

Perjanjian No: III/LPPM/2014-03/07-P

**PERANCANGAN ALAT DETEKSI KANTUK DAN ANALISIS  
TINGKAT KANTUK PENGEMUDI BUS MALAM X**



**Disusun Oleh:  
Daniel Siswanto, ST., MT  
Romy Loice, ST., MT.  
Kevin Chandra The**

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Katolik Parahyangan  
2014**

## ABSTRAK

Transportasi umum antar kota telah menjadi kebutuhan bagi masyarakat untuk berpindah dari satu kota ke kota lain. Transportasi darat dengan bus, kereta api, maupun mobil lebih banyak dipilih karena harganya yang relatif lebih murah. Namun transportasi darat, terutama bus, biasanya berdurasi panjang. Bagi penumpang mungkin durasi panjang bisa dimanfaatkan untuk tidur selama perjalanan, namun tidak demikian halnya bagi pengemudi. Pengemudi dituntut untuk terus fokus dan terjaga selama perjalanan yang berdurasi panjang tersebut agar terhindar dari kecelakaan. Kecelakaan bus bisa memakan banyak korban jiwa mengingat kapasitas bus yang bisa menampung puluhan orang. Pekerjaan mengemudi dengan durasi panjang dapat menimbulkan kelelahan baik secara fisik maupun mental. Manifestasi kelelahan yang sering dialami biasanya adalah mengantuk. Saat akan mengemudi dengan durasi panjang, harus dipastikan pengemudi berada dalam kondisi yang prima, dalam hal ini tidak atau sedikit memiliki rasa kantuk sebelum bekerja. Tingkat kantuk dapat di deteksi. Salah satunya dengan mengukur kecepatan reaksinya. Untuk itulah dibutuhkan suatu alat yang dapat mendeteksi kantuk dengan cepat dan praktis agar dapat digunakan untuk memeriksa keadaan pengemudi bus sebelum pengemudi melakukan perjalanannya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang alat deteksi kantuk sebelum perjalanan durasi panjang. Penelitian dilakukan pada perusahaan bus malam X sebagai obyek penelitian. Alat deteksi kantuk tersebut selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi kondisi para pengemudi bus malam X sebelum melakukan perjalanannya. Aplikasi pendeteksi kantuk memakai metode gabungan dari *pyscomotor vigilance task (PVT)*, *mackworth clock vigilance task (MVT)* dan *flicker test*. Metode tersebut diimplementasikan pada aplikasi berbasis HTML dan dapat dioperasikan pada semua alat elektronik yang memiliki *web browser* untuk mendukung kepraktisan pengujian. Replikasi data kecepatan reaksi dan kuesioner *Karolinska Sleepiness Scale* dikumpulkan, kemudian diolah dengan menggunakan analisis diskriminan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh dan persamaan linear yang dapat digunakan dalam pendeteksian kantuk pengemudi bus malam. Hasil pengukuran kecepatan reaksi didapatkan dengan cepat melalui persamaan linear Z yang akan membandingkan nilai Z dengan titik kritis 0,904 dalam penentuan kondisi pengemudi bus malam X. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kondisi pengemudi bus malam telah divalidasi dengan menggunakan replikasi data kecepatan reaksi yang telah dikumpulkan sebelumnya.

Kata kunci : tingkat kantuk, kelelahan, kecepatan reaksi, analisis diskriminan, *Karolinska Sleepiness Scale*

## Daftar Isi

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>2</b>
<b>Daftar Isi.....</b>	<b>3</b>
<b>Daftar Tabel .....</b>	<b>5</b>
<b>Daftar Gambar.....</b>	<b>6</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>7</b>
I.1 Latar Belakang Masalah .....	7
I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	9
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian .....	11
I.4 Tujuan Penelitian .....	12
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>13</b>
II.1 Definisi kelelahan .....	13
II.2 Kantuk .....	14
II.2.1 <i>Circadian Rhythm</i> .....	14
II.2.2 <i>Pittsburgh Sleep Quality Index</i> .....	15
II.2.3 <i>Karolinska Sleepiness Scale</i> .....	15
II.3 Pengujian Kecepatan Reaksi .....	18
II.3.1 <i>Psycomotor Vigilante Task (PVT)</i> .....	18
II.3.2 <i>Mackworth Clock Vigilante Task (MVT)</i> .....	19
II.3.3 <i>StroopTask</i> .....	19
II.3.4 <i>FlickerTest</i> .....	21
II.4 Analisis Diskriminan .....	21

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
III.1 Pemilihan Basis Aplikasi .....	25
III.2 Pemilihan Metode Pengukur Kecepatan Reaksi .....	26
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>30</b>
IV.1 Perhitungan <i>SleepingIndex</i> .....	30
IV.2 Pengumpulan Data Kecepatan Reaksi dan Tingkat Kantuk dengan KSS ...	32
IV.3 Pengolahan Data Kecepatan Reaksi dan Tingkat Kantuk dengan KSS.....	33
IV.4 Analisis Diskriminan .....	34
<b>BAB V ANALISIS .....</b>	<b>39</b>
V.1 Analisis Pola Tidur Pengemudi.....	39
V.2 Analisis Hasil Metode Analisis Diskriminan .....	42
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
VI.1 Kesimpulan .....	52
VI.2 Saran .....	52

## DAFTAR PUSTAKA

## Daftar Tabel

Tabel I.1 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Jenis Kendaraan Bus .....	8
Tabel I.2 Perbandingan Metode Pengukuran Kecepatan Reaksi.....	10
Tabel III.1 Perbandingan Spesifikasi Tiga Alternatif Basis Aplikasi .....	26
Tabel IV. 2 Mekanisme Aplikasi Pengukur Kecepatan Reaksi .....	29
Tabel IV.1 Nilai <i>Sleeping Index</i> Pengemudi Bus Malam X.....	30
Tabel IV.2 Rata-rata Nilai yang Dibobotkan Pada Tiap Pertanyaan PSQI .....	31
Tabel IV.3 Rata-rata Nilai <i>Sleeping Index</i> Tiap Komponen PSQI .....	31
Tabel IV.4 Perhitungan Kecukupan Data .....	34
Tabel V.1 Sensitivitas Variabel Jumlah Kesalahan <i>No Response</i> .....	44
Tabel V.2 Sensitivitas Jumlah Kesalahan <i>No Response</i> yang Menyebabkan Mutlak Kantuk .....	44
Tabel V.3 Sensitivitas Variabel Rata-rata Waktu Reaksi Benar.....	44
Tabel V.4 Sensitivitas Rata-rata Waktu Reaksi Benaryang Menyebabkan Mutlak Kantuk .....	45
Tabel V.5 Perhitungan Tingkat Kesalahan Persamaan Z.....	46

## Daftar Gambar

Gambar II.1 <i>Mackworth Clock Vigilance Task</i> .....	20
Gambar III.1 Metode Penelitian Perancangan Alat Deteksi Kantuk dan Evaluasi Tingkat Kantuk Pengemudi Bus Malam X.....	24
Gambar III.1 Tampilan Aplikasi Pengukur Kecepatan Reaksi Baru .....	28
Gambar III.2 Tampilan Instruksi Aplikasi.....	29
Gambar IV.1 Tampilan Awal Keluaran Aplikasi Pengukur Kecepatan Reaksi .....	32
Gambar IV.2 Tampilan Awal Data Replikasi.....	36
Gambar IV.3 Variabel Independen yang Berpengaruh Terhadap Variabel Dependen .....	36
Gambar IV.4 Persamaan Linier Z .....	37
Gambar IV.5 Titik Sentroid dari Dua Kategori.....	38
Gambar IV.6 Jumlah Sampel dari Tiap Kategori.....	38
Gambar V.1 Parameter Penentuan $Z_{cu}$ .....	43
Gambar VI. 1 Tampilan Hasil dari Pengukuran Aplikasi Akhir .....	44

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang Masalah**

Tuntutan mobilitas yang tinggi menjadi sebuah dampak dari semakin berkembangnya bisnis dan perekonomian. Untuk dapat bergerak dari suatu tempat ke tempat lain, masyarakat membutuhkan transportasi. Transportasi umum seringkali menjadi pilihan masyarakat karena dinilai lebih ekonomis dan praktis, terutama saat bepergian ke tempat yang jauh. Transportasi darat biasanya lebih dipilih karena ketersediaannya dan harganya yang relatif lebih murah. Bus merupakan salah satu pilihan bagi seseorang untuk bepergian jarak jauh dan perjalanan yang berdurasi panjang. Banyaknya penyedia layanan transportasi bus dan variasi tujuan yang ditawarkan, serta harga yang lebih ekonomis daripada kereta merupakan alasan utama bus antar kota menjadi sarana favorit.

Tiap tahunnya selalu terjadi peningkatan kecelakaan lalu lintas, khususnya kecelakaan yang disebabkan oleh bus antar kota. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel I-1. Kecelakaan yang sering terjadi tidak hanya menimbulkan kerugian material. Tak jarang kecelakaan lalu lintas yang melibatkan bus antar kota memakan korban jiwa yang tidak sedikit karena bus dapat mengangkut puluhan orang.

Mahachandra (2012) mengatakan bahwa manusia merupakan faktor utama dalam terjadinya kecelakaan lalu lintas. Kesalahan manusia dapat dikaitkan pada durasi yang panjang dalam mengemudi. Durasi mengemudi jangka panjang dalam perjalanan bus antar kota menjadi penyebab utama terjadinya kecelakaan lalu lintas. Penelitian Prabaswara (2013) mengungkapkan bahwa durasi mengemudi jangka panjang dapat membuat pengemudi mengalami kelelahan dan penurunan kondisi pengemudi secara signifikan. Dalam

penelitian tersebut juga dikatakan bahwa durasi mengemudi jangka panjang yang akan menyebabkan kelelahan dan penurunan kondisi jangka panjang adalah 12-16 jam.

Tabel I-1. Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Jenis Kendaraan Bus

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Kecelakaan Bus (unit)</b>
<b>2005</b>	2.413.711
<b>2006</b>	2.737.610
<b>2007</b>	2.854.990
<b>2008</b>	3.870.741
<b>2009</b>	4.223.677

Sumber:<http://hubdat.dephub.go.id>

Kelelahan dapat diartikan sebagai dorongan biologis untuk melakukan istirahat dalam rangka pemulihan kondisi (Prabaswara, 2013). Kelelahan dapat diakibatkan oleh konsentrasi dan fokus untuk mengemudi dalam jangka panjang serta aktivitas mengemudikan bus itu sendiri. Kelelahan tersebut menghasilkan dorongan pengemudi untuk tidur agar dapat memulihkan kelelahan yang dialami, sehingga timbulah rasa kantuk. Rasa kantuk dapat mengurangi reaksi, konsentrasi dan menurunkan kewaspadaan saat mengemudi kendaraan, sehingga dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas (Stutts, 2001).

Bertolak dari fakta tersebut, suatu tindakan pencegahan harus dilakukan untuk mengurangi resiko kecelakaan bus antar kota. Sebelum bus antar kota akan melakukan perjalanan berdurasi panjang, kondisi pengemudi bus harus dalam keadaan prima, terutama tidak mempunyai rasa kantuk. Untuk itu diperlukan suatu metode atau alat untuk dapat mendeteksi rasa kantuk agar dapat menentukan apakah pengemudi layak atau tidak untuk menjalankan tugasnya.



Rasa kantuk pada manusia dapat dideteksi. Salah satu caranya adalah dengan melihat kecepatan reaksi manusia (Prabaswara, 2013). Setiap manusia mempunyai reaksi terhadap rangsangan yang diberikan. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, bahwa kantuk dapat mengurangi konsentrasi dan menurunkan kewaspadaan. Dari pengujian kecepatan reaksi dapat terlihat bila seseorang memiliki rasa kantuk maka secara otomatis kecepatan reaksi orang tersebut akan terlambat atau tidak bereaksi sama sekali (Stutts, 2001 ; McCarthy & Waters, 1997).

Saat ini ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan reaksi tanggap menurut Prabaswara (2013). Metode-metode itu ialah PVT (*Psycomotor Vigilance Task*), MVT (*Mackworth Clock Vigilance Task*), *Stroop Task* dan *Flicker Test*. Metode-metode ini akan menguji kecepatan reaksi tanggap secara obyektif. Pada Tabel 1-2 dapat dilihat perbandingan kelebihan dan kekurangan serta keluaran data dari beberapa metode pengukuran kecepatan reaksi.

Penelitian yang telah dilakukan Mahachandra (2012) telah dapat mendeteksi kantuk dengan berbasiskan fisiologi. Tetapi hal tersebut dinilai kurang praktis dalam penggunaannya karena dibutuhkan peralatan yang rumit dan tidak fleksibel. Untuk itulah dibutuhkan suatu alat yang dapat mendeteksi kantuk dengan cepat dan praktis. Alat tersebut nantinya akan digunakan untuk mengevaluasi kondisi tingkat kantuk pengemudi bus malam X sebelum pengemudi melakukan perjalanannya.

## **1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Boleh jadi muncul keraguan pada kebanyakan orang untuk menggunakan bus antar kota sebagai alternatif transportasi akibat banyaknya kecelakaan yang melibatkan bus antar kota. Selain kecelakaan, kondisi *near-missed accident* juga menimbulkan kesan negatif untuk menggunakan bus antar kota. Penyedia layanan bus harus mampu memastikan bahwa jasa transportasi bus yang

disediakan aman dari kemungkinan kecelakaan dan juga kondisi *near-missed accident*. *Near-missed accident* sendiri adalah kondisi dimana kecelakaan akan terjadi, tetapi dapat dihindarkan karena suatu alasan. Walaupun tidak mengalami kecelakaan secara langsung dan tidak ada kerugian material ataupun korban jiwa, tetap saja hal ini dapat meninggalkan luka mental bagi penumpang maupun pengemudi.

Tabel I-2. Perbandingan Metode Pengukuran Kecepatan Reaksi

Metode	Kelebihan	Kekurangan	Keluaran data
PVT	Sederhana dalam pelaksanaannya, membutuhkan waktu relatif sedikit	Karena terlalu sederhana sering terjadi <i>false start</i> (kesalahan tanggap sebelum rangsangan diberikan)	Waktu reaksi tanggap responden
MVT	Sedikit Lebih kompleks daripada PVT sehingga hasil lebih valid daripada PVT	Memakan waktu relatif lama	Waktu reaksi tanggap responden
<i>Stroop Task</i>	Sangat menuntut konsentrasi responden sehingga hasil yang dimiliki akurat	Tes ini lebih mengarah kepada kecepatan persepsi daripada kecepatan reaksi	Waktu reaksi tanggap responden
<i>Flicker Test</i>	Dapat menguji daya tahan waspada dan konsentrasi responden	Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan tes relatif lama	Frekuensi kedipan lampu yang dapat dideteksi

Keamanan perjalanan dengan bus dapat diwujudkan melalui pemeriksaan kondisi pengemudi bus sebelum pengemudi menjalankan tugasnya. Sayangnya sampai saat ini hal tersebut masih belum dilakukan. Bisa jadi hal ini disebabkan karena belum ada alat atau metode yang dapat dipakai untuk mendeteksinya. Kondisi pengemudi yang dimaksud adalah tingkat kantuknya sebelum mengemudi. Deteksi tingkat kantuk ini penting dilakukan agar resiko kecelakaan akibat pengemudi mengantuk dapat diminimasi atau

dihilangkan. Selain itu, pendeteksian kantuk juga sebaiknya dapat dilakukan secara cepat dan praktis.

Pendeteksian secara cepat dapat mendukung kenyamanan penumpang untuk sampai ke tempat tujuan tepat waktu. Melihat banyaknya frekuensi transportasi antar kota yang tinggi saat ini, pendeteksian tingkat kantuk secara cepat juga dapat membantu untuk memeriksa banyaknya pengemudi dalam waktu singkat dan efisien.

Pemeriksaan secara praktis berarti aktivitas pendeteksian kondisi pengemudi dapat dilakukan dimanapun, kapanpun dan tidak melibatkan peralatan yang rumit atau sulit dipindahkan (dibawa). Artinya dibutuhkan suatu alat yang mempunyai mobilitas tinggi. Pendeteksian secara praktis tentunya akan mendukung kecepatan pemeriksaan kondisi pengemudi. Alat tersebut akan menggunakan konsep pengujian kecepatan reaksi untuk mendeteksi kantuk. Beberapa konsep dasar metode pengujian kecepatan reaksi akan digunakan dalam aplikasi yang akan dirancang untuk mendeteksi kantuk tersebut.

Berdasarkan identifikasi masalah maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah rancangan alat deteksi kantuk yang cepat dan praktis untuk mendeteksi kantuk pengemudi bus malam X sebelum melakukan perjalanan dengan durasi panjang ?
2. Bagaimana evaluasi kondisi pengemudi bus malam X dengan rancangan alat deteksi kantuk tersebut sebelum pengemudi melakukan perjalanan dengan durasi panjang ?

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

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat beberapa asumsi dan pembatasan masalah. Hal ini bertujuan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan sesuai dengan tujuannya. Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Obyek penelitian yang dipilih adalah pengemudi bus malam X di kota Bandung.
2. Penelitian dilakukan pada pengemudi yang mengemudi pada jangka waktu 12-16 jam (durasi panjang).

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Kualitas tidur yang dimiliki berbanding lurus dengan durasi tidur yang dimiliki.
2. Faktor usia, etnis dan minuman/makanan penambah stamina dianggap tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kondisi pengemudi.

#### **I.4 Tujuan penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang alat deteksi kantuk yang cepat dan praktis untuk mendeteksi kantuk pengemudi bus malam X sebelum melakukan perjalanan dengan durasi panjang.
2. Mengevaluasi kondisi pengemudi bus malam X dengan rancangan alat deteksi kantuk tersebut sebelum pengemudi melakukan perjalanan dengan durasi panjang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Definisi Kelelahan**

Kelelahan dapat diartikan sebagai dorongan biologis untuk melakukan istirahat dalam rangka pemulihan kondisi (Prabaswara, 2013). Saat seseorang sedang mengalami kelelahan, akan terjadi dorongan untuk tidur atau beristirahat atau yang sering disebut kantuk.

Kelelahan atau *fatigue* memiliki dampak yang negatif. Keadaan *fatigue* yang menimbulkan rasa kantuk dapat mengurangi kekuatan, kecepatan, kecepatan reaksi, kemampuan koordinasi, keseimbangan, dan juga kemampuan seseorang dalam mengambil keputusan (Departement of Labour, 2007).

Kelelahan dapat disebabkan oleh berbagai hal. Secara umum penyebab kelelahan adalah penggunaan tenaga fisik atau mental yang berkepanjangan tanpa cukup waktu untuk beristirahat dan memulihkan diri (Dawson, 2011). Beberapa faktor yang menimbulkan kelelahan (*Workplace Health and Safety Queensland, 2011*) :

1. Kehilangan waktu tidur
2. Keadaan terjaga dalam waktu yang panjang (lebih dari 17 jam)
3. Kurangnya waktu tidur (kurang dari 7-8 jam) atau kualitas tidur yang buruk
4. Melakukan pekerjaan fisik dan mental dalam jangka waktu yang panjang
5. Gangguan pada *circadian rhythm*
6. Kurangnya waktu istirahat dalam bekerja
7. Masalah kesehatan dan emosional
8. Waktu kerja

## II.2 Kantuk

Kantuk umumnya disebabkan oleh kurangnya istirahat atau tidur. Kurangnya kualitas tidur juga dapat menyebabkan kantuk walaupun kuantitas tidur yang dimiliki cukup. Pada umumnya kuantitas tidur manusia dewasa untuk mencapai kinerja optimal adalah 8 jam setiap malamnya (Smolensky, 2011). Kekurangan tidur dapat menyebabkan kantuk pada waktu kerja yang memiliki efek meningkatnya jumlah kedipan mata, keinginan untuk menutup mata dan terjadinya *microsleeps* (Caldwell, 2003).

Kantuk adalah salah satu gejala yang disebabkan oleh kelelahan. Kelelahan sering dikaitkan dengan kecelakaan dalam kerja ataupun kondisi kerja yang buruk bagi para pekerja. Hanya saja kelelahan merupakan suatu hal yang sangat luas. Kelelahan juga dapat disebabkan oleh kurangnya tidur. Sehingga kantuk dan kelelahan saling berkaitan dan berhubungan satu sama lainnya.

Penelitian yang dilakukan Dorrian (2010) dan *Queensland Departement of Justice* (2013) mengatakan bahwa tidur selama 5 jam atau kurang dapat menyebabkan kelelahan dan meningkatkan kesalahan dalam aktivitas. Dampak buruk yang disebabkan oleh kantuk adalah penurunan performa kognitif, penurunan kualitas tidur, serta perubahan perilaku dan *mood*

### II.2.1 *Circadian Rhythm*

Kroemer (2001) mendefinisikan *Circadian rhythm* sebagai ritme yang dibentuk oleh tubuh (endogen) dalam siklus 24 jam dan mengatur fungsi fisiologis tubuh. Siklus ini dapat mempengaruhi waktu kerja ataupun sebaliknya. *Circadian rhythm* dapat berubah sesuai dengan rutinitas kerja dan dapat mempengaruhi waktu kerja serta durasi kerja optimal.

*Circadian rhythm* dapat beradaptasi dengan siklus aktivitas yang mempengaruhi ritme tersebut dan menyesuaikan dengan siklus aktivitas itu. Jika seseorang bekerja pada malam hari selama beberapa waktu, jam biologis

tubuhnya dapat beradaptasi dengan kebiasaan tersebut. Namun sebagai akibat dari adanya faktor luar tubuh yang juga mempengaruhi *circadian rhythm*, performansi kerja dapat terganggu karena proses adaptasi tersebut tidak terjadi secara sempurna.

### **II.2.2 *Pittsburgh Sleep Quality Index***

Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas dan pola tidur seseorang adalah *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI). PSQI berupa suatu kuesioner penilaian yang digunakan untuk mengukur kualitas tidur dan gangguan tidur orang dewasa dalam interval satu bulan. Pertanyaan dalam kuesioner PSQI memiliki bobot tertentu. Dari penilaian kualitas tidur dengan menggunakan metode PSQI ini akan didapatkan keluaran berupa *Sleeping Index*. *Sleeping Index* menggambarkan baik atau buruknya kualitas tidur seseorang. Penilaian pada kuesioner PSQI didasarkan pada tujuh kategori yaitu kualitas tidur secara subyektif, durasi tidur, efisiensi tidur, gangguan tidur, penggunaan obat, kondisi saat terjaga, dan waktu yang dibutuhkan untuk dapat tertidur.

Ketujuh kategori tersebut dituangkan dalam beberapa pertanyaan dalam kuesioner PSQI dan akan dinilai sendiri oleh subyek. Selanjutnya seluruh pertanyaan akan dihitung dengan bobot yang ditentukan dan dijumlahkan untuk mendapatkan *sleeping index*. *Sleeping index* yang baik bernilai tidak lebih dari 4. Jika didapatkan nilai *sleeping index* 5 atau lebih, maka dapat dikatakan subyek memiliki pola tidur yang buruk (Hartford Institute for Geriatric Nursing, 2012).

### **II.2.3 *Karolinska Sleepiness Scale***

*Karolinska Sleepiness Scale* (KSS) adalah skala untuk mengukur tingkat kantuk secara subyektif. KSS digunakan dengan memberikan beberapa pernyataan kondisi kepada subyek dan subyek akan diminta untuk memilih pernyataan yang dianggap paling merepresentasikan kondisi subyek saat itu

(Prabaswara, 2013). Subyek dapat menilai dirinya dengan angka yang berkisar antara 1 (waspada penuh) sampai 9 (sangat mengantuk). Berikut adalah penjelasan dari tiap angka nilai kondisi yang dapat dipilih oleh subyek untuk menjawab pertanyaan kuesioner KSS:

1. Keadaan waspada penuh (*extremely alert*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang sangat bersemangat, sehat dan bugar baik dari segi jasmani maupun psikis. Seseorang akan tampak sangat siap untuk mulai bekerja dan sangat tanggap terhadap respon yang terjadi selama kegiatan kerja berlangsung. Contohnya: ketika jalan macet, maka pengemudi langsung memiliki inisiatif untuk mendahului kendaraan yang ada di depannya.

2. Keadaan sangat waspada (*very alert*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang bersemangat, sehat dan bugar. Pada kondisi ini orang masih tanggap terhadap respon yang terjadi selama perjalanan. Contohnya: pengemudi menambah kecepatan kendaraan dan mengambil jalur kanan selama perjalanan berlangsung.

3. Keadaan waspada (*alert*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang sehat dan bugar serta tetap peka terhadap respon yang terjadi selama kegiatan kerja berlangsung namun intensitasnya berada dibawah skala 2. Contohnya: pengemudi mampu memperhatikan tanda lampu dari kendaraan lain yang ingin berpindah jalur.

4. Keadaan cukup waspada (*rather alert*)

Skala ini menunjukkan respon yang mulai lamban terhadap rangsangan yang terjadi selama bekerja. Contohnya: ketika berada di belakang



kendaraan lain, pengemudi kurang memperhatikan kecepatan sehingga melakukan pengereman mendadak.

5. Antara waspada dan mengantuk (*neither alert nor sleepy*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang mulai kekurangan semangat dan kepekaan terhadap respon selama kegiatan. Contohnya: kecepatan mengemudi yang mulai menurun dan cenderung konstan (ketika kondisi jalan sepi), kurangnya gerakan- gerakan yang dilakukan pengemudi serta menurunnya respon terhadap kejadian yang berlangsung selama mengemudi.

6. Munculnya beberapa tanda mengantuk (*some sign of sleepiness*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang mulai memperlihatkan tanda-tanda mengantuk. Contohnya: mata pengemudi mulai terlihat sayu dan gerakan-gerakan fisik mulai berkurang, misalnya kurang memperhatikan kaca spion.

7. Rasa mengantuk yang ringan (*sleepy, no effort to stay awake*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang mulai berada dalam rasa kantuk. Beberapa tanda-tanda bahwa seseorang sedang berada dalam skala penilaian ini yaitu mulai menguap beberapa kali. Contohnya: pengemudi berpindah ke jalur kiri dengan kecepatan yang relatif berkurang dari kecepatan yang seharusnya serta mulai menguap.

8. Rasa mengantuk yang cukup berat (*sleepy, some effort to stay awake*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang semakin mengalami penurunan semangat dan telah berada dalam rasa kantuk. Beberapa tanda-tanda bahwa seseorang sedang berada dalam skala penilaian ini yaitu sering

menguap, mulai melakukan gerakan-gerakan untuk mencegah kantuk seperti memijat kepala dengan ringan, makan cemilan, dll.

9. Keadaan sangat mengantuk (*very sleepy, great effort to keep awake, fighting sleep*)

Skala ini menunjukkan keadaan yang sangat mengantuk. Hal ini ditandai dengan ketidakmampuan seseorang untuk melanjutkan kegiatannya, sehingga harus beristirahat atau tidur sejenak sebelum kembali melanjutkan pekerjaannya.

### **II. 3 Pengujian Kecepatan Reaksi**

Kantuk dapat menyebabkan penurunan konsentrasi, penurunan kewaspadaan, dan perlambatan daya kognitif. Untuk mendeteksi kantuk dapat digunakan pengujian kecepatan reaksi. Bila penanggap memiliki rasa kantuk, maka kecepatan reaksi penanggap akan buruk (tidak tanggap). Pengujian kecepatan reaksi sendiri memiliki beberapa metode dan akan dijelaskan berikutnya.

#### **II.3.1 *Psychomotor Vigilance Task (PVT)***

*Psychomotor vigilance task (PVT)* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji kecepatan reaksi dengan dampak kelelahan pada performa kerja. Secara teoritis PVT dapat dikatakan sebagai perwujudan konsep *mental chronometry*. *Mental chronometry* adalah kajian pengaplikasian waktu reaksi dalam melakukan kerja motorik perseptual yang digunakan untuk mempelajari dan mendefinisikan operasi kognitif. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, kantuk akan menurunkan daya kognitif. Oleh karena itu prinsip *mental chronometry* dapat digunakan untuk menguji kondisi kantuk seseorang.

Dalam uji PVT, penanggap diminta untuk memberikan tanggapan (dapat berupa menekan tombol atau lainnya) setelah rangsangan visual diberikan

kepada penanggap. Menurut Prabaswara (2013), rangsangan diberikan secara acak pada waktu 2.000-10.000 mili *second*(ms). Data yang dianggap valid adalah data yang waktu reaksinya > 100 ms. Data waktu reaksi dengan nilai <100 ms dianggap sebagai *false start*.

### **II.3.2 Mackworth Clock Vigilance Task (MVT)**

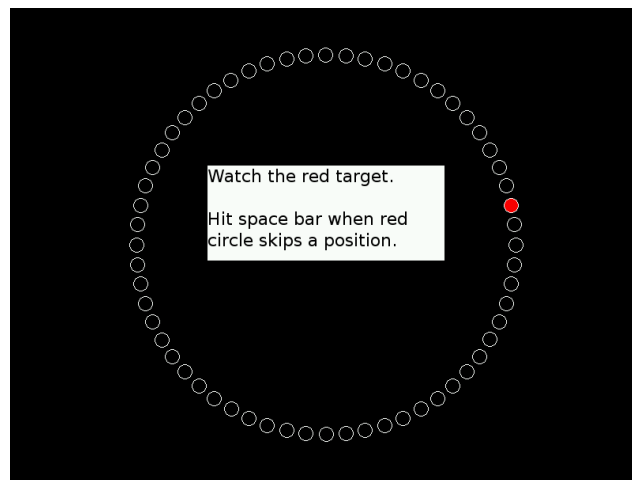
*Mackworth Clock Vigilance Task* (MVT) juga merupakan metode yang digunakan untuk menguji kecepatan reaksi. MVT juga merupakan perwujudan konsep *mental chronometry* seperti PVT. Perbedaan antara MVT dan PVT adalah pada jenis waktu reaksi yang diukur. Pada PVT waktu reaksi yang diukur adalah waktu yang dibutuhkan untuk menanggapi rangsangan tunggal. MVT mengukur waktu reaksi yang dikategorikan sebagai jenis waktu reaksi rekognisi. Dalam MVT, penanggap diminta untuk memberikan tanggapan ketika satu jenis reaksi muncul dan tidak memberikan tanggapan saat jenis reaksi lain muncul. Dibutuhkan konsentrasi lebih dalam melakukan tes MVT ini karena penanggap harus mengenali dan membedakan (rekognisi) jenis reaksi yang diharapkan.

Metode MVT menggunakan rangsangan visual titik yang bergerak beraturan dalam lingkaran. Titik akan bergerak berurutan dan beraturan sesuai dengan jalur lingkaran yang telah ditentukan. Tetapi ada saatnya titik tersebut akan meloncati jalur lingkaran yang ditentukan. Pada saat itulah penanggap harus memberikan tanggapan secepatnya dalam rentang penanggapan rangsangan selama 1800 ms (Prabaswara, 2013). Waktu yang diukur adalah waktu antara rangsangan dikeluarkan dan tanggapan diberikan. Pada Gambar II-1 dapat dilihat contoh dari visualisasi MVT.

### **II.3.3 Stroop Task**

Metode untuk mengukur kecepatan reaksi lainnya adalah *stroop task*. Sama seperti MVT, *Stroop task* akan memberikan dua rangsangan visual sekaligus

sehingga dalam uji *stroop task* penanggap juga harus memiliki konsentrasi yang tinggi. Pada dasarnya *stroop task* akan membandingkan pengaruh dari rangsangan warna terhadap pembacaan nama dari warna tersebut dan pengaruh dari pembacaan kata terhadap pengidentifikasian warna dari rangsangan tersebut. *Stroop task* akan mengukur kecepatan persepsi dan kognitif penanggap.



Gambar II-1. *Mackworth Clock Vigilance Task*

*Stroop task* dilakukan dengan menunjukkan daftar kata-kata nama warna terhadap penanggap. Hanya saja tiap kata warna yang diberikan kepada penanggap akan memiliki warna tulisan yang berbeda dengan kata yang tertera. Penanggap diminta untuk menyebutkan warna dari tulisan yang tertera. Misalkan kata “merah” akan ditunjukkan kepada penanggap, tetapi tulisan “merah” akan berwarna biru. Penanggap akan diminta untuk menyebutkan warna dari tulisan “merah”.

Dalam melakukan tes ini penanggap harus memiliki konsentrasi yang tinggi karena secara refleks manusia akan membaca tulisan yang diberikan bukan warna dari tulisan tersebut (Mulyawan, 2006). *Stroop task* juga akan mengukur kecepatan terbentuknya persepsi dan kognitif dari penanggap. Oleh karena itu jika penanggap salah atau lambat dalam menjawab dalam tes ini, dapat diartikan

konsentrasi penanggap mengalami gangguan. Gangguan dalam konsentrasi ini dapat dihubungkan dengan rasa kantuk yang dimiliki oleh penanggap.

#### **II.3.4 Flicker Test**

*Flicker test* mengukur kecepatan reaksi visual manusia. *Flicker test* akan menguji kemampuan manusia dalam mendeteksi kedipan. Manusia membutuhkan konsentrasi dan kemampuan untuk membentuk persepsi dalam mendeteksi kedipan. Hal tersebut yang akan dikaitkan untuk mengukur kecepatan reaksi manusia. Tentu saja dalam keadaan kantuk, konsentrasi dan kemampuan persepsi manusia akan mengalami penurunan sehingga kecepatan reaksi juga akan mengalami penurunan.

*Flicker test* dilakukan dengan memberikan sumber cahaya (lampu) kepada penanggap. Penanggap akan diminta untuk merespon kedipan yang dibuat oleh lampu. Penanggap akan terus merespon dan kecepatan kedipan akan semakin bertambah sampai penanggap salah memberikan respon. Ketika kesalahan respon terjadi, saat itulah alat akan mencatat data CFFF (*Critical Flicker Fusion Frequency*), yaitu titik dimana penanggap tidak dapat membedakan kedipan, yang diukur dalam satuan Hz. CFFF mendefinisikan kemampuan sistem saraf pusat untuk memproses informasi.

#### **II.4 Analisis Diskriminan**

Analisis diskriminan adalah teknik multivariat yang termasuk *dependence method*, yakni adanya variabel dependen dan independen (Santoso, 2002). Analisis diskriminan menunjukkan nilai dari variabel dependen akan dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel dependen akan berupa data kategori, sedangkan variabel independennya berupa data non kategori.

Analisis diskriminan mirip dengan analisis regresi karena hasil akhirnya juga berupa suatu persamaan linear yang memiliki konstanta, nilai variabel independen dan koefisien variabel independen. Persamaan linear tersebut akan

menghasilkan suatu nilai yang dipakai untuk menentukan kategori dari variabel dependen. Nilai tersebut nantinya akan dibandingkan dengan titik kritis dari data sampel yang telah diolah dengan menggunakan analisis diskriminan. Dengan menggunakan metode analisis diskriminan, variabel-variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen dapat diketahui karena analisis diskriminan juga akan menguji signifikansi data selama proses analisis diskriminan dilakukan.

Variabel dependen adalah variabel yang menjadi dasar analisis diskriminan karena bentuk multivariat dari analisis diskriminan adalah *dependence*. Variabel dependen bisa berupa kode grup 1 atau grup 2 atau lainnya. Tujuan analisis diskriminan secara umum adalah:

1. Ingin mengetahui apakah ada perbedaan yang jelas antar grup pada variabel dependen? Apakah ada perbedaan antara anggota grup 1 dengan anggota grup 2?
2. Jika ada perbedaan, variabel independen manakah pada fungsi diskriminan yang membuat perbedaan tersebut?
3. Membuat fungsi atau model diskriminan, yang pada dasarnya mirip dengan persamaan regresi.

Proses-proses yang akan dilakukan untuk mengolah data dengan analisis diskriminan adalah:

1. Memisahkan variabel-variabel menjadi variabel dependen dan variabel independen.
2. Menguji signifikansi dari fungsi diskriminan yang telah terbentuk, dengan menggunakan *Wilk's lamda*, *F test* dan lainnya.
3. Menguji ketepatan klarifikasi dari fungsi diskriminan, termasuk mengetahui ketepatan klasifikasi secara individual dengan *Casewise Diagnostics*.
4. Melakukan interpretasi terhadap fungsi diskriminan tersebut.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian dalam rangka menyusun hasil penelitian dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang dapat dilihat pada Gambar III-1.

#### 1. Studi Literatur

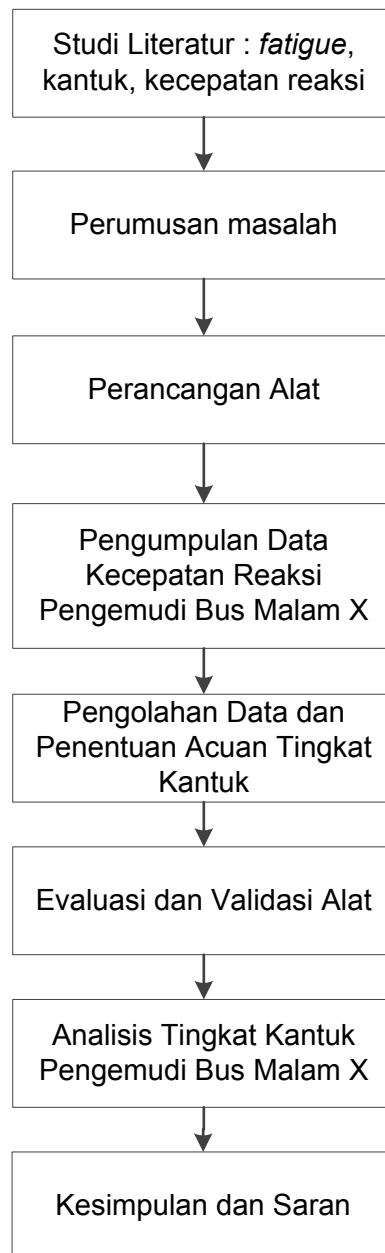
Studi literatur dilakukan untuk mengetahui materi-materi yang akan berhubungan dengan penelitian. Studi literatur yang dicari adalah mengenai *fatigue*, kecepatan reaksi, dan kantuk. Sumber-sumber yang menjadi acuan antara lain: buku terkait dengan topik, laporan penelitian lainnya dan sumber-sumber dari internet. Studi literatur bertujuan untuk mencari informasi dan pengetahuan mengenai topik yang menjadi bahan penelitian.

#### 2. Perumusan Masalah

Tahap ini dimulai dengan penjabaran latar belakang masalah, lalu masalah diidentifikasi dan dirumuskan akar permasalahannya. Seperti telah dijelaskan pada Bab I, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah ketiadaan alat deteksi kantuk yang cukup cepat dan praktis serta cukup akurat untuk mendeteksi kantuk pengemudi sebelum melakukan pekerjaannya.

#### 3. Perancangan Alat

Pada tahap ini dilakukan perancangan konsep aplikasi alat deteksi kantuk berdasarkan metode-metode pengukuran kecepatan reaksi. Pada penelitian ini akan digunakan 2 (dua) buah Komputer Tablet Lenovo Model A1000-T yang akan dipakai untuk menjalankan aplikasi yang dirancang dan untuk mengambil data kecepatan reaksi pengemudi Bus Malam X.



Gambar III-1. Metode Penelitian Perancangan Alat Deteksi Kantuk dan Evaluasi Tingkat Kantuk Pengemudi Bus Malam X

4. Pengumpulan Data Kecepatan Reaksi Pengemudi Bus Malam X

Pada tahap ini dilakukan pengujian kecepatan reaksi pengemudi Bus Malam X dengan menggunakan 2 (dua) buah Komputer Tablet Lenovo Model A1000-T. Data yang akan dicatat adalah kecepatan reaksi dari



pengemudi yang memiliki jam tidur normal dan tidak normal. Data akan dicatat dan disimpan untuk diolah pada tahap selanjutnya.

5. Pengolahan Data dan Penentuan Acuan Tingkat Kantuk

Data yang telah dikumpulkan akan diolah dengan analisis diskriminan untuk menentukan acuan tingkat kantuk terkait dengan hasil pengukuran kecepatan reaksi dan KSS pengemudi Bus Malam X.

6. Evaluasi dan Validasi Alat

Tahapan ini dilakukan untuk memverifikasi dan mevalidasi alat yang telah dirancang berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Hasilnya akan dievaluasi dan jika diperlukan akan dilakukan perbaikan yang dapat menghasilkan output yang lebih akurat.

7. Analisis Tingkat Kantuk Pengemudi Bus Malam X

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap tingkat kantuk pengemudi Bus Malam X, sekaligus memberikan beberapa rekomendasi bagi Bus Malam X sehingga memperkecil resiko munculnya kantuk dan kelelahan pada pengemudi saat melakukan pekerjaannya.

8. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengolahan data dan analisis, diambil kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan merupakan jawaban dari perumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian dari kesimpulan tersebut, diberikan juga saran-saran yang diharapkan berguna untuk Bus Malam X dan untuk penelitian selanjutnya.

### **III.1 Pemilihan Basis Aplikasi**

Beberapa alternatif pilihan basis aplikasi yang dipertimbangkan dalam pembuatan aplikasi pengukuran kecepatan reaksi adalah aplikasi dengan basis Android, aplikasi dengan basis Linux (dapat digunakan dalam *Raspberry Pi*), aplikasi dengan basis HTML. Penentuan basis aplikasi akan mempengaruhi aplikasi dan alat yang akan digunakan untuk menjalankan aplikasi tersebut.

Pemilihan dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan akses aplikasi dan mobilitas alat elektronik yang akan dipakai untuk menjalankan aplikasi. Perbandingan ketiga basis aplikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel III.1

Tabel III.1 Perbandingan Spesifikasi Tiga Alternatif Basis Aplikasi

<b>Spesifikasi Alternatif</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>
<b>Platform</b>	<i>Android Based</i>	<i>Linux Based</i>	<i>Web Based</i>
<b>Bahasa pemrograman</b>	<i>Java Script</i>	<i>Java Script</i>	<i>Java Script</i>
<b>Gadget yang bisa dipakai</b>	<i>Gadget OS Android</i>	Raspberry Pi	Seluruh <i>gadget</i> dengan <i>web browser</i>
<b>Kelebihan</b>	Banyak dipakai, mudah dipakai dan fleksibel	Tidak membutuhkan daya besar	Aplikasi sederhana dan dapat dibuka di perangkat apa saja yang memiliki <i>internet browser</i>
<b>Kekurangan</b>	Tidak bisa dipakai di PC atau laptop	Terbatasnya perangkat yang menggunakan Linux, mobilitas kurang fleksibel	Membutuhkan koneksi internet yang lancar atau berkecepatan cukup tinggi

Berdasarkan perbandingan tersebut, dipilih alternatif aplikasi berbasis *web* karena kemudahan akses aplikasi dan praktis/fleksibilitas karena dapat diakses pada segala jenis alat elektronik berbasis komputer.

### III.2 Pemilihan Metode Pengukur Kecepatan Reaksi

Ada beberapa metode yang dipertimbangkan untuk menguji kecepatan reaksi pengemudi yaitu PVT (*Psycomotor Vigilance Task*), MVT (*Mackworth Clock Vigilance Task*), *stroop task*, dan *Flicker Test*. Sudah banyak aplikasi yang memfasilitasi metode-metode tersebut namun aplikasi tersebut masih belum menghubungkan data kecepatan reaksi dengan tingkat kantuk. Aplikasi yang telah ada hanya dapat menunjukkan hasil kecepatan reaksi yang telah diukur.

Untuk mendapatkan hasil pengujian kecepatan reaksi yang lebih baik yang nantinya akan dihubungkan dengan tingkat kantuk, maka pada penelitian ini akan dilakukan penggabungan beberapa metode pengujian kecepatan reaksi. *Stroop task* tidak dimasukkan dalam penggabungan metode, karena menurut penelitian Cain (2011), kekurangan tidur dalam satu malam akan mempengaruhi kecepatan reaksi, tetapi tidak berpengaruh terhadap *stroop task*.

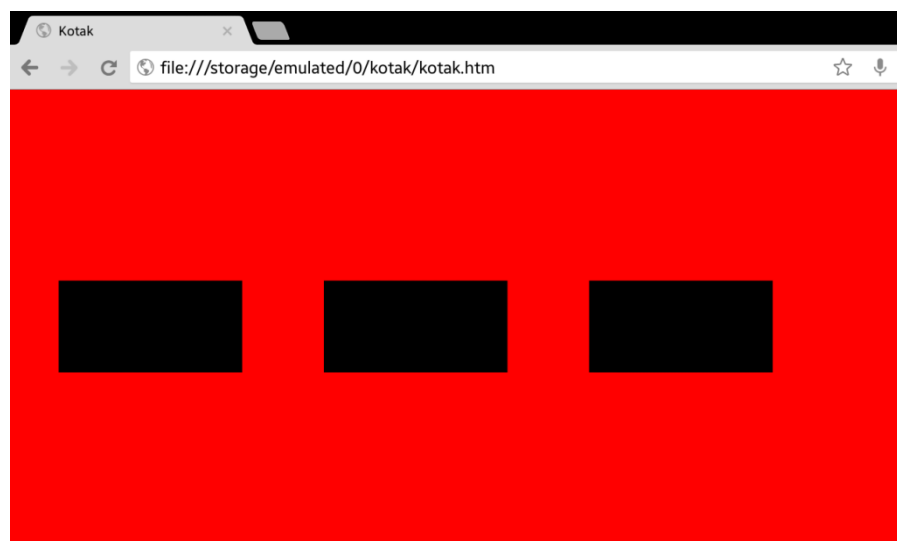
Metode pengujian yang baru terdiri dari tiga buah kotak yang sewaktu-waktu akan berubah warnanya untuk memberikan rangsangan yang harus dipilih ataupun rangsangan pengalih. Tiga buah kotak yang dapat memberikan rangsangan diambil dari metode *flicker test*. Alasan pemilihan tiga kotak ini adalah agar konsentrasi responden yang dibutuhkan untuk melakukan tes ini lebih tinggi, sehingga pengujian kecepatan reaksi memiliki hasil yang lebih akurat.

Parameter yang akan dipakai untuk mendeteksi kantuk tidak akan menggunakan frekuensi kedipan terakhir seperti pada metode *flicker test*. *Flicker test* akan menguji reaksi seseorang sampai waktu yang tidak dapat ditentukan, karena *flicker test* akan berhenti bila seseorang salah dalam menanggapi reaksi. Pengukuran kecepatan reaksi metode baru tidak akan menggunakan mekanisme *flicker test* dalam mengukur parameter karena akan memakan banyak waktu.

Rangsangan yang harus ditanggapi pada metode baru akan menggunakan kedipan warna. Kotak yang awalnya berwarna hitam akan menjadi berwarna putih. Warna hitam yang akan menjadi putih membuat perubahan warna yang kontras. Kedua warna ini dipilih untuk mengakomodasi para pengemudi yang memiliki penyakit buta warna sehingga tes ini dapat dilakukan oleh pengemudi buta warna parsial ataupun total.

Metode pengujian yang baru akan menggunakan rangsangan pengalih. Ide ini diambil dari metode MVT yang menggunakan rangsangan pengalih (berjalannya visual dalam jalur lingkaran normal). Rangsangan pengalih akan lebih menguji perhatian dan konsentrasi responden, sebab jika mereka tidak

berkonsentrasi secara penuh, maka mereka akan salah menanggapi rangsangan dan kesalahan tersebut dapat terdeteksi. Rangsangan pengalih pada metode baru berupa perubahan warna kotak yang semula hitam menjadi warna abu-abu. Gambar III.1 menunjukkan tampilan aplikasi pengukur kecepatan reaksi yang dirancang.

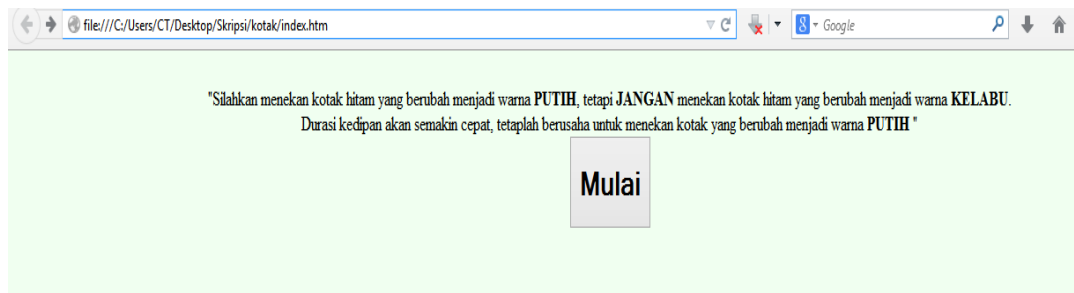


Gambar III.1 Tampilan Aplikasi Pengukur Kecepatan Reaksi Baru

Pada pengujian metode baru, kemunculan rangsangan terjadi secara acak dalam rentang waktu 500-2000 mili detik (ms). Rangsangan yang muncul ditanggapi kecuali jika yang muncul adalah rangsangan pengalih. Rangsangan yang harus ditanggapi akan keluar sebanyak 15 kali dalam urutan acak, kemudian rangsangan pengalih akan muncul sebanyak 5 kali dalam urutan yang acak.

Setiap kali rangsangan yang harus ditanggapi muncul, maka durasi kedipan akan semakin singkat. Durasi kedipan awal adalah 1500 ms dan akan berkurang 100 ms tiap kali rangsangan muncul. Durasi kedipan akan berhenti berkurang saat mencapai 300 ms. Ide pengurangan durasi kedipan ini diambil dari metode *flicker test*. Penurunan durasi kedipan ini akan menuntut konsistensi dan daya tahan konsentrasi responden yang lebih. Rangsangan pengalih memiliki waktu kedipan yang tetap yaitu 1500 ms.

Ada beberapa hasil pengujian yang akan dipakai untuk analisis tingkat kantu. Hasil pengujian tersebut adalah waktu yang dibutuhkan untuk menanggapi rangsangan yang harus ditanggapi (pengukuran waktu saat rangsangan keluar sampai rangsangan tersebut ditanggapi), jumlah kegagalan merespon tanggapan yang harus ditanggapi, dan kesalahan dalam menanggapi rangsangan (menanggapi rangsangan pengalih). Ketiga hasil pengujian tersebut akan dianalisis untuk mengevaluasi kantung responden. Gambar III.2 merupakan tampilan instruksi untuk menggunakan aplikasi. Tabel III.2 menunjukkan mekanisme dari aplikasi pengukur kecepatan reaksi yang telah dirancang.



Gambar III.2 Tampilan Instruksi Aplikasi

Tabel IV. 2 Mekanisme Aplikasi Pengukur Kecepatan Reaksi

<b>Mekanisme Aplikasi Pengukur Kecepatan Reaksi</b>			
<b>Tampilan awal</b>	3 buah kotak hitam	<b>Waktu maksimal untuk menanggapi rangsangan</b>	1,7 detik
<b>Rangsangan yang harus ditanggapi</b>	Kotak hitam berubah menjadi kotak putih	<b>Jumlah Rangsangan yang harus ditanggapi</b>	15
<b>Rangsangan pengalih</b>	Kotak hitam berubah menjadi kotak abu	<b>Jumlah Rangsangan pengalih</b>	5
<b>Selang waktu antar rangsangan (ditanggapi &amp; pengalih)</b>	waktu acak antara 0,5- 2 detik	<b>Jumlah Rangsangan total</b>	20

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### IV.1 Perhitungan *Sleeping Index*

Pengemudi Bus Malam X berjumlah 35 orang dengan rata-rata umur 43,5 tahun. Dari 35 orang pengemudi, hanya 2 orang yang berumur 30 tahun ke bawah, sisanya berumur lebih dari 30 tahun. Terdapat 2 orang pengemudi yang beumur lebih dari 60 tahun.

Selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner PSQI untuk mengetahui pola tidur pengemudi bus malam. Kuesioner PSQI dapat dilihat pada Lampiran A. Data yang dikumpulkan dengan kuesioner PSQI selanjutnya diolah untuk menghitung nilai *Sleeping Index*(SI). Hasil perhitungan *Sleeping Index* (SI) tiap pengemudi dapat dilihat pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Nilai *Sleeping Index* Pengemudi Bus Malam X

<b>Nama</b>	<b>SI</b>	<b>Nama</b>	<b>SI</b>	<b>Nama</b>	<b>SI</b>
Eka	5	Berlin	2	Saifudin	7
Ahmad	8	Suhendi	7	Suhandi	7
Ade H.	4	Daryono	7	Ujang	7
Agus	7	Tarsono	9	Jajang	9
Ian	5	Subadli	5	Abdul	7
Muslih	11	Ade Jaya	8	Ikhsan	5
Sugiatto	9	Nana	7	Anwar	11
Tatang	9	Joko	5	Hendra	9
Sugiarto	3	Iwan	11	Ade S.	9
Siswandi	7	Ohin	9	Tantan	7
Aye	8	Guarsis	7	Harsidin	5
Pena	7	Asep	8		

Rata-rata nilai keseluruhan (rekapitulasi kuesioner seluruh pengemudi bus) dari tiap pertanyaan dan komponen dapat dilihat pada Table IV.2 dan Tabel IV.3. Data tersebut akan dipakai untuk menganalisis pola tidur pengemudi Bus Malam X.

Tabel IV.2 Rata-rata Nilai yang Dibobotkan Pada Tiap Pertanyaan PSQI

Pertanyaan	Nilai	
<b>1</b>	-	
<b>2</b>	19,285	
<b>3</b>	-	
<b>4</b>	4,457	
<b>5</b>	<b>a</b>	1,371
	<b>b</b>	1,571
	<b>c</b>	1,542
	<b>d</b>	0,371
	<b>e</b>	0,228
	<b>f</b>	0,4
	<b>g</b>	0,542
	<b>h</b>	0,6
	<b>i</b>	0,771
	<b>j</b>	0,914
<b>6</b>	0,314	
<b>7</b>	1,114	
<b>8</b>	0,257	
<b>9</b>	0,942	
<b>SI</b>	<b>7,171</b>	

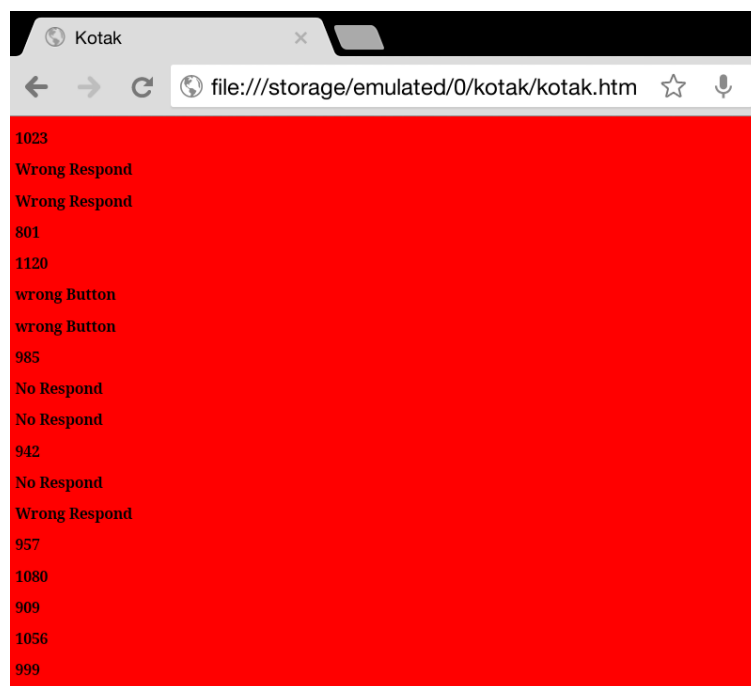
Tabel IV.3 Rata-rata Nilai *Sleeping Index* Tiap Komponen PSQI

Komponen	Nilai
1	0,942
2	1,057
3	2,571
4	0
5	1,4
6	0,314
7	0,885
<b>SI</b>	<b>7,171</b>

## IV.2 Pengumpulan Data Kecepatan Reaksi dan Tingkat Kantuk dengan KSS

Aplikasi pengukur kecepatan reaksi yang telah dirancang akan dipakai untuk menguji kecepatan reaksi pengemudi. Hanya saja aplikasi tersebut masih belum dapat menyimpulkan apakah seseorang memiliki rasa kantuk atau tidak berdasarkan data kecepatan reaksi tersebut. Data sampel kecepatan reaksi inilah yang nantinya akan diolah untuk menentukan batasan kecepatan reaksi kantuk pengemudi bus.

Pengemudi bus malam diminta untuk menjalankan aplikasi yang telah dimuat dalam *tablet*. Keluaran aplikasi tersebut adalah waktu kecepatan reaksi benar dan kesalahan yang dilakukan oleh responden. Gambar IV.1 merupakan contoh keluaran dari aplikasi yang telah dijalankan.



Gambar IV. 1 Tampilan Awal Keluaran Aplikasi Pengukur Kecepatan Reaksi

Aplikasi tersebut mencatat tiga jenis kesalahan yang mungkin dilakukan oleh pengemudi bus yaitu *no response*, *wrong response* dan *wrong button*. Ketiga kesalahan tersebut akan dijadikan variabel dalam mendeteksi kantuk dari



pengemudi bus malam. *No response* adalah kesalahan tidak menanggapi perubahan kotak hitam menjadi kotak putih. *Wrong response* adalah kesalahan menanggapi saat kotak hitam berubah menjadi kotak abu, sedangkan *wrong button* adalah kesalahan menekan kotak hitam saat kotak putih keluar. Waktu respon benar dan kesalahan yang dilakukan oleh pengemudi akan dicatat secara otomatis. Selanjutnya berdasarkan keluaran tersebut data akan diolah untuk menentukan variabel-variabel berpengaruh dan batasan nilai variabel dalam mendeteksi kantuk.

Setelah diuji kecepatan reaksinya, selanjutnya dilakukan pengukuran tingkat kantuk pengemudi secara subyektif dengan menggunakan kuesioner *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS). Kuesioner dan penjelasan tiap kategori kantuk KSS akan diberikan kepada setiap kali pengemudi selesai menjalankan aplikasi. Hasil kuesioner KSS akan melekat pada data waktu kecepatan reaksi yang telah diambil sebelumnya. Artinya, kategori kantuk tertentu akan memiliki waktu kecepatan reaksi yang sesuai. Kuesioner KSS dapat dilihat pada Lampiran B sedangkan hasil datanya dapat dilihat pada Lampiran C.

### **IV.3 Pengolahan Data Kecepatan Reaksi dan Tingkat Kantuk dengan KSS**

Output aplikasi yang diinginkan adalah keputusan apakah pengemudi memiliki kondisi yang cukup baik untuk dapat melakukan pekerjaannya berdasarkan tingkat kantuk dan hasil uji kecepatan reaksinya. Menurut penelitian Mahachandra (2012), seorang pengemudi tergolong dalam keadaan kantuk saat pengemudi berada pada skala 5 dalam skala KSS. Jadi, skala 5 akan dijadikan sebagai batasan kantuk.

KSS akan dibagi dalam dua kelompok besar yaitu:

1. Kelompok KSS 1 sampai 4 yang dikategorikan sebagai kelompok tidak memiliki rasa kantuk dan diperbolehkan untuk mengemudi (kelompok ini akan disebut sebagai "Tidak Kantuk").

2. Kelompok KSS 5 sampai 9 yang dikategorikan sebagai kelompok memiliki rasa kantuk dan tidak diperbolehkan untuk mengemudi (kelompok ini akan disebut sebagai “Kantuk”).

Hal pertama yang dilakukan adalah pengelompokan data kecepatan reaksi (rata-rata kecepatan reaksi benar dan jumlah kesalahan) sesuai dengan kelompok besar yang telah ditentukan. Hasil pengelompokan dapat dilihat pada Lampiran D.

Langkah berikutnya adalah menguji kecukupan data dari masing-masing kelompok. Pengujian kecukupan data dilakukan dengan  $\alpha$  1% dan tingkat ketelitian 5%.

Perhitungan kecukupan data dapat dilihat pada Tabel IV. 6. Terlihat bahwa masing-masing  $N_{hitung}$  lebih kecil daripada jumlah sampel ( $n$ ). Hal ini berarti sampel yang diambil lebih dari cukup, sehingga pengolahan dan kesimpulan data yang akan diambil akan valid.

Tabel IV.4 Perhitungan Kecukupan Data

Kelompok Kategori	Rata-rata kecepatan reaksi (ms)	Std Dev kecepatan reaksi	$Z_{\alpha/2}$	h (tingkat ketelitian)	n	$N_{hitung}$
Tidak Kantuk (1-4)	918,414	97,2032	2,575	0,05	975	45
Kantuk (5-9)	1098,91	184,604	2,575	0,05	445	75
Keseluruhan Replikasi	984,675	128,184	2,575	0,05	105	45

#### IV.4 Analisis Diskriminan

Tahap selanjutnya adalah membuat sebuah persamaan yang dapat dipakai untuk menentukan apakah kondisi pengemudi bus layak untuk melakukan perjalanannya atau tidak. Hal tersebut dapat dilakukan dengan analisis diskriminan.

Analisis diskriminan akan memperhitungkan variabel independen dan dependen. Variabel dependen adalah variabel yang berupa kategori dan variabel

independen adalah non kategori. Tampilan awal analisis diskriminan dapat dilihat pada Gambar IV.2. Variabel independen pada penelitian ini adalah rata-rata waktu reaksi benar, jumlah kesalahan tidak menanggapi rangsangan benar, jumlah kesalahan menanggapi rangsangan yang salah (rangsangan pengalih), jumlah kesalahan menanggapi rangsangan yang benar. Variabel dependen memiliki dua kategori yaitu kategori pengemudi memiliki rasa kantuk (Kantuk) dan kategori pengemudi yang tidak memiliki rasa kantuk (Tidak Kantuk).

Data yang akan dimasukkan dalam perhitungan analisis diskriminan adalah rata-rata tiap replikasi (*Rata\_rata*), jumlah tidak menanggapi rangsangan yang benar (*no response*), jumlah kesalahan menanggapi rangsangan yang salah (*wrong response*), jumlah kesalahan dalam menanggapi rangsangan yang benar (*wrong button*) dan kategori Kantuk (0 menandakan bahwa data tersebut masuk di kategori Tidak Kantuk, sedangkan 1 menandakan bahwa data tersebut masuk di kategori Kantuk). Selanjutnya dengan bantuan sebuah *software* statistik, data diolah untuk menghasilkan persamaan analisis diskriminan. Tampilan hasil dari pengolahan data untuk analisis diskriminan dapat dilihat pada Gambar IV.3 sampai Gambar IV.6.

Pada Gambar IV.3 dapat dilihat bahwa hanya ada dua variabel independen yang memberikan berpengaruh terhadap variabel dependen. Variabel tersebut adalah variabel rata-rata waktu kecepatan reaksi dan jumlah kesalahan *no response*. Kedua variabel itu diketahui mempengaruhi variabel dependen dengan menggunakan uji F secara bertahap (*stepwise*). Gambar IV.4 menunjukkan persamaan linear yang dapat digunakan untuk dijadikan acuan dalam menentukan kondisi pengemudi bus malam.

$$Z = - 6,771 + 0,75 \text{ Jumlah kesalahan } No \text{ Response} \\ + 0,006 \text{ Rata - rata kecepatan reaksi}$$

(Pers. IV-1)

	Rata_rata	No_respond	Wrong_respond	Wrong_buttor	Kantuk	v6
55	930.33	0.00	0.00	0.00	0	
56	887.80	0.00	0.00	0.00	0	
57	1017.07	0.00	0.00	0.00	0	
58	930.54	2.00	1.00	0.00	0	
59	850.86	1.00	0.00	0.00	0	
60	1066.47	0.00	0.00	0.00	0	
61	988.77	2.00	0.00	0.00	0	
62	1018.57	1.00	0.00	0.00	0	
63	1048.86	1.00	0.00	0.00	0	
64	997.86	1.00	0.00	0.00	0	
65	999.00	1.00	0.00	0.00	0	
66	1012.20	0.00	0.00	0.00	0	
67	999.08	3.00	0.00	0.00	1	
68	831.00	3.00	0.00	0.00	1	
69	973.92	3.00	0.00	0.00	1	
70	1024.33	3.00	0.00	0.00	1	
71	1009.08	2.00	0.00	0.00	1	
72	924.77	2.00	0.00	0.00	1	
73	957.09	3.00	2.00	0.00	1	
74	1041.25	3.00	1.00	0.00	1	
75	1089.46	2.00	1.00	0.00	1	
76	999.92	3.00	0.00	0.00	1	
77	1137.91	4.00	0.00	0.00	1	
78	985.91	4.00	1.00	0.00	1	
79	908.73	4.00	0.00	0.00	1	
80	879.50	5.00	0.00	0.00	1	

Gambar IV.2 Tampilan Awal Data Replikasi

### Stepwise Statistics

Variables Entered/Removed<sup>a,b,c,d</sup>

Step	Entered	Min. D Squared					
		Statistic	Between Groups	Exact F			
				Statistic	df1	df2	Sig.
1	No respond	8.660	0 and 1	212.299	1	103.000	9.021E-27
2	Rata-rata	12.360	0 and 1	150.031	2	102.000	4.165E-31

At each step, the variable that maximizes the Mahalanobis distance between the two closest groups is entered.

- a. Maximum number of steps is 8.
- b. Maximum significance of F to enter is .01.
- c. Minimum significance of F to remove is .10.
- d. F level, tolerance, or VIN insufficient for further computation.

Gambar IV.3 Variabel Independen yang Berpengaruh Terhadap Variabel  
Dependen

**Canonical Discriminant  
Function Coefficients**

	Function
	1
No respond	.750
Rata-rata	.006
(Constant)	-6.771

Unstandardized  
coefficients

Gambar IV.4 Persamaan Linier Z

Persamaan IV-1 akan digunakan dalam aplikasi pengujian kecepatan reaksi untuk dapat menentukan kondisi pengemudi bus malam sebelum melakukan perjalanan. Persamaan tersebut akan menggunakan data rata-rata waktu reaksi benar dan jumlah tidak menanggapi rangsangan benar. Nilai kedua variabel akan dimasukkan ke dalam persamaan untuk mendapatkan nilai Z. Selanjutnya Nilai Z akan dibandingkan dengan suatu titik kritis yang dilambangkan dengan  $Z_{cu}$ . Titik kritis adalah nilai ambang batas dari kedua kategori variabel dependen (Kantuk dan Tidak Kantuk).  $Z_{cu}$  akan dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Z_{cu} = \frac{N_A Z_B + N_B Z_A}{N_A + N_B} \quad (\text{Pers. IV-2})$$

$Z_A$  dan  $Z_B$  adalah titik sentroid dari kedua kategori yang dapat dilihat pada Gambar IV.5 sedangkan N adalah jumlah sampel masing-masing kategori yang dapat dilihat pada Gambar IV.6. Selanjutnya didapatkan nilai  $Z_{cu}$  sebesar 0,904. Artinya, bila dalam suatu evaluasi kantuk didapatkan nilai Z lebih besar dari 0,904, maka pengemudi bus sedang dalam kondisi Kantuk dan tidak disarankan untuk melakukan perjalanannya. Sebaliknya jika didapatkan nilai Z lebih kecil dari 0,904, maka pengemudi bus berada dalam kondisi Tidak Kantuk dan diperbolehkan untuk melakukan perjalanannya.

**Functions at Group Centroids**

	Function
Kantuk	1
0	-1.306
1	2.210

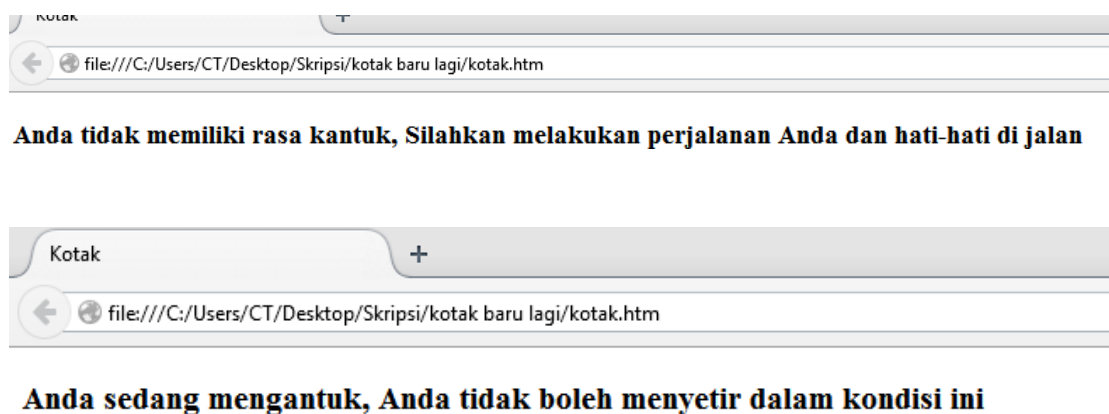
Gambar IV.5 Titik Sentroid dari Dua Kategori

**Group Statistics**

Kantuk		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
0	Wrong button	66	66.000
	Wrong respond	66	66.000
	No respond	66	66.000
	Rata-rata	66	66.000
1	Wrong button	39	39.000
	Wrong respond	39	39.000
	No respond	39	39.000
	Rata-rata	39	39.000
Total	Wrong button	105	105.000
	Wrong respond	105	105.000
	No respond	105	105.000
	Rata-rata	105	105.000

Gambar IV.6 Jumlah Sampel dari Tiap Kategori

Hasil pengukuran dari aplikasi akhir dapat dilihat pada gambar IV.7 dimana pengemudi dapat dikategorisasikan mengantuk atau tidak mengantuk.



Gambar IV. 7 Tampilan Hasil dari Pengukuran Aplikasi Akhir

# BAB V

## ANALISIS

### V.1 Analisis Pola Tidur Pengemudi

Berdasarkan hasil kuesioner *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI), diketahui bahwa hampir semua pengemudi bus malam memiliki nilai *sleeping index* lebih dari 5 (dari nilai maksimum sebesar 21 berdasarkan penilaian PSQI). Pada penilaian kualitas tidur dengan PSQI, bila nilai *sleeping index* seseorang bernilai 5 atau lebih, maka kualitas pola tidur orang tersebut buruk. Rata-rata *sleeping index* (SI) para pengemudi Bus Malam X adalah 7,171. Artinya, pengemudi Bus Malam X memiliki pola tidur yang tidak baik. Namun demikian, berdasarkan pertanyaan mengenai kualitas tidur pengemudi selama sebulan terakhir (pertanyaan poin 9), tidak ada satupun dari pengemudi bus malam yang menilai dirinya memiliki kualitas tidur yang buruk karena dilihat dari rata-rata jawaban, semua menjawab cukup baik pada pertanyaan tersebut. Hal ini mungkin disebabkan karena pengemudi telah terbiasa dengan pola tidur tersebut dan tidak merasa adanya gangguan karena hal tersebut meski hasil penilaian menunjukkan pola tidur yang buruk. Pola tidur yang buruk dalam jangka panjang dapat berpengaruh buruk pada kesehatan tubuh. Apalagi jika para pengemudi cenderung tidak sadar akan penurunan kesehatan dan kondisi tubuh mereka akibat sudah terbiasa dengan pola tidur yang buruk.

Bila hal tersebut berlangsung terus menerus, maka kesadaran para pengemudi akan kondisi tubuh mereka akan semakin berkurang. Hal ini akan meningkatkan resiko bahaya keselamatan saat mereka mengemudi. Kesadaran pengemudi akan kondisi tubuhnya sebelum melakukan perjalanan panjang sangatlah penting untuk keselamatan berkendara.

Berdasarkan hasil kuesioner PSQI, komponen lama waktu tidur tiap malam para pengemudi bus malam mempunyai skor yang paling tinggi diantara

komponen lainnya, yaitu 2,57 (skor maksimum 3). Hal ini menunjukkan bahwa buruknya pola tidur yang dimiliki oleh pengemudi bus malam disebabkan oleh jam tidur yang sedikit tiap malamnya. Rata-rata waktu tidur pengemudi bus malam menurut kuesioner adalah 4,45 jam tiap malamnya. Angka tersebut tergolong rendah dibandingkan tidur wajar pada umumnya, yaitu 7-6 jam sehari (Ohayon *et al*, 2004 dalam Smolensky *et al* 2009, h.1).

Salah satu penyebab kurangnya waktu tidur pengemudi bus disebabkan karena jam kerja pengemudi bus. Pengemudi bus berangkat pada sore hari dan baru akan sampai ke kota tujuan pada pagi hari (bila tidak macet) atau siang hari. Setelah mereka sampai di kota tujuan, pada hari itu juga pengemudi akan melakukan perjalanan pulang, sehingga istirahat yang mereka dapatkan hanya sekitar 4,45 jam tiap harinya saat mereka melakukan perjalanan antar kota.

Penyebab pola tidur buruk berikutnya adalah gangguan yang dialami saat pengemudi akan tidur, dengan rata-rata skor komponen sebesar 1,57 dari skor maksimum 3. Artinya, salah satu penyebab buruknya pola tidur pada pengemudi bus adalah adanya gangguan ketika pengemudi bus sedang tidur. Gangguan tidur yang mungkin dialami, yaitu : bangun di tengah tidur yang pulas, bangun tidur untuk ke kamar mandi, tidak dapat bernafas dengan nyaman, batuk dan mendengkur terlalu keras, merasa terlalu dingin atau panas, mendapatkan mimpi buruk, merasakan sakit, atau tidak dapat tidur dengan alasan lainnya. Gangguan tidur yang paling umum dialami pengemudi adalah terbangun saat tertidur dengan pulas. Berdasarkan hasil kuesioner PSQI, gangguan ini memiliki rata-rata skor tertinggi diantara komponen gangguan tidur lainnya, yaitu 1,57 dari skor maksimum 3. Kejadian bangunnya pengemudi saat tidur pulas, biasanya akan diikuti dengan kegiatan ke kamar mandi.

Dari hasil kuesioner PSQI juga didapatkan bahwa gangguan tidur lainnya yang signifikan adalah gangguan tidur yang disebabkan alasan lainnya dengan skor komponen gangguan tidur sebesar 0,91 dari skor maksimum 3. Pengemudi beralasan karena tidak cukupnya waktu istirahat membuat mereka enggan untuk



tidur. Hal tersebut muncul karena kondisi lalu lintas yang kerap kali tersendat atau macet sehingga dapat membuat pengemudi terlambat sampai di kota tujuan. Akibatnya waktu yang seharusnya dapat diluangkan untuk istirahat hilang atau berkurang karena macet. Bila pengemudi sampai di tujuan tepat waktu, pengemudi dapat beristirahat selama kurang lebih 6 jam. Waktu istirahat juga dipakai untuk makan, mandi, dan kegiatan lainnya. Ketika pengemudi terkena macet saat perjalanan, maka kebanyakan pengemudi hanya akan mendapatkan waktu istirahat selama kurang lebih 3 jam. Hal ini membuat para pengemudi tidak dapat tidur karena mereka takut jika tidur, mereka tidak bisa bangun tepat waktu saat akan melakukan tugasnya.

Penyebab lain pola tidur yang buruk dari para pengemudi adalah tidak dapat tidur dengan waktu yang singkat. Komponen ini memiliki skor global sebesar 1,05 dari skor maksimum 3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan para pengemudi untuk dapat tertidur adalah 20 menit. Pengemudi kadang tidak dapat tidur dalam waktu 30 menit. Hal itu dapat dilihat pada hasil kuesioner poin 5a yang memiliki nilai sebesar 1,37 dari skor maksimum 3.

Berdasarkan penilaian terhadap seringnya mereka terserang kantuk selama beraktivitas dan semangat dalam menjalankan aktivitas tersebut, para pengemudi merasa mereka jarang merasakan kantuk pada saat beraktivitas seperti mengemudi, makan, dan saat bersosialisasi. Pengemudi mengatakan bahwa mereka sering terserang rasa kantuk hanya saat terjebak macet. Tetapi ketika mereka sedang mengemudi bus dengan lancar, hal tersebut tidak pernah terjadi. Seluruh pengemudi mengatakan bahwa mereka sangat bersemangat ketika mereka sedang menjalankan tugas mereka.

Berkaitan dengan konsumsi obat-obatan selama sebulan terakhir, pengemudi mengatakan bahwa mereka hanya minum obat ketika mereka sakit dan dalam sebulan ini kebanyakan dari mereka sehat. Ada beberapa pengemudi yang memang minum obat karena memiliki penyakit bawaan seperti asam urat.

Berdasarkan komponen waktu tidur pulas aktual para pengemudi, seluruh pengemudi memiliki waktu tidur yang sesuai dengan jam tidur mereka atau perbandingan waktu tidur aktual dengan waktu di kasur (waktu tidur aktual/waktu di atas kasur) diatas 85% , walaupun kadang pengemudi terbangun saat tidur pulas. Menurut pengemudi, mengemudi bus dalam jangka waktu panjang sangat melelahkan, sehingga ketika mereka sudah tertidur maka mereka akan tertidur dengan pulas. Komponen ini memiliki skor PSQI 0 (skor maksimum 3), yang artinya kategori ini tergolong sangat baik.

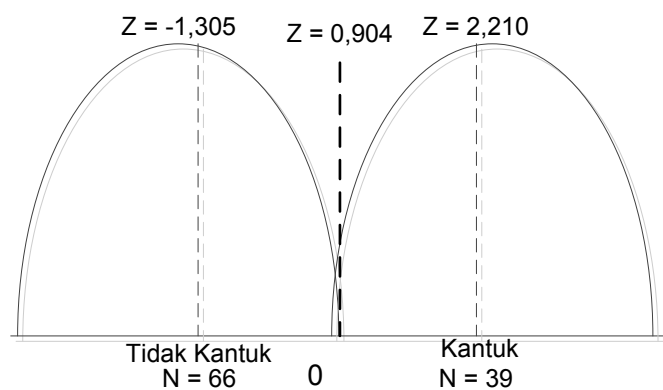
## **V.2 Analisis Hasil Metode Analisis Diskriminan**

Data yang telah dikelompokkan akan diolah dengan metode analisis diskriminan dua faktor. Pada analisis diskriminan dua factor, data variabel independen akan diolah menjadi variabel dependen yang memiliki dua kategori (dua faktor). Output analisis diskriminan adalah suatu persamaan linear yang dapat dipakai untuk mengetahui di dalam kategori manakah suatu set data independen berada. Dengan analisis diskriminan, dapat diketahui juga variabel independen apa saja yang mempengaruhi penempatan kategori yang dimaksud. Variabel independen yang berpengaruh terhadap penentuan kategori kantuk adalah variabel rata-rata kecepatan reaksi benar dan jumlah kesalahan tidak menanggapi rangsangan benar (*no response*). Kecepatan reaksi benar adalah waktu penanggapan rangsangan benar.

Kecepatan reaksi benar akan sangat berpengaruh terhadap pendeteksian kantuk. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, keadaan kantuk dapat mempengaruhi konsentrasi, kewaspadaan dan kemampuan kognitif, yang akan berdampak secara langsung pada kecepatan reaksi. Berdasarkan hal itu, aplikasi ini akan memanfaatkan kebalikan dari teori tersebut. Aplikasi akan menghitung kecepatan reaksi sebagai salah satu variabel untuk memutuskan kondisi kantuk pengemudi bus.

Kesalahan *no response* juga diperhitungkan dalam penelitian ini. Dalam pengolahan data analisis diskriminan, jumlah kesalahan *no response* berpengaruh secara signifikan dalam pengelompokan dua kategori replikasi data. Bila pengemudi dalam kondisi mengantuk, sesuai dengan teori yang telah dibahas sebelumnya, konsentrasi dan kemampuan kognitif akan menurun.

Persamaan yang dihasilkan pengolahan data analisis diskriminan akan dapat menghitung nilai Z, kemudian akan dibandingkan dengan  $Z_{cu}$ .  $Z_{cu}$  dihitung dengan menggunakan parameter jumlah sampel dan titik sentroid data dari masing-masing kategori. Gambar V.1 menunjukkan ilustrasi dari titik sentroid masing-masing kategori kantuk yang akan dipakai sebagai parameter dalam menentukan  $Z_{cu}$ .



Gambar V.1 Parameter Penentuan  $Z_{cu}$

Untuk mengetahui batasan dari tiap variabel berpengaruh maka selanjutnya akan dilakukan analisis sensitivitas terhadap Persamaan Z yang telah didapat. Perhitungan sensitivitas akan dilakukan dengan metode *trial and error* dan akan menggunakan rata-rata tiap variabel dari keseluruhan replikasi data yang telah dikumpulkan sebelumnya dan titik kritis masing-masing variabel sebagai basis perhitungan. Rata-rata waktu reaksi benar adalah 974,978 ms dan rata-rata jumlah kesalahan *no response* adalah  $1,49 \approx 2$  (dapat dilihat pada

Lampiran C). Perhitungan sensitivitas dapat dilihat pada Tabel V.1 sampai Tabel V.4

Tabel V.1 Sensitivitas Variabel Jumlah Kesalahan *No Response*

Rata-rata waktu reaksi benar (ms)	Kesalahan <i>no response</i>	Nilai Z	Nilai Zcu	Kesimpulan
974,978	5	2,829	0,904	Kantuk
974,978	4	2,079	0,904	Kantuk
974,978	3	1,329	0,904	Kantuk
974,978	2	0,579	0,904	Tidak Kantuk
974,978	1	-0,171	0,904	Tidak Kantuk

Tabel V.2 Sensitivitas Jumlah Kesalahan *No Response* yang Menyebabkan Mutlak Kantuk

Rata-rata waktu reaksi benar (ms)	Kesalahan <i>no response</i>	Nilai Z	Nilai Zcu	Kesimpulan
101	8	-0,165	0,904	Tidak Kantuk
101	9	0,585	0,904	Tidak Kantuk
101	10	1,335	0,904	Kantuk
101	11	2,085	0,904	Kantuk

Tabel V.3 Sensitivitas Variabel Rata-rata Waktu Reaksi Benar

Rata-rata waktu reaksi benar (ms)	Kesalahan <i>no response</i>	Nilai Z	Nilai Zcu	Kesimpulan
1000	2	0,729	0,904	Tidak Kantuk
1010	2	0,789	0,904	Tidak Kantuk
1020	2	0,849	0,904	Tidak Kantuk
1030	2	0,909	0,904	Kantuk
1070	2	1,149	0,904	Kantuk

Berdasarkan analisis sensitivitas tersebut, batas jumlah kesalahan *no response* maksimal yang diijinkan untuk boleh mengemudi adalah 2 buah kesalahan. Bila jumlah kesalahan *no response* pengemudi bus malam bernilai 3 atau lebih, maka pengemudi bus tidak diperbolehkan untuk mengemudi.

Tabel V.4 Sensitivitas Rata-rata Waktu Reaksi Benaryang Menyebabkan Mutlak Kantuk

Rata-rata waktu reaksi benar (ms)	Kesalahan <i>no response</i>	Nilai Z	Nilai Zcu	Kesimpulan
1260	0	0,789	0,904	Tidak Kantuk
1270	0	0,849	0,904	Tidak Kantuk
1280	0	0,909	0,904	Kantuk
1290	0	0,969	0,904	Kantuk

Jumlah kesalahan *no response* yang akan membuat kategori kantuk bernilai Kantuk secara mutlak adalah sebanyak 11 buah. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel V.2. Rata-rata waktu reaksi benar yang diambil adalah 101 ms. Nilai 101 ms merupakan batas terjadinya *false start* (*false start* bernilai 100 ms). Nilai tersebut adalah nilai terkecil yang mungkin dimiliki oleh pengemudi bus malam.

Batas rata-rata waktu kecepatan reaksi benar untuk diperbolehkan mengemudi adalah 1020 ms bila diketahui jumlah kesalahan *no response* normal (sesuai dengan rata-rata jumlah kesalahan *no response* pengemudi Bus Malam X). Bila rata-rata waktu kecepatan reaksi benar pengemudi bernilai 1030 atau lebih dengan jumlah kesalahan *no response* normal, maka pengemudi tidak diperbolehkan untuk melakukan perjalanan.

Tabel V.4 menunjukkan perhitungan rata-rata waktu reaksi benar yang menyebabkan penentuan kategori kantuk menjadi bernilai Kantuk secara mutlak. Dari perhitungan tersebut rata-rata waktu reaksi benar bernilai 1280 ms akan menyebabkan kategori kantuk menjadi mutlak bernilai Kantuk walaupun jumlah kesalahan *no response* berjumlah nol.

Selanjutnya perlu dihitung tingkat kesalahan dari persamaan Z untuk mengetahui apakah persamaan Z layak digunakan untuk mendeteksi kantuk pengemudi Bus Malam X. Perhitungan tingkat kesalahan akan dilakukan dengan menggunakan model ilustrasi pada Gambar V.1. Pada Gambar V.1, terdapat dua buah kurva yang masing-masing menggambarkan kategori kantuk. Kurva

tersebut berbentuk kurva distribusi normal (berdasarkan asumsi pengolahan analisis diskriminan). Probabilitas tingkat kesalahan akan dihitung dengan menggunakan parameter rata-rata nilai Z tiap kategori, standar deviasi tiap kategori, dan nilai kritis dari persamaan Z (nilai  $Z_{cu}$ ). Parameter data ini diperoleh seluruh replikasi data yang dihitung dengan menggunakan persamaan Z.

Parameter dari kedua kategori akan dikonversi menjadi distribusi normal standar dengan menggunakan persamaan :

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (\text{Pers. V-1})$$

Berdasarkan ilustrasi distribusi normal Gambar V.1, maka perhitungan untuk mencari tingkat kesalahan dari kategori Tidak Kantuk adalah  $1 - P(X \leq Z_{\text{normal Tidak Kantuk}})$ , dimana X adalah probabilitas yang akan dicari. Tingkat kesalahan kategori Kantuk adalah  $1 - P(X \leq Z_{\text{normal Kantuk}})$ . Perhitungan tingkat kesalahan dapat dilihat pada Tabel V.5.

Tabel V.5 Perhitungan Tingkat Kesalahan Persamaan Z

	<b>Tidak Kantuk</b>	<b>Kantuk</b>
Rata-rata pers. Z	-1,305	2,21
Std dev pers. Z	0,579	1,488
Zcu	0,904	0,904
Z standar normal	3,816	-0,878
Tingkat kesalahan	0	0,019

Berdasarkan perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel V.5 terlihat bahwa tingkat kesalahan persamaan Z untuk menentukan kategori Tidak Kantuk adalah 0. Artinya persamaan Z tidak akan salah dalam menentukan apakah pengemudi dalam kondisi Tidak Kantuk. Tingkat kesalahan untuk menentukan kategori Kantuk adalah sebesar 0,019 atau 1,9%. Hal ini menunjukkan ada kemungkinan sebesar 1,9% bahwa persamaan akan tidak mendeteksi kantuk pengemudi.

Untuk menguji apakah persamaan dapat menghitung data replikasi dengan akurat, data replikasi yang telah dikumpulkan sebelumnya akan diuji dengan menggunakan persamaan Z. Dengan persamaan tersebut dapat

ditentukan kondisi kantuk/tidak kantuk pengemudi berdasarkan dua variabel independen, yaitu waktu reaksi benar dan kesalahan *no response*.

Berdasarkan perhitungan 105 replikasi data dengan menggunakan persamaan Z, terdapat 5 replikasi data yang tidak sesuai dengan kategori kantuk yang telah diambil sebelumnya. Hasil replikasi data dengan Persamaan Z dapat dilihat pada Tabel V.6. Karena tingkat kesalahan yang kecil, persamaan Z masih bisa digunakan untuk mendeteksi kantuk pengemudi bus malam, dan dapat dikatakan bahwa persamaan Z mempunyai tingkat keakuratan 95,2% dalam menentukan kategori kantuk. Hasil validasi tersebut sesuai dengan tingkat kesalahan yang telah dihitung dari sebelumnya. Dapat dilihat dari hasil validasi, bahwa tidak ada kesalahan pada penentuan kategori Tidak Kantuk, hal ini sesuai dengan tingkat kesalahan 0% dalam penentuan kategori Tidak Kantuk. Sesuai dengan hasil perhitungan tingkat kesalahan, terdapat kesalahan dalam penentuan kategori Tidak Kantuk (akurasi tidak 100%).

Berdasarkan hasil KSS dan uji kecepatan reaksi pada Tabel V.6 dapat dilihat bahwa terdapat 39 dari 105 (37,14%) pengemudi yang mengalami kategori Kantuk, namun jika disesuaikan dengan hasil uji kecepatan reaksi dengan aplikasi yang dirancang ternyata terdapat 5 data yang tidak sesuai sehingga hanya 34 dari 105 (32,38%) pengemudi yang mengalami kantuk sebelum memulai pekerjaannya. Artinya secara umum kondisi pengemudi sebelum memulai pekerjaannya tidak terlalu baik dan membutuhkan perhatian dan pengujian secara kontinu untuk selalu memastikan bahwa pengemudi dalam kondisi prima sebelum mulai mengemudi.

Tabel V.6 Validasi Persamaan Z Menggunakan Data Replikasi

No.	Rata-rata kecepatan reaksi (ms)	Jumlah kesalahan no response	Kategori kantuk KSS	Nilai Z	Nilai Zcu	Kategori kantuk persamaan Z
1	896,857	1	Tidak Kantuk	-0,640	0,904	Tidak Kantuk
2	895,071	1	Tidak Kantuk	-0,651	0,904	Tidak Kantuk
3	855,267	0	Tidak Kantuk	-1,639	0,904	Tidak Kantuk
4	975,067	0	Tidak Kantuk	-0,921	0,904	Tidak Kantuk
5	884,867	0	Tidak Kantuk	-1,462	0,904	Tidak Kantuk
6	869,867	0	Tidak Kantuk	-1,552	0,904	Tidak Kantuk
7	836,600	0	Tidak Kantuk	-1,751	0,904	Tidak Kantuk
8	866,467	0	Tidak Kantuk	-1,572	0,904	Tidak Kantuk
9	856,467	0	Tidak Kantuk	-1,632	0,904	Tidak Kantuk
10	846,000	0	Tidak Kantuk	-1,695	0,904	Tidak Kantuk
11	866,600	0	Tidak Kantuk	-1,571	0,904	Tidak Kantuk
12	967,929	1	Tidak Kantuk	-0,213	0,904	Tidak Kantuk
13	855,429	0	Tidak Kantuk	-1,638	0,904	Tidak Kantuk
14	903,000	0	Tidak Kantuk	-1,353	0,904	Tidak Kantuk
15	889,267	0	Tidak Kantuk	-1,435	0,904	Tidak Kantuk
16	824,333	0	Tidak Kantuk	-1,825	0,904	Tidak Kantuk
17	913,933	0	Tidak Kantuk	-1,287	0,904	Tidak Kantuk
18	845,333	0	Tidak Kantuk	-1,699	0,904	Tidak Kantuk
19	828,867	0	Tidak Kantuk	-1,798	0,904	Tidak Kantuk
20	931,357	1	Tidak Kantuk	-0,433	0,904	Tidak Kantuk
21	919,600	0	Tidak Kantuk	-1,253	0,904	Tidak Kantuk
22	882,400	0	Tidak Kantuk	-1,477	0,904	Tidak Kantuk
23	983,600	0	Tidak Kantuk	-0,869	0,904	Tidak Kantuk
24	855,267	0	Tidak Kantuk	-1,639	0,904	Tidak Kantuk
25	905,600	0	Tidak Kantuk	-1,337	0,904	Tidak Kantuk
26	923,533	0	Tidak Kantuk	-1,230	0,904	Tidak Kantuk
27	920,933	0	Tidak Kantuk	-1,245	0,904	Tidak Kantuk
28	883,933	0	Tidak Kantuk	-1,467	0,904	Tidak Kantuk
29	900,533	0	Tidak Kantuk	-1,368	0,904	Tidak Kantuk
30	919,429	2	Tidak Kantuk	0,246	0,904	Tidak Kantuk
31	996,933	0	Tidak Kantuk	-0,789	0,904	Tidak Kantuk
32	919,200	0	Tidak Kantuk	-1,256	0,904	Tidak Kantuk

(lanjut)



Tabel V.6 Perhitungan Data Replikasi dengan Persamaan Z (lanjutan)

No.	Rata-rata kecepatan reaksi (ms)	Jumlah kesalahan no response	Kategori kantuk KSS	Nilai Z	Nilai Zcu	Kategori kantuk persamaan Z
33	835,071	1	Tidak Kantuk	-1,011	0,904	Tidak Kantuk
34	897,733	0	Tidak Kantuk	-1,385	0,904	Tidak Kantuk
35	890,714	0	Tidak Kantuk	-1,427	0,904	Tidak Kantuk
36	948,214	1	Tidak Kantuk	-0,332	0,904	Tidak Kantuk
37	818,133	0	Tidak Kantuk	-1,862	0,904	Tidak Kantuk
38	931,400	0	Tidak Kantuk	-1,183	0,904	Tidak Kantuk
39	855,667	0	Tidak Kantuk	-1,637	0,904	Tidak Kantuk
40	958,200	0	Tidak Kantuk	-1,022	0,904	Tidak Kantuk
41	930,533	0	Tidak Kantuk	-1,188	0,904	Tidak Kantuk
42	944,333	0	Tidak Kantuk	-1,105	0,904	Tidak Kantuk
43	935,533	0	Tidak Kantuk	-1,158	0,904	Tidak Kantuk
44	944,200	0	Tidak Kantuk	-1,106	0,904	Tidak Kantuk
45	941,333	0	Tidak Kantuk	-1,123	0,904	Tidak Kantuk
46	932,733	0	Tidak Kantuk	-1,175	0,904	Tidak Kantuk
47	936,333	0	Tidak Kantuk	-1,153	0,904	Tidak Kantuk
48	948,600	0	Tidak Kantuk	-1,079	0,904	Tidak Kantuk
49	947,267	0	Tidak Kantuk	-1,087	0,904	Tidak Kantuk
50	931,200	0	Tidak Kantuk	-1,184	0,904	Tidak Kantuk
51	941,200	0	Tidak Kantuk	-1,124	0,904	Tidak Kantuk
52	939,000	0	Tidak Kantuk	-1,137	0,904	Tidak Kantuk
53	927,067	0	Tidak Kantuk	-1,209	0,904	Tidak Kantuk
54	936,267	0	Tidak Kantuk	-1,153	0,904	Tidak Kantuk
55	930,333	0	Tidak Kantuk	-1,189	0,904	Tidak Kantuk
56	887,800	0	Tidak Kantuk	-1,444	0,904	Tidak Kantuk
57	1017,067	0	Tidak Kantuk	-0,669	0,904	Tidak Kantuk
58	930,538	2	Tidak Kantuk	0,312	0,904	Tidak Kantuk
59	850,857	1	Tidak Kantuk	-0,916	0,904	Tidak Kantuk
60	1066,467	0	Tidak Kantuk	-0,372	0,904	Tidak Kantuk
61	988,769	2	Tidak Kantuk	0,662	0,904	Tidak Kantuk
62	1018,571	1	Tidak Kantuk	0,090	0,904	Tidak Kantuk
63	1048,857	1	Tidak Kantuk	0,272	0,904	Tidak Kantuk
64	997,857	1	Tidak Kantuk	-0,034	0,904	Tidak Kantuk

(lanjut)

Tabel V.6 Perhitungan Data Replikasi dengan Persamaan Z (lanjutan)

No.	Rata-rata kecepatan reaksi (ms)	Jumlah kesalahan no response	Kategori kantuk KSS	Nilai Z	Nilai Zcu	Kategori kantuk persamaan Z
65	999,000	1	Tidak Kantuk	-0,027	0,904	Tidak Kantuk
66	1012,200	0	Tidak Kantuk	-0,698	0,904	Tidak Kantuk
67	999,083	3	Kantuk	1,474	0,904	Kantuk
68	831,000	3	Kantuk	0,465	0,904	Tidak Kantuk
69	973,917	3	Kantuk	1,323	0,904	Kantuk
70	1024,333	3	Kantuk	1,625	0,904	Kantuk
71	1009,077	2	Kantuk	0,783	0,904	Tidak Kantuk
72	924,769	2	Kantuk	0,278	0,904	Tidak Kantuk
73	957,091	3	Kantuk	1,222	0,904	Kantuk
74	1041,250	3	Kantuk	1,727	0,904	Kantuk
75	1089,462	2	Kantuk	1,266	0,904	Kantuk
76	999,917	3	Kantuk	1,479	0,904	Kantuk
77	1137,909	4	Kantuk	3,056	0,904	Kantuk
78	985,909	4	Kantuk	2,144	0,904	Kantuk
79	908,727	4	Kantuk	1,681	0,904	Kantuk
80	979,500	5	Kantuk	2,856	0,904	Kantuk
81	1163,667	3	Kantuk	2,461	0,904	Kantuk
82	896,625	7	Kantuk	3,859	0,904	Kantuk
83	1038,600	5	Kantuk	3,211	0,904	Kantuk
84	1107,182	4	Kantuk	2,872	0,904	Kantuk
85	1166,000	3	Kantuk	2,475	0,904	Kantuk
86	1111,727	4	Kantuk	2,899	0,904	Kantuk
87	1111,364	4	Kantuk	2,897	0,904	Kantuk
88	1099,000	4	Kantuk	2,823	0,904	Kantuk
89	1130,167	3	Kantuk	2,260	0,904	Kantuk
90	1084,818	4	Kantuk	2,738	0,904	Kantuk
91	829,875	7	Kantuk	3,458	0,904	Kantuk
92	1288,533	0	Kantuk	0,960	0,904	Kantuk
93	1125,200	5	Kantuk	3,730	0,904	Kantuk
94	1192,545	4	Kantuk	3,384	0,904	Kantuk
95	1264,400	0	Kantuk	0,815	0,904	Tidak Kantuk
96	1266,467	0	Kantuk	0,828	0,904	Tidak Kantuk

(lanjut)

Tabel V. 8 Perhitungan Data Replikasi dengan Persamaan Z (lanjutan)

<b>No.</b>	<b>Rata-rata kecepatan reaksi (ms)</b>	<b>Jumlah kesalahan <i>no response</i></b>	<b>Kategori kantuk KSS</b>	<b>Nilai Z</b>	<b>Nilai Zcu</b>	<b>Kategori kantuk persamaan Z</b>
97	1100,000	4	Kantuk	2,829	0,904	Kantuk
98	1139,636	4	Kantuk	3,067	0,904	Kantuk
99	1131,545	4	Kantuk	3,018	0,904	Kantuk
100	1472,375	8	Kantuk	8,063	0,904	Kantuk
101	1394,889	6	Kantuk	6,098	0,904	Kantuk
102	1178,923	2	Kantuk	1,803	0,904	Kantuk
103	1212,462	2	Kantuk	2,004	0,904	Kantuk
104	1167,100	5	Kantuk	3,982	0,904	Kantuk
105	1217,273	4	Kantuk	3,533	0,904	Kantuk

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### VI.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis, kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah :

1. Metode pengukuran kecepatan reaksi yang dipakai adalah metode penggabungan dari *Pyscomotor Vilance Task*, *Mackworth Clock Vigilance Task* dan *Flicker Test* yang diimplementasikan dalam aplikasi berbasis HTML yang dapat dipakai di *gadget* elektronik manapun selama tersedia *web browser*, sehingga pengukuran kecepatan reaksi dapat dilakukan dengan praktis. Hasil dari pengukuran kecepatan reaksi didapat dengan cepat melalui persamaan  $Z = - 6,771 + 0,75 \text{ Jumlah kesalahan } no \text{ response} + 0,006 \text{ Rata - rata kecepatan reaksi dengan titik kritis } 0,904$ .
2. Berdasarkan hasil KSS terdapat 39 dari 105 (37,14%) pengemudi yang mengalami kategori Kantuk, namun jika disesuaikan dengan hasil uji kecepatan reaksi dengan aplikasi yang dirancang ternyata terdapa 5 data yang tidak sesuai sehingga hanya 34 dari 105 (32,38%) pengemudi yang mengalami kantuk sebelum memulai pekerjaannya. Artinya secara umum kondisi pengemudi sebelum memulai pekerjaannya tidak terlalu baik dan membutuhkan perhatian dan pengujian secara kontinu untuk selalu memastikan bahwa pengemudi dalam kondisi prima sebelum mulai mengemudi.

#### VI.2 Saran

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data, dapat diberikan saran untuk perusahaan Bus Malam X dan untuk penelitian selanjutnya. Saran yang

diberikan untuk perusahaan adalah untuk menguji kondisi pengemudi supir bus malam sebelum pengemudi akan melakukan tugasnya secara kontinu. Pengujian disarankan menggunakan *gadget* elektronik yang mempunyai mobilitas tinggi seperti *tablet*.

Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Pengambilan sampel kecepatan reaksi sebaiknya dilakukan dalam keadaan faktor lingkungan yang mendukung.
2. Mengelompokan data kecepatan reaksi dengan kategori kantuk yang lebih banyak.
3. Mempertimbangkan faktor usia sebagai salah satu parameter dalam penentuan kantuk pengemudi bus malam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cain, Sean W., Silva, Edward J., Chang, Anne-Marie, Ronda Joseph M., Duffy, Jeanne F. (2011). *One night of sleep deprivation affects reaction time, but not interference or facilitation in a stroop task. Brain and cognition*, 76 (2011) 37-42.
- Caldwell, John A., & Caldwell, J.Lynn. (2003). *Fatigue in Aviation : A Guide to Staying Awake at The Stick*. Farnham : Ashgate Publishing.
- Dawson, D., Noy, Y.I., Harma, M., Akerstedt, T., Belenky, G. (2011). Modelling fatigue and the use of fatigue model in work settings. *Accident Analysis and Prevention*, 43, 549-564.
- Departement of Labour New Zealand. (2007). *Managing Shift Work to Minimize Workplace Fatigue*. Diunduh dari <http://www.business.govt.nz/worksafe/>.
- Dorrian, J., Baulk, Stuart D., Dawson, Drew. (2010). Work hours, Workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees. *Applied Ergonomics*, 42 (2011) 202-209.
- Durmer, J.S., Dinges, David F. (2005). *Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation*. Diunduh dari <http://www.med.upenn.edu/uep/>.
- Hartford Institute for Geriatric Nursing. (2012). *The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)*. Diunduh dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2748771>.
- Howard, Mark E., Jackson, Melinda L., Berlowitz, David. (2013). Specific Sleepiness Symptoms are indicators of performance impairment during sleep deprivation. *Accident Analysis and Prevention*, 62, 2014 1-8.
- Kroemer, K., Kroemer, H., Kroemer-Elbert, K., (2001). *Ergonomics: How to Design For Ease And Efficiency 2<sup>nd</sup> ed*. New Jersey: Prentice Hall.
- Madcoms.( 2008). *Microsoft Visual Basic 6.0 Untuk Pemula*. Jakarta : Andi.

- Mahachandra, A.A.S.M. (2012). *Pengembangan Metode Deteksi Kantuk Berbasiskan Perubahan Fisiologis dan Kewaspadaan Pengemudi Mobil Penumpang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- McCarthy, M. E., & Waters, W.F. (1997). *Decreased attentional responsivity during sleep deprivation: Orienting response latency, amplitude, and habituation*. *Sleep*, 20, 115-123.
- McNaughton, Lars R., Scott, Jonathon P.R., Polman, Remco C.J. (2004). *Effects of sleep deprivation and exercise on cognitive, motor performance and mood*. *Psychology & Behavior*, 87, (2006) 396-408.
- Montgomery, Douglas C. & Runger George C. (2003). *Applied Statistics & probability For Engineers 3<sup>rd</sup> Edition*. Singapore : John Wiley & Sons.
- Mulyawan, B. (2006). *Studi Tingkat Beban Kerja Mental, Ketelitian, Dan Kecepatan Reaksi Sopir Bus Kota Non-AC DAMRI Bandung*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Occupational Safety and Health Service of the Department of Labour New Zealand.(1998). *Stress and Fatigue*.OSH 3450 DFC.
- Prabaswara, S. (2013) *Studi Kelelahan Dalam Aktivitas Mengemudi Berdurasi Panjang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Queensland Department of Justice and Attorney-General (2013). *Managing Fatigue* Diunduh dari <http://www.qld.gov.au/>.
- Santoso, Singgih. (2002). *Buku Latihan SPSS Statistik Multivariat*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Stutts, Jane C., Wilkins, Jean W., Osberg J. Scott., Vaughn, Bradley V. (2001). *Driver risk factors for sleep-related crashes*. *Accident Analysis and Prevention*, 35 (2003) 321-331.
- Sutalaksana, I.Z. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Smolensky, M.H., Millia, L.D., Ohayon, M.M., Phillip, P. (2009). *Sleep disorders, medical condition, and road accident risk. Accident Analysis and Prevention, 43, 533-548.*