



Analysis of Drowsiness with *Karolinska Sleepiness Scale* and Heart Rate while Driving with Three Stage Road Difficulty Using Driving Simulator

Analisa Kantuk dengan *Karolinska Sleepiness Scale* dan Denyut Jantung saat Mengemudi dengan Tiga Tahap Kesulitan Jalan Menggunakan *Driving Simulator*

Winda Halim¹, Angie Ervany Haryono¹

¹ Program Studi Teknik Industri

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Surya Sumantri No. 65, Bandung 40164

email : winda.halim@eng.maranatha.edu

doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i1.6757>

Received: 28th February 2022; Revised: 26th March 2022; Accepted: 13rd June 2022;

Available online: 18th June 2022; Published regularly: June 2022

ABSTRACT

The most dominant factor causing traffic accidents is the human factor, such as sleepy driver. Other distraction factors that can cause traffic accidents is the use of cell phones. This experiment was conducted to prove this by using a driving simulator. The experimental design will be divided into 3 stages, starting from stage 1 (easy), stage 2 (moderate), and stage 3 (difficult). This study was measured using subjective measurements using the Karolinska Sleepiness Scale (KSS) method, and objective measurement by measuring heart rate (bpm), and recording driving error data. The data collected will be processed using the Two Way Anova method to find the influencing factors. The results of the test based on subjective data there are differences in stage 3 where respondents are more awake. Meanwhile, based on objective data on heart rate measurements, there are differences between the pretest stage with stages 2 and 3. If based on driving errors, stage 1 is different from stages 2 and 3. Based on the results of data processing, it is obtained that road conditions that have a high density can increase driver alertness, then the use of mobile phones has a major influence on the occurrence of driving errors.

Keywords: *Driving Error, Driving Simulator, Drowsiness, KSS, Heart Rate Measurement.*

ABSTRAK

Faktor penyebab kecelakaan lalu lintas paling dominan yaitu faktor manusia yaitu pengemudi yang mengantuk. Terdapat faktor gangguan lain yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas yaitu seperti penggunaan ponsel. Eksperimen ini dilakukan untuk membuktikan hal tersebut dengan menggunakan driving simulator. Rancangan eksperimen akan dibagi menjadi 3 tahap, mulai dari tahap 1 (mudah), tahap 2 (sedang), hingga tahap 3 (sulit). Penelitian ini diukur menggunakan pengukuran secara subjektif menggunakan metode Karolinska Sleepiness Scale (KSS), dan objektif dengan pengukuran denyut jantung (bpm), serta pencatatan data kesalahan mengemudi. Data yang dikumpulkan tersebut akan diolah dengan menggunakan Metode Two Way Anova untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi. Hasil dari pengujian berdasarkan data subjektif terdapat perbedaan yang pada tahap 3 dimana responden lebih terjaga. Sedangkan berdasarkan data objektif pengukuran denyut jantung terdapat perbedaan pada tahap pretest dengan tahap 2 dan 3. Jika berdasarkan kesalahan mengemudi maka tahap 1 berbeda dengan tahap 2 dan 3. Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan maka diperoleh hasil bahwa kondisi jalan yang memiliki kepadatan tinggi dapat meningkatkan kewaspadaan pengemudi, kemudian penggunaan ponsel memberikan pengaruh yang besar terhadap terjadinya kesalahan mengemudi.

Kata Kunci: *Kantuk, Kesalahan Mengemudi, KSS, Pengukuran Denyut Jantung, Simulator Driving.*



1. PENDAHULUAN

Dalam *Global Status Report on Road Safety* (WHO, 2015) disebutkan bahwa di seluruh dunia terdapat lebih dari 1,25 juta korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas dan 50 juta orang luka berat setiap tahunnya. Menurut (Austroads, 2002) penyebab kecelakaan lalu lintas terdiri dari beberapa faktor antara lain disebabkan karena faktor pengemudi (*human factors*), kendaraan yang digunakan (*vehicle factors*) dan lingkungan (kondisi jalan dan kondisi alam). Berdasarkan faktor-faktor tersebut, faktor pengemudi atau selanjutnya disebut sebagai faktor manusia menjadi faktor yang paling banyak menjadi objek pada penelitian. Faktor manusia menyumbang prosentase terbesar yang menyebabkan terjadinya kecelakaan lalu lintas (Kemhub, 2017).

Berbagai hal yang dapat menyebabkan seseorang tidak dapat berkonsentrasi saat berkendara adalah karena adanya berbagai distraksi saat mengemudi. Distraksi dapat berasal dari dalam diri pengemudi itu sendiri, misalnya mengantuk, tidak konsentrasi, dalam kondisi tidak sehat secara fisik atau mental, dan lain-lain. Sedangkan, distraksi yang berasal dari luar pengemudi antara lain penggunaan ponsel, suara musik atau percakapan dengan teman perjalanan, dan lain-lain. Penggunaan ponsel oleh pengemudi dapat meningkatkan kecelakaan lalu lintas sampai 4 kali lipat karena dengan menggunakan ponsel pengemudi memiliki waktu reaksi pengereman yang lebih lambat, lebih kesulitan mempertahankan jalur yang benar dan jarak yang aman dengan kendaraan lainnya (WHO, 2021).

Penelitian ini difokuskan pada kondisi kantuk yang dialami seorang pengemudi, berdasarkan penelitian sebelumnya, diperkirakan terdapat 16,5% kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk. Selain itu, didapatkan hasil bahwa sebesar 96% pengemudi melihat bahwa jika mengemudi dalam keadaan yang mengantuk merupakan ancaman serius untuk keselamatannya (AAA Foundation for Traffic Safety, 2018).

Penelitian terkait perilaku mengemudi dilakukan menggunakan *simulator driving*. Penggunaan *simulator driving* memberikan kemudahan peneliti untuk mengamati perilaku

responden, memberikan *treatment* kepada responden, dan alasan paling penting adalah dari segi keamanan.

Fokus pada penelitian ini adalah pada beberapa faktor yaitu faktor kantuk yang akan diukur secara subjektif menggunakan *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS) (Shahid, Wilkinson, Marcu, & Shapiro, 2012) yang sudah terbukti reliabilitas dan validitasnya sudah terbukti (Kaida, et al., 2006) dan objektif dengan melakukan pengukuran denyut jantung sebelum, selama, dan sesudah mengemudi. Faktor distraksi akan berasal dari ponsel yaitu dengan mematikan dering telepon masuk dan membalas pesan, selain itu juga dari tingkat kesulitan dari *game* yang digunakan sebagai sarana penggambaran kondisi jalan raya yang di sesuaikan mengikuti kondisi nyata. Hasil yang diharapkan dapat diperoleh adalah perubahan kondisi kantuk, denyut jantung, dan jumlah kesalahan mengemudi yang terjadi, dengan perubahan distraksi ponsel dan kondisi tingkat kesulitan *game* yang diberikan pada setiap tahapan percobaan (Tahap 1 sampai Tahap 3).

2. METODE

Penelitian akan menggunakan metode eksperimental di laboratorium dengan menggunakan alat simulator sederhana dengan rincian perangkat sebagai berikut *Logitech G29 Driving Force* (Kemudi dan Pedal), Monitor 24" IPS Full HD 4 Side Virtually Borderless Design, Central Processing Unit (CPU), Keyboard NYK KH-05 RAPTOR, dan V3M X'Glide Multi-Core Gaming Mouse dan *software Game City Car Driving: Home Edition* yang digunakan sebagai alat bantu untuk menggambarkan kondisi jalan raya.

Pemilihan responden dilakukan berdasarkan riset penyumbang korban kecelakaan lalu lintas terbesar dengan rentang usia 17 sampai 40 tahun. Jumlah responden dalam penelitian ini adalah sebanyak 6 orang. Jumlah responden yang terbatas ini merupakan keterbatasan dari penelitian ini karena penelitian dilakukan selama pembatasan di masa pandemi. Profil dari 6 responden ini adalah terdapat 2 wanita dan 4 laki-laki dengan rentang usia 20 sampai 22 tahun, memiliki pengalaman mengemudi rata-rata 6 tahun, saat ini mereka memiliki SIM A dan aktif mengemudi dalam keseharian dengan waktu penggunaan

kendaraan rata-rata lebih dari 1 jam dengan penggunaan mobil bertransmisi *matic*.

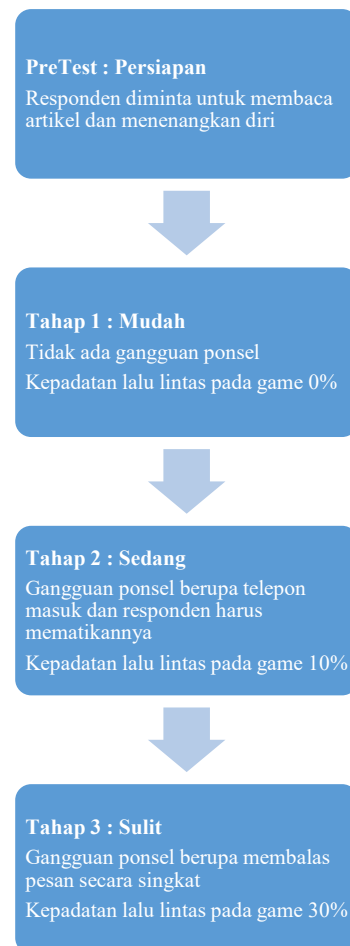
Waktu untuk pengambilan data yaitu pukul 08.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB yang ditentukan berdasarkan riset waktu terjadinya kecelakaan transportasi terbesar yaitu pada siang hari pukul 12.00 – 18.00 WIB sebesar 44% dan waktu penyebab kecelakaan terbesar kedua yaitu pukul 06.00 – 12.00 WIB sebesar 22% (Saputra, 2017).

Eksperimen yang dirancang memiliki beberapa tingkat kesulitan seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Sebelum eksperimen dimulai, dilakukan persiapan berupa penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan, peralatan yang digunakan, dan responden mengisi formulir data diri dan informasi lain yang dibutuhkan.

Pada tahap awal (*pre test*) sebelum melakukan aktivitas mengemudi untuk membuat kondisi awal untuk semua responden hampir serupa, peneliti meminta responden untuk tenang dan membaca sebuah artikel, hal ini dilakukan selama 15 menit. Peneliti kemudian meminta responden mengisi KSS 1. Kemudian responden mulai melakukan simulasi mengemudi dengan kondisi tahap 1 selama 15 menit. Setelah waktu habis responden diminta mengisi kembali KSS 2. Kemudian dilanjutkan dengan kondisi tahap 2 selama 15 menit, dilanjutkan mengisi KSS 3 setelah waktu habis, dan terakhir melakukan tahap 3 dan mengisi KSS 4. Sejak tahap persiapan hingga selesai tahap 3, denyut jantung responden terus diukur setiap 15 menit mulai dari *pre test*, tahap 1 sampai 3 dan pada saat mengemudi dicatat juga berbagai kesalahan mengemudi yang dilakukan oleh responden.

Penggambaran pada tahap 1 dari simulasi mengemudi ini adalah responden fokus mengemudi tanpa adanya gangguan dari luar (ponsel), kondisi jalan pada *game simulator* sangat tenang, tidak ada pejalan kaki, mobil yang berada di jalan hanya 1-2 mobil. Pada tahap 2 gangguan dari luar berupa telepon yang masuk pada ponsel responden secara random sebanyak 3 kali selama rentang waktu 15 menit. Di tahap 2, tugas dari responden adalah menolak atau mematikan telepon yang masuk dengan menekan 1 tombol saja, kondisi kepadatan jalan meningkat yaitu sebesar 10% dimana mulai ada beberapa pejalan kaki yang menyeberang dan kondisi jalan mulai agak ramai dengan kendaraan lain. Pada tahap 3 gangguan dari luar

mulai bersifat kompleks dengan tugas responden berupa membaca dan membalas pesan yang masuk dengan jawaban singkat berupa 2 kata yaitu Ya/ No, terdapat sebanyak 3 pesan yang masuk secara random selama rentang waktu 15 menit, kondisi jalan lebih ramai dari tahap 2 dengan pejalan kaki yang menyeberang secara mendadak atau mobil yang tiba-tiba berganti jalur.



Gambar 1. Tahapan Eksperimen

Berdasarkan rancangan eksperimen tersebut maka yang menjadi variabel dependen yang akan dilihat adalah hasil nilai KSS (Subjektif), hasil rata-rata denyut jantung (Objektif), dan jumlah kesalahan mengemudi yang terjadi. Variabel dependen ini diukur sebelum, setelah, atau saat aktivitas pada setiap tahap dilakukan. Tahapan yang dilakukan mulai dari PreTest hingga Tahap 3 dengan kondisi seperti yang sudah dijelaskan pada Gambar 1, kecuali untuk kesalahan mengemudi yang hanya terjadi pada Tahap 1 sampai 3 saja. Kondisi yang ada pada *pretest* hingga tahap 3 adalah variabel independent yang akan mempengaruhi nilai



KSS, denyut jantung, dan jumlah kesalahan mengemudi yang terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan diperoleh beberapa hasil.

3.1 Hasil Kantuk Subjektif

Hasil pertama yang diperoleh adalah terkait dengan kondisi kantuk secara subjektif. Kondisi kantuk responden secara subjektif dicatat dengan KSS yang dicatat sebanyak 4 kali pengukuran yaitu sebelum simulasi mengemudi (KSS 1), setelah tahap 1 (KSS 2), setelah tahap 2 (KSS 3), dan setelah tahap 3 (KSS 4). Hasil dari pengukuran kepada keenam responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil KSS

Responden	Karolinska Sleepiness Scale (KSS) ke-			
	Pre Test	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3
1	7	6	7	3
2	6	3	6	4
3	5	5	6	5
4	6	8	7	4
5	6	6	5	3
6	8	8	6	4
Rata-rata	6,33	6	6,17	3,83
Modus	6	6	6	4

Dapat terlihat pada tabel 1 semakin bertambahnya tahapan dan waktu eksperimen, responden semakin menurun tingkat kantuknya atau responden semakin terjaga. Hal ini dapat disebabkan karena kompleksitas tugas yang semakin meningkat baik karena distraksi yang diberikan, maupun karena kondisi kepadatan jalan yang semakin meningkat yang menuntut responden untuk meningkatkan konsentrasinya, sehingga secara subjektif mereka merasa kantuknya semakin menurun atau dengan kata lain mereka merasa semakin terjaga dan waspada.

Data yang diperoleh tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *Two Way Anova* sehingga diperoleh hasil Terima Ho untuk Responden ($F_{value} < F_{critical}$; $1,539 < 2,901$) dan Tolak Ho untuk Tahap Percobaan ($F_{value} > F_{critical}$; $6,478 > 3,287$). Sehingga berdasarkan hasil tersebut mengindikasikan bahwa kantuk yang dirasakan untuk setiap responden tidak berbeda secara signifikan, tetapi terdapat

perbedaan terkait hasil KSS jika berdasarkan tahap percobaan. Perbedaan ini kemudian diolah kembali menggunakan Uji Tukey sehingga diperoleh bahwa yang berbeda adalah pada tahap 3 dengan tahap 1, 2, dan pre test. Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil pengujian kantuk menggunakan KSS ini adalah Tahap 3 memiliki tingkat kantuk yang paling berbeda bagi responden, hal ini dapat diartikan bahwa aktivitas dengan tingkat kepadatan lalu lintas sebesar 30% pada game dan kegiatan sekunder berupa membalas pesan membuat responden menjadi lebih terjaga dan waspada.

3.2 Hasil Kantuk Objektif

Selain dilakukan pengukuran kantuk secara subjektif dengan KSS dilakukan juga pengukuran kantuk objektif dengan menggunakan pengukuran denyut jantung. Jika pencatatan tingkat kantuk dengan KSS dilakukan setelah masing-masing tahap dilakukan, maka berbeda dengan pengukuran denyut jantung yang dilakukan selama masing-masing tahap berlangsung yaitu dalam kurun waktu 15 menit/ tahapnya. Hasil yang diukur adalah perubahan denyut jantung setiap setengah menit selama 15 menit sehingga diperoleh 30 data untuk setiap responden, yang kemudian dirata-ratakan. Hasil rata-rata dari pengukuran denyut jantung tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rata-rata Denyut Jantung

Responden	Rata-rata denyut jantung (bpm)			
	Pre Test	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3
1	72	68	66	67
2	81	84	84	83
3	73	71	68	69
4	89	86	85	84
5	96	87	85	85
6	82	83	82	82
Rata-rata	82,167	79,833	78,333	78,333

Pada tabel 2 terlihat bahwa rata-rata denyut jantung responden tidak mengalami fluktuasi yang terlalu signifikan. Jika melihat hasil data mentah sebelum dirata-ratakan hasil pengukuran denyut jantung yang diperoleh masih berada pada *range* 70-100 bpm yang

mengindikasikan bahwa responden berada dalam kondisi yang normal dan terjaga, karena tidak ada yang memiliki denyut jantung lebih kecil dari 60 bpm.

Data ini kemudian juga diolah dengan menggunakan *Two Way Anova*. Hasil yang diperoleh adalah bahwa baik berdasarkan responden maupun berdasarkan tahap percobaan memberikan hasil Tolak H_0 yaitu jika berdasarkan responden nilai yang diperoleh adalah $52,588 > 2,901$ ($F_{value} > F_{critical}$) dan jika berdasarkan tahap percobaan nilai yang diperoleh adalah $3,688 > 3,287$ ($F_{value} > F_{critical}$). Hasil ini kemudian dilanjutkan ke pengolahan menggunakan Uji Tukey dengan hasil yang diperoleh sebagai berikut, jika berdasarkan tahapan percobaan terdapat perbedaan rata-rata denyut jantung tahap pre test dengan tahap 2 dan 3. Sedangkan jika berdasarkan responden perbedaan terjadi pada responden 1 dan 3 dengan responden 2, 4, 5, dan 6.

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pengolahan data rata-rata denyut jantung adalah walaupun rata-rata denyut jantung terlihat tidak memiliki fluktuasi yang besar, tetapi jika diolah menggunakan Anova ternyata memberikan hasil yang signifikan baik berdasarkan responden dan tahapan percobaan, hal ini dapat diartikan bahwa memang antara responden memiliki perbedaan rata-rata denyut jantung yang dapat disebabkan karena berbagai faktor misalnya makanan yang dikonsumsi sebelum percobaan, diketahui bahwa responden 4 dan 5 yaitu responden laki-laki mengkonsumsi kafein sebelum percobaan. Berdasarkan penelitian jika mengkonsumsi *caffeine* 4-6 jam sebelum melakukan aktivitas akan memiliki ritme denyut jantung yang tinggi dan tubuh akan terjaga selama waktu paruh 6 jam (Sleep Foundation: A OneCare Media Company, 2021). Selain itu, waktu tidur pada malam sebelumnya yang berbeda-beda antar responden yaitu kurang dari 7 jam yang mana menurut (Sleep Foundation: A OneCare Media Company, 2021), rekomendasi durasi tidur yang baik adalah minimal 7 - 9 jam sehari untuk rentang usia 18 - 64 tahun yaitu termasuk golongan usia produktif. Serta tentu jenis kelamin yang berbeda (responden 2 dan 6 perempuan dan sisanya laki-laki), dan faktor-faktor yang menjadi penyebab lainnya.

3.3 Hasil Kesalahan Mengemudi

Hasil lain yang diperoleh dari eksperimen ini adalah bahwa pada setiap tahap eksperimen, responden cenderung melakukan berbagai kesalahan saat mengemudi. Beberapa temuan kesalahan yang banyak terjadi baik pada tahap 1, 2 atau 3 adalah sebagai berikut, mengerem mendadak karena mobil didepan mengerem mendadak, mengerem mendadak saat kecepatan tinggi karena lampu merah, tidak menggunakan lampu sein saat berbelok, oleng, dan menaiki trotoar, dengan total jumlah kecelakaannya dapat dilihat pada tabel 3 dan rincian jumlah kesalahannya pada gambar 2.

Tabel 3. Rangkuman Kesalahan Mengemudi

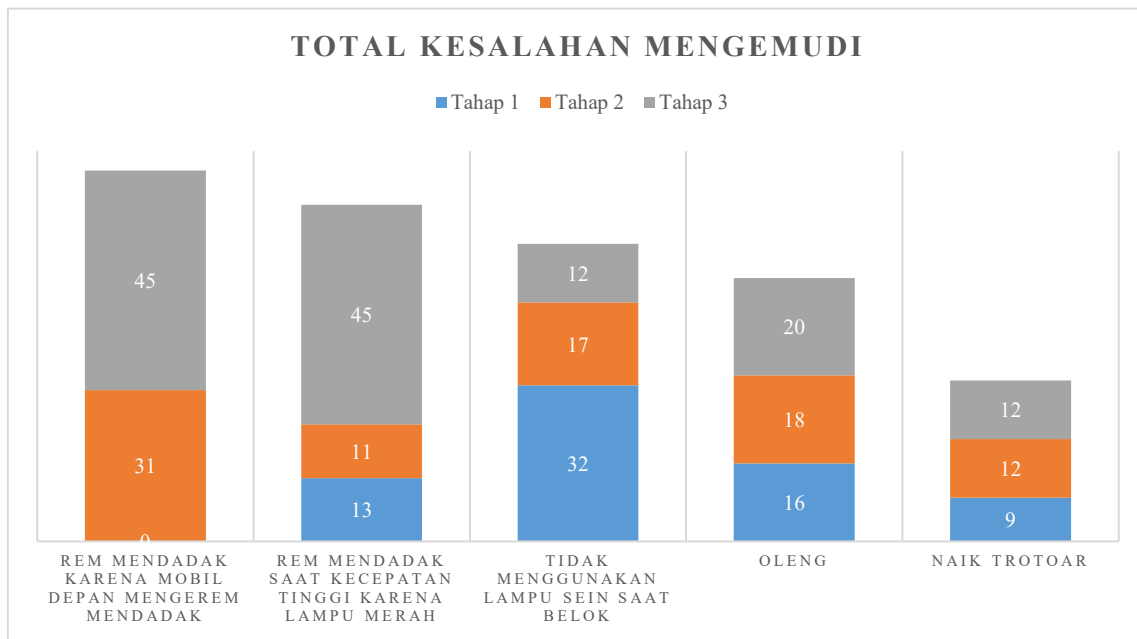
Rank	Jenis Kesalahan Mengemudi	Total
1	Rem Mendadak Karena Mobil Depan Mengerem Mendadak	76
2	Rem Mendadak Saat Kecepatan Tinggi Karena Lampu Merah	69
3	Tidak Menggunakan Lampu Sein Saat Belok	61
4	Oleng	54
5	Naik Trotoar	33

Selain 5 kesalahan dengan total terbanyak ini masih banyak kesalahan mengemudi lain yang terjadi, jika ditotalkan untuk masing-masing tahap maka terdapat 96 kali kesalahan mengemudi yang terjadi pada Tahap 1, selanjutnya pada Tahap 2 terjadi 144 kali kesalahan, dan pada Tahap 3 terjadi 153 kali kesalahan. Hal ini tentu linear dengan semakin meningkatnya kesulitan yang terjadi maka semakin banyak pula kesalahan yang dilakukan.

Hasil kesalahan mengemudi untuk setiap operator pada setiap tahapan percobaan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Frekuensi Kesalahan Mengemudi

Responden	Frekuensi Kesalahan mengemudi pada-		
	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3
1	20	32	38
2	17	23	21
3	16	22	21
4	4	4	16
5	31	38	33
6	8	25	24
Total	96	144	153



Gambar 2. Rincian Total Kesalahan Mengemudi

Data kesalahan mengemudi tersebut kemudian juga diolah dengan menggunakan *Two Way Anova* sehingga diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan signifikan baik antara responden maupun pada tahapan percobaan yang dilakukan. Nilai yang diperoleh berdasarkan responden adalah $12,738 > 3,326$ ($F_{value} > F_{critical}$) dan untuk tahapan percobaan hasil yang diperoleh adalah $7,891 > 4,103$ ($F_{value} > F_{critical}$). Jika hasil tersebut juga dilanjutkan dengan Uji Tukey maka diperoleh hasil bahwa Tahap 1 berbeda dengan Tahap 2 dan 3, hal ini dapat disebabkan karena pada Tahap 1 responden belum melakukan aktivitas sekunder dan kepadatan lalu lintas pada game adalah 0%. Jika melihat dari segi responden maka perbedaan terletak pada responden 4 dengan responden 1, 2, dan 5, serta responden 5 berbeda dengan responden 2, 3, dan 6, dimana responden 4 adalah responden yang memiliki kesalahan mengemudi paling sedikit pada Tahap 1 dan 2, sedangkan responden 5 adalah responden yang paling banyak melakukan kesalahan mengemudi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tugas yang diberikan kepada responden pada tahap 3, diperoleh fenomena sebagai berikut, 50% responden fokus membaca pesan yang diberikan dan menjawab pertanyaan

dengan benar, tetapi tidak konsentrasi saat mengemudi sehingga kehilangan kendali (menabrak/berada pada ruas jalan yang salah), kemudian sebesar 50% responden fokus mengemudi dan tetap tenang, tetapi tidak konsentrasi saat membaca dan membalas pesan yang diberikan sehingga beberapa dari responden tersebut salah menjawab pertanyaan yang diberikan. Selain itu, terdapat 83,33% responden yang cepat saat membaca dan membalas pesan (langsung membaca dan membalas saat ada pesan), dan 16,67% responden membaca dan membalas pesan dalam waktu yang cukup lama (1-2 menit) karena tidak bisa konsentrasi pada kedua tugas yang diberikan (tugas utama maupun tugas tambahan).

Berdasarkan hasil pengukuran metode subjektif dan objektif tingkat kantuk dengan menggunakan KSS dan Pengukuran Denyut Jantung, didapatkan hasil bahwa kedua metode saling berkaitan. Hal ini terbukti dari hasil metode subjektif responden mengantuk saat tahap aktivitas *Pre Test*, Tahap 1, dan Tahap 2 sedangkan pada Tahap 3 responden sudah mulai terjaga. Sedangkan berdasarkan metode objektif, dapat terukur bahwa responden dalam keadaan mengantuk (66 kali/menit s/d 96 kali/menit), seperti penelitian yang mengatakan bahwa detak jantung melambat saat mengantuk seperti kondisi istirahat normal yaitu berkisar



antara 60 kali/menit s/d 100 kali/menit (Jo, Kim & Kim, 2019). Jika mengaitkannya dengan kesalahan mengemudi maka dapat terlihat bahwa banyak kesalahan terkait rem mendadak yang terjadi pada tahap 3 karena kondisi lalu lintas dibuat lebih padat dengan tugas sekunder juga lebih sulit. Berdasarkan faktor distraksi, menggunakan ponsel saat berkendara menjadi salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas, hal tersebut dikarenakan dapat mengganggu konsentrasi pengemudi terlebih jika pengemudi dalam kondisi mengantuk. Maka dari itu, pengemudi dilarang untuk menggunakan ponsel saat berkendara. Sesuai dengan peraturan yang tertulis dalam Undang -Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ) Pasal 106 Ayat 1 (Dishub Kota Samarinda, 2021).

Pengemudi disarankan untuk menepi bila sudah tidak bisa menahan rasa kantuk, karena jika dipaksakan akan membahayakan pengemudi dan pengemudi lainnya, serta dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Menurut aturan yang dikeluarkan pada Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ) Pasal 90 Ayat 3, pengemudi kendaraan bermotor umum diwajibkan untuk beristirahat paling singkat setengah jam setelah mengemudikan kendaraan selama 4 (empat) jam berturut-turut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi yang telah bersedia meminjamkan peralatan untuk proses eksperimen yang dilakukan. Serta, kami berterimakasih juga kepada seluruh responden yang bersedia untuk meluangkan waktunya untuk melakukan eksperimen ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AAA Foundation For Traffic Safety. (2018, February 8). *Drowsy Driving: Don't Be Asleep at the Wheel*. Retrieved from [aaafoundation.org](https://newsroom.aaa.com/2018/02/drowsy-driving-dont-asleep-wheel/):
<https://newsroom.aaa.com/2018/02/drowsy-driving-dont-asleep-wheel/>
- Austrroads. (2002). *Road Safety Audit 2nd Edition*. Sydney: Austrroads Incorporated.
- Dishub Kota Samarinda. (2021, April 14). *Larangan Menggunakan Handphone Saat Berkendara*. Retrieved from [dishub.samarindakota.go.id](https://dishub.samarindakota.go.id/berita-lokal/larangan-menggunakan-handphone-saat-berkendara):
<https://dishub.samarindakota.go.id/berita-lokal/larangan-menggunakan-handphone-saat-berkendara>
- JDIH BPK RI: Database Peraturan. (2009, Juni 22). *UU Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 90 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ)*. Retrieved from peraturan.bpk.go.id:
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/38654/uu-no-22-tahun-2009>
- Jo, S.-H., Kim, J.-M., & Kim, D. K. (2019). Heart Rate Change While Drowsy Driving. *Journal Of Korean Medical Science*.
- Kaida, K., Takahashi, M., Akerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T., & Fukasawa, K. (2006). Validation Of The Karolinska Sleepiness Scale Against Performance and EEG Variables. *Elsevier: Clinical Neurophysiology Vol. 117 (7)*, 1574-1581.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2017, Agustus 22). KOMINFO. Retrieved from kominfo.go.id:
https://kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr
- Saputra, A. D. (2017). Studi Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Jalan di Indonesia Berdasarkan Data KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi) Dari Tahun 2007-2016. *Kemntrian Perhubungan Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan, Vol 29, No 2*, 179-190.
- Shahid, A., Wilkinson, K., Marcu, S., & Shapiro, C. M. (2012). *STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales*. New York: Springer.
- Sleep Foundation: A OneCare Media Company. (2021, January 22). *Caffeine and Sleep*. Retrieved from [sleepfoundation.org](https://www.sleepfoundation.org/nutrition/caffeine-and-sleep):
<https://www.sleepfoundation.org/nutrition/caffeine-and-sleep>
- Sleep Foundation: A OneCare Media Company. (2021, March 10). *How Much Sleep Do We Really Need?* Retrieved from [sleepfoundation.org](https://www.sleepfoundation.org):



- <https://www.sleepfoundation.org/how-sleep-works/how-much-sleep-do-we-really-need>
- World Health Organization. (2015). *Global Status Report On Road Safety 2015*. Italy: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- World Health Organization. (2021, June 21). *Road Traffic Injuries*. Retrieved from who.int: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>