

**ANALISIS INDIKATOR *EYE TRACKING* (ET) UNTUK
DETEKSI KEWASPADAAN PADA PEMBATASAN
DURASI TIDUR DAN WAKTU PEMERIKSAAN**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Rosi Filia Kristina Sidabutar

NPM : 6131801171



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

**ANALYSIS OF EYE TRACKING (ET) INDICATORS
FOR DETECTING VIGILANCE BASED ON
LIMITATIONS OF TIME IN BED AND
TASK TIME CONSTRAINT**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Nama : Rosi Filia Kristina Sidabutar

NPM : 6131801171



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Rosi Filia Kristina Sidabutar
NPM : 6131801171
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : ANALISIS INDIKATOR EYE TRACKING (ET) UNTUK
DETEKSI KEWASPADAAN PADA PEMBATASAN
DURASI TIDUR DAN WAKTU PEMERIKSAAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, September 2022
**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

(Dr. Cecilia Tesavrita, S.T., M.T.)

Pembimbing Pertama

(Dr. Ir. Thedy Yogasara, S.T., M.EngSc.)

Dosen Pembimbing Kedua

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

PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rosi Filia Kristina Sidabutar

NPM : 6131801171

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

**ANALISIS INDIKATOR EYE TRACKING (ET) UNTUK DETEKSI KEWASPADAAN
PADA PEMBATASAN DURASI TIDUR DAN WAKTU PEMERIKSAAN**

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, 23 Juli 2022



Rosi Filia Kristina Sidabutar

NPM: 6131801171

ABSTRAK

Eye tracking (ET) banyak digunakan untuk mendeteksi perubahan okular, namun sejauh ini belum ada penelitian yang menentukan apakah indikator ET mampu mendeteksi kewaspadaan. Padahal indikator okular banyak dikaitkan dengan kelelahan yang dapat menurunkan kewaspadaan. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini berusaha menentukan indikator ET yang dapat mendeteksi kewaspadaan pada pembatasan durasi tidur dan waktu pemeriksaan.

Penelitian melibatkan 28 pria ($21,32 \pm 1,16$ tahun) dengan pengujian *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) dan inspeksi cacat (*scratch, dirt, missing part, dan poor assembly*) pada 50 senter sambil menggunakan ET. Durasi tidur dibatasi 4 dan 8 jam, sedangkan waktu pemeriksaan terdiri dari dua level, waktu dibatasi dan tidak dibatasi. Variabel terikat yang diukur adalah *mean RT*, % *minor lapses*, dan *mean 1/RT* dari PVT. Dari ET diukur durasi fiksasi, diameter pupil, jumlah sakadik, dan kecepatan sakadik. *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS) digunakan untuk mengukur tingkat kantuk. Hasil eksperimen diolah dengan *Two-way repeated measures ANOVA* dan *Pearson Correlation*.

Hasil ANOVA dengan signifikansi $\alpha = 0,05$ menunjukkan terdapat pengaruh durasi tidur terhadap *mean RT* ($p\text{-value} = 0,001$), persentase *minor lapses* ($p\text{-value} = 0,01$), *mean 1/RT* ($p\text{-value} = 0,001$). Waktu pemeriksaan memberikan pengaruh terhadap durasi fiksasi ($p\text{-value} = 0,004$) dan jumlah sakadik ($p\text{-value} = 0,018$). Berdasarkan uji *Pearson Correlation*, semua indikator ET dan PVT berkorelasi lemah/sangat lemah.

Tidak adanya indikator ET yang dapat mendeteksi kewaspadaan karena indikator ET tidak dipengaruhi oleh durasi tidur, sedangkan indikator PVT yang merupakan *gold-standard* dipengaruhi oleh durasi tidur. Maka, korelasi antara indikator ET dan PVT lemah, sehingga tidak terdapat indikator ET yang cukup baik untuk mendeteksi kewaspadaan pada pembatasan durasi tidur dan waktu pemeriksaan.

ABSTRACT

Eye tracking (ET) is widely used to detect ocular changes, but so far no studies have determined whether the ET indicator is capable of detecting vigilance. Whereas many ocular indicators are associated with fatigue which can reduce vigilance. Based on this, the purpose of this study is to determine the ET indicator that can detect vigilance in sleep deprivation and limiting examination time.

This study involved 28 men (21.32 ± 1.16 years) with Psychomotor Vigilance Task (PVT) and inspection of defects (scratch, dirt, missing parts, and poor assembly) on 50 flashlights while using ET. Sleep duration is limited to 4 and 8 hours, while the examination time consists of two levels, limited and not limited. The dependent variables measured were mean RT, % minor lapses, and mean 1/RT of PVT. From ET, duration fixation, pupil diameter, number of saccades, and saccades velocity were measured. The Karolinska Sleepiness Scale (KSS) is used to measure the level of sleepiness. The experimental results were processed using Two-way repeated measures ANOVA and Pearson Correlation.

ANOVA results with a significance of $\alpha = 0,05$ showed that there is an effect of sleep duration on mean RT (p -value = 0.001), percentage of minor lapses (p -value = 0.01), mean 1/RT (p -value = 0.001). The examination time had an effect on duration of fixation (p -value = 0.004) and number of saccades (p -value = 0.018). Based on the Pearson Correlation test, all ET and PVT indicators have a weak/very weak correlation.

There is no ET indicator that can detect vigilance because the ET indicator is not influenced by sleep duration, while the PVT indicator which is the gold-standard is influenced by sleep duration. Thus, the correlation between the ET indicator and PVT is weak, so there is no ET indicator that is good enough to detect vigilance in sleep deprivation and limiting examination time.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Indikator *Eye Tracking* untuk Mendeteksi Perubahan Kewaspadaan pada Pembatasan Durasi Tidur dan Waktu Pemeriksaan”. Proses penelitian yang dilakukan dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu dengan bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak yang turut membantu penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Thedy Yogasara, S.T., M.Eng.Sc dan Bapak Dr. Daniel Siswanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang memberikan masukan dan arahan selama pengerjaan skripsi.
2. Ibu Kristiana Asih Damayanti, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Johanna Renny Octavia H. selaku dosen penguji proposal skripsi yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk menjadi dosen penguji proposal serta memberikan masukan terkait penelitian yang akan dilakukan.
3. Ibu Yani Herawati, S.T, M.T. selaku Kepala Laboratorium Perancangan Sistem Terintegrasi yang bersedia meminjamkan alat *eye tracking* dan komputer, dan bersedia memberikan izin kepada penulis untuk melakukan pengambilan data di Laboratorium APK&E.
4. Bapak Yansen Theopilus, S.T., M.T. dan Ibu Clara Theresia, S.T., M.T. yang membantu dalam memberikan masukan dan arahan selama pengerjaan skripsi.
5. Keluarga penulis yang selalu mendukung dan memberikan doa kepada penulis selama pengerjaan skripsi.
6. Adriana Jennifer selaku teman seperjuangan dalam pengerjaan skripsi yang banyak mendukung dan membantu dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Semua partisipan yang bersedia untuk meluangkan waktu, usaha, dan tenaga untuk dilakukannya pengambilan data dalam proses pengerjaan skripsi.
8. Ririn, Micheline, Stella, dan Melanie yang berjuang bersama dan selalu mendukung selama masa kuliah.

9. Teman-teman Teknik Industri UNPAR Angkatan 2018 kelas A atas kebersamaannya selama 8 semester masa kuliah.
10. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas segala dukungan dan doa yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Maka dari itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun untuk hal yang lebih baik kedepannya. Penulis memohon maaf atas kesalahan yang terdapat pada penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pihak yang membutuhkan.

Bandung, 24 Juli 2022

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-4
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-10
I.4 Tujuan Penelitian	I-11
I.5 Manfaat Penelitian	I-12
I.6 Metodologi Penelitian	I-12
I.7 Sistematika Penulisan	I-19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 <i>Eye Tracking</i> (ET).....	II-1
II.2 Kewaspadaan atau Perhatian Berkelanjutan	II-3
II.3 Kekurangan Tidur (<i>Sleep Deprivation</i>).....	II-4
II.4 <i>Psychomotor Vigilance Task</i> (PVT)	II-4
II.5 <i>Karolinska Sleepiness Scale</i> (KSS)	II-5
II.6 <i>Effect Size d</i>	II-5
II.7 Metode Desain Eksperimen.....	II-6
II.8 <i>Counterbalancing</i>	II-7
II.9 Uji Statistik Data	II-7
II.9.1 Uji Normalitas.....	II-8
II.9.3 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	II-8
II.9.3 Uji Homogenitas Variansi	II-8
II.9.4 Uji Korelasi.....	II-9

II.10 Pengukuran Waktu Jam Henti	II-10
--	-------

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

III.1 Perancangan Penelitian.....	III-1
III.1.1 Desain Eksperimen.....	III-1
III.1.2 Definisi Operasional Variabel.....	III-3
III.1.3 Prosedur Penelitian dan Perancangan Objek Penelitian	III-4
III.1.4 Penentuan Partisipan.....	III-6
III.1.5 Penentuan Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	III-8
III.1.6 Alat-alat Penelitian	III-11
III.2 Pengambilan Data	III-14
III.2.1 Pengambilan Data PVT.....	III-14
III.2.2 Pengambilan Data <i>Eye Tracking</i> (ET).....	III-17
III.3 Pengolahan Data.....	III-22
III.3.1 Hasil Rekapitulasi Data Mentah	III-22
III.3.2 Pengolahan Data PVT	III-36
III.3.3 Pengolahan Data <i>Eye Tracking</i>	III-42
III.3.4 Pengolahan Data KSS	III-45
III.3.5 Korelasi PVT dan ET.....	III-48
III.3.6 Korelasi KSS dan ET	III-49
III.3.7 Tingkat Kekuatan Penelitian.....	III-50
III.3.8 Rangkuman Pengujian Hipotesis	III-51

BAB IV ANALISIS..... IV-1

IV.1 Analisis Uji Pengaruh terhadap PVT.....	IV-1
IV.2 Analisis Uji Pengaruh Terhadap <i>Eye Tracking</i>	IV-5
IV.3 Analisis Korelasi ET dan PVT	IV-8
IV.4 Analisis Performansi Pemeriksaan	IV-10
IV.5 Analisis Keterbatasan Penelitian.....	IV-12
IV.6 Kekuatan Penelitian.....	IV-13

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

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

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Posisi Penelitian.....	I-5
Tabel I.2 Variabel Bebas Rancangan Eksperimen.....	I-15
Tabel I.3 Variabel Terikat Eksperimen.....	I-15
Tabel II.1 Interpretasi Skala KSS.....	II-5
Tabel II.2 Interpretasi Koefisien Korelasi <i>Spearman Correlation</i>	II-9
Tabel II.3 Interpretasi Koefisien Korelasi <i>Pearson Correlation</i>	II-10
Tabel III.1 Rekapitulasi Waktu Pengerjaan.....	III-2
Tabel III.2 Definisi Operasional Variabel.....	III-3
Tabel III.3 Rekapitulasi <i>Minimum Sample Size</i>	III-7
Tabel III.4 <i>Balanced Latin Square Counterbalancing</i>	III-9
Tabel III.5 Jadwal Pengambilan data.....	III-9
Tabel III.6 Rekapitulasi Data PVT.....	III-23
Tabel III.7 Rekapitulasi data ET.....	III-25
Tabel III.8 Rekapitulasi Data KSS.....	III-30
Tabel III.9 Rekapitulasi data Waktu Pengerjaan Partisipan.....	III-32
Tabel III.10 Rekapitulasi Persentase Cacat Terdeteksi.....	III-34
Tabel III.11 Rekapitulasi Uji <i>Shapiro-Wilk</i> Indikator PVT.....	III-37
Tabel III.12 <i>Bartlett's Test</i> Indikator PVT.....	III-38
Tabel III.13 ANOVA <i>two-way repeated measures</i> Indikator PVT.....	III-39
Tabel III.14 Uji Shapiro-Wilk Indikator PVT Setelah Kegiatan Inspeksi.....	III-40
Tabel III.15 Uji <i>Bartlett's Test</i> Setelah Kegiatan Inspeksi.....	III-41
Tabel III.16 Uji ANOVA <i>Two-Way Repeated Measures</i> indikator PVT Setelah Inspeksi.....	III-41
Tabel III.17 Uji <i>Shapiro-Wilk</i> Indikator ET.....	III-42
Tabel III.18 Uji Homogenitas <i>Bartlett's Test</i> Indikator ET.....	III-43
Tabel III.19 uji ANOVA <i>Two-Way Repeated Measures</i> indikator ET.....	III-44
Tabel III.20 Hasil MSI skala KSS.....	III-46
Tabel III.21 Uji Normalitas KSS.....	III-47
Tabel III.22 Uji Homogenitas <i>Bartlett's Test</i> KSS.....	III-47
Tabel III.23 <i>Two-Way Repeated Measures</i> skala KSS.....	III-48
Tabel III.24 Uji Korelasi <i>Pearson Correlation</i> PVT dan ET.....	III-48

Tabel III.25 Uji Korelasi <i>Spearman's Rho</i> KSS dan ET	III-50
Tabel III.26 Rangkuman Pengujian Hipotesis Penelitian	III-51

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Faktor-Faktor Penyebab <i>Fatigue</i> (Kelelahan) Pada Pekerjaan Mengemudi	I-2
Gambar I.2 Model Konseptual	I-9
Gambar I.3 Metodologi Penelitian	I-13
Gambar III.1 <i>Timeline</i> Eksperimen.....	III-4
Gambar III.2 Senter	III-5
Gambar III.3 Kumpulan Senter	III-5
Gambar III.4 Jenis-Jenis Cacat.....	III-6
Gambar III.5 <i>Tobii Pro Glasses 2</i>	III-12
Gambar III.6 Tampilan Waktu Reaksi PC PVT 2.0.....	III-12
Gambar III.7 <i>Mouse</i>	III-13
Gambar III.8 <i>Fitbit Charge 2</i>	III-13
Gambar III.9 <i>Create New Study</i> PVT	III-14
Gambar III.10 <i>Create New Subject</i>	III-15
Gambar III.11 <i>PVT Trial</i>	III-15
Gambar III.12 <i>Form</i> Tingkat Kantuk PVT	III-16
Gambar III.13 Uji PVT oleh Partisipan	III-16
Gambar III.14 Tampilan awal <i>Tobii Pro Glasses Controller</i>	III-17
Gambar III.15 Kalibrasi pada <i>Tobii Pro Glasses Recorder</i>	III-18
Gambar III.16 Proses Inspeksi.....	III-18
Gambar III.17 <i>Create new Project Tobii Pro Lab</i>	III-19
Gambar III.18 <i>Import Project Tobii Pro Lab</i>	III-20
Gambar III.19 Tampilan Daftar <i>Recording</i>	III-20
Gambar III.20 Tampilan Video <i>Recording Tobii Pro Lab</i>	III-21
Gambar III.21 Pembuatan AOI.....	III-21
Gambar III.22 <i>Export Data</i> pada <i>Tobii Pro Lab</i>	III-22
Gambar IV.1 Perbedaan <i>Mean RT</i> Berdasarkan Pembatasan Durasi Tidur....	IV-1
Gambar IV.2 Perbedaan Persentase <i>Minor Lapses</i> Berdasarkan Pembatasan Durasi Tidur.....	IV-2

Gambar IV.3 Perbedaan <i>Mean 1/RT</i> Berdasarkan Pembatasan Durasi Tidur.....	IV-3
Gambar IV.4 Perbedaan Durasi Fiksasi Berdasarkan Waktu Pemeriksaan	IV-6
Gambar IV.5 Perbedaan Jumlah Sakadik Berdasarkan Waktu Pemeriksaan	IV-7
Gambar IV.6 Perbedaan Diameter Pupil Berdasarkan Waktu Pemeriksaan	IV-7
Gambar IV.7 Perbedaan Persentase Cacat Terdeteksi berdasarkan Durasi Tidur.....	IV-11
Gambar IV.8 Perbedaan Persentase Cacat Terdeteksi berdasarkan Waktu Pemeriksaan	IV-12

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Mentah <i>Eye Tracking</i>
Lampiran B	Contoh-Contoh AOI

BAB I

PENDAHULUAN

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

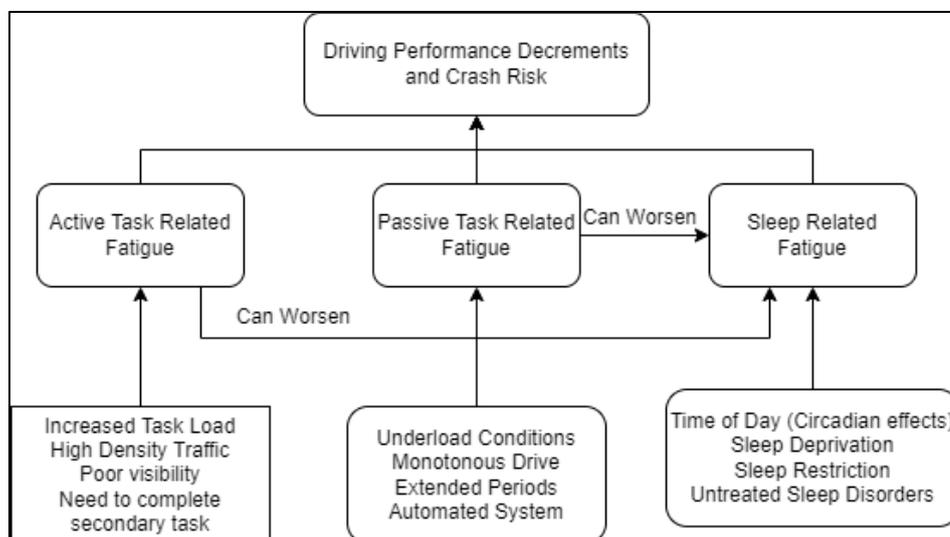
I.1 Latar Belakang Masalah

Menurut Assauri (1998), pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan mutu / kualitas barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan perusahaan. Jika didapatkan terjadinya penyimpangan dalam pemeriksaan kualitas suatu barang, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan terjadi dapat tercapai (Assauri, 1998). Selain itu, menurut Ma dkk. (2017), pemantauan kesalahan (*error monitoring*) adalah fungsi utama dari kontrol kognitif dimana seseorang mampu untuk mendeteksi kesalahan (*error*) dan mengevaluasi kesalahan tersebut serta mengatur performansi setelah respon yang keliru. Berdasarkan studi yang dilakukan Mackworth (1948) yang menggunakan eksperimen *prolonged visual search*, didapatkan kemampuan partisipan menurun setelah 30 menit eksperimen dan terus menurun selama 2 jam eksperimen berlangsung. Penurunan performansi selama eksperimen ini disebut juga dengan penurunan kewaspadaan (*vigilance decrement*) (Warm dkk., 2008). Maka dari itu, seorang pemeriksa kualitas membutuhkan perhatian berkelanjutan (*sustained attention*) agar dapat memantau kesalahan yang terjadi (*error monitoring*) (Ma dkk. 2017).

Perhatian berkelanjutan (*sustained attention*) atau kewaspadaan (*vigilance*) merupakan kemampuan seseorang untuk mempertahankan fokus perhatian dan tetap terjaga terhadap rangsangan (stimuli) selama periode waktu yang ditentukan (Warm, 1977). Menurut Al-Shargie dkk. (2019), kewaspadaan dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk mempertahankan perhatian dan tetap waspada terhadap hal rangsangan tertentu dalam jangka waktu yang lama.

Penurunan kewaspadaan (*vigilance*) merupakan efek yang paling besar akibat kelelahan (*fatigue*) (Dinges, 1995).

Kelelahan adalah dorongan biologis seseorang untuk memulihkan kondisi tubuhnya (Williamson, 2011). Selain itu, menurut Dawson dkk. (2014), kelelahan adalah rasa kantuk yang dihasilkan dari proses neurobiologis yang mengatur tidur dan irama sirkadian. Faktor penyebab kelelahan dapat terkait masalah tidur (*sleep-related*) dan karakteristik pekerjaan (*task-related*). Salah satu faktor yang memengaruhi kelelahan yang terkait dengan tidur adalah kekurangan tidur (May & Baldwin, 2009). Sedangkan salah satu faktor yang memengaruhi kelelahan yang terkait dengan pekerjaan adalah kondisi pekerjaan yang monoton. Efek dari kelelahan adalah dapat menurunnya kewaspadaan seseorang (Korber dkk. 2015) yang dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut seperti kekurangan tidur dan kondisi pekerjaan yang monoton (May & Baldwin, 2009). Gambar I.1 menunjukkan faktor-faktor yang dapat menyebabkan *fatigue* (kelelahan) pada konteks pekerjaan mengemudi yang dibagi menjadi 3, yaitu *active task related fatigue*, *passive task related fatigue*, dan *sleep related fatigue*.



Gambar I.1 Faktor-Faktor Penyebab *Fatigue* (Kelelahan) Pada Pekerjaan Mengemudi (Sumber: Baldwin & May 2009)

Selain itu, tuntutan pekerjaan yang rendah (Dunn & Williamson, 2012) dan lingkungan pekerjaan yang monoton (berulang) (Pattyn dkk., 2008) dapat menyebabkan kebosanan (Sagberg, 1999). Kebosanan tersebut kemudian dapat menyebabkan penurunan kewaspadaan. Menurut Dunn & Williamson (2012),

pekerjaan dengan tuntutan pekerjaan yang tinggi menghasilkan pekerjaan dengan kesalahan yang lebih sedikit dibandingkan tuntutan pekerjaan yang rendah. Selanjutnya, menurut penelitian Crescenzi dkk. (2016), seseorang yang mengerjakan tugas dengan terdapatnya pembatasan waktu (*time constraint*) mengalami *time pressure* lebih besar. Maka dari itu adanya pembatasan waktu dapat menjaga kewaspadaan seseorang dalam mengerjakan sebuah tugas.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur penurunan kewaspadaan seseorang selama mengerjakan tugas, salah satunya adalah dari aspek fisiologis yaitu menggunakan *eye tracking* (Berka dkk., 2007). *Eye tracking* (ET) merupakan metode pengukuran okular (pergerakan mata) berdasarkan lokasi, objek, dan durasi penglihatan dari subjek yang diukur (Baiaus & Dumitrescu, 2021). Menurut Bodala dkk. (2017) terdapat hubungan antara perhatian berkelanjutan dengan pergerakan mata (*eye movements*). Pengukuran indikator okular ini tidak berada di bawah kontrol sadar manusia, sehingga indikator okular dapat bersifat objektif dan hasilnya tidak dapat dimanipulasi (Schleicher dkk., 2008; Abe dkk., 2011). Indikator okular dapat diukur berdasarkan kedipan (*blink*), gerakan cepat mata (*saccade*), dan perubahan pupil (Schleicher dkk., 2008; Abe dkk., 2011). ET menghasilkan data yang objektif, dalam arti tidak didasarkan pada pendapat subjektif, persepsi, dan ingatan subjek yang rentan terhadap bias, melalui pergerakan mata untuk menilai perhatian, fokus, dan perilaku subjek (Tobii Pro, 2021).

Meskipun kewaspadaan sudah banyak diteliti dalam hubungannya dengan kelelahan, kekurangan tidur, kondisi monoton, dan pekerjaan dengan beban kerja rendah, namun sejauh ini belum terdapat penelitian yang mengukur kewaspadaan yang dipengaruhi oleh kondisi-kondisi tersebut menggunakan indikator *eye tracking* (ET). Padahal penggunaan indikator ET dalam mendeteksi perubahan tingkat kewaspadaan seseorang saat sedang melakukan pekerjaan dapat menjadi metode yang tepat. Penggunaan indikator ET dalam mengukur perubahan kewaspadaan dapat memberikan gambaran langsung mengenai kapan tepatnya waktu seseorang mengalami perubahan kewaspadaan saat sedang mengerjakan tugas. Perubahan tersebut dapat dideteksi melalui perubahan indikator okular yang direkam dengan ET. Namun, hingga saat ini belum terdapat kajian yang menilai kinerja indikator ET dalam mengukur perubahan kewaspadaan dan indikator apa saja dari ET yang berpotensi

digunakan dalam mendeteksi penurunan kewaspadaan dengan mempertimbangkan kondisi kekurangan tidur, pekerjaan monoton, dan pekerjaan dengan beban kerja rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi indikator *eye tracking* (ET) yang bisa dimanfaatkan untuk mendeteksi penurunan kewaspadaan yang dipengaruhi oleh kondisi pembatasan durasi tidur dan pembatasan durasi waktu pengerjaan tugas. Pekerjaan yang dilibatkan adalah aktivitas pemeriksaan kualitas produk karena membutuhkan kewaspadaan (perhatian berkelanjutan) dalam pengerjaan tugasnya. Penurunan tingkat kewaspadaan oleh seorang pemeriksa kualitas dapat menyebabkan konsekuensi yang serius, seperti gagalnya suatu sistem. Oleh karena itu penting bagi seorang pemeriksa kualitas untuk mempertahankan kewaspadaannya dan memberikan perhatian berkelanjutan agar dapat memonitor dan mendeteksi cacat serta menjamin mutu agar produk bebas dari cacat. Aktivitas pemeriksaan kualitas juga didominasi oleh pergerakan mata dalam memonitor dan memeriksa kesalahan sehingga jika terjadi perubahan kewaspadaan dapat dideteksi dengan menggunakan indikator pada *eye tracking* (ET). Maka dari itu perlu untuk mengetahui indikator ET yang sensitif dalam mendeteksi penurunan kewaspadaan yang dipengaruhi oleh pembatasan waktu tidur dan durasi pengerjaan tugas pada pekerjaan pemeriksaan kualitas.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dibahas pada Subbab I.1, penelitian ini akan berfokus pada penggunaan *eye tracking* (ET) dalam mendeteksi perubahan kewaspadaan pada kegiatan pemeriksaan kualitas akibat pembatasan durasi tidur dan durasi pengerjaan tugas. Penelitian ini akan mengukur perubahan kewaspadaan partisipan yang diukur dengan indikator okular menggunakan ET dalam melakukan simulasi pemeriksaan kualitas. Penelitian yang menggunakan indikator okular dalam mengukur kewaspadaan sudah pernah diteliti oleh Li dkk. (2019), dan didapatkan bahwa korelasi antara indikator mata dan performansi kewaspadaan disebabkan oleh meningkatnya level kelelahan pada partisipan. Penelitian Abe dkk. (2011) dilakukan untuk mengevaluasi fluktuasi kelelahan jangka pendek (1 menit) dan untuk menginvestigasi kemampuan dari indikator okular yang paling efektif untuk memprediksi penurunan kelelahan selama penjagaan perilaku dari tes

keterjagaan. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa PERCLOS adalah indikator yang paling efektif dalam mendeteksi penurunan kewaspadaan dibandingkan dengan indikator okular lain seperti *saccade*.

Seperti yang sudah dijelaskan pada latar belakang, penurunan kewaspadaan (*vigilance*) merupakan efek yang paling besar akibat kelelahan (*fatigue*) (Dinges, 1995) dan kekurangan tidur merupakan salah satu penyebab kelelahan (May & Baldwin, 2009). Menurut Wijayanto dkk. (2018), perhatian visual yang direpresentasikan oleh durasi fiksasi dan jumlah fiksasi menurun saat berkendara pada kondisi kekurangan tidur dengan keterjagaan selama 24 jam. Sama seperti hasil penelitian Jin dkk. (2013), didapatkan pergerakan mata bisa digunakan untuk mendeteksi tingkat kantuk pada pengemudi secara *real time*.

Apabila melihat konteks pekerjaan, perbedaan beban selama bekerja bisa memengaruhi indikator okular (Granholm dkk., 1996). Penelitian Granholm dkk. (1996) mendapatkan bahwa respon pupil meningkat seiring meningkatnya beban selama mengerjakan tugas. Beban kerja dapat dinilai menggunakan dimensi salah satunya adalah tuntutan waktu (Hart & Staveland, 1988). Menurut Crescenzi dkk. (2016), seseorang yang mengerjakan tugas dengan terdapatnya pembatasan waktu (*time constraint*) mengalami *time pressure* lebih besar.

Tabel I.1 menunjukkan penelitian sebelumnya yang mengkaji hubungan antara indikator okular dengan kelelahan dan faktor yang memengaruhi kelelahan. Tabel I.1 menjelaskan tujuan, metode, dan hasil yang didapatkan dari penelitian. Posisi penelitian akan menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya yang serupa dengan penelitian yang akan dilakukan sekarang.

Tabel I.1 Posisi Penelitian

No	Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil
1	Li, Ching-Hung, Chen, dan Khoo (2019)	Hybrid Data-driven Vigilance Model in Traffic Control Center using Eye-Tracking Data and Context Data	Melihat apakah pergerakan mata dapat memantau kewaspadaan secara objektif dan non-intrusif	Partisipan sejumlah 20 berumur 20-27 tahun yang diminta untuk memonitor kondisi lalu lintas kapal selama 2 jam.	Korelasi antara indikator mata dan performansi kewaspadaan disebabkan oleh meningkatnya level kelelahan pada partisipan

(lanjut)

Tabel I.1 Posisi Penelitian (lanjutan)

No	Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil
2	Abe, Nonomura, Komada, Asaoka, Sasai, Ueno, Inoue (2011)	Detecting deteriorated vigilance using percentage of eyelid closure time during behavioral maintenance of wakefulness tests	Menginvestigasi kemampuan dari indikator okular yang paling efektif untuk memprediksi penurunan kelelahan selama penjagaan perilaku dari tes keterjagaan	Partisipan sejumlah 9 orang mengalami pembatasan durasi tidur 4 jam diminta untuk merespon terhadap LED yang muncul pada ruangan gelap	PERCLOS merupakan indikator paling efektif dalam mendeteksi penurunan kewaspadaan dibandingkan dengan indikator okular lain (<i>saccade</i>)
3	Wijayanto, Marcilia, Lutfityanto (2018)	Visual Attention, Driving Behaviour and Driving Performance among Young Drivers in Sleep-Deprived Condition	Mencari tahu efek kekurangan tidur pada perhatian visual selama berkendara dan bagaimana hal tersebut berkontribusi pada kebiasaan berkendara dan kinerja	12 partisipan berkendara dengan kondisi normal dan kondisi kekurangan tidur selama 24 jam keterjagaan diminta untuk berkendara selama 10 menit	Perhatian visual yang direpresentasikan oleh durasi fiksasi dan jumlah fiksasi menurun saat berkendara pada kondisi kekurangan tidur
4	Granholm, Asarnow, Sarkin, Dykes (1996)	Pupillary responses index cognitive resource limitations	Mencari reliabilitas respon pupil sebagai pengukuran saat memroses beban (<i>demand</i>) yang diberikan selama pekerjaan	22 partisipan menggunakan pengukuran pupil selama tugas mengingat rentang digit dengan beban yang divariasasi (rendah, sedang, tinggi) per rangkaian	Respon pupil meningkat seiring dengan meningkatnya beban selama bekerja
5	Jin, Niu, Jiang, Xian, Qin, Xu (2013)	Driver Sleepiness Detection System Based on Eye Movements Variables	Mencari tahu apakah pergerakan mata bisa digunakan untuk mendeteksi kantuk pengemudi	Partisipan sejumlah 12 orang berkendara dengan kondisi normal dan kurang tidur dengan waktu tidur dibatasi hanya 5 jam diminta untuk mengendarai simulasi berkendara selama 100 menit	Pergerakan mata bisa digunakan untuk mendeteksi kantuk pada pengemudi secara <i>real time</i>

Walaupun penelitian pada Tabel I.1 telah menunjukkan faktor yang akan digunakan pada penelitian saat ini, namun pada penelitian tersebut terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan saat ini. Pada penelitian Li dkk. (2019), didapatkan korelasi antara indikator okular dan performansi kewaspadaan disebabkan oleh meningkatnya level kelelahan pada partisipan. Namun pada penelitian saat ini kondisi perbedaan level kelelahan partisipan tidak diperhatikan sebagai variabel yang berpengaruh pada perubahan kewaspadaan, melainkan akan memperhatikan faktor kekurangan tidur. Penelitian Abe dkk. (2011) telah meneliti indikator yang sensitif terhadap penurunan kewaspadaan, yaitu PERCLOS jika dibandingkan dengan indikator okular lain seperti *saccade* yang dipengaruhi oleh pembatasan waktu tidur 4 jam. Namun terdapat perbedaan faktor lain yang memengaruhi hasil penelitian, seperti kondisi pekerjaan yang tidak memperhatikan beban kerja.

Pada penelitian ini, akan diteliti apakah pembatasan durasi tidur dan pembatasan durasi pengerjaan tugas berdampak pada kewaspadaan jika diukur menggunakan indikator okular. Penelitian yang meneliti dampak kekurangan tidur terhadap indikator okular sudah dilakukan oleh Wijayanto dkk., (2018) dan Jin dkk., (2013), namun penelitian tersebut tidak meneliti pengaruh beban kerja terhadap indikator okular. Penelitian ini juga berbeda dengan penelitian Granholm dkk., (1996) yang mendapati respon pupil meningkat seiring meningkatnya beban selama bekerja, namun tidak menggunakan pengaruh pembatasan durasi tidur terhadap indikator okular.

Penurunan tingkat kewaspadaan dapat berdampak buruk bagi seseorang, seperti melambatnya respon seseorang (Stojanoski dkk., 2018). Seorang pemeriksa (petugas inspeksi) kualitas bertugas mengukur, memeriksa, atau menguji beberapa karakteristik dari produk dan dibandingkan dengan persyaratan yang ditentukan untuk menentukan apakah terdapat cacat atau tidak (arenasolutions.com). Menjaga tingkat kewaspadaan adalah persyaratan pertama dari pekerjaan pemeriksaan (inspeksi), dimana seseorang dihadapkan pada pekerjaan memonitor dalam waktu lama yang monoton (Bodala, 2016) namun intensif. Maka dari itu, sangat penting bagi seorang pemeriksa kualitas untuk dapat mempertahankan kewaspadaan agar kinerja dalam memeriksa kualitas terjaga dengan baik.

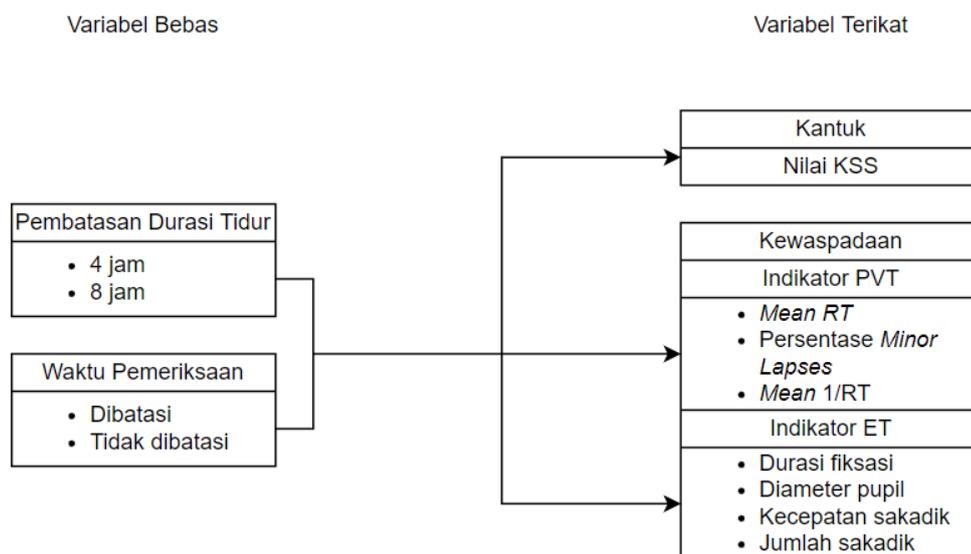
Terdapat beberapa faktor yang diduga memengaruhi penurunan kewaspadaan pada penelitian ini, salah satunya yaitu pembatasan durasi tidur. Pembatasan durasi tidur (*sleep deprivation*) yang berkepanjangan terkait dengan penurunan pada kemampuan kognitif dasar seperti kewaspadaan (*vigilance*) dan perhatian berkelanjutan (*sustained attention*) (Doran dkk., 2001; Wesensten dkk., 2004). Bollu (2019) menyebutkan jika *partial sleep deprivation* (PSD) adalah kondisi dimana seseorang mengurangi waktu yang biasanya dibutuhkan untuk tidur pada malam hari, dimana waktu tidur yang sehat untuk dewasa adalah 7-9 jam. Faktor lain yang diduga memengaruhi tingkat kewaspadaan pada penelitian ini adalah pembatasan durasi pengerjaan tugas. Menurut Michelle (2019), *time constraint* atau pembatasan durasi waktu adalah batasan waktu saat dimulai hingga akhir sebuah proyek. Batasan waktu ini ditetapkan oleh orang lain untuk diterapkan kepada individu lainnya.

Untuk mengukur perubahan kewaspadaan maka digunakan indikator pada *eye tracking* (ET) dan *psychomotor vigilance task* (PVT). Indikator ET yang digunakan yaitu durasi fiksasi, diameter pupil, kecepatan sakadik, dan jumlah sakadik. Kecepatan sakadik digunakan sebagai indikator karena menurut De Gennaro dkk. (2000) *saccade peak velocity* (kecepatan sakadik) menurun secara signifikan selama hari setelah malam kekurangan tidur. Sedangkan jumlah sakadik digunakan karena menurut Pettersson dkk. (2018), *number of saccade* (jumlah sakadik) menurun selama kondisi terjaga secara berkelanjutan (*sustained wakefulness*). Durasi fiksasi digunakan sebagai indikator ET karena menurut Wijayanto dkk. (2018), durasi fiksasi menurun selama simulasi mengemudi pada subjek dengan kondisi kekurangan tidur. Selain itu, diameter pupil digunakan karena menurut McIntire dkk. (2014), diameter pupil berubah selama kinerja kewaspadaan. Sedangkan indikator PVT yang digunakan adalah *number of lapses / minor lapses*, *mean RT*, dan *mean 1/RT*. Untuk mengukur durasi tidur, maka dapat menggunakan alat Fitbit. Fitbit merupakan alat untuk mendeteksi detak jantung dan pergerakan seseorang saat sedang tidur (fitbit.com).

Berdasarkan penjabaran di atas, penelitian mengenai pengukuran perubahan kewaspadaan dengan menggunakan ET dengan pengaruh kekurangan tidur dan pembatasan waktu dalam mengerjakan tugas pemeriksaan kualitas belum pernah dilakukan sebelumnya. Terdapat beberapa faktor perbedaan penelitian saat ini dengan penelitian yang telah dilakukan, seperti

metode pengukuran objektif dan variabel yang berpengaruh (pembatasan durasi tidur dan pembatasan durasi waktu mengerjakan tugas). Oleh karena itu penelitian saat ini bertujuan untuk mencari indikator *eye tracking* (ET) yang dapat mengukur perubahan kewaspadaan yang dipengaruhi faktor-faktor tersebut. Penelitian saat ini merupakan pengisi *research gap* dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, kemudian bisa dibuatlah model konseptual untuk penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Model Konseptual

Berdasarkan Gambar 1.2, variabel bebas akan memengaruhi variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah pembatasan durasi tidur dan waktu pemeriksaan. Kedua variabel bebas memiliki 2 *level* yang akan dilihat pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kewaspadaan yang direpresentasikan dengan indikator *psychomotor vigilance task* (PVT) dan indikator *eye tracking* (ET), dan tingkat kantuk yang dipresentasikan nilai *Karolinska sleepiness scale* (KSS). PVT merupakan metode pengukuran objektif yang menilai perubahan terkait kelelahan dalam kewaspadaan dengan kaitannya terhadap kekurangan tidur, keterjagaan yang lama, ketidaksejajaran sirkadian, dan tugas waktu (Basner dkk., 2011). Menurut Jones dkk. (2018), PVT adalah *gold-standard* untuk menilai perhatian

kewaspadaan yang dipengaruhi oleh kekurangan tidur. Maka dari itu digunakan PVT untuk dapat memvalidasi penurunan kewaspadaan. Selain itu digunakan pula nilai pengukuran KSS sebagai pengukuran tingkat kantuk secara subjektif yang terdiri dari skala *Likert* 1 hingga 9 (Miley dkk., 2016; Akerstedt dkk., 2014).

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijabarkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini, yaitu:

Apa indikator *eye tracking* (ET) yang dapat menunjukkan perubahan kewaspadaan di bawah pengaruh pembatasan durasi tidur (SD) dan pembatasan waktu kerja pada pekerjaan pemeriksaan kualitas sederhana?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Terdapat beberapa batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini. Pembatasan masalah ditentukan agar penelitian berfokus pada masalah dan untuk membatasi ruang lingkup penelitian. Berikut ini merupakan beberapa batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini:

1. Penelitian hanya melibatkan mahasiswa aktif Universitas Katolik Parahyangan sebagai partisipan akibat keterbatasan masa pandemi COVID-19.
2. Pengambilan data indikator okular, yaitu diameter pupil, durasi fiksasi, kecepatan sakadik, dan jumlah sakadik menggunakan Tobii Pro Glasses 2, pengukuran reaksi menggunakan PC-PVT 2.0, dan pengukuran subjektif tingkat kantuk menggunakan nilai Karolinska Sleepiness Scale (KSS).
3. Penelitian melibatkan variabel bebas pembatasan durasi tidur (*partial sleep deprivation*) 4 jam dan 8 jam pada malam sebelum eksperimen, serta waktu pengerjaan tugas yang dibatasi (*time constraint*) dan tidak dibatasi.
4. Penelitian dilakukan dengan eksperimen terkontrol pada laboratorium dan melibatkan simulasi pekerjaan pemeriksaan kualitas sederhana.
5. Partisipan hanya yang memiliki penglihatan normal, partisipan yang menggunakan kacamata tidak dapat dilibatkan dalam penelitian, kecuali menggunakan lensa rekomendasi yang disediakan dari Tobii Pro. Namun penggunaan *contact lens* diperbolehkan selama tidak berwarna dan tidak

mengubah tampilan pupil karena biasanya tidak menimbulkan *error* pada data (Tobiii Pro Glasses 2, 2016).

6. Partisipan tidak mengonsumsi dan tidak berada di bawah pengaruh kafein, alkohol, dan obat-obatan.
7. Suhu ruang eksperimen adalah 22-28° yang merupakan suhu tempat kerja normal menurut Satalaksana dkk. (2006).
8. Pekerjaan inspeksi merupakan pemeriksaan secara visual terhadap 4 jenis cacat pada produk senter, yaitu *dirt*, *scratch*, *missing part*, dan *poor assembly*.

Selain batasan masalah, terdapat pula asumsi penelitian. Berikut ini merupakan asumsi penelitian yang digunakan pada penelitian ini:

1. Kondisi lingkungan partisipan saat tidur dianggap relatif sama, karena efek kualitas tidur tidak dipertimbangkan pada penelitian ini.
2. Aktivitas di luar proses pengambilan data tidak memengaruhi kinerja partisipan pada penelitian.
3. Simulasi dirancang untuk pekerjaan pemeriksaan kualitas sederhana yang membutuhkan kewaspadaan.
4. Setelah menjalani pengenalan dan pelatihan simulasi pemeriksaan kualitas, seluruh partisipan dianggap memiliki kompetensi dan kemampuan dalam melakukan pemeriksaan kualitas yang baik dan sama satu dengan yang lain.
5. Motivasi partisipan saat proses pengambilan data dianggap sama.

I.4 Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan untuk memenuhi tujuan penelitian. Tujuan penelitian ditetapkan untuk menjawab rumusan masalah yang telah didapatkan sebelumnya. Berikut ini merupakan tujuan penelitian:

Menentukan indikator *eye tracking* (ET) yang dapat menunjukkan perubahan kewaspadaan di bawah pengaruh pembatasan durasi tidur (*Sleep Deprivation*) dan pembatasan waktu kerja pada pekerjaan pemeriksaan kualitas sederhana.

I.5 Manfaat Penelitian

Sebuah penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, khususnya terhadap operator pemeriksa kualitas, penulis, dan pembaca. Berikut ini merupakan manfaat yang diharapkan bisa didapatkan:

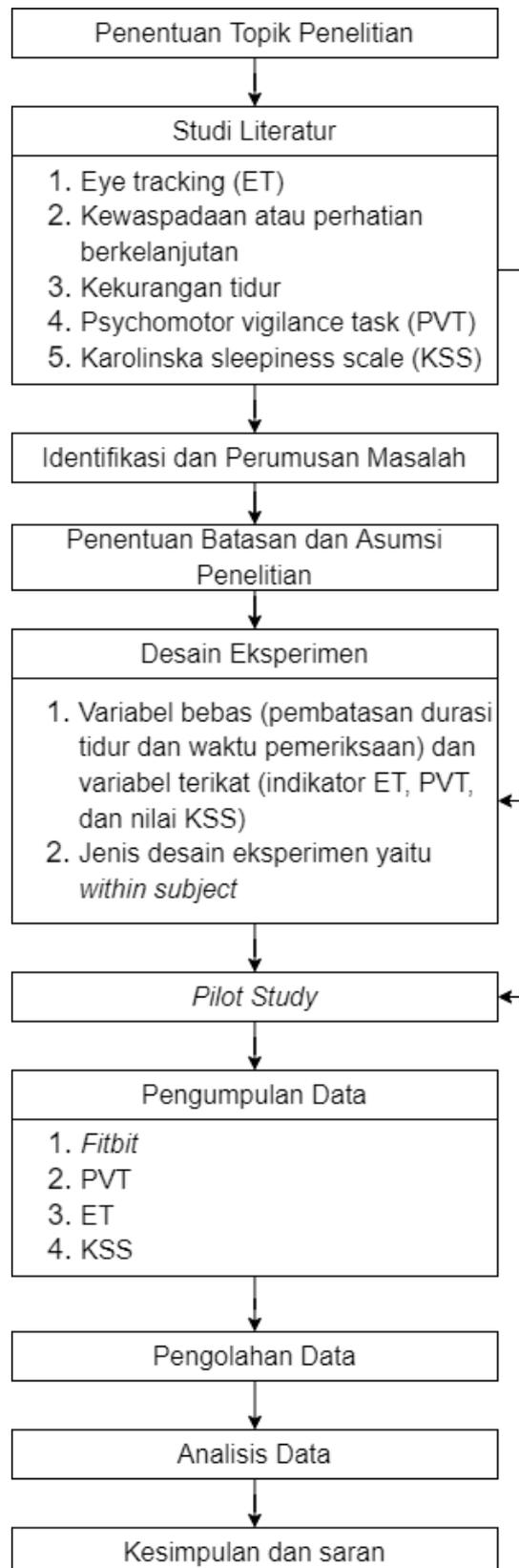
1. Hasil penelitian diharapkan bisa mengetahui efek pembatasan durasi tidur dan pembatasan durasi pengerjaan tugas terhadap tingkat kewaspadaan agar risiko kesalahan dan kecelakaan kerja akibat penurunan tingkat kewaspadaan bisa diminimasi.
2. Hasil penelitian diharapkan bisa mengetahui hubungan pergerakan mata yang diukur menggunakan *eye tracking* dengan tingkat kewaspadaan untuk mendeteksi perubahan kewaspadaan saat bekerja.
3. Hasil penelitian diharapkan bisa mengetahui indikator okular yang sensitif dengan perubahan kewaspadaan pada konteks pekerjaan yang berulang (monoton).

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian akan menjabarkan tahap-tahap yang dilakukan pada sebuah penelitian. Penelitian saat ini akan dimulai dengan menentukan topik penelitian dan diakhiri dengan pengambilan kesimpulan dan saran penelitian. Gambar 1.3 menunjukkan langkah-langkah dari metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini.

1. Penentuan Topik Penelitian

Tahap pertama adalah menentukan topik penelitian. Topik yang dipilih untuk penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kekurangan tidur (*sleep deprivation*) dan pembatasan waktu kerja terhadap kewaspadaan (*vigilance*) dengan menggunakan alat ukur *eye tracking* (ET). Pengambilan data kewaspadaan dengan ET akan dilakukan dengan melihat partisipan dalam mengerjakan pekerjaan memeriksa kualitas.



Gambar I.3 Metodologi Penelitian

2. Studi Literatur

Untuk dapat melakukan penelitian maka perlu dilakukan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan mencari referensi dari buku, jurnal, artikel, dan penelitian sebelumnya terkait penelitian yang akan dilakukan saat ini. Pada studi literatur dilakukan penelitian pendahuluan untuk mencari urgensi dan celah penelitian mengenai apa yang belum dilakukan pada penelitian sebelumnya. Studi literatur mencari informasi terkait kewaspadaan, kekurangan tidur, *eye tracking*, *psychomotor vigilance task*, dan tugas pemeriksaan kualitas. Hasil dari studi literatur digunakan sebagai dasar pada penelitian pendahuluan, desain eksperimen, dan *pilot study*.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan, kemudian dilakukan identifikasi masalah terkait pengujian indikator ET yang dapat digunakan sebagai metode pengukuran kewaspadaan yang dipengaruhi oleh kekurangan tidur pada operator pemeriksa kualitas dan mengetahui indikator ET yang valid dan sensitif dalam kegiatan pemeriksaan kualitas. Setelah itu dilakukan perumusan masalah untuk menjadi dasar penelitian yang akan dilakukan. Rumusan masalah yang diperoleh adalah mengidentifikasi kinerja indikator okular dalam menguji perubahan kewaspadaan pada operator pemeriksa kualitas yang kekurangan tidur dengan menggunakan *eye tracking* (ET).

4. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada tahap selanjutnya kemudian ditentukan batasan dan asumsi penelitian. Batasan masalah ditentukan agar penelitian berfokus pada masalah dan untuk membatasi ruang lingkup penelitian. Selain itu, asumsi penelitian bertujuan untuk menunjukkan keadaan yang sebenarnya dari penelitian ini.

5. Desain Eksperimen

Tahap pertama yang dilakukan pada desain eksperimen adalah menentukan variabel penelitian. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah kekurangan tidur (*partial sleep deprivation*) atau *time in bed* (TIB) dan pembatasan waktu pengerjaan tugas (*time constraint*). *Time in bed* (TIB) adalah waktu partisipan berada pada kondisi mencoba untuk tidur kemudian tertidur

hingga terbangun dari tidur. Kekurangan tidur terbagi menjadi 2 *level*, yaitu 4 jam dan 8 jam. *Limitation time* (LT) adalah kondisi dimana partisipan akan mengalami pembatasan waktu dalam melakukan eksperimen yang dirancang. Selain itu, *time constraint* terbagi menjadi 2 *level*, yaitu dibatasi dan tidak dibatasi. Tabel I.2 menunjukkan *level* dari variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel I.2 Variabel Bebas Rancangan Eksperimen

		<i>Time in Bed</i> (TIB)	
		8 jam (TIB8)	4 jam (TIB4)
Waktu Pemeriksaan	Tidak Dibatasi (LT0)	P ₁P ₂₈	P ₁P ₂₈
	Dibatasi (LT1)	P ₁P ₂₈	P ₁P ₂₈

Variabel terikat pada penelitian ini adalah tingkat kewaspadaan yang diukur menggunakan indikator *eye tracking* (ET), indikator *psychomotor vigilance task* (PVT). Selain itu terdapat pengukuran tingkat kantuk yang diukur dengan KSS. Indikator yang digunakan pada ET adalah durasi fiksasi (*fixation duration*), diameter pupil, kecepatan sakadik, (*saccade velocity*), dan jumlah sakadik (*number of saccade*). Indikator yang digunakan pada PVT adalah *number of lapses* atau *minor lapses*, *mean RT*, dan *mean 1/RT*. Sedangkan indikator yang digunakan pada KSS adalah skala KSS, yaitu MSI-KSS. Tabel I.3 menunjukkan variabel terikat yaitu tingkat kewaspadaan yang diukur menggunakan indikator yang pada ET, PVT, dan KSS.

Tabel I.3 Variabel Terikat Eksperimen

Alat Ukur	Indikator	Variabel Terikat	Definisi	Format
<i>Eye tracking</i>	Durasi fiksasi (<i>fixation duration</i>)	DF	Durasi fiksasi adalah total waktu dari semua fiksasi dalam sebuah AOI sepanjang interval waktu tugas (Tobi Pro AB, 2021)	Milidetik
	Diameter Pupil	DP	Diameter pupil menunjukkan rata-rata diameter pupil dari seluruh fiksasi dalam sebuah AOI sepanjang interval tugas (Tobi Pro AB, 2021)	Millimeter

(lanjut)

Tabel I.3 Variabel Terikat Eksperimen (lanjutan)

Alat Ukur	Indikator	Variabel Terikat	Definisi	Format
<i>Eye tracking</i>	Kecepatan Sakadik (<i>saccade velocity</i>)	KS	Kecepatan sakadik merupakan rata-rata kecepatan puncak dari semua <i>saccade</i> pada suatu interval (Tobi Pro AB, 2021)	Derajat/detik
	Jumlah sakadik (<i>number of saccade</i>)	JS	Jumlah sakadik mengukur jumlah total <i>saccade</i> sepanjang interval waktu tertentu (Tobi Pro AB, 2021)	<i>Count</i>
<i>Psychomotor Vigilance Task</i>	<i>Number of lapses</i> atau <i>minor lapses</i>	ML	<i>Minor lapses</i> adalah jumlah waktu reaksi lebih besar dari 500 milidetik (Lamond, 2008)	Jumlah lapses
	<i>Mean Reaction Time (Mean RT)</i>	MRT	<i>Reaction Time (RT)</i> atau waktu reaksi adalah selang waktu antara kemunculan stimuli dan respon saat menekan tombol (Lamond, 2008)	Milidetik
	<i>Mean 1/RT</i>	M1/RT	1/RT adalah kebalikan dari waktu respon atau kecepatan respon (Basner & Dinges, 2011)	1/detik
Karolina Sleepiness Scale (KSS)	Skala KSS	MSI-KSS	Karolinska sleepiness scale (KSS) adalah sebuah pengukuran kantuk secara subjektif yang terdiri dari skala likert 1 hingga 9 (Miley dkk., 2016; Akerstedt dkk., 2014)	-

Jenis eksperimen yang digunakan pada penelitian ini adalah *repeated measures (within-subject)*. Jenis eksperimen ini memberlakukan setiap partisipan untuk mengalami perlakuan (*treatment*) yang sama. Maka partisipan akan mengalami 4 kombinasi *treatment*, yaitu 2 *level time in bed* (4 dan 8 jam), dan 2 *level waktu pemeriksaan* (dibatasi dan tidak dibatasi).

6. *Pilot Study*

Setelah merancang desain eksperimen, kemudian dilakukan *pilot study*. *Pilot study* dilakukan untuk memastikan desain eksperimen dapat dijalankan sesuai rencana dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian dapat berfungsi dengan baik. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah *eye tracker*, *psychomotor vigilance task (PVT)*, *Fitbit*, dan sarana simulasi pemeriksaan kualitas. Pada *pilot study* akan dilakukan juga perancangan *environment* (lingkungan) simulasi kegiatan pemeriksaan kualitas. Produk yang digunakan pada pemeriksaan kualitas adalah senter. Responden akan mengalami 2 faktor ketika melakukan kegiatan pemeriksaan pemeriksaan kualitas, yaitu waktu pemeriksaan dibatasi dan tidak dibatasi waktu. Selain itu, akan dilakukan pemilihan dan penentuan partisipan. Partisipan pada penelitian ini sejumlah 16 orang yang merupakan mahasiswa aktif Universitas Katolik Parahyangan agar memudahkan pengambilan data akibat batasan yang dialami selama masa pandemi COVID-19. Kriteria partisipan adalah sebelumnya telah menjalani pelatihan mengenai tugas yang akan dikerjakan yaitu simulasi pemeriksaan kualitas produk.

7. Pengumpulan Data

Setelah melakukan *pilot study*, tahap selanjutnya adalah pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berdasarkan metode pengukuran kewaspadaan dan tingkat kantuk yaitu, *eye tracking*, *psychomotor vigilance task*, dan KSS. Sebelum mengumpulkan data menggunakan metode pengukuran tersebut, perlu terlebih dahulu merancang simulasi kegiatan pemeriksaan kualitas dan memilih serta menentukan partisipan.

8.1 *Fitbit*

Pengumpulan data menggunakan *Fitbit* dilakukan untuk mengetahui durasi waktu tidur partisipan (*time in bed*). *Fitbit* akan digunakan oleh partisipan pada sehari sebelum pelaksanaan eksperimen untuk memastikan durasi waktu tidur partisipan sesuai dengan yang didesain pada eksperimen.

8.2 *Psychomotor Vigilance Task (PVT)*

Pengumpulan data *psychomotor vigilance task* akan dilakukan dengan menggunakan *Personal Computer-Psychomotor Vigilance Task 2.0 (PC-PVT 2.0)*. Durasi pengukuran PVT adalah 5 menit sesuai dengan Roach dkk. (2006) yang mengatakan durasi 5 menit menimbulkan efek signifikan dari kekurangan tidur. Data yang diambil dari PVT adalah *number of lapses*, *mean RT*, dan *mean 1/RT*.

8.3 *Eye Tracking (ET)*

Pengumpulan data *eye tracking* akan dilakukan dengan menggunakan *Tobii Pro Glasses 2*. Partisipan akan diminta untuk mengerjakan simulasi pemeriksaan kualitas sambil menggunakan alat *eye tracking*. Data yang diambil dari *eye tracking* adalah durasi fiksasi, diameter pupil, kecepatan sakadik, dan jumlah sakadik.

8.4 *Karolinska Sleepiness Scale (KSS)*

Pengumpulan data KSS dilakukan untuk mengukur tingkat kantuk partisipan saat melakukan tugas pemeriksaan tugas. Pengumpulan data KSS bersifat subjektif dan akan dilakukan dengan menanyakan partisipan mengenai tingkat kantuk yang dirasakan setiap 5 menit (Heinze dkk., 2017).

8. Pengolahan Data

Setelah mengumpulkan data, langkah selanjutnya adalah mengolah data berdasarkan beberapa metode pengukuran. Pengolahan data menggunakan beberapa uji statistik, seperti uji normalitas, *Analysis of Variance (ANOVA)*, *Pearson Correlation* atau Spearman Rho.

9. Analisis Data

Pada tahap ini akan dilakukan analisis hasil pengolahan data yang diambil berdasarkan berbagai alat pengukuran. Analisis dilakukan berdasarkan kinerja *eye tracking* dalam mendeteksi perubahan kewaspadaan pada subjek yang kurang tidur dalam melakukan aktivitas pemeriksaan kualitas produk. Selain itu analisis dilakukan berdasarkan indikator *eye tracking* yang digunakan apakah valid dan sensitif untuk mendeteksi perubahan kewaspadaan pada subjek yang kurang tidur dalam melakukan aktivitas pemeriksaan kualitas produk. Pada analisis juga diberikan rekomendasi berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

10. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir pada penelitian ini adalah menarik kesimpulan. Kesimpulan akan menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan di awal penelitian. Selain itu akan diberikan juga saran untuk mendukung penelitian selanjutnya.

I.7 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi akan terbagi menjadi lima bagian besar. Bagian pertama adalah pendahuluan, dilanjutkan dengan tinjauan pustaka, pengumpulan data dan pengolahan data, analisis, serta kesimpulan dan saran. Berikut ini merupakan penjelasan lebih dalam mengenai bagian-bagian yang ada.

BAB I PENDAHULUAN

Bab I akan berisi latar belakang, identifikasi dan rumusan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Latar belakang akan membahas mengenai masalah dan bagaimana masalah tersebut merupakan alasan dilakukannya penelitian ini. Selanjutnya akan dibahas mengenai identifikasi masalah dan rumusan masalah berdasarkan masalah yang telah dijabarkan. Tujuan dibuat untuk menjawab rumusan masalah yang ada. Manfaat menjelaskan bagaimana penelitian ini diharapkan memberi manfaat pada operator pemeriksa kualitas, penulis, dan pembaca. Metodologi akan membahas mengenai tahapan dilakukannya penelitian dan sistematika penulisan membahas bagian-bagian yang terdapat pada penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II akan berisi penjelasan mengenai dasar teori yang digunakan pada penelitian ini. Isi tinjauan pustaka akan digunakan sebagai dasar tahap-tahap dalam dilakukannya pengumpulan dan pengolahan data. Tinjauan Pustaka akan diambil dari buku teks, jurnal, artikel, dan penelitian sebelumnya.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab III akan menjelaskan proses pengumpulan data yang dimulai dari merancang eksperimen, lalu dilakukannya pengambilan data, dan pengolahan data hasil data yang didapatkan dari pengambilan data.

BAB IV ANALISIS

Bab IV berisi analisis terkait proses pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan pada bab III. Bab IV akan membahas interpretasi dan analisis dari pengolahan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V akan berisi kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan diambil berdasarkan tujuan penelitian yang dibuat pada bab I. Selain itu akan diberikan juga saran pada penelitian serupa selanjutnya.