.4	Kombinasi ICC .....	II-15
Tabel II.5	Kesimpulan ICC .....	II-16
Tabel II.6	Nilai Kriteria Hubungan Korelasi .....	II-18
Tabel III.1	Definisi Operasional Variabel .....	III-1
Tabel III.2	Perlakuan dalam Eksperimen .....	III-4
Tabel III.3	Desain Eksperimen yang Dilakukan .....	III-4
Tabel III.4	Definisi dari Angka Acak .....	III-9
Tabel III.5	Pengaturan Urutan Perlakuan Partisipan .....	III-9
Tabel III.6	Jadwal Pengambilan Data Partisipan .....	III-10
Tabel III.7	<i>Absolute Band Power</i> Partisipan 1 .....	III-12
Tabel III.8	<i>Relative Band Power</i> Partisipan 1 .....	III-12
Tabel III.9	Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Relative Band Power</i> .....	III-13
Tabel III.10	Hasil Uji PVT <i>Mean RT</i> (milidetik) .....	III-14
Tabel III.11	Hasil Uji PVT <i>Number of Lapses</i> (frekuensi) .....	III-15
Tabel III.12	Hasil Uji PVT <i>Fastest 10%</i> (milidetik) .....	III-16
Tabel III.13	Hasil Uji PVT <i>Slowest 10%</i> (milidetik) .....	III-17
Tabel III.14	Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> Gelombang Teta Relatif AF7 dan AF8 .....	III-18
Tabel III.15	Nilai ICC untuk Parameter <i>Mean RT</i> .....	III-19
Tabel III.16	Nilai ICC untuk Parameter <i>Number of Lapses</i> .....	III-20
Tabel III.17	Nilai ICC untuk Parameter <i>Fastest 10%</i> .....	III-21

Tabel III.18	Nilai ICC untuk Parameter <i>Slowest</i> 10%.....	III-23
Tabel III.19	Rekapitulasi ICC .....	III-24
Tabel III.20	Perhitungan Deviasi.....	III-24
Tabel III.21	Perhitungan Kuadrat Deviasi .....	III-25
Tabel III.22	Hasil Perhitungan VAV .....	III-25
Tabel III.23	Rekapitulasi Hasil Perhitungan TEM.....	III-26
Tabel III.24	Hasil Uji Korelasi untuk Perlakuan Kurang Tidur .....	III-27
Tabel III.25	Hasil Uji Korelasi untuk Perlakuan Cukup Tidur .....	III-27
Tabel III.26	Rekapitulasi Uji Korelasi .....	III-28
Tabel III.27	Rangkuman Pengujian Hipotesis .....	III-29

## 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 Keandalan dan Parameter PVT .....	I-15
Gambar II.1	Model Faktor Penyebab Kelelahan .....	II-4
Gambar II.2	Ilustrasi Sederhana dari PVT .....	II-5
Gambar II.3	Muse EEG 2 .....	II-7
Gambar III.1	Ilustrasi <i>Sleep Cycle</i> .....	III-5
Gambar III.2	Ilustrasi Muse Monitor .....	III-5
Gambar III.3	Perangkat Komputer.....	III-6
Gambar III.4	<i>RailDriver Desktop Cab Controller</i> .....	III-6
Gambar III.5	Linimasa Penelitian .....	III-8
Gambar IV.1	Perbandingan Gelombang Teta dengan Parameter <i>Mean RT</i> .....	IV-6

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A LEMBAR KETERSEDIAAN PARTISIPAN

LAMPIRAN B REKAPITULASI *SLEEP CYCLE*

LAMPIRAN C PANDUAN PENGGUNAAN ALAT PENELITIAN

LAMPIRAN D GELOMBANG OTAK

LAMPIRAN E HASIL PERHITUNGAN *TECHNICAL ERROR OF MEASUREMENT*

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab ini akan menjabarkan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Penjabaran tersebut dapat dilihat pada subbab berikut.

### I.1 Latar Belakang Masalah

Pada saat ini alat transportasi sangat berguna bagi kelangsungan hidup setiap individu. Manfaat dari alat transportasi salah satunya untuk memudahkan setiap individu dalam melakukan perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya. Transportasi darat merupakan salah satu jenis transportasi yang paling banyak diminati. Pada saat ini alat transportasi darat yang terus berkembang dalam melayani masyarakat di Indonesia yaitu kereta api. Berdasarkan data jumlah penumpang kereta api yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (2019), menunjukkan bahwa terdapat peningkatan jumlah penumpang kereta api di Indonesia dari tahun 2013-2018 yang dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Data Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2013-2018 (ribu orang)

No.	Wilayah Kereta Api	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1.	Jabodetabek	158.483	208.496	257.531	280.589	315.854	336.799
2.	Non Jabodetabek (Jawa)	53.532	64.108	63.090	65.249	70.508	77.546
3.	Sumatera	3.995	4.904	5.324	5.981	6.907	7.784
4.	Total	216.010	277.508	325.945	351.820	393.268	422.129

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2019)

Menurut Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) (2017), menyatakan bahwa kereta api masih menjadi transportasi paling aman dengan jumlah kecelakaan yang sedikit selama tahun 2017. Meskipun jumlah kecelakaan kereta api hanya sedikit, tetapi dengan adanya korban jiwa dan angka kecelakaan menandakan bahwa masih terdapat permasalahan keselamatan dalam

perkeretaapian, sedangkan indikator utama keberhasilan penyelenggaraan layanan transportasi adalah aspek keselamatan dan keamanan. Selain itu, dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap layanan kereta api maka sangat dibutuhkan perhatian khusus mengenai kecelakaan yang terjadi pada moda transportasi kereta api. KNKT pada tahun 2018 menemukan peningkatan jumlah kecelakaan perkeretaapian dari tahun 2013-2017 yang dapat dilihat pada Tabel I.2.

Tabel I.2 Data Investigasi Kecelakaan Perkeretaapian Tahun 2013-2017

Tahun	Jumlah Kecelakaan	Korban Jiwa	
		Meninggal	Luka-Luka
2013	2	0	0
2014	6	1	3
2015	7	0	50
2016	6	1	0
2017	7	1	0
Total	28	3	53

(Sumber: KNKT, 2018)

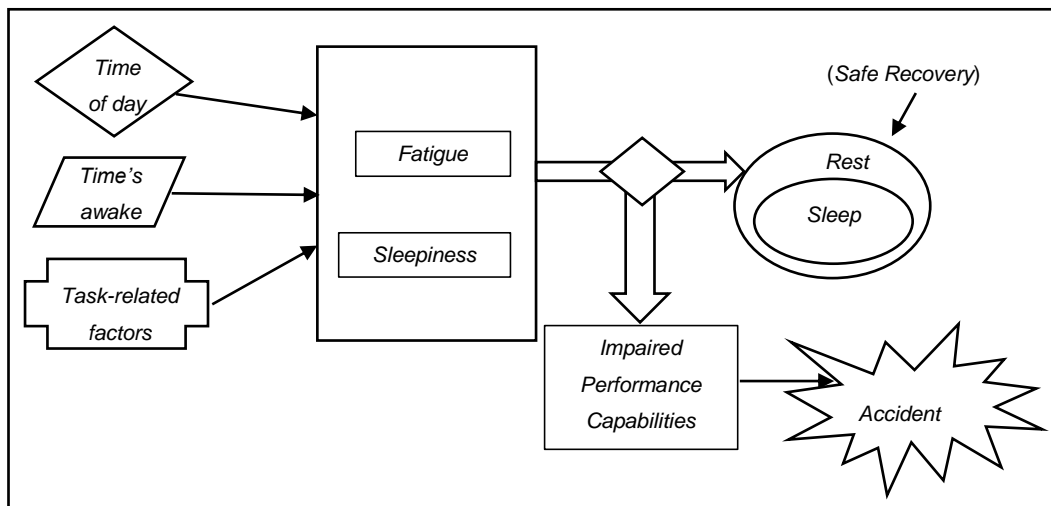
Menurut World Health Organization (2015), kecelakaan merupakan suatu kejadian yang terjadi akibat tidak adanya tindakan preventif sehingga mengakibatkan cedera. Kecelakaan adalah peristiwa yang tidak terduga, tidak diinginkan, dan dapat menyebabkan cedera, kerugian, serta kerusakan (Braurer, 2006). Berdasarkan hasil investigasi KNKT (2016), kecelakaan kereta api dapat terjadi karena beberapa faktor yaitu operator, prasarana, eksternal, sarana, dan operasional. Namun, penyebab utama terjadinya kecelakaan kereta api yaitu terkait dengan prasarana dan operator. Operator yang dimaksud yaitu masinis. Penyebab terkait prasarana menyumbang sebesar 41% dari total kecelakaan, sedangkan penyebab terkait operator menyumbang sebesar 33% dari total kecelakaan. Menurut Direktur Keselamatan Perkeretaapian Ditjen Perkeretaapian Kementerian Perhubungan (2012), kecelakaan kereta api didominasi oleh faktor *human error* karena masinis tidak melaksanakan prosedur operasi baku yang telah ditetapkan dan pengaturan dinasan yang kurang baik sehingga menimbulkan kelelahan yang mengakibatkan masinis mengantuk. Maka dari itu, untuk mendukung tercapainya keselamatan dan keamanan dalam moda transportasi kereta api diperlukan perhatian khusus pada faktor manusia.



Kecelakaan kereta api akibat manusia di Indonesia terjadi beberapa kali. Sebagai contoh yaitu kecelakaan kereta api Argo Bromo Anggrek dan Senja Utama (Hardiani, 2016). Pada kecelakaan ini masinis yang menjalankan kereta api Argo Bromo Anggrek mengantuk sehingga masinis tidak dapat mengontrol laju kereta api dan melanggar rambu tanda berhenti. Kelalaian masinis ini menyebabkan kereta api Argo Bromo Anggrek menabrak gerbong bagian belakang kereta api Senja Utama. Kecelakaan lain akibat dari faktor manusia berdasarkan laporan kereta api KNKT (2003), yaitu tumburan antara KRL 488 dan KRL 490. Pada kecelakaan ini masinis KRL 490 melanggar lampu persinyalan. Ketika sinyal berwarna merah seharusnya masinis tidak terus melajukan keretanya melainkan berhenti sampai sinyal berubah menjadi hijau. Namun, pada kecelakaan ini masinis mengabaikan sinyal tersebut sehingga terjadi tumburan.

Thiffault dan Bergeron (2003) menyatakan bahwa salah satu faktor manusia dalam kecelakaan kereta api dapat disebabkan oleh kelelahan. Ketika seseorang sedang mengalami kelelahan maka akan berdampak pada penurunan tingkat kewaspadaan dan kecepatan reaksi orang tersebut (Desai & Haque, 2006). Menurut Oken et al. (2006), kewaspadaan erat kaitannya dengan tingkat fokus atau perhatian seseorang. Kewaspadaan dapat diartikan sebagai kemampuan seseorang dalam memperhatikan dan mempertahankan keadaan untuk mendeteksi rangsangan yang tinggi (Goswami et al., 2010). Kewaspadaan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu rasa kantuk, kelelahan, dan pekerjaan yang monoton (Desai & Haque, 2006).

Menurut Williamson, Lombardi, Folkard, Stutts, Courtney, dan Connor (2011) kelelahan menjadi salah satu faktor terjadinya kecelakaan di tempat kerja. Kelelahan dapat menyebabkan penurunan performansi dan jika dibiarkan akan menyebabkan kecelakaan kerja (Williamson et al., 2011). Kelelahan yang dialami seseorang dapat ditandai dengan munculnya rasa kantuk pada orang tersebut (Williamson et al., 2011). Secara lebih sederhana kelelahan dapat didefinisikan sebagai dorongan biologis untuk melakukan istirahat dalam rangka pemulihan kondisi (Williamson et al., 2011). Gambar I.1 menunjukkan model dari hubungan kelelahan dan keselamatan menurut Williamson et al. (2011). Tiga penyebab utama kelelahan menurut Williamson et al. (2011) adalah *time of day* (berkaitan dengan ritme sirkadian), *time's awake* (durasi keterjagaan), dan *task-related factors* (faktor terkait pekerjaan).



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

Menurut Obst, Armstrong, Kerry, Smith, Simon, dan Banks (2011), pada faktor manusia penyebab kecelakaan yang paling sering terjadi yaitu terkait dengan kurangnya konsentrasi dan mengantuk. Fachrudin et al. (2015) menyatakan bahwa kantuk merupakan suatu proses yang dihasilkan dari ritme sirkadian dan kebutuhan tidur. Tidur kurang dari 5 jam dapat mengakibatkan kelelahan dan meningkatkan kesalahan dalam beraktivitas (Dorrian et al., 2011). Kekurangan tidur dalam 24 jam terakhir dapat mengakibatkan penurunan tingkat kewaspadaan dan kecepatan reaksi (Dawson et al., 2014). Kewaspadaan sendiri dapat mengalami penurunan yang diakibatkan oleh kurangnya waktu tidur (Damarany, 2012). Berdasarkan penelitian De Valck, Smeekens, dan Vantrappen (2015) menunjukkan bahwa rata-rata masinis hanya tidur selama 4,5 jam per malam. Hal tersebut mengindikasikan bahwa masinis dapat melakukan kesalahan dalam bekerja akibat kurangnya durasi tidur. Selain itu, kurang tidur menyebabkan kelelahan dan mengakibatkan kurangnya sumber daya yang tersedia sehingga dibutuhkan upaya lebih untuk menjalankan tugas (Williamson et al., 2011). Tingkat kantuk yang tidak disadari tersebut tentu sangat berisiko dan dapat mengakibatkan kecelakaan (Williamson et al., 2011). Kekurangan tidur dapat menimbulkan perampasan waktu tidur seseorang yang akan memengaruhi performansi sehingga kewaspadaannya akan berkurang (Oken et al., 2006).

Faktor lain yang dapat menyebabkan kelelahan pada masinis yaitu terkait kegiatan mengemudikan kereta api yang cenderung bersifat monoton. Kondisi monoton merupakan karakteristik yang melekat dalam industri transportasi dan

dapat berdampak buruk pada keselamatan serta efisiensi kerja (Dunn & Williamson, 2012). Menurut Dunn dan Williamson (2012), kondisi yang monoton terkait dengan karakteristik lingkungan yang tidak berubah-ubah atau berubah secara repetitif. Kondisi yang monoton berkontribusi terhadap kelelahan fisik dan mental yang dapat meningkatkan risiko keselamatan (Williamson et al., 2011). Kondisi monoton dapat dilihat dari tugas masinis yang sebagian besar berulang, terutama ketika masinis sudah terbiasa dengan rute yang akan dilalui sehingga sangat dibutuhkan kewaspadaan dalam mengemudikan kereta api (De Valck et al., 2015). Kondisi monoton terkait pekerjaan mengemudikan kereta pun dapat diketahui dari kegiatan masinis yang hanya mengendalikan tuas kecepatan serta rem dan dilakukan secara berulang tanpa mengendalikan posisi lateral kereta (kemudi) (Dunn & Williamson, 2012).

Kondisi yang monoton dapat menyebabkan penurunan gairah dan kewaspadaan sehingga akan menurunkan performansi (Dunn & Williamson, 2012). Salah satu hal yang menandai munculnya kelelahan adalah menurunnya performansi kerja, tetapi hal ini seringkali tidak disadari oleh seorang individu. Turunnya performansi kerja akan berdampak terhadap keselamatan kerja sehingga kelelahan yang dialami oleh masinis perlu dipertimbangkan lebih dalam. Kelelahan telah diidentifikasi sebagai faktor penyebab kecelakaan, cedera, dan kematian individu yang cenderung menghasilkan kinerja dan tindakan yang kurang aman (Williamson et al., 2011).

Perubahan performansi akibat kelelahan dapat diukur menggunakan suatu alat. Pengukuran ini merupakan salah satu upaya dalam meminimasi risiko terjadinya kecelakaan. Pengukuran tersebut dilakukan dengan pengujian yang disebut sebagai *fitness-for-duty test*. *Fitness-for-duty test* digunakan untuk menilai apakah individu memiliki kewaspadaan yang cukup sebelum siklus kerja dimulai (Balkin et al., 2011). Alat ukur yang dapat digunakan adalah *Psychomotor Vigilance Task* (PVT). PVT sensitif terhadap kelelahan yang disebabkan oleh kantuk dan kurangnya jam tidur (Jewett et al., 1999). Menurut Van Dongen et al. (2003), PVT telah lama dianggap sebagai standar emas dalam mengukur performansi psikomotorik serta dinyatakan sensitif terhadap perubahan kondisi akibat kekurangan tidur dan gangguan ritme sirkadian. Menurut Basner dan Dinges (2011), PVT merupakan salah satu alat yang paling sensitif terhadap

penurunan kinerja terkait kantuk dan memiliki karakteristik yang praktis untuk digunakan dalam lingkungan operasional.

PVT menghasilkan beberapa parameter yaitu *mean RT (reaction time)*, *number of lapses*, *fastest 10%*, dan *slowest 10%* (Basner & Dinges, 2011). Penelitian yang dilakukan adalah untuk menentukan tingkat keandalan dan parameter terbaik dari PVT yang dapat memperkirakan tingkat kantuk. Pengujian tingkat keandalan dilakukan pada kondisi kekurangan tidur dan kondisi monoton. Parameter terbaik dari PVT dipilih berdasarkan nilai korelasi tertinggi dengan tingkat kantuk. PVT dianggap mampu mendeteksi kelelahan berdasarkan penurunan performansi, tetapi belum ada penelitian yang menentukan dengan pasti parameter terbaik dari PVT.

## **I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan pada subbab sebelumnya diketahui bahwa minat masyarakat Indonesia terhadap moda transportasi kereta api terus meningkat setiap tahunnya, tetapi masih terdapat kecelakaan kereta api di Indonesia. Salah satu penyebab kecelakaan kereta api yaitu dari faktor manusia. Pada faktor manusia kecelakaan terjadi karena adanya kelelahan pada masinis. Faktor kelelahan yang tidak teridentifikasi merupakan hal yang dapat membahayakan bagi masinis maupun pengguna kereta api. Kecelakaan akibat kelelahan dapat diantisipasi dengan menggunakan suatu alat yang mampu memperkirakan kantuk. Salah satu alat tersebut yaitu *Psychomotor Vigilance Task (PVT)*. PVT telah terbukti sensitif terhadap berbagai bentuk kekurangan tidur dan memiliki keuntungan berupa tidak adanya *learning curve* (Basner & Dinges, 2011). PVT secara konsisten dan reliabel dapat mendeteksi penurunan kinerja yang dihasilkan dari kekurangan tidur dan ritme sirkadian (Dawson et al., 2014). Penelitian ini akan berfokus untuk menentukan tingkat keandalan dan parameter PVT berdasarkan tingkat kantuk.

Penelitian sebelumnya sudah menggunakan PVT sebagai alat dalam mendeteksi kelelahan. Namun, dalam Louis (2017) parameter yang digunakan hanya  $1/RT$  dan *number of lapses*, karena itu dalam penelitian ini akan menggunakan keempat parameter yang dihasilkan dari PVT yaitu *mean RT*, *number of lapses*, *fastest 10%*, dan *slowest 10%*. Penelitian Louis (2017) tidak mempertimbangkan kondisi monoton dan kekurangan tidur. Selain itu, dalam

penelitian Louis (2017) pengambilan data PVT tidak menggunakan simulator mengemudi ataupun simulator kereta. Posisi dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel I.3.

Tabel I.3 Posisi Penelitian

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1.	De Valck et al. (2015)	Mencari prosedur untuk deteksi dini terkait masalah psikologis yang dapat memengaruhi kemampuan kognitif dalam mengemudikan kereta api.	Dilakukan pemeriksaan terkait faktor performansi dan tes memori pada sekitar 1.266 masinis yang akan menjalani sertifikasi ulang. Tes dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pola dari masalah psikologis.	Dihasilkan bahwa terdapat 9% dari masinis yang membutuhkan pemeriksaan lebih lanjut terkait masalah psikologis. Selain itu, sebanyak 1,5% dinyatakan tidak layak mengemudi dikarenakan masalah <i>sleep disorder</i> , jam kerja yang tidak normal, stres, dan depresi.
2.	Louis (2017)	Menentukan batas nilai parameter kecepatan reaksi pada PVT untuk pengujian kebugaran kerja.	Penelitian dilakukan pada 32 partisipan pria dengan rentang usia 18-25 tahun. Penelitian diawali dengan mengambil data BMI, temperatur tubuh, durasi tidur, dan efisiensi tidur. Pengujian PVT dilakukan selama 5 menit bersamaan dengan diambilnya data gelombang otak menggunakan EEG.	Ditemukan bahwa durasi tidur berpengaruh dominan terhadap parameter PVT. Selain itu, kedua parameter PVT memiliki kemampuan yang sama dalam mendeteksi kelelahan berdasarkan EEG. Namun, hanya 1/RT yang memiliki nilai ICC yang tinggi. Rentang batas kecepatan reaksi parameter 1/RT untuk kondisi cukup tidur (7-9 jam) adalah 2,33-2,57 reaksi/detik, sedangkan untuk parameter <i>number of lapses</i> kondisi cukup tidur (7-9 jam) adalah 1-4 <i>lapses</i> .
3.	Levin (2017)	Menentukan nilai acuan <i>critical flicker fusion frequency</i> (CFFF) untuk pengujian kewaspadaan dengan <i>flicker</i> .	Penelitian dilakukan pada 31 orang pria dengan rentang usia 18-25 tahun. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data CFFF dan gelombang otak, kemudian dilakukan pengukuran durasi tidur, kualitas tidur, BMI, dan temperatur tubuh.	Dihasilkan bahwa faktor durasi tidur memiliki hubungan yang signifikan dengan nilai CFFF. Nilai acuan CFFF untuk durasi tidur 5-7 jam yaitu 42,7-49,6 Hz, sedangkan untuk durasi tidur 7-9 jam yaitu >49,6-56,8 Hz.

(lanjut)

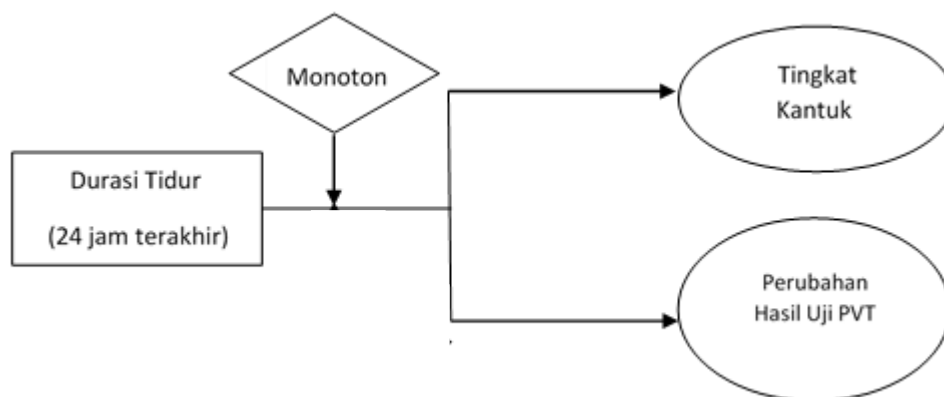
Tabel I.3 Posisi Penelitian (lanjutan)

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
4.	Budiyanto (2017)	Menentukan uji memori berdasarkan <i>electroencephalography</i> (EEG) untuk pengujian kebugaran kerja.	Terdapat tiga uji memori yaitu <i>corsi block-tapping task</i> , <i>digit span</i> , dan <i>working memory test</i> . Penentuan uji memori dilakukan dengan membandingkan hasil uji korelasi memori dengan EEG. Penelitian dilakukan terhadap 18 orang partisipan pria berusia 18-25 tahun dengan durasi tidur yang berbeda yaitu <5jam, 5-7 jam, dan 7-9 jam.	Dihasilkan bahwa <i>corsi block-tapping task</i> dan <i>working memory test</i> dipilih untuk digunakan dalam pengujian kebugaran kerja karena memiliki nilai korelasi yang tinggi terhadap EEG dengan nilai reliabilitas yang baik.
5.	Achmad (2019)	Menentukan keandalan dan parameter PVT berdasarkan tingkat kantuk pada kondisi kekurangan tidur dan aktivitas mengemudi monoton di simulator kereta.	Penelitian dilakukan pada partisipan dengan rentang usia 18-25 tahun. Penelitian dilakukan selama 2 jam dengan menggunakan simulator kereta. Pengambilan data PVT dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan setelah simulasi. Pengambilan data gelombang otak menggunakan Muse EEG 2 selama simulasi dilakukan.	-

Penelitian ini akan terdiri dari dua kondisi durasi tidur yaitu kondisi kekurangan tidur (2-4 jam) dan cukup tidur (7-9 jam). Williamson et al. (2011) menyatakan bahwa salah satu faktor yang memengaruhi kelelahan adalah durasi tidur dalam 24 jam terakhir. Durasi tidur yang baik bagi orang dewasa adalah 7-9 jam (Hirshkowitz et al., 2015). Jika seseorang tidur kurang dari 5 jam, maka dapat dikatakan kekurangan tidur (Dawson & McCulloch, 2005). Selain itu, penelitian ini dilakukan pada kondisi jalan yang monoton. Hal tersebut dikarenakan kondisi

monoton dapat berkontribusi terhadap kelelahan fisik dan mental (Williamson et al., 2011).

Penelitian ini akan melibatkan dua *level* faktor durasi tidur dalam 24 jam terakhir yaitu durasi tidur 7-9 jam dan 2-4 jam yang mengacu pada Hirshkowitz et al. (2015) serta Dawson dan McCulloch (2005). Durasi mengemudi dilakukan selama 120 menit pada kondisi yang monoton. Kondisi monoton diatur berdasarkan kegiatan partisipan yang hanya mengatur kecepatan hingga stasiun akhir tanpa melakukan pemberhentian di stasiun yang dilewati. Variabel terikat yang akan diteliti yaitu mengenai perubahan hasil uji PVT dan tingkat kantuk. Penelitian yang akan dilakukan memiliki model konseptual seperti pada Gambar I.2.



Gambar I.2 Model Konseptual Penelitian

Persyaratan usia masinis berdasarkan PT. Kereta Api Indonesia yaitu 18-25 tahun (<https://recruitment.kai.id/job-profile>), maka penelitian ini akan mengikutsertakan partisipan dengan rentang umur 18-25 tahun. Kemudian berdasarkan Dunn dan Williamson (2012), dikatakan bahwa tidak terdapat pengaruh profesi pada partisipan sehingga penelitian dilakukan dengan menggunakan partisipan nonmasinis. Penelitian dilakukan dengan menggunakan simulator kereta selama 120 menit. Durasi simulasi diatur selama 120 menit berdasarkan penelitian Dorrian et al. (2007) yang menghabiskan sekitar 100 menit untuk simulasi dan 20 menit untuk pengukuran. Pada penelitian ini durasi simulasi dilakukan selama 120 menit di luar waktu pengukuran. Penggunaan simulator bertujuan agar partisipan dapat dikontrol dengan lebih mudah dan tidak akan

membahayakan partisipan. Sesuai dengan yang dinyatakan Dunn dan Williamson (2012) bahwa penggunaan simulator berkaitan dengan risiko keselamatan partisipan yang tidak dapat dibiarkan bila penelitian dilakukan di dunia nyata. Selain itu, penggunaan simulator telah divalidasi oleh Shechtman et al. (2009) yang menyatakan bahwa terdapat persamaan tren kesalahan pada pengemudi dalam simulasi maupun kondisi nyata.

Program yang digunakan dalam penelitian ini bernama *Train Simulator 2017 Pioneers Edition* terbitan Dovetail Games yang dirilis pada 17 Oktober 2016. Selain itu, digunakan *controller* simulator kereta yaitu *RailDriver Desktop Cab Controller* dengan model RD-91-MDT-R yang didesain di Amerika oleh PI Engineering. *Controller* ini digunakan sebagai penggerak simulator seperti untuk memajukan dan memundurkan kereta, menaikan dan menurunkan kecepatan, rem, dan lain-lain. Pada *controller* ini partisipan akan menggunakan dua fungsi utama yaitu tuas kecepatan dan rem.

Pengujian PVT akan dilakukan selama 5 menit, hal tersebut didukung berdasarkan penelitian Roach et al. (2006) yang mengatakan bahwa pengujian PVT 5 menit dinyatakan valid dan sensitif. Pengujian PVT akan dilakukan pada menit ke-0 dan ke-120. Pengujian PVT pada menit ke-0 dilakukan untuk mengetahui apakah alat andal pada kondisi kekurangan tidur. Pengujian PVT pada menit ke-120 dilakukan untuk mengetahui apakah alat andal pada kondisi monoton dengan melakukan perhitungan selisih PVT menit ke-120 dan menit ke-0. Sebelum instrumen pengukuran atau alat penilaian dapat digunakan lebih lanjut dalam sebuah penelitian maka keandalannya (reliabilitas) harus ditetapkan terlebih dahulu (Koo & Li, 2016). Keandalan didefinisikan sebagai sejauh mana pengulangan pengukuran dapat menghasilkan hasil yang sama (Koo & Li, 2016). Pengujian keandalan dilakukan dengan metode *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC). Metode ICC dipilih karena mampu menunjukkan korelasi dan kesepakatan (*agreement*) antar pengukuran sehingga dapat memberikan ukuran keandalan yang lebih baik. Pengujian keandalan dapat dilakukan juga dengan metode *Bland-Altman* dan *Pearson Correlation*, tetapi *Bland-Altman* merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis kesepakatan (*agreement*) dan *Pearson Correlation* hanya mampu menunjukkan ukuran korelasi sehingga kedua metode tersebut merupakan ukuran keandalan nonideal (Koo & Li, 2016). Uji keandalan akan menggunakan sebanyak tiga pengulangan pengukuran. Pada penelitian ini tidak



dapat digunakan data dari penelitian yang sedang berjalan bersamaan karena tingkat keandalan suatu alat hanya dapat andal pada suatu kondisi tertentu. Pada penelitian ini keandalan PVT akan berkaitan dengan kondisi kekurangan tidur dan kondisi yang monoton dengan dilakukannya pengulangan pengukuran sebanyak tiga kali. Penelitian lain yang berkaitan dengan PVT menggunakan kondisi yang berbeda sehingga data yang diperoleh dari penelitian lain tidak dapat digunakan untuk menentukan tingkat keandalan PVT.

Parameter PVT yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *mean RT*, *number of lapses*, *fastest 10%*, dan *slowest 10%*. *Mean RT* menunjukkan rata-rata waktu reaksi yang dapat direspon seseorang. *Number of lapses* menunjukkan jumlah reaksi yang lebih besar atau sama dengan 500 milidetik. *Fastest 10%* dan *slowest 10%* merupakan 10% data waktu tercepat atau waktu terlambat yang selanjutnya dirata-rata.

*Psychomotor Vigilance Task* (PVT) merupakan alat uji kebugaran kerja berdasarkan kemampuan otak untuk mempertahankan perhatian secara terus menerus dan merespon rangsangan secepat mungkin. PVT berkaitan dengan unsur motorik dan tidak benar-benar langsung mengukur kondisi otak. Maka dari itu, penentuan parameter dari PVT membutuhkan alat yang langsung berkaitan dengan kondisi otak. Alat tersebut yaitu *electroencephalography* (EEG). EEG sering digolongkan sebagai standar emas dalam menentukan tingkat kesadaran seseorang dari kondisi sadar hingga mengantuk (Johnson et al., 2011). Pengukuran aktivitas gelombang otak sering disebut sebagai cara yang efektif untuk menilai kelelahan (Balkin et al., 2011). Semakin tinggi tingkat kantuk seseorang, tingkat kewaspadaannya juga akan semakin berkurang yang dapat dilihat dalam perubahan EEG (Oken et al., 2006).

Menurut Surangsirat dan Intarapanich (2015), analisis sinyal EEG dapat dikelompokkan ke dalam *bands* frekuensi. Frekuensi kurang dari 4 Hz disebut delta, frekuensi antara 4-8 Hz disebut teta, frekuensi antara 8-13 Hz disebut alfa, dan frekuensi antara 13-35 Hz disebut beta (Jap et al., 2011). EEG merupakan salah satu alat yang prediktif dan andal dalam mengukur tingkat kewaspadaan (Lal & Craig, 2001). Pengambilan data gelombang otak akan menggunakan Muse EEG 2 selama simulasi dilakukan. Penggunaan Muse EEG 2 didasarkan pada pendapat Teo dan Chia (2018) yang menyatakan bahwa Muse sangat mudah diakses karena nirkabel, ringan, fleksibel, dapat disesuaikan, dan mudah dipakai.

Basner dan Dingus (2011) menyatakan bahwa kurangnya waktu tidur dapat menyebabkan perubahan performansi PVT seperti meningkatnya waktu reaksi dan *number of lapses* dimana kedua efek tersebut akan meningkat seiring dengan lamanya durasi pekerjaan. Dorrian et al. (2007) menyatakan bahwa jika terjadi peningkatan waktu reaksi pada PVT maka hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan kelelahan.

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Berapa tingkat keandalan PVT pada eksperimen simulator kereta dengan memperhatikan kondisi partisipan yang kurang tidur dan kondisi monoton?
2. Manakah parameter terbaik dari PVT yang berkorelasi kuat dengan tingkat kantuk?

### **I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian**

Pembatasan masalah dan asumsi dibutuhkan dalam sebuah penelitian. Batasan masalah dibutuhkan agar penelitian dapat terarah dan fokus pada permasalahan yang akan diamati. Batasan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Partisipan berjenis kelamin pria dengan rentang umur 18-25 tahun.
2. Partisipan telah mengalami dua kondisi durasi tidur pada malam sebelumnya yaitu kurang tidur selama 2-4 jam dan cukup tidur selama 7-9 jam.
3. Penelitian dilakukan di dalam ruang Laboratorium APK & E dengan menggunakan *train simulator* selama 120 menit.
4. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan dua buah alat ukur yaitu PC-PVT 2.0 dan Muse EEG 2.
5. Pengambilan data *mean RT*, *number of lapses*, *fastest 10%*, dan *slowest 10%* menggunakan PC-PVT 2.0 selama 5 menit yang dilakukan di menit ke-0 dan ke-120.
6. Pengambilan data gelombang otak menggunakan Muse EEG 2.
7. Pengambilan data dilakukan pada rentang waktu sebelum pukul 13.00 WIB untuk menghindari efek *time-of-day fatigue* akibat ritme sirkadian (Dunn & Williamson, 2012).

8. Pengambilan data dilakukan pada suhu ruangan yang berada di rentang 18°C-28°C (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2002).
9. Partisipan yang terlibat dalam penelitian tidak berada di bawah pengaruh kafein, alkohol, dan obat-obatan.
10. Kecepatan mengemudi kereta api akan mengikuti rambu dan petunjuk batas kecepatan yang terdapat pada program.

Selain itu terdapat beberapa asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Kondisi yang terjadi pada *train simulator* dianggap merepresentasikan kondisi nyata pada pengemudi kereta sebenarnya.
2. Partisipan tidak mengalami gangguan kesehatan dan dalam kondisi yang baik saat penelitian dilakukan.
3. Aktivitas di luar jam pengumpulan data yang dilakukan oleh partisipan dianggap tidak memengaruhi hasil penelitian.
4. Ritme sirkadian dari partisipan dianggap tidak memengaruhi hasil penelitian.
5. Faktor lingkungan lain seperti pencahayaan, kelembapan, dan getaran mekanis berada pada kondisi normal dan konstan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai. Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan seberapa besar tingkat keandalan PVT pada eksperimen simulator kereta dengan memperhatikan kondisi partisipan yang kurang tidur dan kondisi monoton.
2. Menentukan parameter terbaik dari PVT yang berkorelasi kuat dengan tingkat kantuk.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian yang dilakukan dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak antara lain sebagai berikut:

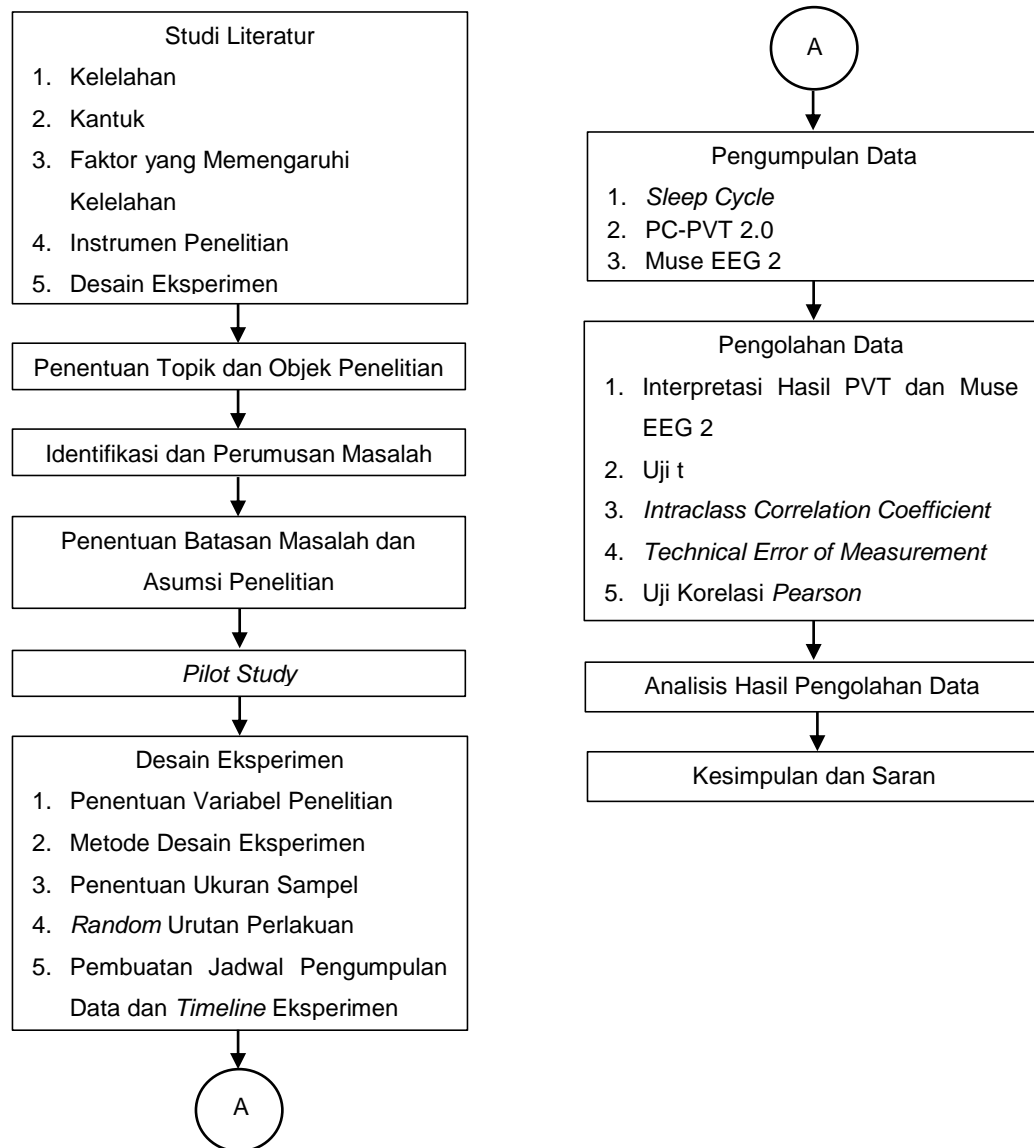
1. Sebagai referensi untuk memperkirakan tingkat kantuk dalam bekerja pada kondisi kekurangan tidur dan kondisi monoton berdasarkan parameter terbaik dari PVT.
2. Sebagai upaya untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan akibat faktor manusia.
3. Sebagai referensi bagi pembaca dalam melakukan penelitian lebih lanjut mengenai manajemen kelelahan yang berkaitan dengan penggunaan PVT.

## **I.6 Metodologi Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan sebuah tahapan sistematis agar dapat berjalan dengan baik. Tahapan sistematis mengenai penelitian akan dibahas pada bagian ini. Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar I.3. Penjelasan mengenai tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. **Studi Literatur**  
Studi literatur merupakan tahapan awal dalam penelitian ini. Studi literatur menjadi tahapan awal untuk memperoleh informasi atau teori sebelum dapat mengetahui pokok penelitian lebih jauh. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk mendapatkan rujukan mengenai penelitian yang dilakukan.
2. **Penentuan Topik dan Objek Penelitian**  
Tahapan selanjutnya yaitu penentuan topik dan objek penelitian. Penentuan topik dan objek penelitian dilakukan berdasarkan teori dan informasi yang telah diperoleh dalam tahap studi literatur. Topik penelitian ditentukan berdasarkan penelitian yang masih dapat untuk dikembangkan atau diteliti lebih dalam, sedangkan objek penelitian ditentukan berdasarkan meningkatnya minat masyarakat akan layanan kereta api namun masih terjadi peningkatan angka kecelakaan kereta api.
3. **Identifikasi dan Perumusan Masalah**  
Tahapan berikutnya adalah identifikasi dan perumusan masalah. Identifikasi masalah menjelaskan mengenai hal apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian dan menjelaskan mengapa penelitian tersebut penting untuk dilakukan. Perumusan masalah dibuat berdasarkan

identifikasi masalah yaitu berupa pertanyaan-pertanyaan yang akan dijawab dengan metode penelitian yang telah dipilih.



Gambar I.3 Metodologi Penelitian Keandalan dan Parameter PVT

4. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Tahap selanjutnya yaitu penentuan batasan masalah dan asumsi penelitian. Tahap ini dilakukan untuk mendukung identifikasi dan rumusan masalah yang telah dibuat. Batasan ditentukan agar penelitian dapat fokus pada tujuan yang ingin dicapai, sedangkan asumsi penelitian

bertujuan untuk menggambarkan keadaan penelitian yang sesungguhnya.

5. *Pilot Study*

Tahapan ini dilakukan untuk memastikan alat-alat yang digunakan berfungsi dan dapat menghasilkan data yang dibutuhkan sebelum pengumpulan data dilakukan. Alat-alat yang akan dipastikan berfungsi sesuai yang diharapkan meliputi Muse EEG 2 dan *Psychomotor Vigilance Task* (PVT). Selain itu, partisipan yang terlibat dalam penelitian juga akan menjalani *pilot study* terhadap simulator kereta. Partisipan akan diperkenalkan pada kontrol, teknik, dan standar mengemudi kereta menggunakan simulator kereta.

6. Desain Eksperimen

Pada tahap ini akan menjabarkan mengenai keseluruhan proses penelitian yang akan dilakukan. Penelitian yang dilakukan berupa eksperimen dalam laboratorium sehingga sejumlah variabel perlu didefinisikan dan dikontrol untuk menjamin hasil penelitian yang diharapkan. Variabel bebas yang diteliti dalam eksperimen ini yaitu durasi tidur yang terdiri dari dua *level*. Partisipan akan diminta untuk mengalami kondisi kurang tidur yaitu 2-4 jam dan kondisi cukup tidur yaitu 7-9 jam. Variabel terikat yang akan diteliti yaitu perubahan hasil uji PVT dan tingkat kantuk. Penggunaan PVT akan menghasilkan empat parameter yaitu *mean RT*, *number of lapses*, *fastest 10%*, dan *slowest 10%*. Selain itu, dalam penelitian ini digunakan teknik *within-subject design*. Penggunaan teknik ini dikarenakan setiap partisipan akan menjalani simulasi untuk semua jenis perlakuan. Kemudian terdapat *random* urutan perlakuan yang bertujuan untuk memastikan perlakuan yang diberikan bersifat acak.

7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data akan melibatkan *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) dan Muse EEG 2. Pengumpulan data menggunakan PVT dilakukan selama 5 menit pada menit ke-0 dan ke-120, sedangkan pengumpulan data Muse EEG 2 dilakukan selama simulasi berjalan. Pengumpulan data durasi tidur akan menggunakan aplikasi *sleep cycle*.

8. Pengolahan Data  
Berdasarkan tahap pengumpulan data kemudian dilakukan interpretasi data untuk setiap jenis alat ukur yang digunakan. Data dari Muse EEG 2 akan diproses dalam gelombang teta relatif, sedangkan data yang dihasilkan dari PVT akan diolah menjadi empat parameter yaitu *mean RT*, *number of lapses*, *fastest 10%*, dan *slowest 10%*.
9. Analisis Hasil Pengolahan Data  
Tahapan berikutnya dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis yang dilakukan menyangkut tingkat keandalan dan parameter terbaik dari PVT yang memiliki nilai korelasi tertinggi dengan tingkat kantuk.
10. Kesimpulan dan Saran  
Tahap terakhir dari penelitian ini yaitu kesimpulan dan saran. Pada tahap ini akan menjawab rumusan masalah dan memberi masukan bagi penelitian selanjutnya.

#### **I.7 Sistematika Penulisan**

Penelitian ini akan terbagi ke dalam lima bab. Kelima bab itu terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, serta kesimpulan dan saran. Penjelasan singkat mengenai kelima bab tersebut adalah sebagai berikut.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan berisikan 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**

Pada tinjauan pustaka akan berisikan mengenai teori-teori untuk menunjang penelitian ini. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan akan dikumpulkan sejumlah teori untuk dijadikan landasan dan pedoman dalam memecahkan masalah yang diteliti.

### **BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan berisikan mengenai variabel yang digunakan dalam penelitian serta perlakuan-perlakuan yang digunakan. Selain itu, bab ini akan membahas mengenai hal-hal apa saja yang dilakukan selama pengumpulan dan pengolahan data dalam penelitian.

### **BAB IV ANALISIS**

Berdasarkan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya kemudian dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh. Analisis akan berkaitan dengan tingkat keandalan dan parameter PVT.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab terakhir dari penelitian ini yaitu kesimpulan dan saran. Kesimpulan dibuat untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada bab ini juga akan berisikan saran mengenai informasi untuk penelitian selanjutnya karena adanya kekurangan dan keterbatasan dalam penelitian.