

**STUDI KELELAHAN DENGAN *TRACKING TASK*,
ELECTROENCEPHALOGRAPHY (EEG), DAN FITBIT
UNTUK MENENTUKAN BATAS NILAI KONDISI
KEBUGARAN**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Ivan Tadeo Lestyana
NPM : 2013610028



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

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Ivan Tadeo Lestyana
NPM : 2013610028
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi :STUDI KELELAHAN DENGAN *TRACKING TASK*,
ELECTROENCEPHALOGRAPHY (EEG), DAN FITBIT UNTUK
MENENTUKAN BATAS NILAI KONDISI KEBUGARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 2 Agustus 2017

Ketua Jurusan Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul)

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 di bawah ini,

Nama : Ivan Tadeo

NPM : 2013610028

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**“STUDI KELELAHAN DENGAN *TRACKING TASK*,
ELECTROENCEPHALOGRAPHY (EEG), DAN FITBIT UNTUK MENENTUKAN
BATAS NILAI KONDISI KEBUGARAN”**

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, 2 Agustus 2017

Ivan Tadeo
2013610028

ABSTRAK

Kelelahan menjadi faktor utama terjadinya kecelakaan kerja. Berbagai usaha telah dilakukan agar risiko kecelakaan kerja akibat kelelahan dapat diminimasi dan dihindari. Salah satu cara untuk menghindari efek dari kelelahan adalah dengan melakukan pengujian kondisi kebugaran sebelum seseorang melakukan pekerjaannya. Pengujian kondisi kebugaran bertujuan untuk mengevaluasi kondisi kebugaran sebelum bekerja sehingga kelelahan dapat dideteksi lebih awal dan dihindari. Salah satu cara pengujian kondisi kebugaran kerja adalah dengan *Tracking Task* yang mengevaluasi tingkat kewaspadaan seseorang. Parameter *Tracking Task* adalah *Root Mean Square Error* (RMSE) yang menunjukkan perubahan kondisi kewaspadaan. Namun, belum adanya rentang nilai acuan RMSE seseorang mendorong untuk dilakukannya penentuan rentang nilai acuan RMSE berdasarkan kondisi kebugaran pada penelitian ini.

Pengujian *Tracking Task* dilakukan pada 32 partisipan pria berumur 18-25 tahun dengan diambil data kriteria (BMI, temperatur, durasi tidur, dan efisiensi tidur) yang telah ditentukan sebagai kondisi kebugaran. Selama pengujian, partisipan dipasangkan alat EEG untuk mengetahui gelombang otak partisipan saat pengujian *Tracking Task* berlangsung. Untuk mengetahui durasi tidur dan efisiensi tidur dilihat menggunakan alat Fitbit yang dapat merekam durasi tidur dan efisiensi tidur seseorang di malam sebelum pengujian *Tracking Task* berlangsung.

Data-data yang didapat diolah untuk mengetahui hubungan dari variabel BMI, temperatur, durasi tidur, dan efisiensi tidur dengan rasio tingkat kantuk, hubungan dari nilai RMSE dengan rasio tingkat kantuk, dan hubungan dari variabel BMI, temperatur, durasi tidur, dan efisiensi tidur dengan nilai RMSE. Dari perhitungan dilakukan didapatkan bahwa nilai RMSE dominan pada otak bagian oksipital dilihat dari korelasinya yang kuat sebesar 0,457 dan korelasinya bersifat positif. Selain itu, dilakukan uji pengaruh dan korelasi untuk mengetahui variabel kriteria apakah yang berpengaruh dan berkorelasi dengan nilai RMSE dan didapatkan bahwa hanya variabel durasi tidur saja yang mempengaruhi hasil nilai RMSE dengan korelasi sebesar 0,783 dan korelasinya bersifat negatif sehingga penentuan nilai acuan RMSE kondisi kebugaran partisipan dilihat dari durasi tidur. Penentuan batas nilai acuan RMSE terhadap durasi tidur menggunakan metode regresi linear. Partisipan dalam kondisi sangat bugar apabila menghasilkan nilai RMSE pada rentang 6,63-9,21, partisipan dalam kondisi bugar apabila menghasilkan nilai RMSE pada rentang lebih dari 9,21-11,79, partisipan dalam kondisi tidak bugar apabila menghasilkan nilai RMSE pada rentang lebih dari 11,79-14,37, partisipan dalam kondisi sangat tidak bugar apabila menghasilkan nilai RMSE pada rentang lebih dari 14,37-16,95.

ABSTRACT

Fatigue is a major factor in the occurrence of occupational accidents. Various efforts have been applied in minimizing the matter. One of the ways in overcoming the feeling the effect of exhaust is by checking one's condition before they start their daily basis. This functions as an evaluation for the fatigue to be detected earlier. Tracking Task is one of the tools which can be used in improving someone's awareness regarding this issue. The Tracking Task parameter is the Root Mean Square Error (RMSE) which indicates a change in alert condition. However, there is no reference value for determining the relationship between RMSE values with sleepiness or fatigue to indicate the encouragement of a person's fitness.

Tracking Tasks were performed on 32 male participants aged 18-25 years in line with the criteria taken (BMI, temperature, sleep duration, and sleep efficiency) that have been determined as good fitness conditions. During the test, the participants were paired with an EEG device to determine the participants' brain waves during the Tracking Task testing. In determining the sleep duration and efficiency, Fitbit, a tool that can record the sleep duration and sleep efficiency of someone in the night before Tracking Task takes place, was used.

The data obtained were processed to determine first, the relationship of the variables with the ratio of the sleepiness level, second, the relationship of RMSE value with the ratio of the sleepiness level, and lastly the relationships of the variables BMI, temperature, sleep duration and sleep efficiency with RMSE value. The result showed that the RMSE value is dominant on occipital brain by looking at the strong correlation of 0.457 and the positive correlation. In addition, the influence and correlation test were done to find out what criterion variables influenced and correlated with the RMSE value. It was found that only sleep duration variables alone affected the RMSE value with correlation of 0.783 and the negative correlation. Participants are considered in a remarkable condition when the RMSE value stays in the range of 6.63-9.21, when the RMSE values stays in the range of more than 9.21-11.79, they are considered in a good fit. However, the participants would be categorized in an inadequate condition and extremely unfit when the RMSE values reached the number of more than 11.79 to 14.37 and more than 14.37-16.95 consecutively.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa penulis haturkan atas segala berkat dan kuasa-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Studi Kelelahan dengan *Tracking Task*, EEG, dan Fitbit untuk Menentukan Batas Nilai Kondisi Kebugaran”. Penyusunan laporan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada setiap pihak yang terlibat, yaitu:

1. Papa, Mama, Vano dan Ardo yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan mendoakan selalu agar skripsi bisa dengan lancar tanpa hambatan.
2. Bapak Daniel Siswanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta masukan-masukan yang membangun bagi laporan skripsi serta pribadi penulis sendiri.
3. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc yang telah bersedia untuk meminjamkan Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi sehingga penelitian dapat dilakukan.
4. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc dan Bapak Dr. Thedy Yogasara, S.T., M.Eng.SC selaku dosen penguji sidang proposal yang telah memberikan masukan, saran, dan ide dalam penyusunan laporan skripsi ini.
6. Bapak Alvian, S.T., M.T yang telah sangat membantu penulis dalam hal pemberian masukan, komentar, serta usaha yang besar selama pengerjaan laporan skripsi ini.
7. Rickson, Hasna, Christian Setiardjo, Brian, Doni Kusumah yang telah membantu penulis untuk memberikan masukan pada laporan ini.
8. Marcellina Agnes, Vincent Louis dan Levin Prakasa sebagai rekan seperjuangan dari awal hingga akhir dalam penyusunan laporan skripsi yang telah memberikan masukan dan bantuan dalam laporan skripsi ini.
9. Teman-teman kelas C yang telah bersama selama 4 tahun dan mendukung serta memberikan masukan dan saran kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi.

10. Teman-teman lain yang telah mendukung selama proses penyusunan laporan skripsi serta berbagai pihak lain yang terlibat dalam penyusunan laporan skripsi.

Laporan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh sebab itu penulis merasa sangat terbuka dalam menerima setiap kritik dan saran yang diberikan terhadap laporan skripsi ini. Penulis juga berharap agar laporan skripsi ini berguna bagi setiap pihak yang membaca serta melakukan penelitian serupa dengan topik pada laporan skripsi ini.

Bandung, 13 Juli 2017

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 Rumusan Masalah	I-5
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-12
I.4 Tujuan Penelitian	I-13
I.5 Manfaat Penelitian	I-14
I.6 Metodologi Penelitian	I-14
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 Akibat Kelelahan	II-4
II.4 Kantuk	II-4
II.5 Kewaspadaan (<i>Vigilance</i>).....	II-5
II.6 <i>Tracking Task</i>	II-7
II.7 <i>Electroencephalography</i> (EEG).....	II-11
II.8 Fitbit	II-15
II.9 Variabel Penelitian	II-17
II.10 Validitas.....	II-18
II.11 <i>Intraclass Correlation</i>	II-18
II.12 Uji F dan Uji T.....	II-21

II.13 Uji Korelasi	II-21
II.14 Uji Regresi	II-22
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Penentuan Variabel	III-1
III.2 Pengambilan Data Uji Reliabilitas	III-3
III.3 Validitas dan Reliabilitas.....	III-4
III.4 Persiapan dan Pengumpulan Data Pengujian <i>Tracking Task</i> dengan Alat EEG.....	III-7
III.5 Data Aktivitas Gelombang Otak Pengemudi	III-15
III.6 Pengujian Kecukupan Ukuran Sampel.....	III-17
III.7 Pengolahan Data.....	III-18
III.7.1 Perhitungan Efisiensi Tidur Partisipan	III-18
III.7.2 <i>Convert EDF to CSV</i>	III-21
III.7.3 Tahap Perhitungan <i>Power</i>	III-22
III.7.4 Perhitungan Rasio Tingkat Kantuk	III-25
III.7.5 Uji Normalitas Data	III-25
III.7.6 Uji Hubungan Kriteria Partisipan dan Rasio Tingkat Kantuk.....	III-31
III.7.7 Menentukan Hubungan Nilai RMSE dengan Rasio Tingkat Kantuk.....	III-37
III.7.8 Uji Pengaruh Kriteria Bugar Partisipan dan Nilai RMSE.....	III-39
III.7.9 Korelasi Nilai RMSE dengan Data Durasi Tidur Partisipan	III-41
III.7.10 Penentuan Batas Nilai Acuan RMSE Berdasarkan Durasi Tidur Menggunakan Uji Regresi Linear	III-44
III.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian	III-48
BAB IV ANALISIS	IV-1
IV.1 Analisis Hasil Reliabilitas Alat.....	IV-1
IV.2 Analisis Uji Kecukupan Data Pengujian <i>Tracking Task</i>	IV-2
IV.3 Analisis Rata-rata Rasio Tingkat Kantuk	IV-2
IV.4 Analisis Korelasi Hasil RMSE dengan Durasi Tidur Partisipan .	IV-3

IV.5 Analisis Korelasi Hasil RMSE dengan Keempat Bagian Otak ...	IV-4
IV.6 Analisis Hasil Regresi Linear Nilai RMSE dengan Durasi Tidur.	IV-5
IV.7 Analisis Pengujian <i>Tracking Task</i> Mendatang	IV-6

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Bentuk-bentuk ICC	II-20
Tabel III.1	Hasil Pengambilan Data Uji Reliabilitas.....	III-3
Tabel III.2	Hasil Perhitungan ICC Menggunakan SPSS	III-6
Tabel III.3	Rekapitulasi Data Kriteria Partisipan dan Nilai RMSE	III-14
Tabel III.4	Hasil Uji Kecukupan Data Pengujian <i>Tracking Task</i>	III-17
Tabel III.5	Hasil Perhitungan Efisiensi Tidur Tiap Partisipan	III-19
Tabel III.6	Rekapitulasi Data Kriteria Kebugaran dan Nilai RMSE	III-20
Tabel III.7	Perhitungan Rasio Tingkat Kantuk Partisipan 1 pada Bagian Otak Frontal	III-25
Tabel III.8	Hipotesis Pengujian <i>Spearman Correlation</i> Variabel Kriteria dan Frontal	III-31
Tabel III.9	Uji Korelasi Antara BMI, Temperatur, Durasi Tidur, Efisiensi Tidur, dan Rasio Tingkat Kantuk Otak Frontal	III-32
Tabel III.10	Hipotesis Pengujian <i>Spearman Correlation</i> Variabel Kriteria dengan Oksipital	III-32
Tabel III.11	Uji Korelasi Antara BMI, Temperatur, Durasi Tidur, Efisiensi Tidur, dan Rasio Tingkat Kantuk Otak Oksipital	III-33
Tabel III.12	Hipotesis Pengujian <i>Spearman Correlation</i> Variabel Kriteria dengan Parietal	III-34
Tabel III.13	Uji Korelasi Antara BMI, Temperatur, Durasi Tidur, Efisiensi Tidur, dan Rasio Tingkat Kantuk Otak Parietal	III-35
Tabel III.14	Hipotesis Pengujian <i>Spearman Correlation</i> Variabel Kriteria dengan Temporal	III-35
Tabel III.15	Uji Korelasi Antara BMI, Temperatur, Durasi Tidur, Efisiensi Tidur, dan Rasio Tingkat Kantuk Otak Temporal	III-36
Tabel III.16	Hipotesis Pengujian <i>Spearman Correlation</i> RMSE dan Rasio Tingkat Kantuk	III-37
Tabel III.17	Uji Korelasi Antara RMSE dan Rasio Tingkat Kantuk di Tiap Otak.....	III-38
Tabel III.18	Hasil Uji Pengaruh Variabel Kriteria (BMI, Temperatur, Durasi	

Tidur, dan Efisiensi Tidur) dengan Variabel Nilai RMSE.....	III-40
Tabel III.19 Hipotesis Uji T Variabel BMI, Temperatur, Durasi Tidur Efisiensi Tidur, dan RMSE	III-40
Tabel III.20 Hasil Uji Pengaruh Masing-masing Variabel Kriteria dengan Variabel Nilai RMSE.....	III-41
Tabel III.21 Hasil Pengujian Korelasi Variabel BMI, Temperatur Durasi Tidur, dan Efisiensi Tidur dengan Variabel Nilai RMSE	III-42
Tabel III.22 Uji Multikolinieritas Variabel BMI, Temperatur, Durasi Tidur dan Efisiensi Tidur.....	III-43
Tabel III.23 Uji Normalitas Regresi Variabel RMSE dengan Durasi Tidur	III-45
Tabel III.24 Hasil Uji Linearitas Hubungan Nilai RMSE dan Durasi Tidur	III-45
Tabel III.25 <i>Model Summary</i> Hasil Uji Regresi	III-46
Tabel III.26 Tabel Koefisien Variabel Durasi Tidur dan Variabel Nilai RMSE .	III-46
Tabel III.27 Peramalan Nilai RMSE untuk Mengetahui Kondisi Tidur Partisipan	III-47
Tabel III.28 Rekapitulasi Hasil Pengujian dengan $\alpha=0,05$	III-49

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Hubungan Antara Kelelahan dengan Kecelakaan	I-2
Gambar I.2	Variabel-variabel yang Berhubungan dengan kelelahan	I-10
Gambar I.3	Metodologi Penelitian Studi Kelelahan dengan <i>Tracking Task</i> , EEG, dan Fitbit untuk Menentukan Batas Nilai Kondisi Kebugaran.....	I-16
Gambar II.1	Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan	II-6
Gambar II.2	<i>Tracking Task</i>	II-8
Gambar II.3	Tampilan MTT pada <i>Smartphone Android</i>	II-9
Gambar II.4	Pengaturan pada MTT	II-9
Gambar II.5	Hasil Pengujian <i>Tracking Task</i>	II-10
Gambar II.6	Bagian-bagian Lobus Otak.....	II-13
Gambar II.7	Alat EEG EMOTIV EPOX 14+.....	II-13
Gambar II.8	16 Titik Penempatan Sensor Elektroda EEG di Kepala	II-14
Gambar II.9	Fitbit Charge 2.....	II-15
Gambar II.10	Fitur <i>Auto Sleep Tracker</i> pada Fitbit	II-17
Gambar III.1	Lini Masa Pengujian <i>Tracking Task</i>	III-7
Gambar III.2	Termometer Suhu Tubuh OMRON	III-8
Gambar III.3	a) Timbangan OMRON dan b) Alat Ukur Tinggi Badan	III-8
Gambar III.4	CPU Alat EEG.....	III-9
Gambar III.5	Cairan Isotonik untuk Membasahi Sensor	III-9
Gambar III.6	Enam Belas Sensor pada Kotak Penyimpanan	III-10
Gambar III.7	Alat EEG Sebelum Dipasangkan Sensor.....	III-10
Gambar III.8	USB <i>Transceiver</i>	III-11
Gambar III.9	Kabel USB.....	III-11
Gambar III.10	Kualitas Sensor pada EPOC <i>Control Panel</i>	III-12
Gambar III.11	Kotak Dialog Pengujian dengan EEG	III-12
Gambar III.12	Hasil Gelombang Otak yang Direkam.....	III-13
Gambar III.13	Pengujian <i>Tracking Task</i> Menggunakan EEG	III-15
Gambar III.14	Hasil Perekaman Data Aktivitas Gelombang Otak.....	III-16
Gambar III.15	<i>Power</i> Kecukupan <i>Sample Size</i>	III-17

Gambar III.16 Data <i>Excel</i> /Fitbit	III-19
Gambar III.17 Tampilan Awal Aplikasi MATLAB R2009a	III-22
Gambar III.18 <i>Run</i> pada <i>Sub Menu</i> di <i>Eegfilt</i>	III-23
Gambar III.19 Kotak Dialog <i>Change Directory</i>	III-23
Gambar III.20 <i>Workspace</i> MATLAB.....	III-24
Gambar III.21 Layar Hasil dari <i>Power Alpha</i> , <i>Beta</i> , dan <i>Theta</i>	III-24
Gambar III.22 Hasil Uji Normalitas Data Variabel BMI.....	III-26
Gambar III.23 Hasil Uji Normalitas Data Variabel Temperatur	III-26
Gambar III.24 Hasil Uji Normalitas Data Variabel Durasi Tidur	III-27
Gambar III.25 Hasil Uji Normalitas Data Variabel Efisiensi Tidur	III-27
Gambar III.26 Hasil Uji Normalitas Data Variabel Nilai RMSE.....	III-28
Gambar III.27 Hasil Uji Normalitas Rasio Tingkat Kantuk Otak Frontal.....	III-29
Gambar III.28 Hasil Uji Normalitas Rasio Tingkat Kantuk Otak Oksipital	III-29
Gambar III.29 Hasil Uji Normalitas Rasio Tingkat Kantuk Otak Parietal.....	III-30
Gambar III.30 Hasil Uji Normalitas Rasio Tingkat Kantuk Otak Temporal.....	III-30

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A REKAPITULASI DATA HASIL CSV OTAK FRONTAL
- LAMPIRAN B REKAPITULASI DATA HASIL CSV OTAK OKSIPITAL
- LAMPIRAN C REKAPITULASI DATA HASIL CSV OTAK PARIETAL
- LAMPIRAN D REKAPITULASI DATA HASIL CSV OTAK TEMPORAL
- LAMPIRAN E CODING UNTUK PENGUJIAN *TRACKING TASK SELAMA*
5 MENIT
- LAMPIRAN F DATA XLS FITBIT PARTISIPAN

BAB I

PENDAHULUAN

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

I.1 Latar Belakang Masalah

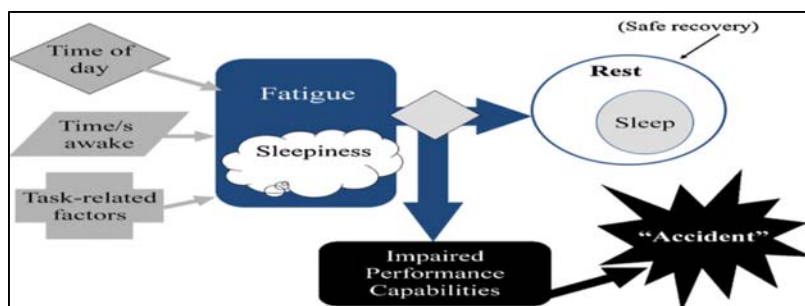
Di dunia yang serba modern ini, manusia dituntut untuk dapat bekerja dengan baik untuk dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari. Banyak teknologi canggih yang diciptakan dan dikembangkan untuk membantu aktivitas maupun kegiatan manusia. Namun dengan adanya teknologi canggih manusia tidak bisa lepas dari tanggung jawabnya. Mereka juga perlu untuk menyumbangkan waktu dan tenaganya untuk melakukan pekerjaan dan aktivitas yang tidak dapat dilakukan oleh mesin. Manusia merupakan sumber daya yang sangat berarti bagi perusahaan. Manusia memiliki akal budi dan pikiran yang mereka sumbangkan demi kelancaran pekerjaan dan aktivitas yang dilakukan. Dengan perkembangan tersebut, tenaga kerja yang terserap dan mesin-mesin yang digunakan dalam sektor industri pun semakin banyak. Namun, tidak dapat dipungkiri manusia dapat bebas dari kecelakaan kerja meskipun menggunakan bantuan mesin.

Menurut *International Labour Organization* (2013), setiap tahun ada lebih dari 250 juta kecelakaan di tempat kerja dan lebih dari 160 juta pekerja menjadi sakit karena bahaya di tempat kerja dimana satu pekerja di dunia meninggal setiap 15 detik karena kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja. ILO juga mencatat, 153 pekerja di dunia mengalami kecelakaan kerja setiap 15 detik.

Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan (2016) juga menyatakan bahwa angka kecelakaan kerja di Indonesia masih tinggi, yaitu sebanyak 105.182 kasus kecelakaan kerja hingga akhir 2015. Sementara itu, kasus kecelakaan berat yang mengakibatkan kematian tercatat sebanyak 2.375 kasus dari total jumlah kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia. Jumlah kecelakaan kerja yang terjadi ini mengalami tren peningkatan dari tahun ke tahun.

International Labour Organization (ILO) mengatakan bahwa dalam setiap tahun sebanyak dua juta pekerja meninggal dunia karena kecelakaan kerja yang disebabkan oleh faktor kelelahan. Dalam penelitian tersebut dijelaskan dari 58.115 sampel, 18.828 diantaranya (32,8%) mengalami kelelahan. Kelelahan menjadi salah satu faktor utama terjadinya kecelakaan. Selain berdampak pada keselamatan manusia, kelelahan juga berdampak buruk bagi perusahaan, yaitu penurunan produktivitas. Hal ini dijelaskan pula dalam Williamson, Lombardi, Folkard, Stutts, Courtney, Connor (2011) yang berpendapat bahwa kelelahan dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan dapat menurunkan produktivitas kerja, yang mana kelelahan juga berkontribusi secara signifikan terhadap kecelakaan kerja (Williamson et al., 2011). Nurmianto (2003) dalam Elia (2015) mengatakan bahwa kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Pernyataan tersebut diperkuat juga oleh Sedarmayanti (2009) dalam Muizzudin (2013) yang mengatakan bahwa faktor manusia dapat dikatakan memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat produktivitas kerja dimana salah satunya akibat dari kelelahan kerja.

Menurut Williamson et al. (2011), kelelahan adalah dorongan secara biologis untuk beristirahat dalam rangka memulihkan diri. Phillips (2015) juga mengatakan kelelahan (*fatigue*) adalah kondisi psikologis yang tidak optimal karena pemerasan tenaga selama beraktivitas. Menurut Williamson et al (2011), untuk menilai seseorang sedang mengalami kelelahan atau tidak dilihat dari kantuk sebagai indikator. Terjadinya kelelahan dapat disebabkan karena faktor kekurangan tidur atau keterjagaan yang panjang di malam sebelumnya (Williamson et al., 2011). Model yang menunjukkan hubungan kelelahan dengan kecelakaan menurut Williamson et al. (2011) dapat dilihat pada Gambar I.1.



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

Kelelahan merupakan permasalahan yang umum dialami oleh semua manusia. Kelelahan dapat disebabkan oleh tiga faktor, yaitu *time of day* (berkaitan dengan ritme sirkadian), *time's awake* (berkaitan tentang waktu terbangun, durasi, dan kualitas tidur seseorang), serta *task-related factor* (berkaitan dengan pekerjaan) (Williamson et al., 2011). Ketiga faktor ini telah dibuktikan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kelelahan (Williamson et al., 2011). Ritme sirkadian berkaitan dengan jam tubuh yang mengatur waktu tidur dan waktu terjaga seseorang secara alami pada jam yang diinginkan atau pada jam yang sama setiap harinya. Ketidaksesuaian ritme sirkadian dengan waktu bekerja seseorang dianggap sebagai salah satu faktor yang paling mempengaruhi tingkat kelelahan dan performansi masing-masing individu (Cazzoli, Antoniadis, Kennard, Nyffeler, Bassetti, & Müri., 2014). Smolensky, Di Milia, Ohayon, & Philip (2011), juga mengatakan bahwa penyebab lain yang dapat mengakibatkan kelelahan adalah parameter yang berhubungan dengan pekerjaan, gangguan tidur, kondisi kesehatan, serta faktor demografi seseorang seperti *sex*, *age*, *race*, dan *socio-economic status*.

Kelelahan yang dialami seseorang tersebut dapat diatasi dengan beristirahat dan cara beristirahat yang paling baik adalah dengan tidur. Akan tetapi, kelelahan yang tidak segera diatasi dapat menurunkan performansi manusia, seperti mengurangi kecepatan reaksi seseorang, menurunkan tingkat ketepatan, serta menurunkan kemampuan seseorang dalam memproses informasi. Apabila penurunan kemampuan performansi tersebut tidak diatasi, maka dapat berakibat terjadinya kecelakaan (Williamson et al., 2011).

Agar kecelakaan kerja tidak terjadi, perlu dilakukan pengukuran tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Pengukuran kelelahan dibagi menjadi pengukuran kelelahan secara objektif, subjektif, dan berdasarkan performansi. Pengukuran kelelahan secara objektif berupa *heart rate* dan *electromyography* (EEG). Pengukuran kelelahan secara subjektif berupa *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS), dan *Epworth Sleepiness Scale* (ESS). Pengukuran kelelahan dilihat dari performansi berupa *Psychomotor Vigilance Task* (PVT), *Flicker Test* dan *Tracking Task*. Berdasarkan model Williamson et al. (2011) penurunan kemampuan performansi menjadi penyebab terjadinya kecelakaan. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengukur kelelahan seseorang dilihat dari performansinya.

Salah satu indikator kelelahan seseorang dilihat dari performansi seseorang. Oleh karena itu, dibutuhkan alat pengukuran performansi yang bertujuan agar dapat diketahui performansi seseorang apakah berada di batas normal atau tidak. Penilaian performansi seseorang dapat digunakan pengujian *Tracking Task*. *Tracking Task* merupakan alat ukur untuk menilai gerakan motorik tangan dan visual mata seseorang saat mempertahankan *target circle* ke dalam area *target ball* dalam kurun waktu tertentu. Apabila seseorang tidak mampu membidik *target circle* ke dalam *target ball* dalam kurun waktu yang ditentukan maka orang tersebut sedang mengalami penurunan performansi yang bisa saja diakibatkan oleh kelelahan yang dialaminya tanpa sadar. Menurut Huysmans, Hoozemans, Van der Beek, De Looze, & Van Dieën (2008), pemilihan uji *Tracking Task* sebagai alat ukur performansi untuk menguji gerakan motorik dan visual seseorang karena *Tracking Task* memungkinkan kuantifikasi terus menerus dari akurasi yang ingin dicapai. Selain itu, kecepatan gerakan yang diberlakukan saat melacak target dalam pelacakan dapat diatur secara konstan atau tidak konstan (Huysman et al., 2008). *Tracking Task* menggunakan parameter penilaian yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk dapat mengetahui banyaknya *error* yang dihasilkan. Semakin besar nilai RMSE yang dihasilkan menunjukkan bahwa orang tersebut banyak melakukan kesalahan yang menunjukkan bahwa terdapat penurunan performansi. Namun, semakin kecil nilai RMSE yang dihasilkan menunjukkan orang tersebut memiliki performansi yang baik. Pengujian *Tracking Task* sangat berguna untuk pekerjaan yang membutuhkan koordinasi antara gerakan motorik dan visual seseorang, seperti pengemudi motor maupun mobil, pilot pesawat, dan nahkoda kapal. Pekerjaan-pekerjaan tersebut membutuhkan koordinasi antara gerakan motorik tangan dan visual mata dimana tangan pengemudi akan mengendalikan setir disesuaikan dengan arah jalan yang akan dilalui. Pengemudi yang dalam keadaan lelah akan menurunkan konsentrasi yang berpengaruh pada koordinasi gerakan motorik dan visual mata dimana tidak ada koordinasi antara tangan dan mata menyebabkan setir goyang. Hal ini tentu akan membahayakan keselamatan dan nyawa pengemudi beserta penumpang. Sebagai contoh, nahkoda kapal yang sedang dalam keadaan lelah sedang mengemudikan kapal dan di jalan tersebut terdapat kapal lain dari arah berlawanan dengan kecepatan tinggi melaju mendekati kapal nahkoda. Nahkoda yang lelah tersebut seharusnya membanting setir ke arah berlawanan dengan kapal lain akan

tetapi karena mata lelah nahkoda membanting setir searah dengan kapal lain tersebut dan mengakibatkan kecelakaan disebabkan karena penurunan kewaspadaan nahkoda kapal. Oleh karena itu, penting untuk mengukur kelelahan nahkoda kapal tersebut sebelum bekerja menggunakan uji *Tracking Task* dilihat dari koordinasi antara gerakan motorik tangan dan visual mata. Apabila nahkoda tersebut melakukan banyak *error* saat uji *Tracking Task*, maka nahkoda tersebut dapat dikatakan dalam keadaan lelah karena adanya penurunan fungsi kognitif yaitu kurangnya koordinasi antara gerakan tangan dan visual mata.

Namun, saat ini belum ada standar untuk menilai hasil pengujian *Tracking Task* terhadap tingkat kelelahan sehingga belum diketahui nilai acuan dari *Tracking Task* yang menunjukkan bahwa seseorang dapat dikatakan dalam keadaan lelah. Maka dari itu, penelitian terkait pengujian *Tracking Task* perlu dilakukan untuk menentukan rentang acuan nilai RMSE yang dihasilkan dari pengujian *Tracking Task* berdasarkan kondisi kebugaran seseorang sebelum melakukan pekerjaannya.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah dijelaskan sebelumnya tentu penurunan performansi dapat dijadikan sebagai indikator dalam mengukur kelelahan seseorang. Penurunan performansi diakibatkan karena seseorang yang merasa lelah sehingga kemampuan seseorang untuk memproses informasi, bereaksi terhadap suatu hal, fokus dan perhatian menurun. Performansi seseorang terkait dengan fungsi kognitif manusia. Kemampuan kognitif adalah sesuatu yang berhubungan dengan atau melibatkan kognisi, atau berarti juga berdasar kepada pengetahuan faktual yang empiris (Garliah, 2009). Menurut Garliah (2009), fungsi kognitif seseorang yang terganggu dapat muncul dalam bentuk kurang konsentrasi, waktu reaksi yang lama, mudah teralihkan, kurang energi, lelah (*fatigue*), meningkatkan kesalahan, dan lupa. Kemampuan kognitif sangat dibutuhkan dalam melakukan pekerjaan apalagi pekerjaan yang membutuhkan konsentrasi tinggi seperti pengemudi mobil maupun motor, pilot, dan nahkoda kapal. Oleh karena itu, seseorang yang memiliki tingkat kantuk yang tinggi saat bekerja akan menurunkan kemampuan kognitif, yaitu konsentrasi dari pengemudi. Penurunan kemampuan kognitif yang diakibatkan karena kelelahan perlu segera ditanggulangi agar tidak mengakibatkan kecelakaan kerja. Oleh

karena itu, dilakukan pengukuran performansi seseorang terkait dengan kemampuan kognitif (konsentrasi) menggunakan pengujian *Tracking Task* untuk mengukur koordinasi antara gerakan motorik tangan dan visual mata dilihat dari besar *error* yang dihasilkan.

Penelitian menggunakan pengujian *Tracking Task* sendiri di luar negeri cukup banyak, akan tetapi penggunaannya di Indonesia masih sangat jarang. Hal ini pula yang menjadi permasalahan sehingga penelitian ini dilakukan agar ke depannya penelitian di Indonesia menggunakan pengujian *Tracking Task* dapat terus berkembang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Guo, Chen, Zhang, Pan, dan Wu (2016) menunjukkan bahwa kelelahan mental disebabkan adanya penurunan performansi yang berkelanjutan partisipan saat melakukan pengujian *Tracking Task*. Hal ini tercermin saat partisipan memiliki waktu reaksi yang lama dan penurunan kewaspadaan dalam melacak target selama *Tracking Task* berlangsung disebabkan kurangnya koordinasi antara tangan dan mata partisipan. Pada penelitian yang dilakukan Meuter, Rakotonirainy, Johns, Tran, Wagner (2005) tentang perubahan tingkat ketepatan yang dihasilkan dari pengujian *Tracking Task* dalam keadaan monoton, juga menyatakan bahwa faktor-faktor yang eksogen seperti kegiatan monoton memiliki dampak yang signifikan pada penurunan performansi yang dihasilkan dari pengujian *Tracking Task* dapat diamati dalam waktu 5 menit. Pada kedua penelitian terkait penggunaan uji *Tracking Task* memiliki kesamaan kekurangan yaitu tidak adanya nilai acuan *Tracking Task* yang menunjukkan bahwa seseorang berada pada titik dia mengalami penurunan fungsi kognitif (konsentrasi). *Tracking Task* menggunakan parameter penilaian *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk dapat mengetahui perubahan kondisi kewaspadaan dari besarnya *error* yang dihasilkan. Oleh karena itu, nilai RMSE akan menjadi variabel *dependent*.

Pengukuran tingkat kantuk sangat susah dinilai secara akurat karena adanya perbedaan tingkat kantuk yang dirasakan tiap individu. Namun, terdapat alat ukur tingkat kantuk secara objektif yang dapat meminimalisir kesalahan pengukuran kelelahan dilihat dari tingkat kantuk. Menurut Zhao, Liu, & Zheng (2012) terdapat berbagai alat yang digunakan untuk mengukur kelelahan, yaitu *electrooculogram* (EOG), pernafasan, detak jantung, denyut nadi dan *electroencephalographic* (EEG). Dari berbagai alat tersebut, EEG merupakan alat yang menjanjikan, dapat diandalkan dan terpercaya untuk mengukur tingkat

kantuk karena EEG berhubungan dengan neuronal pada serebral korteks yang berfungsi mengirimkan informasi ke seluruh sel saraf, dan otot (Zhang & Yu, 2010). Tingkat kantuk yang dihasilkan EEG berupa rasio tingkat kantuk. Menurut Jap, Lal, Fischer, & Bekiaris (2009), rasio tingkat kantuk adalah rasio antara aktivitas gelombang lambat dan gelombang cepat pada otak manusia. Frekuensi gelombang *delta* (0-4 Hz) dan *theta* (4-8 Hz) termasuk ke dalam aktivitas gelombang lambat sedangkan frekuensi gelombang *alpha* (8-13 Hz) dan *beta* (13-25 Hz) termasuk ke dalam aktivitas gelombang cepat. Semakin tinggi rasio tingkat kantuk seseorang, maka menandakan orang tersebut memiliki tingkat kantuk yang tinggi dan sebaliknya. Oleh karena itu, rasio tingkat kantuk akan menjadi variabel *dependent*.

Menurut Zhuang, Zhao, & Tang (2009), aktivitas gelombang-gelombang tersebut dihasilkan atau dipancarkan dari otak manusia yang dipasangkan EEG selama kurun waktu tertentu. Pengukuran EEG terjadi pada lobus otak terdiri dari lobus parietal, lobus frontal, lobus temporal, dan lobus oksipital (Jap et al., 2009). Lobus frontal merupakan bagian lobus yang berada di bagian paling depan dari otak besar, tepat di bawah dahi yang berfungsi dalam pengendalian motorik dan aktivitas kognitif, seperti pembuatan keputusan, perencanaan, pembuatan tujuan dan berfungsi untuk mengontrol emosi dan bahasa, memori untuk aktivitas sehari-hari dan aktivitas motorik, merespon lingkungan, pengambilan keputusan dari aktivitas sehari-hari. Lobus parietal merupakan lobus yang berada dekat bagian belakang dan atas kepala berhubungan dengan proses sensorik, interpretasi spasial, pemfokusan dan pemahaman bahasa. Lobus oksipital berada di bagian belakang kepala untuk memproses informasi visual dan menyampaikannya pada lobus temporal dan parietal. Lobus temporal merupakan lobus yang berada di atas telinga berhubungan dengan persepsi pendengaran, pemahaman bahasa dan pengenalan dari penglihatan (Zhuang et al., 2009). Berdasarkan dari penjelasan keempat fungsi lobus otak tersebut, maka perlu diketahui lobus otak bagian mana yang paling dominan saat seseorang melakukan pengujian *Tracking Task*. Hal ini perlu dilakukan untuk meminimalisir kesalahan pengambilan data dari lobus otak yang tidak dominan saat pengujian *Tracking Task* dilakukan. Selain itu, ditentukan pula rasio tingkat kantuk saat seseorang selama pengujian *Tracking Task*.

Salah satu cara untuk mengurangi terjadinya risiko kecelakaan, maka sebelum bekerja perlu dilakukan uji kemampuan kognitif melalui pengujian

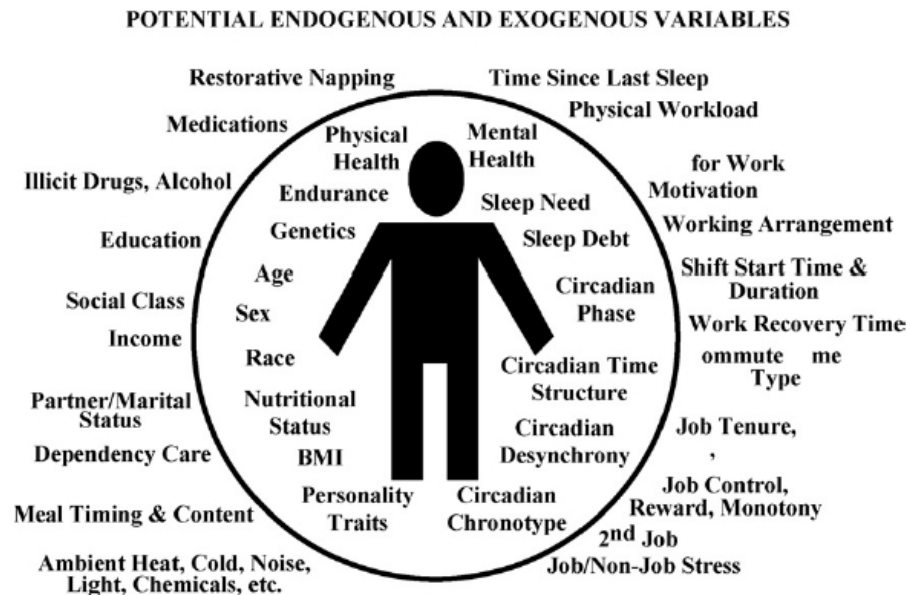
Tracking Task. Penurunan kemampuan kognitif seseorang dapat disebabkan karena adanya kelelahan sehingga kemampuan kognitif seseorang tidak dapat bekerja dengan baik. Menurut Williamson et al. (2011) diketahui bahwa kelelahan seseorang dapat diakibatkan karena adanya rasa kantuk akibat tidak mendapat waktu dan durasi tidur yang cukup. Penurunan kemampuan kognitif manusia dapat diakibatkan oleh *Time's Awake* seseorang seperti durasi dan kualitas tidur yang tidak baik. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pengujian *Tracking Task* dilihat dari durasi dan kualitas tidur seseorang. Pengukuran durasi dan kualitas tidur seseorang dapat dilakukan menggunakan alat ukur objektif, yaitu Fitbit. Alat tersebut merupakan perangkat jam tangan pintar yang dapat mengukur data seperti jumlah langkah berjalan, denyut jantung, kualitas tidur, durasi tidur, langkah kaki, dan metrik pribadi lainnya yang terlibat dalam kebugaran tubuh. Pemilihan Fitbit untuk mengukur durasi dan kualitas tidur seseorang karena Fitbit mampu mengukur durasi tidur dan kualitas tidur seseorang dilihat dari kapan seseorang mulai tertidur, kapan seseorang mulai terbangun, berapa kali seseorang terbangun saat tidur atau *restless*, berapa lama seseorang benar-benar tertidur (*deep sleep*) dan efisiensi tidur. Menurut Sathyanayana, Joty, dan Luque (2016), salah satu indikator mengukur kualitas tidur seseorang dengan mengukur efisiensi tidur. Efisiensi tidur adalah metrik yang memperhitungkan durasi tidur, waktu yang dibutuhkan untuk jatuh tertidur, dan waktu tidur tapi dengan gangguan seperti terbangun (*restless*). Durasi tidur merupakan total waktu tertidur selama 24 jam terakhir (Buysse, 2014). Menurut Buysse (2014), kualitas tidur yang baik ditandai dengan kepuasan subjektif, waktu tidur yang tepat, durasi tidur yang memadai, efisiensi tidur yang tinggi, dan kewaspadaan berkelanjutan selama jam bangun.

Beberapa penelitian menggunakan Fitbit sebagai alat ukur objektif untuk mengukur kualitas dan durasi tidur seseorang telah dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan De Zambotti, Baker, Willoughby, Godino, DavidWing, Patrick, Colrain (2016) tentang perbandingan alat ukur Fitbit dengan alat ukur *polysomnographic* (PSG) dimana hasil penelitian menunjukkan Fitbit menyediakan pengukuran durasi tidur, kualitas tidur dan fungsi jantung selama seseorang tertidur dengan akurat dan dapat diterima. Oleh sebab itu, durasi tidur dan kualitas tidur yang dihasilkan dari Fitbit akan menjadi variabel *independent*.

Pemilihan ketiga alat tersebut yaitu *Tracking Task*, EEG, dan Fitbit digunakan terkait dalam pengukuran kelelahan seseorang. Beberapa penelitian

yang telah dilakukan sebelumnya membuktikan bahwa kelelahan mempengaruhi performansi manusia dan faktor kekurangan tidur (*sleep deprivation*) serta keterjagaan yang panjang (*time since waking*) dapat mempengaruhi kelelahan (Williamson et al., 2011). Orang yang mengalami kelelahan akan menunjukkan penurunan performansi (kemampuan kognitif). Kelelahan dapat diakibatkan tidur yang kurang dilihat dari durasi dan kualitas tidur seseorang. Pernyataan Williamson et al. (2011) diperkuat dengan penelitian Van Dongen (2005) dalam Williamson et al. (2011) yang berpendapat bahwa tingkat performansi sangat bervariasi disebabkan kurangnya waktu tidur atau durasi tidur yang berbeda-beda di antara individu (Williamson et al. 2011). Ketika seseorang mengalami kekurangan tidur maka kesiapan orang tersebut untuk bekerja akan menurun dan dibutuhkan usaha yang lebih dalam bekerja. *Tracking Task* akan digunakan sebagai alat utama dalam menentukan performansi seseorang terutama tingkat kewaspadaan dan fokus seseorang. Selama partisipan memainkan alat *Tracking Task*, kepala partisipan akan dipasangkan alat EEG untuk mengetahui gelombang otak yang nantinya diketahui rasio tingkat kantuknya. Fitbit akan digunakan dalam menentukan kualitas dan durasi tidur partisipan dimalam sebelum partisipan diuji akan dipasangkan Fitbit dalam kondisi partisipan tertidur. Oleh karena itu, ketiga alat (*Tracking Task*, EEG dan Fitbit) akan digunakan sebagai pengukur tingkat kelelahan seseorang yang dilihat dari kemampuan kognitif, durasi, dan kualitas tidur.

Belum adanya standar untuk menilai hasil *Tracking Task* terhadap tingkat kelelahan menunjukkan tingkat kelelahan yang diperbolehkan tidak diketahui. Maka dari itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk menentukan nilai acuan rentang RMSE yang dihasilkan dari alat *Tracking Task*. Penentuan rentang acuan nilai RMSE didasarkan pada kondisi kebugaran karena ingin diketahui rentang acuan RMSE orang yang tidak mengalami kelelahan. Menurut *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), kebugaran adalah kemampuan untuk melaksanakan tugas sehari-hari dengan semangat dan adanya kewaspadaan, tanpa kelelahan yang tidak semestinya, serta dengan energi yang cukup untuk menikmati kegiatan dengan santai dan mampu menanggapi keadaan darurat. Menurut Di milia et al. (2011), terdapat variabel-variabel yang yang berpotensi menyebabkan kelelahan yang dapat menurunkan kebugaran seseorang yang dapat dilihat pada Gambar I.2.



Gambar 1.2 Variabel-variabel yang Berhubungan dengan Kelelahan

(Sumber: Di Milia et al., 2011)

Terdapat banyak indikator kelelahan yang ditunjukkan oleh model Di milia dan diantaranya adalah *body mass index* (BMI). BMI seseorang menunjukkan apakah seseorang memiliki berat tubuh yang ideal atau tidak. Seseorang dapat dikatakan obesitas apabila memiliki BMI di atas rentang BMI ideal yaitu 18,50-24,99 (WHO, 2004). Menurut Simmons dan DeVille (2017), obesitas merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling serius di negara berkembang seperti Indonesia. Seseorang yang mengalami kelebihan berat badan ditandai dengan meningkatnya suhu tubuh pada rentang 36°C - 38°C. Seseorang yang mengalami kelebihan berat badan akan cenderung mudah lelah (Lavigne, Phelps, Mushlin, & Lednar, 2003). Pada model Di milia, ditunjukkan bahwa durasi tidur dan kualitas tidur dapat mengakibatkan kelelahan. Seseorang yang mengalami kekurangan tidur menyebabkan tingkat kantuk tinggi yang dapat berakibat pada kelelahan. Oleh karena itu kriteria kondisi kebugaran yang ditetapkan sebelum melakukan aktivitas atau bekerja didasarkan dengan memperhatikan *Body Mass Index* (BMI), temperatur tubuh, durasi tidur dan efisiensi tidur. Penentuan keempat faktor tersebut juga didasari pada penelitian sebelumnya yang menggunakan faktor-faktor tersebut dalam melihat performansi seseorang. Pada penelitian Huysman et

al. (2008), diambil data BMI, temperatur, durasi, dan efisiensi tidur partisipan pada pengujian *Tracking Task*.

Dengan menentukan kemampuan motorik seseorang dari pengujian *Tracking Task* dilihat dari kriteria yang telah ditentukan berpengaruh pada kondisi kebugaran, maka didapatkan nilai rentang acuan bahwa orang tersebut dalam keadaan bugar sebelum bekerja. Menurut Miller (1996), *Tracking Task* dapat digunakan dalam menentukan kondisi kebugaran karena berhubungan dengan kewaspadaan. Parameter pengukuran performansi dari alat *Tracking Task* adalah *Root Mean Square Error* (RMSE) yang menunjukkan perubahan kondisi kewaspadaan. RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Oleh karena itu, semakin kecil nilai RMSE maka semakin kecil orang tersebut melakukan kesalahan begitu pula sebaliknya. Penelitian ini tentu diharapkan berguna untuk mengevaluasi kondisi kebugaran sebelum bekerja menggunakan alat *Tracking Task*. Sehingga kelelahan dapat dideteksi lebih awal dan dihindari. Untuk memastikan apakah seseorang benar-benar mengalami penurunan performansi akibat kantuk yang dialaminya maka diperlukan juga alat ukur objektif yang dapat melihat rasio kantuk yang dialami, yaitu *Electroencephalograph* (EEG). Selama partisipan menggunakan alat *Tracking Task*, partisipan akan menggunakan EEG untuk mengukur tingkat kantuknya. *Electroencephalograph* (EEG) dapat merekam aktivitas gelombang otak seseorang. Menurut Johnson, Popovic, Olmstead, Stikic, Levendowski, & Berka (2011), EEG dijadikan sebagai *gold standard* dalam mengidentifikasi keadaan mulai dari waspada dan bersiaga hingga mengalami kantuk atau tertidur. EEG dipasang di kepala partisipan untuk menentukan bagaimana gelombang otak partisipan saat pengujian *Tracking Task* apakah terdapat kantuk atau tidak, sedangkan Fitbit digunakan untuk merekam durasi tidur dan efisiensi tidur partisipan.

Sebelum melakukan suatu pekerjaan perlu dipastikan bahwa orang tersebut tersebut benar-benar dalam keadaan baik sebelum bekerja. Oleh karena itu, perlu diterapkan *fitness for work* pada partisipan. *Fitness for work* sendiri merupakan keadaan fisik dan psikologis seseorang yang memungkinkan mereka untuk melakukan tugas-tugas atau pekerjaan dengan kompeten dan dengan cara yang tidak mengancam keselamatan, kesehatan atau kesejahteraan dirinya

maupun orang lain. Konsep *fitness for work* mencakup berbagai masalah kesehatan individu dan kerja termasuk penggunaan obat-obatan, alkohol, kelelahan, penurunan psikologis dan gangguan fisik (Cliff, 2001). Menurut Cliff (2001), penggunaan obat-obatan dan alkohol dapat menyebabkan seseorang tidak dapat tidur dengan efektif sehingga kualitas tidurnya terganggu. Oleh karena itu, partisipan tidak diperbolehkan mengkonsumsi alkohol dan obat-obatan karena akan mempengaruhi hasil pengujian *Tracking Task*.

Berdasarkan dari pemaparan penjelasan fungsi dari masing-masing alat yang akan digunakan selama pengujian berlangsung (*Tracking Task*, EEG dan Fitbit), maka penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan nilai acuan RMSE yang mengindikasikan kondisi kebugaran seseorang sebelum bekerja (*fitness for work*). Pekerja yang menghasilkan nilai RMSE berada di atas rentang acuan uji *Tracking Task* yang ditetapkan sebagai kondisi kebugaran dapat diketahui bahwa orang tersebut sedang mengalami kelelahan.

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, kemudian dirumuskan beberapa masalah yang ada. Berikut merupakan rumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan.

1. Bagaimana korelasi hasil nilai RMSE dengan rasio tingkat kantuk?
2. Bagian otak manakah yang paling dominan memancarkan gelombang otak saat pengujian *Tracking Task* berlangsung?
3. Berapakah rentang nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) hasil uji *Tracking Task* yang dapat dijadikan acuan menentukan kondisi kebugaran berdasarkan dari variabel BMI, temperatur, durasi tidur, dan efisiensi tidur?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Dalam melakukan sebuah penelitian perlu dilakukan pembatasan masalah agar penelitian dapat fokus dan terarah sehingga berjalan lancar. Pembatasan masalah untuk penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Partisipan yang diuji adalah pria yang berusia dibawah 25 tahun karena usia tersebut merupakan usia yang rentan terjadi kecelakaan kerja (Salminen, 2004). Menurut Undang-Undang No.20 Tahun 1999 pasal 3, umur minimum yang ditetapkan untuk dapat melakukan pekerjaan berbahaya yang bersifat merugikan kesehatan, keselamatan atau moral

anak-anak adalah umur 18 tahun. Oleh karena itu, rentang usia yang dipilih dalam penelitian ini adalah 18-25 tahun.

2. Penelitian dilakukan di Laboratorium APK&E Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR), Bandung.
3. Partisipan menggunakan Mobile Tracking Task sebagai uji *Tracking Task* yang didapatkan pada aplikasi android selama 5 menit dikarenakan waktu maksimal yang dapat dilakukan *Mobile Tracking Task* adalah 5 menit.
4. Penentuan durasi tidur dan efisiensi tidur partisipan dilakukan dengan menggunakan Fitbit.
5. Pengujian dilakukan pada suhu ruangan ideal 18°C – 28°C (Menteri Kesehatan RI, 2002)
6. Pengambilan data dilakukan dengan pencahayaan yang cukup dan sama untuk setiap partisipan berdasarkan pencahayaan pada LAB APK&E.
7. Partisipan tidak mengkonsumsi alkohol, obat-obatan dan kafein pada malam sebelum partisipan melakukan uji *Tracking Task* karena mempengaruhi hasil pengujian *Tracking Task*. Penggunaan obat-obatan dan alkohol dapat menyebabkan seseorang tidak dapat tidur dengan efektif sehingga kualitas tidurnya terganggu (Cliff, 2001). Konsumsi kafein sebelum tidur menyebabkan gangguan tidur yang signifikan (Drake et al., 2013).

Selain batasan masalah, juga terdapat asumsi penelitian. Berikut merupakan asumsi dari penelitian.

1. Kegiatan-kegiatan sebelum partisipan diuji tidak mempengaruhi hasil penelitian.
2. Segala pekerjaan atau aktivitas apapun yang sudah terlewat masa tidur dianggap sudah terpulihkan atau tidak mempengaruhi hasil pengujian *Tracking Task*.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, diperoleh tujuan penelitian yaitu:

1. Menentukan korelasi antara nilai RMSE dengan rasio tingkat kantuk.
2. Menentukan bagian otak yang paling dominan memancarkan gelombang otak saat pengujian *Tracking Task* berlangsung.

3. Menentukan rentang nilai acuan *Root Mean Square Error* (RMSE) kondisi kebugaran berdasarkan dari variabel BMI, temperatur, durasi tidur, dan efisiensi tidur.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian bersangkutan diharap dapat memberi manfaat untuk beberapa pihak, antara lain.

1. Mengerti metode dan alat yang dapat digunakan untuk mengukur kelelahan dan kantuk secara objektif.
2. Penulis dapat menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama jenjang perkuliahan pada lingkungan nyata, terutama ilmu yang berkaitan dengan hubungan antara kelelahan termasuk kantuk, penerapan statistika untuk penyelesaian masalah.
3. Penulis dapat menentukan nilai RMSE dari pengujian *Tracking Task* yang nantinya dapat digunakan sebagai nilai acuan yang ditetapkan untuk menentukan kondisi kebugaran.
4. Penelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian yang dilakukan mendatang.

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan urutan langkah-langkah bagaimana sebuah penelitian dilakukan. Metode penelitian yang urut dan tepat diperlukan sebelum penelitian dimulai sehingga penelitian dapat berjalan secara ilmiah dan logis agar hasil dari penelitian dapat digunakan untuk memecahkan sebuah permasalahan yang nyata. Pada metodologi penelitian terdapat *flow chart* yang menggambarkan proses-proses dalam penelitian.

1. Studi Literatur
Tahap awal dalam penelitian dilakukan adalah studi literatur. Pada tahap ini, dilakukan pencarian studi literatur atau teori-teori yang berhubungan dengan penelitian, seperti kelelahan, kantuk, *Tracking Task*, EEG dan Fitbit.
2. Penentuan Topik dan Objek Penelitian
Tahap selanjutnya adalah penentuan topik dan objek penelitian yang ingin diteliti. Studi literatur yang telah dicari sebelumnya digunakan untuk

menentukan topik serta objek penelitian yang akan dilakukan. Karakteristik partisipan yang akan diteliti ditentukan berdasarkan studi literatur dan berhubungan dengan topik yang akan diteliti.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap ketiga adalah mengidentifikasi serta merumuskan masalah yang ada. Tahap ini berisi mengenai apa yang akan dilakukan di dalam penelitian, mengidentifikasi alat-alat yang digunakan selama penelitian berlangsung, variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian, serta alasan mengapa penelitian perlu dilakukan.

4. Penentuan Batasan dan Asumsi Penelitian

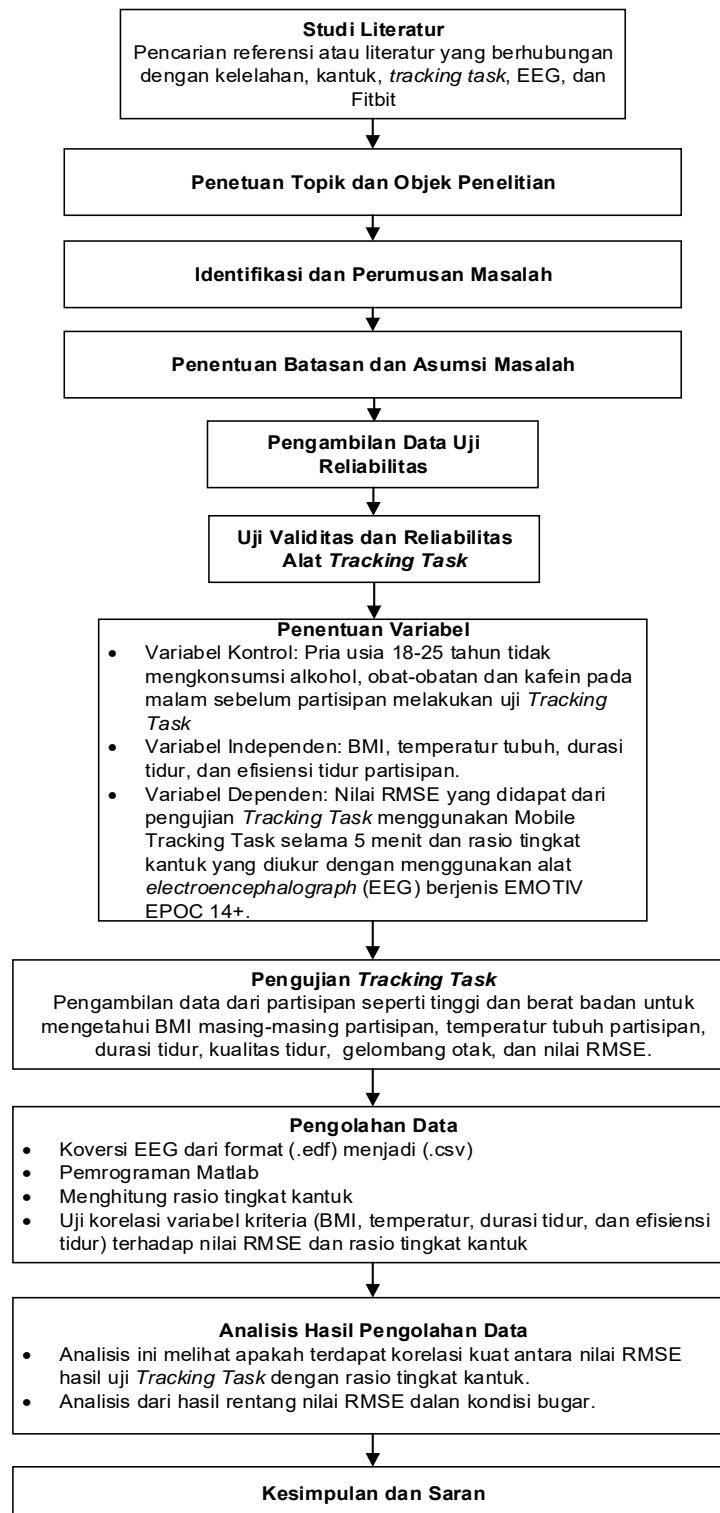
Tahap selanjutnya adalah penentuan batasan masalah dan asumsi untuk mempermudah proses penelitian yang dilakukan terkait dengan objek yang diteliti. Batasan adalah apa yang dilakukan dan tidak dilakukan. Pemberian batasan berfungsi agar penelitian lebih fokus dan tidak menyimpang dari apa yang ingin diteliti. Asumsi adalah dasar berpikir awal agar bisa melakukan tindakan. Asumsi digunakan untuk mengontrol hal yang tidak dapat dikontrol dan meminimalisir hasil penelitian akan berbeda dan tidak sesuai yang diinginkan.

5. Uji Validitas dan Reliabilitas Alat *Tracking Task*

Uji validitas alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat *Tracking Task* mengukur apa yang akan diukur berdasarkan teori dari alat tersebut dirancang menggunakan validitas konstruk. Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekonsistenan dalam melakukan pengukuran sehingga diperoleh informasi yang digunakan dapat dipercaya sebagai alat pengumpulan data dan mampu mengungkap informasi sebenarnya di lapangan.

6. Pengambilan Data Uji Reliabilitas

Pengambilan data uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekonsisten dari alat pengujian *Tracking Task* yaitu dengan menggunakan uji reliabilitas. Data- data tersebut nantinya dilakukan uji reliabilitas menggunakan *Intraclass Correlation (ICC)*. Apabila alat sudah reliabel maka alat *Tracking Task* layak untuk digunakan dalam pengujian *Tracking Task*.



Gambar 1.3 Metodologi Penelitian Studi Kelelahan dengan *Tracking Task*, EEG, dan Fitbit untuk Menentukan Batas Nilai Kondisi Kebugaran

7. Penentuan Variabel Penelitian

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah pria berusia 18 hingga 25 tahun dan tidak mengonsumsi alkohol, obat-obatan dan kafein pada malam sebelum pengujian berlangsung. Variabel independen dalam penelitian ini adalah BMI, temperatur tubuh, efisiensi tidur dan durasi tidur. Variabel dependen dalam penelitian ini berupa rasio tingkat kantuk yang diukur dengan menggunakan alat *electroencephalograph* (EEG) berjenis EMOTIV EPOC 14+ dan hasil nilai RMSE dari hasil pengujian *Tracking Task*.

8. Pengujian *Tracking Task*

Tahap ini berisi pengujian *Tracking Task* yang akan dilakukan. Pengujian *Tracking Task* untuk penelitian ini dimulai dengan mencari partisipan pria dengan usia 18-25 tahun yang akan melakukan uji *Tracking Task*. Partisipan yang memenuhi kriteria berdasarkan umur dan jenis kelamin dipasangkan alat Fitbit untuk mengetahui durasi dan kualitas tidur di malam sebelum pengujian *Tracking Task* berlangsung. Pada hari berikutnya partisipan memasuki Laboratorium APK&E dilihat durasi dan kualitas tidur saat menggunakan Fitbit di malam sebelum pengujian. Selanjutnya, partisipan akan diukur tinggi dan berat badan untuk mengetahui nilai BMI-nya serta temperatur badannya, kemudian partisipan akan melakukan uji *Tracking Task* selama 5 menit. Selama pengujian *Tracking Task*, partisipan akan dipasang alat EEG untuk mengetahui pola perubahan rasio tingkat kantuk partisipan.

9. Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan interpretasi terhadap data gelombang otak yang diperoleh dari EEG akan diinterpretasi menjadi angka yang dapat dimengerti, yaitu: rasio tingkat kantuk menggunakan algoritma ($power\ \alpha + power\ \theta$) / $power\ \beta$ (Jap et al., 2009) menggunakan Matlab. Selanjutnya, nilai RMSE hasil uji *Tracking Task* dari masing-masing partisipan dilihat korelasinya dengan rasio tingkat kantuk masing-masing partisipan, melihat korelasi antara nilai RMSE dengan kriteria buger partisipan, dan melihat korelasi antara variabel kriteria dengan rasio tingkat kantuk. Pengolahan data dengan metode regresi linear dari hubungan masing-masing variabel kriteria (BMI, temperatur, durasi tidur,

dan efisiensi tidur) yang memiliki korelasi paling kuat dengan variabel nilai RMSE

10. Analisis Hasil Pengolahan Data

Tahap selanjutnya adalah analisis hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis ini melihat apakah terdapat korelasi kuat antara nilai RMSE hasil uji *Tracking Task* dengan rasio tingkat kantuk dan Analisis dari hasil rentang nilai acuan RMSE yang didapatkan berdasarkan dari variabel BMI, temperatur, durasi tidur, dan efisiensi tidur yang mempengaruhi. Dari hasil analisis ini didapatkan solusi dari perumusan masalah yang ada.

11. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dijelaskan kesimpulan penelitian yang telah dilakukan dan saran berisi mengenai hal-hal yang dapat dilakukan dalam penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengujian *Tracking Task*.

I.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan kerja praktek ini terdapat sistematika penulisan yang terdiri 5 bab sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi dari penelitian yang dilakukan, dan sistematika penulisan. Latar belakang masalah merupakan dasar dilakukannya penelitian. Identifikasi dan perumusan masalah menjabarkan fokus dari permasalahan yang dialami dan akan diteliti lebih lanjut serta metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Dalam penelitian ini juga ditentukan batasan dan asumsi yang digunakan agar penelitian yang dilakukan lebih terfokus pada masalah yang ingin diteliti. Tujuan penelitian dibuat berdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan. Manfaat penelitian berisi manfaat-manfaat dari pelaksanaan penelitian terhadap penulis maupun pembaca. Metodologi penelitian berisi tentang langkah-langkah dalam melakukan penelitian hingga tindakan untuk menyelesaikan masalah. Sistematika penulisan berisi tentang apa yang terdapat pada setiap bab dan penjelasan singkat dari apa yang dibahas dalam bab tersebut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi mengenai teori-teori yang berhubungan dengan penelitian. Teori-teori yang digunakan pada bab ini digunakan sebagai landasan dan pedoman untuk memecahkan masalah yang ada sehingga pemecahan masalah penelitian lebih baik.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab III dibahas mengenai pengumpulan data-data yang didapatkan dari partisipan yang terlibat dengan menerapkan perlakuan yang telah ditentukan. Selain itu, bab ini juga berisi mengenai pengolahan dari data-data yang telah dikumpulkan. Hasil dari pengolahan data ini akan digunakan untuk analisis lebih lanjut.

BAB IV ANALISIS

Bab IV ini berisi mengenai analisis dari hasil pengolahan data yang dilakukan. Pada bab ini juga akan diberikan usulan serta solusi terhadap masalah yang terjadi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ini menjawab dari tujuan penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir. Selain itu, bab ini juga berisi saran yang membangun untuk penelitian selanjutnya dengan topik yang serupa.