

**PENENTUAN SELANG WAKTU UJI KEWASPADAAN
DENGAN PC-PVT 2.0 PADA DURASI TIDUR YANG
DIBATASI: STUDI DI SIMULATOR KERETA**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Kevin Aditya

NPM : 2016610172



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2020**

**PENENTUAN SELANG WAKTU UJI KEWASPADAAN
DENGAN PC-PVT 2.0 PADA DURASI TIDUR YANG
DIBATASI: STUDI DI SIMULATOR KERETA**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Kevin Aditya

NPM : 2016610172



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2020**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Kevin Aditya
NPM : 2016610172
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : PENENTUAN SELANG WAKTU UJI KEWASPADAAN
DENGAN PC-PVT 2.0 PADA DURASI TIDUR YANG
DIBATASI: STUDI DI SIMULATOR KERETA

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, September 2020

Ketua Program Studi Teknik Industri

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

Pembimbing

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



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Kevin Aditya
NPM : 2016610172

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**" PENENTUAN SELANG WAKTU UJI KEWASPADAAN DENGAN PC-PVT 2.0
PADA DURASI TIDUR YANG DIBATASI: STUDI DI SIMULATOR KERETA"**

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

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

Bandung, 31 Agustus 2020

Kevin Aditya
NPM : 2016610172

ABSTRAK

Kereta api merupakan salah satu moda transportasi yang diandalkan oleh masyarakat Indonesia. Setiap tahunnya, pengguna kereta api di Indonesia selalu mengalami peningkatan, namun masih terdapat masalah kecelakaan dari tahun ke tahun yang dapat menyebabkan banyaknya kematian serta kerugian materi. Sebagian besar kecelakaan di lingkup perkeretaapian disebabkan oleh kesalahan manusia. Kesalahan manusia tersebut diakibatkan karena faktor kelelahan. Manifestasi dari kelelahan akan menyebabkan kantuk. Selain itu, monotonitas yang merupakan karakteristik pekerjaan akan meningkatkan kelelahan fisik dan mental yang dapat meningkatkan risiko keselamatan. Akibat dari faktor kantuk, kelelahan, dan monotonitas tersebut menyebabkan kewaspadaan menurun. Penurunan kewaspadaan akan berdampak pada turunnya performansi kerja yang juga berhubungan dengan keselamatan kerja. Penurunan kewaspadaan dapat diukur dengan menggunakan PC-PVT 2.0. Tujuan penelitian ini adalah menentukan selang waktu pengujian kewaspadaan dengan PC-PVT 2.0 pada durasi tidur yang dibatasi.

Penelitian ini dilakukan dengan simulator kereta api yang melibatkan 6 orang partisipan dengan durasi simulasi selama 120 menit dalam kondisi terkontrol. Setiap partisipan mengalami 6 perlakuan untuk durasi tidur kurang dan cukup serta selang waktu uji setiap 30, 60 dan 120 menit. Selama melakukan simulasi, akan dilakukan juga pengukuran denyut jantung dengan menggunakan *Fitbit*. Tingkat kewaspadaan diukur dengan *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) dengan durasi 5 menit yang hasilnya adalah rata-rata waktu reaksi dan persentase *minor lapses*. Performansi mengemudi diukur dari persentase *speeding*. Kondisi fisiologis akan diukur dengan rata-rata denyut jantung.

Hasil pengukuran diolah dengan menggunakan *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) dan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk menentukan ada tidaknya pengaruh dari variabel durasi tidur dan selang waktu uji terhadap rata-rata waktu reaksi, persentase *minor lapses*, persentase *speeding*, dan rata-rata denyut jantung. Dengan nilai $\alpha = 0,05$, hasil uji ANOVA selang waktu uji untuk rata-rata waktu reaksi menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,006. Pengujian dilanjutkan dengan uji *Post-Hoc*, untuk menentukan selang waktu uji terbaik. Terdapat perbedaan yang signifikan antara selang waktu uji 60 menit dengan 120 menit, hal tersebut berdasarkan nilai signifikansi sebesar 0,006.

Pengujian MANOVA dan ANOVA menghasilkan selang waktu uji berpengaruh terhadap rata-rata waktu reaksi. Hasil uji *Post-Hoc* yang menunjukkan nilai rata-rata waktu reaksi terbaik adalah selang waktu uji 60 menit yaitu sebesar 336,886 ms. Dengan tidak adanya interaksi antara selang waktu uji dengan durasi tidur, maka menunjukkan selang waktu uji pengujian kewaspadaan terbaik dengan PC PVT 2.0 pada durasi tidur kurang maupun cukup adalah 60 menit.

Kata Kunci : Tingkat Kewaspadaan, Selang Waktu Uji, PC PVT 2.0

ABSTRACT

Train is one of the transportation that people relied on in Indonesia. Every year, train users in Indonesia always increasing, but there are still problems of accidents that causing many deaths and material losses. Most of the accidents in the railways are caused by human error. Human error is caused by fatigue. The manifestation of fatigue will cause drowsiness. Furthermore, monotony which is the characteristic of this work, will increase physical and mental fatigue, which can increase safety risks. As a result of the drowsiness, fatigue, and monotony, it causes the decrease of vigilance. Decreased vigilance will have an impact on decreased work performance which is also related to work safety. Decreased vigilance can be measured using PC-PVT 2.0. The aim of this study is to determine the time interval for vigilance testing with PC-PVT 2.0 on a limited sleep duration.

This research was conducted with a train simulator involving 6 participants with a simulation duration of 120 minutes under controlled conditions. Each participant experienced 6 treatments for insufficient and sufficient sleep duration and test intervals every 30, 60 and 120 minutes. During the simulation, each participants will use Fitbit to track the heartrate. The level of vigilance was measured by the Psychomotor Vigilance Task (PVT) with a duration of 5 minutes and the result for this test is the mean reaction time and the percentage of minor lapses. Driving performance is measured from the speeding percentage. Physiological conditions will be measured by the mean heart rate.

The measurement results are processed using Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) and Analysis of Variance (ANOVA) to determine whether there is an effect of sleep duration and interval test variable on mean reaction time, minor lapses percentage, speeding percentage, and mean heart rate. With a value of $\alpha = 0.05$, the ANOVA interval test results for the mean reaction time produce a significance value of 0.006. The test is followed by a Post-Hoc test, to determine the best interval test. There is a significant difference between the interval test of 60 minutes and 120 minutes, this result is based on the significance value of 0.006.

MANOVA and ANOVA testing for interval test show that interval test has an effect on the mean reaction time. The result of the Post-Hoc test showed that the best mean reaction time is the 60-minute interval test with 336.886 ms for the score. In the absence of an interaction between the interval test and sleep duration, it shows that the best time to vigilance test with PC PVT 2.0 for insufficient or sufficient sleep duration is 60 minutes.

Key Words : *Vigilance Level, Interval Test, PC-PVT 2.0*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat penyertaannya, laporan skripsi dengan judul “Penentuan Selang Waktu Uji Kewaspadaan dengan PC-PVT 2.0 Pada Durasi Tidur yang Dibatasi: Studi di Simulator Kereta” dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Laporan ini disusun sebagai syarat kelulusan dari Program Studi Sarjana Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Selama proses penyusunan laporan skripsi ini, tentu banyak cobaan dan hambatan yang menerpa. Hal ini tentu tidak dapat dilakukan sendiri oleh penulis tanpa adanya keterlibatan pihak-pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini 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 selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pembelajaran, ilmu, waktu, tenaga, dan masukan untuk seluruh proses penelitian dan pembelajaran selama penulis menjadi mahasiswa.
2. Bapak Dr. Thedy Yogasara, ST, M.EngSc. dan Bapak Fran Setiawan, S.T., M.SC. selaku dosen penguji proposal yang telah memberikan kritik dan saran dalam pembuatan skripsi ini.
3. Ibu Loren Pratiwi, S.T., M.T. dan Ibu Cherish Rikardo, S.Si., M.T. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan kritik dan saran dalam pembuatan skripsi ini.
4. Orang tua penulis yang memberikan kesempatan bagi penulis untuk menempuh studi S1 beserta dengan dorongan dan doa yang selalu diberikan.
6. Segenap keluarga yang telah memberikan dukungan dan semangat bagi penulis dalam menyusun skripsi.
7. Marielle Venita, Ayu Pramiasih, Eric Novaldy, dan Kevin Fernando yang telah turut berperan membantu dengan membagi ilmu kepada penulis dalam penyusunan laporan

8. Enrico, Samuel Shan, Kevin Fernando, Gredy Prasetya, dan Eric yang bersedia menjadi partisipan pada penelitian ini.
9. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc. selaku dosen wali yang telah membantu memberi saran dan dukungan dari awal perkuliahan dan proses penelitian ini.
10. 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, 31 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	I-6
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-9
I.4 Tujuan Penelitian	I-10
I.5 Manfaat Penelitian	I-10
I.6 Metodologi Penelitian	I-11
I.7 Sistematika Penulisan	I-18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Kelelahan	II-1
II.2 Penyebab Kelelahan	II-1
II.3 Kantuk	II-3
II.4 Kewaspadaan	II-3
II.5 Kondisi Jalan	II-3
II.6 Perancangan Eksperimen	II-4
II.6.1 Penentuan Jumlah Partisipan	II-4
II.7 Data Kualitas Tidur dengan <i>Fitbit</i>	II-7
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Perancangan Eksperimen	III-1
III.1.1 Variabel Penelitian	III-2
III.1.2 Penentuan Partisipan	III-4
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 PVT	III-12
III.2.2 Pengolahan Data Performansi	III-13
III.2.3 Pengolahan Data Denyut Jantung.....	III-14
III.2.4 Pengolahan Data Kualitas Tidur.....	III-15
III.2.5 Pengujian Asumsi <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA).....	III-17
III.2.5.1 Pengujian Normalitas.....	III-17
III.2.5.2 Pengujian Homogentias Matriks Varian Kovarians.....	III-19
III.2.5.3 Pengujian Multikolinearitas.....	III-20
III.2.5.4 Pengujian Outlier Multivariat.....	III-21
III.2.6 Pengujian <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA)	III-24
III.2.7 Pengujian Asumsi <i>Multivariate Analysis of Covariance</i> (MANCOVA)	III-27
III.2.7.1 Uji Normalitas.....	III-28
III.2.7.2 Uji Homogenitas.....	III-29
III.2.7.3 Ada Hubungan Linear antara Variabel Dependen dengan Variabel Konkomitan.....	III-29
III.2.7.4 Uji <i>Homogeneity of Regression</i> <i>Slopes</i>	III-30
III.2.8 Pengujian <i>Multivariate Analysis of Covariance</i> (MANCOVA)	III-31
III.2.9 Pengujian <i>Post-Hoc</i>	III-32
III.2.10 Pengujian Asumsi <i>Pearson Correlation</i>	III-33
III.2.11 Pengujian Korelasi Parameter PC-PVT 2.0 dengan Persentase <i>Speeding</i>	III-35
III.3 Rangkuman Pengujian Hipotesis.....	III-36
BAB IV ANALISIS	IV-1
IV.1 Pengaruh Durasi Tidur pada Tingkat Kewaspadaan, Performansi, dan Denyut Jantung.....	IV-1
IV.2 Pengaruh Selang Waktu Uji pada Tingkat Kewaspadaan, Perfromansi, dan Denyut Jantung.....	IV-4

IV.3 Analisis Kovariat.....	IV-9
IV.4 Penentuan Selang Waktu Uji Kewaspadaan.....	IV-9
IV.5 Keterbatasan Penelitian dan Manfaat Penelitian.....	IV-13
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	IV-1
V.1 Kesimpulan.....	IV-1
V.2 Saran.....	IV-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2015-2019 (ribu orang).....	I-1
Tabel I.2 Data Investigasi Kecelakaan Kereta Api Tahun 2012-2017.....	I-2
Tabel I.3 Posisi Penelitian.....	I-8
Tabel III.1 Desain Eksperimen.....	III-1
Tabel III.2 Definisi Operasional Variabel.....	III-3
Tabel III.3 Data Selisih Uji Kecukupan.....	III-5
Tabel III.4 Rekapitulasi Perhitungan Nilai <i>Power</i> Durasi Tidur.....	III-6
Tabel III.5 Rekapitulasi Perhitungan Nilai <i>Power</i> Selang Waktu Uji.....	III-6
Tabel III.6 Rekapitulasi Keseluruhan Uji Kecukupan Data.....	III-7
Tabel III.7 Profil Partisipan.....	III-7
Tabel III.8 <i>Balanced Latin Square Counterbalancing</i>	III-8
Tabel III.9 Penjelasan Perlakuan pada Penelitian.....	III-8
Tabel III.10 Jadwal Pengambilan Data Partisipan.....	III-9
Tabel III.11 Rekapitulasi Parameter PVT untuk Setiap Perlakuan.....	III-12
Tabel III.12 Rekapitulasi Parameter Performansi untuk Setiap Perlakuan.....	III-13
Tabel III.13 Rekapitulasi Parameter Fisiologis untuk Setiap Perlakuan.....	III-14
Tabel III.14 Rekapitulasi Data Kualitas Tidur.....	III-16
Tabel III.15 Korelasi Jarak Mahalanobis engan Nilai Q_i	III-18
Tabel III.16 Hasil Uji Box's M.....	III-19
Tabel III.17 Hasil <i>Mauchly's Test of Sphericity</i>	III-20
Tabel III.18 Hasil Pengujian Multikolinearitas.....	III-21
Tabel III.19 Rekapitulasi Hasil Uji <i>Outlier Multivariat</i>	III-22
Tabel III.20 Hasil Uji MANOVA.....	III-24
Tabel III.21 Hasil Uji Univariat pada Uji MANOVA.....	III-25
Tabel III.22 Hasil Uji Normalitas Asumsi MANCOVA.....	III-28
Tabel III.23 Hasil Uji Persamaan Kovarians.....	III-29
Tabel III.24 Hasil Uji Hubungan Linear Variabel Dependen dengan Konkomitan.....	III-30
Tabel III.25 Hasil Uji <i>Homogeneity of Regression Slopes</i>	III-30
Tabel III.26 Hasil Uji MANCOVA.....	III-31

Tabel III.27 Hasil Uji Univariat pada Uji MANCOVA.....	III-31
Tabel III.28 Hasil Uji <i>Post-Hoc</i> Selang Waktu Uji berdasarkan <i>Mean Reaction Time</i>	III-32
Tabel III.29 <i>Estimated Marginal Means</i> Faktor Selang Waktu Uji berdasarkan <i>Mean Reaction Time</i>	III-33
Tabel III.30 Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i>	III-36
Tabel III.31 Rekapitulasi Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i>	III-36
Tabel III.32 Rangkuman Pengujian Hipotesis Penelitian.....	III-37

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Model Hubungan Antara Kelelahan dan Keselamatan.....	I-3
Gambar I.2 PVT-192.....	I-6
Gambar I.3 Metodologi Penelitian.....	I-13
Gambar I.4 Desain Eksperimen.....	I-15
Gambar II.1 <i>OC Curve</i>	II-6
Gambar II.2 Fitbit Charge 2.....	II-7
Gambar III.1 <i>Timeline</i> Eksperimen Selang Waktu Uji 120 Menit.....	III-2
Gambar III.2 <i>Timeline</i> Eksperimen Selang Waktu Uji 60 Menit.....	III-2
Gambar III.3 <i>Timeline</i> Eksperimen Selang Waktu Uji 30 Menit.....	III-2
Gambar III.4 Laptop.....	III-10
Gambar III.5 Tampilan Stimulus PC PVT 2.0.....	III-11
Gambar III.6 <i>Mouse Gaming</i>	III-11
Gambar III.7 <i>Scatter Plot</i> Uji Normalitas Multivariat.....	III-18
Gambar III.8 Hasil Uji <i>Outlier Mean Reaction Time</i>	III-22
Gambar III.9 Hasil Uji <i>Outlier % Minor Lapses</i>	III-23
Gambar III.10 Hasil Uji <i>Outlier % Speeding</i>	III-23
Gambar III.11 Hasil Uji <i>Outlier Mean Denyut Jantung</i>	III-23
Gambar III.12 Hasil <i>Scatter Plot</i> Data <i>Mean RT</i> dengan <i>% Speeding</i>	III-34
Gambar III.13 Hasil <i>Scatter Plot</i> Data <i>% Minor Lapse</i> dengan <i>% Speeding</i>	III-35
Gambar IV.1 Histogram Perbandingan Rata-Rata <i>Mean RT</i> Tiap Durasi Tidur.....	IV-1
Gambar IV.2 Histogram Perbandingan Rata-Rata Persentase <i>Minor Lapse</i> Tiap Durasi Tidur.....	IV-2
Gambar IV.3 Histogram Perbandingan Rata-Rata Persentase <i>Speeding</i> Tiap Durasi Tidur.....	IV-2
Gambar IV.4 Histogram Perbandingan Rata-Rata Mean Denyut Jantung Tiap Durasi Tidur.....	IV-3
Gambar IV.5 Histogram Perbandingan Rata-Rata <i>Mean RT</i> Tiap Selang Waktu Uji.....	IV-4
Gambar IV.6 Histogram Perbandingan Rata-Rata <i>Mean RT VS Baseline</i>	

Tiap Selang Waktu Uji.....	IV-5
Gambar IV.7 Histogram Perbandingan Rata-Rata Persentase <i>Minor Lapse</i> Tiap Selang Waktu Uji.....	IV-6
Gambar IV.8 Histogram Perbandingan Rata-Rata Persentase <i>Speeding</i> Tiap Selang Waktu Uji.....	IV-7
Gambar IV.9 Histogram Perbandingan Rata-Rata <i>Mean HR</i> Tiap Selang Waktu Uji.....	IV-8
Gambar IV.10 Histogram Perbandingan Rata-Rata <i>Mean RT</i> Tiap Selang Waktu Uji.....	IV-10
Gambar IV.11 Grafik Perbandingan Rata-Rata Denyut Jantung 30 Menit Tiap Durasi Tidur.....	IV-11
Gambar IV.12 Grafik Perbandingan Rata-Rata Denyut Jantung 60 Menit Tiap Durasi Tidur.....	IV-12
Gambar IV.13 Grafik Perbandingan Rata-Rata Denyut Jantung 120 Menit Tiap Durasi Tidur.....	IV-13

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	DATA HASIL PENGUKURAN PVT
LAMPIRAN B	DATA HASIL PENGUKURAN PERFORMANSI
LAMPIRAN C	DATA HASIL PENGUKURAN DENYUT JANTUNG

BAB I

PENDAHULUAN

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

I.1 Latar Belakang Masalah

Transportasi merupakan elemen penting dalam era modern saat ini yang sangat mementingkan kecepatan dan efisiensi. Transportasi sendiri bertujuan untuk memudahkan setiap individu dalam melakukan perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya. Terdapat banyak pilihan transportasi yang telah ada sampai saat ini, salah satunya adalah transportasi darat. Di Indonesia, transportasi darat yang paling banyak diminati dan terus berkembang adalah kereta api. Hal tersebut dapat dilihat dari data jumlah penumpang kereta api yang dirilis Badan Pusat Statistik (2019), yang selalu menunjukkan peningkatan dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019. Data jumlah penumpang kereta api tersebut dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Data Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2015-2019 (ribu orang)

Wilayah Kereta Api	2015	2016	2017	2018	2019
Jabodetabek	257.531	280.589	315.854	336.799	643.984
Non Jabodetabek(Jawa)	63.090	65.249	70.508	77.546	153.529
Jawa(Jabodetabek+Non Jabodetabek)	320.621	345.839	386.362	414.345	797.513
Sumatera	5.324	5.981	6.907	7.784	15.159
Total	325.945	351.82	393.268	422.129	812.672

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019)

Seiring meningkatnya jumlah pengguna kereta api, tingkat kecelakaan kereta api pun perlu dilakukan penanggulangan. Berdasarkan data investigasi kecelakaan Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) pada tahun 2012 sampai 2017 yang dapat dilihat pada Tabel I.2, menyatakan bahwa kereta api merupakan moda transportasi yang aman dengan jumlah kecelakaan paling sedikit pada tahun 2017. Meskipun jumlah kecelakaan tergolong sedikit, adanya angka kecelakaan dan potensi adanya korban menandakan masih terdapat masalah keselamatan yang perlu diatasi karena tujuan utama keberhasilan layanan transportasi adalah keselamatan dan keamanan. Selain itu juga dengan semakin meningkatnya jumlah penumpang kereta api di Indonesia, dibutuhkan perhatian khusus dan peningkatan performa agar dihasilkan layanan transportasi kereta api yang baik.

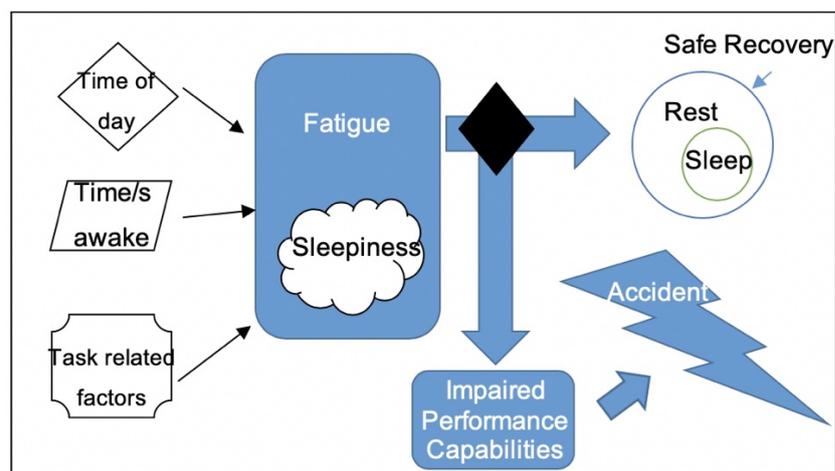
Tabel I.2 Data Investigasi Kecelakaan Kereta Api Tahun 2012-2017

Tahun	Jumlah Kecelakaan	Jenis Kecelakaan			Korban Jiwa	
		Tabrakan	Anjlok / Terguling	Lain-Lain	Meninggal	Luka-Luka
2012	3	1	2	0	4	42
2013	2	0	1	1	0	0
2014	6	1	4	1	1	3
2015	7	4	3	0	0	50
2016	6	0	6	0	1	0
2017	7	1	6	0	0	0
Total	31	7	22	2	6	95

(Sumber : Komite Nasional Keselamatan Transportasi,2017)

Berdasarkan Tabel I.2, tingkat kecelakaan kereta api memang tidak terlalu banyak, namun apabila dilihat dari segi finansial, kecelakaan kereta api mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Namun kerugian yang utama adalah potensi adanya korban jiwa yang perlu dihindari. Menurut 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. Dalam hal ini, operator yang dimaksud adalah pengemudi. Penyebab terkait prasarana menyumbang sebesar 41% dari total kecelakaan, sedangkan penyebab terkait operator / *human error* menyumbang sebesar 33% dari total kecelakaan.

Berdasarkan *Managing Rail Staff Fatigue* (2012), menyatakan bahwa *human error* di lingkup perkeretapian cenderung disebabkan oleh kelelahan. Penelitian ini menyatakan juga bahwa timbulnya kelelahan disebabkan oleh waktu istirahat yang tidak cukup, waktu bekerja yang lama, beban kerja, intensitas kerja, dan kualitas tidur. Kelelahan merupakan dorongan biologis bagi setiap manusia untuk beristirahat dalam rangka memulihkan kondisi (Williamson et al., 2011). Pada penelitian yang sama, model dari hubungan kelelahan dan keselamatan menurut Williamson et al. (2011) dapat dilihat pada Gambar I.1. 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 Williamson et al. (2011), kelelahan menjadi salah satu faktor terjadinya kecelakaan di tempat kerja. Kelelahan yang didefinisikan oleh Williamson et al. (2011) juga digambarkan sebagai kantuk (*sleepiness*) dan tingkat kewaspadaan. Menurut Lal dan Craig (2001), dalam konteks sistem transportasi modern, kantuk dan kelelahan mental adalah bentuk kelelahan yang paling sering muncul, akibat kondisi kekurangan tidur yang dialami seseorang. Tidur selama 5 jam atau kurang 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). 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. Tingkat kantuk yang tidak disadari tersebut sangat berisiko dan dapat mengakibatkan kecelakaan (Williamson et al., 2011).

Faktor lain yang menyebabkan kelelahan adalah kualitas tidur. Menurut Williamson et al. (2011), kualitas tidur secara keseluruhan yang diindikasikan sebagai cukup atau buruk (apabila dibandingkan dengan sangat baik), dan yang merasa tidak cukup tidur secara rutin, memiliki peluang yang jauh lebih tinggi untuk terlibat dalam kecelakaan. Kualitas tidur memiliki beberapa indikator yang salah satunya adalah efisiensi tidur (Sathyanarayana, 2016). Pada penelitian yang sama, dibahas juga bahwa efisiensi tidur yang buruk dapat menyebabkan kekurangan tidur.

Selain durasi dan kualitas tidur, kegiatan pengemudian kereta api yang cenderung bersifat monoton menjadi faktor yang dapat menyebabkan kelelahan pada masinis. Menurut Dunn dan Williamson (2012), kondisi yang monoton terkait dengan karakteristik lingkungan yang tidak berubah-ubah atau berubah secara repetitif. 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 dan peranan memori dalam mengemudikan kereta api (De Valck et al., 2015). Kondisi monoton terkait pekerjaan mengemudikan kereta api dapat diketahui dari kegiatan masinis yang hanya mengendalikan *throttle* serta rem dan dilakukan secara berulang tanpa mengendalikan kemudi kereta (Dunn & Williamson, 2012). Terdapat pula keharusan dari masinis untuk menekan *dead pedal* secara monoton dengan selang waktu 90 detik, tujuannya agar tetap waspada, namun apabila dilakukan terus menerus akan mengakibatkan kondisi monoton.

Dunn dan Williamson (2012) mengatakan bahwa seorang masinis seringkali menghadapi beban kerja kognitif yang cukup rendah yang ditandai dengan pekerjaan dan lingkungan yang repetitif (*low control*). Kondisi itu disebut sebagai keadaan monoton yang dapat menyebabkan kelelahan melalui efek kebosanan (*boredom*). Dari hasil penelitian Dunn dan Williamson (2012) ini menyatakan bahwa monoton adalah karakteristik yang melekat dalam industri transportasi dan dapat merugikan yang mempengaruhi keselamatan, keandalan dan efisiensi. Efek monoton tersebut terjadi sangat cepat saat mengendarai

kereta. Dalam penelitian Gastaldi Rossi dan Gecchele (2014), terdapat dua kondisi jalan yaitu monoton dan dinamis, namun pada penelitian ini akan digunakan kondisi jalan monoton.

Menurut Straussberger et al. (2004) dalam Dunn dan Williamson (2012), kondisi monoton menyebabkan penurunan gairah dan kewaspadaan sehingga performansi cenderung akan menurun. Turunnya performansi kerja akan berdampak terhadap keselamatan kerja sehingga kelelahan yang dialami oleh masinis perlu diperhatikan secara lebih dalam. Kelelahan telah diidentifikasi sebagai faktor penyebab kecelakaan, cedera, dan kematian dengan implikasi bahwa individu yang lelah cenderung menghasilkan kinerja dan tindakan yang kurang aman (Williamson et al., 2011).

Dampak dari kelelahan yang dialami seseorang adalah 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 diartikan sebagai kemampuan seseorang dalam memperhatikan dan mempertahankan keadaan untuk mendeteksi rangsangan yang tinggi (Goswami et al., 2010). Kewaspadaan sendiri dapat dipengaruhi oleh kantuk, kelelahan, dan kondisi monoton (Desai dan Haque, 2006).

Efek dari kurangnya tidur menyebabkan kantuk. Kantuk merupakan manifestasi dari kelelahan. Selain itu, karakteristik pekerjaan seperti kondisi monoton, berkontribusi terhadap kelelahan fisik dan mental yang dapat meningkatkan risiko keselamatan (Williamson et al., 2011). Akibat dari faktor kantuk, kelelahan, dan kondisi monoton tersebutlah yang menyebabkan kewaspadaan menurun.

Penurunan kewaspadaan akibat kelelahan dapat diukur menggunakan sebuah alat. Pengukuran ini adalah proses yang sangat penting dan merupakan upaya dalam meminimasi risiko terjadinya kecelakaan. Alat ukur yang digunakan adalah *Psychomotor Vigilance Task* (PVT). 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 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 *gold standard* dalam mengukur

performansi psikomotorik serta dinyatakan sensitif terhadap perubahan kondisi akibat kekurangan tidur dan gangguan ritme sirkadian.

PVT yang biasa digunakan dan dijadikan sebagai *gold standard* adalah PVT-192, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.2. PVT-192 memiliki input berupa tombol dan stimulus yang diberikan berupa angka. Seiring berkembangnya zaman, PVT dikembangkan ke dalam basis *personal computer* untuk *Windows 10* yang saat ini dikenal sebagai PC PVT 2.0. Input pada PC PVT 2.0 adalah *mouse gaming* dan stimulus yang diberikan sama seperti PVT-192 yaitu berupa angka. Pada penelitian Basner dan Dingus (2011), PVT yang digunakan adalah PVT berbasis komputer dengan input tombol dan stimulus berupa persegi kuning. Konsep uji PVT adalah merespon secepat mungkin dengan input yang digunakan ketika stimulus muncul.



Gambar 1.2 PVT-192

Penelitian ini berfokus pada penentuan selang waktu uji kewaspadaan dengan PC-PVT 2.0. Kondisi saat ini, masinis hanya melakukan tes kesehatan setiap akan berdinis dan *general check up* pada periode tertentu, sedangkan untuk tes kewaspadaan belum dilakukan. Deteksi kewaspadaan sangatlah penting dan perlu dilakukan secara rutin agar penurunan kewaspadaan dapat segera terdeteksi. Namun, uji PVT membuat individu yang diuji harus berhenti dari pekerjaannya dan akan mengganggu pekerjaan apabila dilakukan terlalu sering. Namun, jika selang waktu uji terlalu lama, maka dapat terjadi penurunan kewaspadaan yang telah terjadi dan tidak terdeteksi. Oleh karena itu, penelitian ini akan menentukan selang waktu pengujian PC-PVT 2.0 agar kewaspadaan dapat tetap dimonitor pada durasi tidur yang dibatasi dan kondisi jalan yang monoton.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan pada bagian 1.1, penelitian ini akan berfokus pada penentuan selang waktu pengujian PVT pada aktivitas mengemudi dengan simulator kereta api. Seperti yang telah dijelaskan

pada latar belakang masalah, bahwa kelelahan dapat menurunkan performansi yang dapat berujung pada kecelakaan. Oleh karena itu sangat penting untuk menjaga performansi dan kewaspadaan dari pengemudi. Penelitian ini mengukur performansi pengemudi simulator kereta api yang akan dilakukan selama 2 jam dengan memperhatikan durasi tidur, kualitas tidur, dan periode uji. Penelitian mengenai kelelahan telah dilakukan oleh banyak peneliti namun dibatasi oleh beberapa faktor tertentu. Dalam penelitiannya, Dunn dan Williamson (2012) mengidentifikasi keberadaan pengaruh kondisi jalan yang monoton terhadap kelelahan pengemudi kereta api. Sementara Dorrian et al. (2007) hanya meneliti bilamana kelelahan mempengaruhi performa pengemudi kereta api dan dilakukan selama sekitar 100 menit. Penelitian Basner dan Dinges (2011), membahas mengenai penggunaan PVT pada kondisi kekurangan tidur dengan dilakukan pengesanan setiap 2 jam sekali. Namun PVT yang digunakan adalah PVT berbasis komputer dengan durasi PVT 10 menit. Penelitian tersebut juga dilakukan pada laboratorium selama 5 hari dengan kondisi kekurangan tidur total dan parsial.

Reifman et al. (2018) meneliti tentang tambahan fitur, keakuratan, dan kepresisian dari PC PVT 2.0, namun belum ada yang menggunakan PC PVT 2.0 untuk melakukan penelitian yang lain. Dari penelitian yang sudah dilakukan akhir-akhir ini, penelitian Thomas (2018) yang cukup dekat dengan penelitian yang akan dilakukan. Thomas (2018) meneliti waktu istirahat untuk jalan monoton dan dinamis. Alat yang digunakan pun adalah *flicker*. Metode yang dilakukan hampir mirip, hanya saja alat, data yang diambil, dan hasil akhir berbeda. Pada penelitian ini akan lebih menekankan pada tingkat kewaspadaan, bukan tingkat kantuk, oleh karena itu, penelitian ini akan meneliti waktu pengujian PVT dengan melibatkan simulator kereta api yang dikemudikan seorang partisipan. Penelitian tentang penentuan selang waktu uji kewaspadaan belum pernah dilakukan sebelumnya baik itu untuk kondisi dinamis maupun monoton, oleh karena itu penelitian ini merupakan *research gap* untuk mencoba meneliti celah penelitian tersebut.

Berbeda dengan penelitian Owen (2018) dan Ghozali (2019), kualitas tidur pada penelitian kali ini menjadi kovariat karena kualitas tidur tidak dimanipulasi, hanya durasi tidur dan periode uji yang dimanipulasi atau dengan kata lain bertindak sebagai variabel independen. Tingkat kewaspadaan, dan performansi mengemudi di simulator kereta menjadi variabel dependen.

Tabel I.3 Posisi Penelitian

No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Basner (2011)	Menentukan metrik PVT dan durasi kerja yang optimal pada kondisi waspada dan kekurangan tidur.	Partisipan sejumlah 74 orang dengan rentang umur 21 – 45 tahun berada pada kondisi kekurangan tidur total dan parsial. Dilakukan penelitian selama 5 hari berturut dengan pengetesan PVT 10 menit setiap 2 jam.	Metrik PVT yang dijadikan sebagai acuan utama adalah lapses dan response speed. Durasi PVT yang lebih pendek akan sensitive terhadap kekurangan tidur.
2.	Basner (2011)	Mengembangkan dan memvalidasi durasi yang dapat beradaptasi untuk pengetesan PVT yang akan selesai apabila informasi telah cukup.	Partisipan sejumlah 74 orang (pria dan wanita) dengan rentang umur 21 – 45 tahun berada pada kondisi kekurangan tidur total dan parsial. Dilakukan penelitian selama 5 hari berturut dengan pengetesan PVT 10 menit setiap 2 jam.	Waktu yang dibutuhkan adalah kurang dari 6,5 menit sehingga meningkatkan kepraktisan dalam operasional
3.	Dunn & Williamson (2012)	Melihat pengaruh perbedaan beban kognitif terhadap performa mengemudi simulator kereta	56 Partisipan mengendarai simulator selama 3 jam dengan control beban kognitif dan pengemudian yang diatur.	Kondisi yang monoton dapat menyebabkan penurunan gairah dan kewaspadaan sehingga akan menurunkan performansi
4.	Reifman (2018)	Menguji PC PVT 2.0	Menguji PC PVT 2.0 pada beberapa <i>desktop</i> dan <i>laptop</i>	Pengujian perlu menggunakan <i>mouse gaming</i> untuk hasil lebih presisi.
5.	Thomas (2018)	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.

Penelitian Warm (1984); Craig (1985); dan Parasuraman (1986), menyatakan bahwa dalam waktu 20-35 menit kewaspadaan menurun dari awal operator bekerja. Kewaspadaan ini dapat meningkat kembali selama melakukan pekerjaan, namun penurunan tingkat kewaspadaan tersebut yang menjadi perhatian pada penelitian. Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka terdapat celah penelitian yang belum dilakukan yaitu pengujian kewaspadaan yang tidak *intrusive*, artinya tidak terlalu sering sehingga mengganggu pekerjaan, namun juga tidak terlalu lama sehingga tingkat kewaspadaan dapat terdeteksi.

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijabarkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah: kapan selang waktu pengujian kewaspadaan dengan PC-PVT 2.0 pada durasi tidur yang dibatasi?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Partisipan penelitian terbatas yaitu pria dengan rentang usia 21 – 27 tahun.
2. Jenis penelitian yang dilakukan adalah *laboratory study* dengan menggunakan simulator kereta api dan durasi mengemudi selama 2 jam.
3. Durasi tidur partisipan adalah 4 dan 8 jam hanya pada malam sebelum melakukan eksperimen.
4. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan dua buah alat ukur yaitu Fitbit dan PVT.
5. Pengukuran tingkat kewaspadaan menggunakan PVT 5 menit.
6. Pengukuran durasi tidur, kualitas tidur, dan denyut jantung dilakukan dengan menggunakan Fitbit Charge 2.
7. Pengumpulan data dengan *train simulator* akan menggunakan *software* tipe *Train Simulator 2016 Pioneers Edition* terbitan Dovetail Games dengan kontroler *keyboard*.
8. Kecepatan mengemudi kereta api akan mengikuti rambu dan petunjuk batas kecepatan yang sudah tersambung langsung pada penilaian performansi pengemudi.
9. Proses pengambilan data akan dilakukan sebelum pukul 13.00 WIB untuk menghindari efek *time-of-day fatigue* akibat ritme sirkadian di siang hari

sebab setelah rentang waktu itu, terdapat tambahan efek kantuk yang dapat memengaruhi penelitian (Dunn dan Williamson, 2012).

10. Partisipan yang dipilih tidak berada dalam pengaruh kafein, alkohol, dan obat-obatan.
11. Suhu dalam lingkungan kerja pengemudi diatur pada suhu 22 – 26°C sesuai dengan standar spesifikasi teknis lokomotif.

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Aktivitas di luar waktu proses pengambilan data dianggap tidak berpengaruh.
2. Seluruh partisipan yang belum berpengalaman mengemudikan kereta api dalam penelitian ini dapat dilatih untuk menguasai kemampuan mengemudikan kereta api.
3. Setelah *pilot study* seluruh partisipan dianggap telah memiliki kompetensi minimum dan kemampuan mengemudikan kereta api yang sama satu dengan yang lain.
4. *Train simulator* dianggap dapat merepresentasikan kondisi asli yang dialami pengemudi kereta api.
5. Ritme sirkadian dari partisipan dianggap tidak mempengaruhi hasil penelitian.
6. Motivasi partisipan ketika pengambilan data dianggap sama.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu menentukan selang waktu pengujian kewaspadaan dengan PC-PVT 2.0 pada durasi tidur yang dibatasi.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan dapat memberi manfaat untuk beberapa pihak yang bersangkutan antara lain :

1. Untuk Masinis Kereta Api
Masinis Kereta Api dapat mengimplementasikan periode uji PVT di lingkungan kerja secara nyata dan juga mengetahui periode mengemudi tanpa harus diuji kewaspadaannya kembali.

2. Untuk Penulis

Penulis dapat mengetahui ilmu manajemen kelelahan, cara mendeteksi, dan mengimplementasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

3. Untuk Pembaca

Pembaca dapat menggunakan informasi dari hasil penelitian ini sebagai referensi dalam melakukan penelitian yang berkaitan dengan manajemen kelelahan atau topik serupa.

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan kerangka yang digunakan dalam melaksanakan penelitian mengenai penentuan selang waktu pengujian PVT, sehingga diharapkan menemukan permasalahan dengan solusi yang tepat. Metodologi penelitian ini dimulai dengan studi literatur, penentuan topik dan objek penelitian, identifikasi dan perumusan masalah hingga tahapan kesimpulan dan saran. Alur metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar I.3. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing tahapan yang ada pada metodologi penelitian.

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan awal dalam penelitian ini untuk mendapatkan informasi dan teori sebelum dapat mengetahui pokok penelitian lebih jauh. Studi literatur juga ditujukan untuk mendapatkan referensi. Literatur yang digunakan pada penelitian ini adalah tentang kelelahan, kantuk, kewaspadaan, kualitas tidur, kondisi monoton, PVT, denyut jantung, dan lainnya.

2. Penentuan Topik dan Objek Penelitian

Tahapan selanjutnya yaitu penentuan topik dan objek penelitian. Penentuan topik dan objek penelitian yang dilakukan berdasarkan pada teori dan informasi yang diperoleh dari studi literatur. Topik penelitian ditentukan berdasarkan penelitian yang masih dapat untuk dikembangkan atau diteliti lebih dalam. Posisi penelitian sangat penting dalam bagian ini agar mengetahui penelitian yang telah dilakukan dan dapat mencari celah penelitian yang dapat dilakukan untuk menyempurnakan penelitian yang sudah ada.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

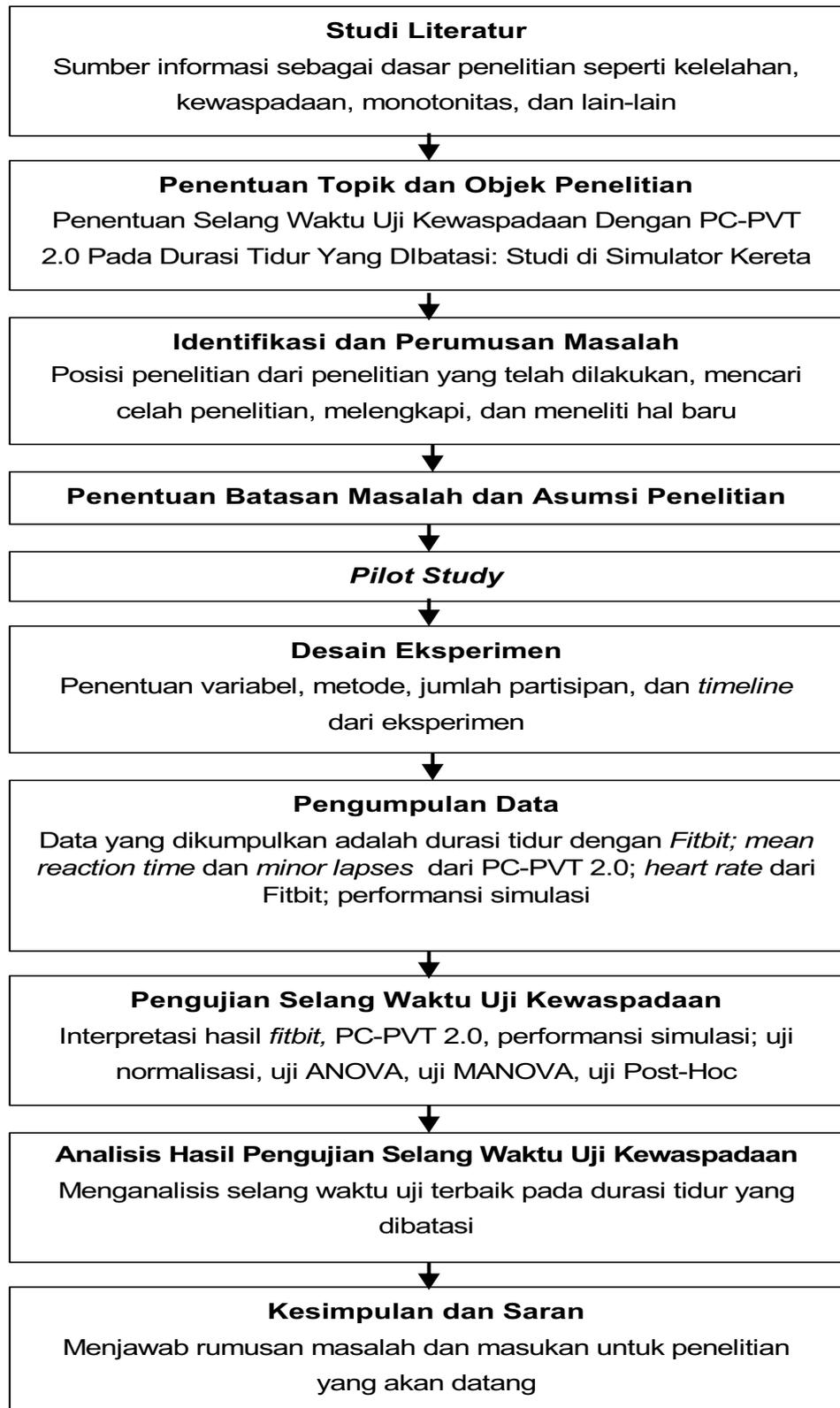
Setelah menentukan topik dan objek, tahapan selanjutnya adalah identifikasi dan rumusan masalah. Identifikasi masalah menjelaskan mengenai hal apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian dan menjelaskan mengapa penelitian tersebut penting untuk dilakukan. Rumusan masalah dibuat berdasarkan identifikasi masalah berupa pertanyaan-pertanyaan yang akan dijawab dengan metode penelitian yang dipilih.

4. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Batasan dan asumsi penelitian ditentukan untuk mendukung identifikasi dan rumusan masalah yang telah dibuat. Batasan masalah adalah segala sesuatu yang dilakukan dan tidak dilakukan dalam penelitian, atau dengan kata lain merupakan koridor yang berlaku dalam penelitian. Batasan masalah ditentukan agar penelitian berfokus pada tujuan awal penelitian yang telah dirancang. Asumsi penelitian adalah dasar pemikiran awal yang dianggap benar dalam melakukan penelitian. Asumsi penelitian memiliki peran untuk menggambarkan sejumlah dugaan yang digunakan untuk menyederhanakan penelitian yang dilakukan.

5. *Pilot Study*

Tahapan *pilot study* dilakukan untuk memastikan alat-alat yang digunakan berfungsi dan dapat menghasilkan data yang dibutuhkan sebelum pengumpulan data dilakukan. Alat-alat yang akan dipastikan dapat berfungsi dengan baik meliputi alat ukur seperti *psychomotor vigilance task (PVT)*, *Fitbit*, dan *train simulator*. Selain itu, partisipan yang terlibat dalam penelitian juga akan menjalani *pilot study* terhadap *train simulator*. Partisipan akan diperkenalkan pada kontrol, teknik, dan standar mengemudi kereta menggunakan simulator kereta. Tidak hanya itu, skenario yang diterapkan pun diperkenalkan terlebih dahulu, hal ini bertujuan agar mengurangi resiko terjadinya kesalahan.



Gambar I.3 Metodologi Penelitian

6. Desain Eksperimen

Pada tahap ini, akan diberikan gambaran secara keseluruhan mengenai penelitian yang akan dilakukan. Gambaran desain eksperimen dapat dilihat pada Gambar I.4. Jenis penelitian ini bersifat *laboratory study* sehingga ada variabel-variabel yang perlu dikontrol agar sesuai dengan kondisi penelitian yang diinginkan. Variabel independen yang diteliti dalam eksperimen ini adalah durasi tidur yang terdiri dari 2 level dan periode uji yang terdiri dari 3 level. Variabel dependen yang diteliti adalah performansi pada simulator kereta api yang meliputi persentase *speeding*, *reaction time*, *lapses*, dan denyut jantung. Variabel kontrol yang diteliti adalah durasi mengemudi, jenis kelamin, usia partisipan, waktu pengambilan data, suhu, dan kecepatan kereta. Berdasarkan situs resmi Dovetail Games (2018), *speeding* merupakan keadaan saat kecepatan kereta lebih besar dari batas yang ditentukan, *wheel slip* merupakan keadaan kereta ketika gaya putar lebih besar dari gaya gesek roda dengan rel sehingga roda berotasi namun tidak bertranslasi yang menyebabkan kereta berhenti, *wheel slide* adalah keadaan kereta bertranslasi namun tidak berotasi akibat gaya gesek lebih besar dari gaya putar roda. *Reaction time* merupakan waktu reaksi yang dibutuhkan untuk menekan stimulus, *lapses* adalah jumlah kegagalan dalam merespon stimulus (Lee et al., 2010).

		Selang Waktu Pengujian		
		30'	60'	120'
Durasi Tidur	4 jam	P1...P6	P1...P6	P1...P6
	8 jam	P1...P6	P1...P6	P1...P6

Gambar I.4 Desain Eksperimen

Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kewaspadaan adalah *Psychomotor Vigilance Task* (PVT). Menurut Van Dongen et al. (2003), PVT telah lama dianggap sebagai *gold standard* dalam mengukur performansi psikomotorik serta dinyatakan sensitif terhadap perubahan kondisi akibat kekurangan tidur dan gangguan ritme sirkadian. Pengujian

PVT akan dilakukan selama 5 menit, karena menurut penelitian Roach et al. (2006), pengujian PVT 5 menit dinyatakan valid dan sensitif. Kemudian diukur juga denyut jantung dengan menggunakan *Fitbit*. Penurunan kondisi berkendara merupakan tanda pengurangan kewaspadaan (Lal & Craig, 2001). Perubahan denyut jantung memiliki potensi yang sangat besar dalam menimbulkan kelelahan berkendara (Hartley & Arnold, 1994 dalam Lal & Craig, 2001). Menurut Stein & Naumann (2016), dalam studi simulator kereta, menunjukkan bahwa peningkatan kelelahan berasosiasi dengan penurunan performansi mengemudi, penurunan denyut jantung, dan peningkatan variabilitas denyut jantung setelah perjalanan yang monoton. Menurut Waldeck (2003) dalam (Purnamasari & Hazmi, 2018), penurunan denyut jantung seseorang apabila memasuki fase relaksasi akan berkurang sebanyak 8 BPM dari kondisi normalnya.

Program yang digunakan dalam penelitian bernama *Train Simulator 2017 Pioneers Edition* terbitan Dovetail Games yang dirilis pada 17 Oktober 2016. Selain itu, digunakan *controller* simulator kereta yaitu *keyboard*. *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 tombol W dan S untuk kecepatan dan rem.

Mengenai penggunaan simulator, Gastaldi et al. (2014) telah memberi catatan bahwa penggunaan simulator ditujukan untuk memperoleh hasil observasi pada pengemudi yang reliabel dan kontrol dapat dilakukan pada eksperimen sesuai kebutuhan. Kontrol pada eksperimen yang dimaksud tidak hanya terbatas pada ruangan, skenario, atau tugas yang dikerjakan, tetapi juga berkaitan dengan memperhatikan risiko keselamatan partisipan yang tidak dapat dibiarkan bila pengujian dilakukan di dunia nyata (Dunn dan Williamson, 2012).

Durasi simulasi yang dilakukan adalah selama 120 menit atau 2 jam. Dorrian et al. (2007) menghabiskan sekitar 100 menit untuk simulasi dan 20 menit untuk pengukuran. Waktu simulasi akan diatur selama 2 jam atau 120 menit di luar waktu pengukuran kelelahan yang

ditentukan untuk membedakan penelitian ini dari Dorrian et al. (2007). Pada simulasi, partisipan akan diminta menjalankan simulasi selama 2 jam sesuai dengan scenario yang ada pada simulator.

Hal lain yang perlu dipersiapkan dalam penelitian ini adalah jumlah partisipan yang akan terlibat dalam penelitian ini. Dalam penelitian Dunn et al. (2011), usia partisipan yang digunakan berkisar dari 21 tahun hingga 65 tahun. Pada Penelitian Basner dan Dinges (2011), partisipan yang diuji berumur antara 21 sampai 45 tahun. Partisipan tidak harus seorang masinis karena menurut Dunn dan Williamson (2012), bahwa tidak ada pengaruh profesi partisipan sehingga partisipan yang terlibat berusia 21 tahun hingga 45 tahun. Dalam hal ini yang dibandingkan adalah mahasiswa dan masinis dengan karakteristik rata-rata umur mahasiswa 30 tahun. Pemilihan partisipan dengan kategori telah berusia dewasa juga dilatarbelakangi perhitungan durasi tidur. Menurut Hirshkowitz et al. (2015), durasi tidur yang direkomendasikan untuk orang dewasa adalah 7-9 jam. Penelitian ini akan membandingkan dua kondisi ketika seseorang sedang kekurangan tidur dan ketika seseorang mengalami cukup tidur. Untuk kepentingan penelitian ini, batas waktu kekurangan tidur yang disarankan adalah 4 jam, hal ini mengikuti rentang yang digunakan 2-4 jam seperti penelitian Akerstedt (1995). Lalu untuk kondisi cukup tidur, rentang yang digunakan adalah 8 jam.

Pengukuran kualitas tidur partisipan menggunakan Fitbit Charge 2 pada saat partisipan tidur. Fitbit adalah sebuah perangkat untuk melacak aktivitas fisik berbentuk jam tangan, untuk penelitian ini yang diukur adalah durasi tidur dan kualitas tidur saja dengan alat ini. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zambotti et al. (2016), alat Fitbit yang digunakan dapat memberikan ukuran tidur dan fungsi jantung yang akurat.

Penentuan partisipan akan menggunakan metode *within subject design*. Metode *within subject design* bertujuan agar seorang partisipan merasakan perlakuan yang berbeda. Perlakuan yang dimaksud adalah 2 level dari durasi tidur dan 3 level dari periode uji. Cara ini memperkecil kisaran partisipan untuk penelitian ini menjadi 6 hingga 12 orang.

Partisipan akan mengenakan *Fitbit* selama melakukan simulasi pada simulator kereta api dan selama PVT *test*.

7. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap pengambilan data secara objektif. Alat ukur dipergunakan dalam tahap ini seperti *psychomotor vigilance task* (PVT) dan *Fitbit*. *Fitbit* digunakan sebelum simulasi kereta, yaitu ketika partisipan tidur 4 dan 8 jam. *Fitbit* juga digunakan untuk mengukur denyut jantung ketika menjalankan PVT dan melakukan simulasi kereta. Kemudian alat terakhir yaitu *psychomotor vigilance task* (PVT) digunakan sebelum simulasi kereta kemudian selanjutnya setiap rentang 30 menit, 1 jam, dan 2 jam dalam durasi mengemudi 2 jam.

8. Pengolahan Data

Dari data yang telah dikumpulkan sebelumnya, interpretasi akan dilakukan berdasarkan tiap jenis alat ukur yang digunakan. Hasil data dari *Fitbit* yang didapat berupa jumlah waktu seseorang benar-benar tertidur dan terbangun selama waktu tidur untuk menghitung efisiensi tidur. Data dari alat ukur *Fitbit* saat mengukur denyut jantung akan diproses dalam satuan BPM. Lalu, pengolahan dilanjutkan dengan pengujian normalitas dan pengujian homogenitas data untuk memenuhi syarat pengujian MANOVA. Statistik uji MANOVA yang akan digunakan adalah uji Wilks' Lambda.

9. Analisis Hasil Pengolahan Data

Hasil pengolahan data yang telah dilakukan akan dianalisis. Analisis yang dilakukan akan menyangkut tingkat kantuk, tingkat kewaspadaan, dan performansi mengemudi di simulator kereta api berdasarkan periode uji dan durasi tidur. Dari hasil analisis yang telah dibuat selanjutnya akan menjadi dasar penentuan usulan sesuai hasil studi literatur.

10. Pemberian Usulan

Pemberian usulan yang diajukan memperhatikan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan. Tujuan dari usulan penelitian ini yaitu menentukan selang waktu pengujian PVT terbaik berdasarkan tingkat kantuk dan tingkat kewaspadaan bagi partisipan yang mengalami kekurangan tidur dan cukup tidur pada 24 jam terakhir saat mengemudi pada kondisi jalan yang monoton.

11. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini akan ditutup dengan kesimpulan dan saran yang akan ditentukan untuk menjawab rumusan masalah dan memberi masukan bagi penelitian selanjutnya.

I.7 Sistematika Penulisan

Penelitian ini terbagi ke dalam 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.

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dibahas mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah. Selain itu, terdapat juga pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka akan memberikan gambaran mengenai studi literatur yang telah dilakukan dalam menunjang penelitian ini. Dari hasil studi literatur itu, sejumlah teori dikumpulkan untuk dijadikan landasan dan pedoman untuk memecahkan masalah yang diteliti. Selain itu, dengan studi literatur yang dilakukan, didapatkan masalah ataupun celah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB III PENGUMPULAN dan PENGOLAHAN DATA

Bab ini akan membahas dan mengolah data yang sebelumnya telah diambil. Pada bagian awal, akan diulas variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini seperti variabel dependen, independen, dan kontrol. Selain itu, akan dibahas juga mengenai perlakuan-perlakuan selama pengumpulan data dan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian.

BAB IV ANALISIS

Dari hasil data yang telah diolah pada bab sebelumnya, kemudian dilakukan analisa terhadap hasil yang diperoleh berkaitan penentuan selang waktu untuk menjawab rumusan masalah. Analisis ini yang menjadi dasar untuk menjawab dan pemberian usulan selang waktu uji kewaspadaan terbaik berdasarkan durasi tidur yang telah ditentukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan berisi jawaban yang diperoleh dari penelitian terkait dengan rumusan masalah yang telah ditentukan. Penelitian ini sekiranya masih memiliki sejumlah kekurangan dan keterbatasan, bagian saran akan dibuat untuk memberikan informasi bagi penelitian selanjutnya. Hal ini bertujuan agar penelitian yang dilakukan kemudian dapat melanjutkan atau mengatasi kekurangan yang dimiliki penelitian ini.