

Pengaruh Kebugaran Fisik dan Perbedaan Waktu Pagi-Malam pada *Cybersickness* Saat Memainkan *Video Game* Simulasi Mengemudi

Muhammad Bahit¹, Sunu Wibirama¹, Hanung A. Nugroho¹, Mumtaz N. Winadi², Titis Wijayanto²

¹Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi

²Jurusan Teknik Mesin dan Industri

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia

Email: bahit.ti14@mail.ugm.ac.id, {sunu, adinugroho, twijaya}@ugm.ac.id

Abstract— Driving simulation is a video game-based tool for training and testing driving ability. Additionally, the simulation is also used in scientific research to identify factors that cause traffic accident on the highway. Although the driving simulation is commonly used for various purposes, video game-based simulation has negative effects commonly known as cybersickness or visually induced motion sickness (VIMS). Furthermore, previous research works on cybersickness during driving simulation did not conduct studies on effect of physical fitness and effect of differences in the morning and evening symptoms associated with cybersickness. This research observes effect of physical fitness and time difference in the morning and in the evening using Simulator Sickness Questionnaire (SSQ). Analysis of SSQ data indicates that physical fitness of the driver and driving time difference yield significant impact on cybersickness. The highest level of cybersickness is during morning driving time without proper night rest. On the other hand, driving in the early morning with proper night rest reduces sickness symptoms to the lowest level. Oculomotor component is more dominant than nausea and disorientation component. This result shows that physical fitness and time difference during driving have significant impact on human visual system. This study recommends the most optimal condition for the usage of driving simulation, i.e. morning time with proper night rest.

Keywords- Driving simulation, Cybersickness and Simulator sickness questionnaire (SSQ).

Abstrak— Simulasi mengemudi merupakan salah satu alat berbasis *video game* untuk pelatihan dan pengujian kemampuan mengemudi. Selain itu, simulasi mengemudi sering digunakan dalam penelitian ilmiah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecelakaan lalu lintas di jalan raya. Meskipun simulasi mengemudi lazim digunakan untuk berbagai keperluan, penggunaan simulasi berbasis *video game* menimbulkan efek samping bagi penggunaannya yang disebut dengan *cybersickness* atau *visually induced motion sickness* (VIMS). Penelitian tentang *cybersickness* pada simulasi mengemudi yang sudah pernah dilakukan sebelumnya tidak melakukan studi tentang pengaruh kebugaran fisik dan perbedaan waktu pagi dan malam hari terkait dengan gejala *cybersickness* ketika menggunakan simulasi. Peneliti ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kebugaran fisik dan perbedaan waktu pagi dan malam hari pada *cybersickness* dengan menggunakan *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ). Analisis data SSQ menunjukkan bahwa kebugaran fisik pengemudi dan perbedaan pagi-malam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *cybersickness*. Tingkat

cybersickness paling tinggi dialami oleh peserta pada kondisi pagi hari tanpa tidur. Di sisi lain, tingkat *cybersickness* paling rendah dialami oleh peserta pada kondisi pagi hari setelah beristirahat pada malam hari. Komponen *oculomotor* lebih dominan dibandingkan komponen *nausea* dan *disorientation*. Hal ini menunjukkan bahwa kebugaran fisik dan perbedaan waktu mengemudi memberikan pengaruh besar pada sistem penglihatan manusia. Penelitian ini memberikan rekomendasi waktu dan kondisi yang paling optimal untuk menggunakan simulasi mengemudi, yakni pagi hari dengan kondisi bugar setelah beristirahat cukup.

Kata kunci- Simulasi mengemudi, *Cybersickness* dan *Simulator sickness questionnaire* (SSQ).

I. PENDAHULUAN

Statistik kecelakaan menunjukkan bahwa harus ada fokus yang lebih besar saat mengemudi di malam hari dibandingkan pagi hari karena pengaruh kondisi pencahayaan yang buruk [1]. Resiko kecelakaan fatal diketahui empat kali lebih tinggi saat berkendara di malam hari dibandingkan berkendara di siang hari [2]. Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi faktor penyebab kecelakaan di malam hari dengan membandingkan perilaku kecepatan mengemudi pada pagi hari dan malam hari [3]. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi faktor-faktor signifikan yang mempengaruhi kecepatan mengemudi pada kondisi pencahayaan lingkungan yang berbeda. Dengan demikian, pengemudi pada malam hari perlu mempertimbangkan tingkat dan konsekuensi kecelakaan lalu lintas lebih tinggi [4].

Demi faktor keselamatan, penelitian-penelitian tentang perilaku mengemudi dan analisis penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas biasanya dilakukan dengan menggunakan simulasi mengemudi [5]. Simulasi mengemudi berbasis *video game* dapat digunakan untuk menguji efektifitas dalam berkendara dan meningkatkan skill pengendara pemula yang belum berpengalaman [5]. Keuntungan penggunaan simulasi mengemudi dalam studi eksperimental yaitu kemampuan untuk mengevaluasi kinerja mengemudi yang tidak mungkin dilakukan dalam percobaan secara terbuka di jalan raya [1, 8], kemampuan untuk mengendalikan banyak faktor lingkungan, serta kemungkinan untuk merekam sejumlah variabel yang berkaitan dengan sistem *kardiovaskular* (variasi denyut jantung dan aliran darah), *respon electrodermal* (keringat

dan respon kulit), dan *oculomotor* (respon sistem penglihatan) [6, 7].

Meskipun studi *experimental* menggunakan simulasi mengemudi mengabaikan resiko kecelakaan di jalan raya [8], penggunaan simulasi mengemudi berbasis *video game* memiliki efek samping biomedis yang dikenal dengan *visually induced motion sickness* (VIMS) atau *cybersickness* [9]. *Cybersickness* mirip dengan gejala *motion sickness* yang diakibatkan oleh *virtual environment* (VE). Seseorang yang terpapar *cybersickness* mengalami gejala-gejala awal yang sering terjadi pada *motion sickness*, seperti pengguna dalam keadaan diam, namun merasakan sebuah gerakan menarik dirinya sendiri atau kecenderungan bergerak dengan sendirinya pada saat melihat *citra visual* yang mengandung unsur gerak maju atau *optical flow* [10, 11].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kondisi uji *simulator* yang berbeda akan mempengaruhi tingkat keparahan dari gejala *cybersickness* [6]. Penelitian ini dilakukan dengan melibatkan dua belas pria berusia 24-33 tahun. *Simulator* mengemudi truk digunakan selama 30 menit untuk setiap peserta eksperimen. Peserta diminta melakukan berbagai tugas dalam konfigurasi tiga *platform* yang berbeda: (1) *platform* tetap dengan visibilitas rendah, (2) *platform* tetap dengan visibilitas tinggi, dan (3) *platform* gerak dengan visibilitas tinggi.

Penelitian-penelitian sebelumnya meneliti tingkat keparahan dari gejala *cybersickness* terhadap penggunaan simulasi mengemudi tanpa mempertimbangkan pengaruh-pengaruh riil yang muncul selama proses mengemudi, seperti kebugaran fisik dan perbedaan waktu pagi-malam hari ketika menggunakan simulasi. Dengan demikian, pengaruh kebugaran fisik dan perbedaan waktu pagi-malam hari terhadap *cybersickness* selama proses simulasi mengemudi belum diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kebugaran fisik dan perbedaan waktu pagi-malam terhadap gejala *cybersickness* saat memainkan *video game* simulasi mengemudi. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai rekomendasi penggunaan *video game* simulasi mengemudi yang tepat untuk meminimalisir terjadinya efek samping *cybersickness*.

II. METODOLOGI

A. Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

SSQ digunakan untuk mengukur tingkat keparahan *cybersickness* [11]. Formulir SSQ diberikan setelah peserta menggunakan *simulator* mengemudi. Formulir SSQ berisi 16 item gejala-gejala *cybersickness* yang dinilai oleh peserta eksperimen dengan cara mengisikan skala keparahan untuk masing-masing gejala. Skala 0, 1, 2, dan 3 masing-masing mewakili *none* (tidak ada gejala), *slight* (ada sedikit gejala), *moderate* (gejala ringan), dan *severe* (gejala sangat terasa).

SSQ memiliki tiga komponen, yakni *nausea* (N), *oculomotor* (O), dan *disorientation* (D). Masing-masing komponen tersebut memiliki bobot (1 atau 0) pada setiap gejala dari 16 gejala yang diteliti. Dengan mengombinasikan skor skala keparahan dan bobot komponen, skor SSQ secara keseluruhan (*total of SSQ components*) didapatkan.

Penjelasan umum dari masing-masing komponen SSQ sebagai berikut:

- Nausea* (N) sub-skala didasarkan pada laporan dari gejala yang terkait dengan gangguan pencernaan seperti *nausea*, *stomach awareness*, *salivation*, dan *burping* [12].
- Oculomotor* (O) sub-skala yang berhubungan dengan gangguan *visual* seperti *eyestrain*, dan juga dikenal sebagai *asthenopia*, yang termasuk gangguan *general discomfort* yang dihasilkan dalam bentuk kekeringan mata, sakit pada kelopak mata, kesulitan untuk fokus, penglihatan kabur, dan sakit kepala [12].
- Disorientation* (D) sub-skala yang terkait dengan gangguan sistem keseimbangan (*vestibular*) seperti *dizziness* (pusing) dan *vertigo* [12].

B. Hardware

Simulasi mengemudi dilakukan dengan menggunakan kontrol kemudi *Logitech Driving Force GT* dengan transmisi otomatis. Komputer yang digunakan memiliki *Processor AMD FX™-4100 Quad-Core* 3.60 GHZ dengan kapasitas *RAM* 4.00 GB. Grafik *video game* dihasilkan oleh *VGA AMD Nvidia Geforce* dengan kapasitas memori 1 GB dan layar *Toshiba TV* 32 inch dengan resolusi 1366x768.

C. Software

Video game City Car Driving 1.3.3 digunakan dalam simulasi mengemudi. Jenis mobil yang digunakan selama proses simulasi adalah *Mazda Familia* dengan *Automatic Gearbox*. *Traffic* lalu lintas diatur 50 % untuk menghasilkan kondisi mengemudi sesungguhnya seperti lalu lintas jalan raya. Simulasi mengemudi terdiri dari pejalan kaki yang menyeberang jalan, perempatan dan pertigaan dengan rambu-rambu lampu merah dan bundaran, serta jalan bergelombang dengan tanjakan naik dan turun. Untuk pengujian di malam hari, simulasi menggunakan pengaturan *time nighttime* dan *weather clear*. Sedangkan untuk pengujian pagi simulasi mengemudi menggunakan pengaturan *time morning* dan *weather clear*. Gambar 1 menunjukkan pengaturan *time* dan *weather* simulasi mengemudi di malam hari dan Gambar 2 menunjukkan pengaturan *time* dan *weather* simulasi mengemudi dipagi hari.



Gambar 1. Pengaturan simulasi mengemudi malam hari



Gambar 2. Pengaturan simulasi mengemudi pagi hari



Gambar 3. Pengujian malam hari

D. Peserta penelitian

Penelitian dilakukan kepada 12 orang laki-laki dengan rata-rata umur 22 tahun dan memiliki pengalaman mengemudi minimal 1 tahun, dibuktikan dengan surat izin mengemudi (SIM) A yang masih berlaku maksimal 5 juni 2019 terhitung saat dilakukan pengujian simulasi mengemudi.

E. Prosedur pengujian

Pengujian dilakukan selama 9 hari dengan jumlah 2-3 peserta setiap hari. Jadwal pengujian dilakukan secara acak. Setiap peserta mendapatkan tiga kondisi mengemudi, yaitu mengemudi malam, mengemudi pagi dengan tidur, dan mengemudi pagi tanpa tidur. Untuk pengujian malam dimulai pukul 22.00 dan selesai pukul 24.00, sedangkan untuk pengujian pagi dimulai dari pukul 06.00 sampai pukul 08.00. Sebelum dilakukan pengujian dengan simulasi mengemudi, peserta diminta untuk menandatangani *informed consent* sebagai syarat kesediaan untuk menjadi peserta dalam penelitian ini. Setelah selesai mengemudi simulasi, peserta diminta untuk mengisi SSQ untuk mengukur tingkat keparahan ketika terpapar gejala *cybersickness*.

a) Mengemudi malam

Untuk sesi pertama, pengujian dimulai pada malam hari. Peserta diminta untuk datang ke tempat pengujian minimal 1 jam sebelum dilakukan pengujian. Peserta diberikan pengarahan 7-10 menit tentang bagaimana cara menggunakan perangkat simulasi dan rute perjalanan yang akan ditempuh ketika menggunakan simulasi mengemudi. Setiap peserta kemudian diminta untuk mengikuti rambu-rambu lalu lintas dan marka jalan. Durasi mengemudi pada simulasi ini untuk sampai ketempat tujuan rata-rata 10-12 menit dengan *speed limit* 60 km/jam. Gambar 3 menunjukkan pengujian malam hari dengan lampu di ruang pengujian dimatikan untuk menciptakan suasana mengemudi secara nyata di malam hari.

b) Mengemudi pagi tanpa tidur

Untuk mengemudi kondisi pagi tanpa tidur peserta diminta untuk tidak tidur dari malam sampai dilakukan pengujian simulasi mengemudi pagi hari. Peserta diminta berada ditempat penelitian dan dilakukan pengawasan secara bergantian untuk memastikan peserta tidak tidur.



Gambar 4. Pengujian pagi hari

c) Mengemudi pagi dengan tidur

Untuk mengemudi dengan kondisi tidur peserta diminta untuk tidur minimal 8 jam dalam hitungan 1x24 jam. peserta diminta untuk tidur ditempat penelitian dengan disediakan kasur serta ruangan yang dilengkapi dengan AC untuk menciptakan kondisi yang nyaman ketika peserta tidur. Gambar 4 pengujian kondisi pagi hari.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif (rata-rata dan standar deviasi) untuk semua kondisi pengujian ditunjukkan pada Tabel 1. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana peserta mengalami gejala *cybersickness* ketika menggunakan simulasi mengemudi dari kondisi pengujian yang berbeda.

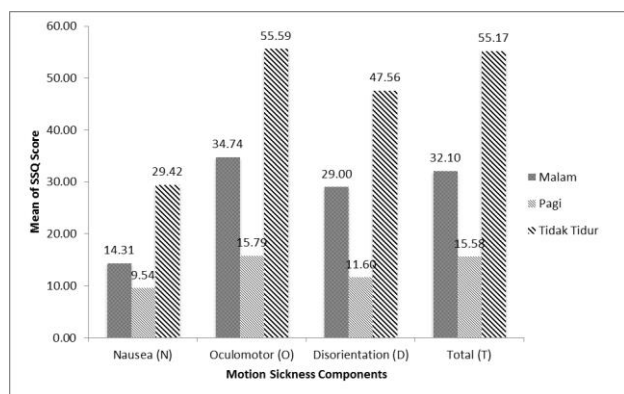
Tabel 1. Statistik deskriptif variabel SSQ

Kondisi Pengujian		Komponen SSQ			
		Nausea	Oculomotor	Disorientation	Total
Malam	M	14,31	34,74	29,00	32,10
	SD	17,02	22,73	31,10	25,58
	Min	0	7,58	0	3,74
	Max	57,24	68,22	97,44	86,02
Pagi	M	9,54	15,79	11,60	15,58
	SD	9,10	12,29	13,04	11,03
	Min	0	0	0	0
	Max	28,62	45,48	41,76	41,14
Pagi Tidak Tidur	M	29,42	55,59	47,56	55,17
	SD	23,18	36,90	41,74	41,77
	Min	0	7,58	0	3,74
	Max	85,86	121,28	125,28	149,6

M: mean, SD: standard deviation, Min: minimum, Max: maximum

Nilai *mean* didapat dari jumlah perhitungan SSQ yang berisi 16 item gejala-gejala *cybersickness* yang dinilai oleh peserta eksperimen dengan skala keparahan untuk masing-masing gejala 0, 1, 2 dan 3. *Score* skala dikalikan dengan komponen *nausea*, *oculomotor* dan *disorientation* dengan bobot 0 dan 1. Untuk komponen *nausea* $\alpha_N = 9,54$, komponen *oculomotor* $\alpha_O = 7,58$, dan komponen *disorientation* $\alpha_D = 3,74$.

Untuk menganalisis signifikansi tingkat keparahan gejala *cybersickness* pada setiap kondisi pengujian, dilakukan analisis statistik *within group* dengan ANOVA *repeated measure* dengan variabel malam, pagi dengan tidur dan pagi tanpa tidur terhadap komponen *nausea*, *oculomotor*, *disorientation* dan *total*. Dari hasil ANOVA, analisis data SSQ menunjukkan simulasi mengemudi memberikan efek signifikan untuk komponen *nausea* ($F(2,22) = 5,825, p < 0,05$), komponen *oculomotor* ($F(2,22) = 12,657, p < 0,05$), komponen *disorientation* ($F(2,22) = 8,270, p < 0,05$) dan total skor SSQ ($F(2,22) = 9,724, p < 0,05$) terhadap kondisi fisik mengemudi yang berbeda ketika menggunakan simulasi. Gambar 5 menunjukkan perbedaan *score* SSQ terhadap kondisi mengemudi.



Gambar 5. *Score* SSQ terhadap kondisi mengemudi

Dari ketiga kondisi pengujian, peserta yang tidak mengalami atau sedikit mengalami gejala *cybersickness* ketika memainkan *video game* adalah peserta pada sesi pagi hari dengan kondisi tidur ($N = 9,54$, $O = 15,79$ dan $D = 11,60$) sedangkan peserta yang mengalami *cybersickness* tinggi terjadi ketika memainkan *video game* pagi hari tanpa tidur dengan rata-rata ($N = 29,42$, $O = 55,59$ dan $D = 47,56$). Kondisi malam hari menghasilkan nilai SSQ yang cukup tinggi, namun masih lebih rendah dibandingkan dengan nilai SSQ pada kondisi pagi hari tanpa tidur. Hal ini menunjukkan bahwa kebugaran fisik pengemudi dan perbedaan pagi-malam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *cybersickness*.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menginvestigasi pengaruh kebugaran fisik dan perbedaan pagi-malam terhadap *cybersickness* pada penggunaan simulasi mengemudi berbasis *video game*. Hasil eksperimen dan analisis data *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) menunjukkan bahwa kebugaran fisik pengemudi dan perbedaan pagi-malam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *cybersickness*. Tingkat *cybersickness* paling tinggi dialami oleh peserta pada kondisi pagi hari tanpa tidur. Di sisi

lain, tingkat *cybersickness* paling rendah dialami oleh peserta pada kondisi pagi hari setelah beristirahat pada malam hari. Komponen *oculomotor* lebih dominan dibandingkan komponen *nausea* dan *disorientation*. Hal ini menunjukkan bahwa kebugaran fisik dan perbedaan waktu mengemudi memberikan pengaruh besar pada sistem penglihatan manusia. Penelitian ini memberikan rekomendasi waktu dan kondisi yang paling optimal untuk menggunakan simulasi mengemudi, yakni pagi hari dengan kondisi bugar setelah beristirahat cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Bella, A. Calvi, and F. D'Amico, "Analysis of driver speeds under night driving conditions using a driving simulator," *J. Safety Res.*, vol. 49, no. February, pp. 45–52, 2014.
- [2] A. F. Williams, "Teenage drivers: Patterns of risk," in *Journal of Safety Research*, 2003, vol. 34, no. 1, pp. 5–15.
- [3] F. Bella and A. Calvi, "Effects of simulated day and night driving on the speed differential in tangent-curve transition: a pilot study using driving simulator," *Traffic Injury Prevention*, vol. 2, no. 2, p. 120823111303005, 2012.
- [4] D. D. Clarke, P. Ward, C. Bartle, and W. Truman, "Young driver accidents in the UK: The influence of age, experience, and time of day," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 38, no. 5, pp. 871–878, 2006.
- [5] C. F. Alberti, L. Gamberini, A. Spagnoli, D. Varotto, and L. Semenzato, "Using an Eye-Tracker to Assess the Effectiveness of a Three-Dimensional Riding Simulator in Increasing Hazard Perception," *Cyberpsychology, Behav. Soc. Netw.*, vol. 15, no. 5, pp. 274–276, 2012.
- [6] Ł. Dziuda, M. P. Biernacki, P. M. Baran, and O. E. Truszczyński, "The effects of simulated fog and motion on simulator sickness in a driving simulator and the duration of after-effects," *Appl. Ergon.*, vol. 45, no. 3, pp. 406–412, 2014.
- [7] K. A. Brookhuis and D. de Waard, "Monitoring drivers' mental workload in driving simulators using physiological measures," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 42, no. 3, pp. 898–903, 2010.
- [8] J. O. Brooks, R. R. Goodenough, M. C. Crisler, N. D. Klein, R. L. Alley, B. L. Koon, W. C. Logan, J. H. Ogle, R. a. Tyrrell, and R. F. Wills, "Simulator sickness during driving simulation studies," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 42, no. 3, pp. 788–796, 2010.
- [9] M. L. Van Emmerik, S. C. De Vries, and J. E. Bos, "Internal and external fields of view affect cybersickness," *Displays*, vol. 32, no. 4, pp. 169–174, 2011.
- [10] J. J. LaViola, "A discussion of cybersickness in virtual environments," *ACM SIGCHI Bull.*, vol. 32, no. 1, pp. 47–56, 2000.
- [11] S. Wibirama and K. Hamamoto, "Investigation of Visually Induced Motion Sickness in Dynamic 3D Contents based on Subjective Judgment, Heart Rate Variability, and Depth Gaze Behavior," *36th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, pp. 4803–4806, 2014.
- [12] R. S. Kennedy, J. Drexler, and R. C. Kennedy, "Research in visually induced motion sickness," *Appl. Ergon.*, vol. 41, no. 4, pp. 494–503, 2010.