

Pengaruh Beban Kerja Mental Terhadap Waktu Respon Pengemudi di Kondisi Lalu Lintas Pedesaan dan Perkotaan

Lita Setiawati¹, Idham Halid Lahay², Eduart Wolok³, Sinung Nugroho⁴, Hastiya Annisa Fitri⁵, Mutiara Kurnia⁶

¹²³Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

⁴⁵⁶Pusat Riset Teknologi Transportasi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia

e-mail: litasetiawati1632@gmail.com

Abstrak

Beban kerja mental merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keselamatan pengemudi. Penelitian ini mengkaji pengaruh beban kerja mental terhadap waktu respon pengemudi truk dalam kondisi lalu lintas pedesaan dan perkotaan. Beban kerja mental diukur menggunakan kuesioner NASA-TLX serta pengukuran fisiologis menggunakan HRV dan EEG. Waktu respon diuji menggunakan simulasi deteksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengemudi mengalami beban kerja mental yang cukup tinggi, dengan lingkungan perkotaan menunjukkan peningkatan kognitif berdasarkan sinyal alpha dan variabel LF. Namun, analisis regresi tidak menemukan hubungan signifikan antara beban kerja mental dan waktu respon pengemudi baik di lingkungan pedesaan maupun perkotaan. Penelitian ini memberikan wawasan bahwa meskipun kondisi lalu lintas dapat memengaruhi tingkat beban kerja mental pengemudi, dampaknya terhadap waktu respon tidak selalu signifikan. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut dalam memahami hubungan antara beban kerja mental, kondisi lalu lintas, dan keselamatan berkendara.

Kata kunci: Beban Kerja Mental, Waktu Respon, Nasa TLX, EEG, HRV, Pengemudi truk.

Abstract

Mental workload is one of the factors that affect driver safety. This study examines the effect of mental workload on truck driver response time in rural and urban traffic conditions. Mental workload was measured using the NASA-TLX questionnaire and physiological measurements using HRV and EEG. Response time was tested using detection simulation. The results showed that drivers experienced moderately high mental workload, with the urban environment showing cognitive enhancement based on alpha signals and LF variables. However, regression analysis found no significant relationship between mental workload and driver response time in either rural or urban environments. This study provides insight that while traffic conditions may affect the level of mental workload of drivers, the impact on response time is not always significant. These findings can serve as a basis for further research in understanding the relationship between mental workload, traffic conditions and driving safety.

Keywords: Mental Workload, Response Time, Nasa TLX, EEG, HRV, Truck driver.

Diterima : Desember 2024
Disetujui : Februari 2025
Dipublikasi : Juni 2025

©2025 Lita Setiawati, Idham Halid Lahay, Eduart Wolok, Sinung Nugroho, Hastiya Annisa Fitri, Mutiara Kurnia
Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Keselamatan berkendara merupakan aspek penting dalam sistem transportasi yang berpengaruh besar terhadap kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat. Salah satu faktor yang memainkan peran penting dalam keselamatan berkendara adalah beban kerja mental pengemudi, terutama karena tingginya beban kognitif seringkali mengganggu kemampuan pengemudi dalam merespon berbagai situasi di jalan. Beban kerja mental adalah tingkat usaha kognitif yang dibutuhkan untuk memproses informasi,

membuat keputusan, dan menjalankan tugas tertentu. Beban kerja mental yang terlalu tinggi dapat memperlambat waktu respon pengemudi, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas.

Kondisi lalu lintas di daerah pedesaan dan perkotaan memiliki karakteristik yang sangat berbeda dan dapat memberikan beban kognitif yang beragam kepada pengemudi. Lalu lintas perkotaan cenderung lebih kompleks dengan adanya kendaraan yang lebih padat, persimpangan yang ramai, serta berbagai elemen distraksi seperti papan iklan dan pejalan kaki. Sebaliknya, lalu lintas di daerah pedesaan lebih sepi dan memungkinkan pengemudi berkendara dengan kecepatan yang lebih tinggi. Namun, kondisi jalan di pedesaan yang sering kali kurang ideal dengan banyaknya tikungan tajam atau permukaan jalan yang tidak rata juga dapat memberikan beban mental tersendiri.

Perbedaan lingkungan ini memunculkan pertanyaan mengenai bagaimana beban kerja mental yang dialami pengemudi dapat memengaruhi waktu respon mereka, terutama dalam kondisi lalu lintas yang berbeda. Waktu respon yang lambat, terutama saat menghadapi situasi yang tidak terduga, dapat berakibat fatal bagi pengemudi maupun pengguna jalan lainnya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa beban mental yang tinggi dapat memperlambat waktu reaksi seseorang, tetapi belum banyak studi yang secara spesifik mengeksplorasi pengaruh perbedaan kondisi lalu lintas terhadap hubungan antara beban mental dan waktu respon pengemudi.

Beberapa Penelitian yang mengukur beban kerja mental pengemudi secara subyektif yakni dengan menggunakan NASA-TLX dan KSS (Liu et al., 2023) dan (Kabilmiharbi & Khamis, 2024) menunjukkan bahwa pengemudi di lingkungan perkotaan mengalami beban kerja mental yang lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungan pedesaan.

Dari berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa lingkungan lalu lintas memengaruhi beban kerja mental dan waktu respon pengemudi, tetapi kajian yang membandingkan beban mental di lalu lintas pedesaan dan perkotaan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis pengaruh beban kerja mental terhadap waktu respon pengemudi di kedua kondisi lalu lintas tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beban kerja mental terhadap waktu respon pengemudi dalam kondisi lalu lintas pedesaan dan perkotaan. Data beban kerja mental akan diukur menggunakan elektroensefalografi (EEG) untuk mendapatkan gambaran yang lebih mendalam tentang kondisi kognitif pengemudi, dan

kuesioner NASA TLX untuk melihat beban kerja mental pengemudi secara subyektif, sementara waktu respon akan diukur dalam skenario lalu lintas yang terkontrol.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan pendekatan kuantitatif untuk mengukur pengaruh beban kerja mental terhadap waktu respon pengemudi dalam situasi lalu lintas yang berbeda. Dua skenario lingkungan yang digunakan adalah lingkungan perkotaan dan lingkungan pedesaan.

Beban kerja mental diukur dengan menggunakan dua pendekatan yakni secara subyektif dan obyektif. Secara subyektif beban kerja mental diukur menggunakan kuesioner NASA TLX. Sedangkan secara obyektif dilakukan pengukuran denyut jantung dan perekaman sinyal otak. Pengukuran denyut jantung dan perekaman sinyal otak dilakukan dengan menggunakan POLAR Heart Rate dan Muse Sensing Head Band. Kedua alat ini dapat memberikan data real time yang dapat digunakan untuk menilai beban kerja mental. Keduanya juga dipilih karena desain alat yang tidak mengganggu pengemudi.

Responden yang dipilih adalah pengemudi truk berjenis kelammin laki-laki, memiliki sim B UMUM, memiliki pengalaman mengemudi minimal 1 tahun dan berusia minimal 22 tahun.

Tahapan pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian yakni pertama-tama Pengemudi diberi penjelasan mengenai prosedur eksperimen dan dipersiapkan untuk simulasi. Pengemudi mengenakan POLAR Heart Rate dan Muse Sensing Headband untuk pengukuran fisiologis

Pengemudi kemudian mengikuti dua skenario video simulasi mengemudi secara bergantian: satu untuk lingkungan perkotaan dan satu untuk lingkungan pedesaan. Setiap selesai satu skenario, pengemudi akan diarahkan untuk mengisi kuesioner NASA TLX.

Selama video simulasi, data denyut jantung dan gelombang otak akan tercatat secara otomatis. Metode NASA-TLX menggunakan 6 aspek kebutuhan subyektif yakni: kebutuhan mental (Mental Demand), Kebutuhan Fisik (Physical Demand), Kebutuhan Waktu (Temporal Demand), Usaha (Effort), Kinerja (Performance), dan Frustrasi (Frustration). Setelah responden mengisi pendapatnya dalam aspek yang dinilai, disimpulkan berdasarkan nilai tertimbang dari skor (Geovania Azwar, 2021).

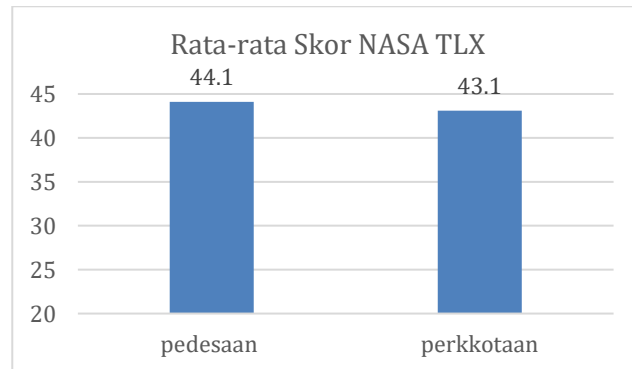
Data denyut jantung yang telah di deteksi dengan menggunakan sensor yang ada pada POLAR akan direkam dan disimpan dengan menggunakan aplikasi ELITE HRV yang telah terhubung dengan POLAR yang telah terpasang pada tubuh responden.

Data gelombang otak yang dideteksi oleh sensor EEG Muse Sensing Headband merupakan data mentah yang akan direkam dan diproses menggunakan aplikasi mind monitor yang telah terhubung dengan Muse. (Nugroho, 2022) dan (Abadi, 2022).

Hasil dan Pembahasan

Hasil

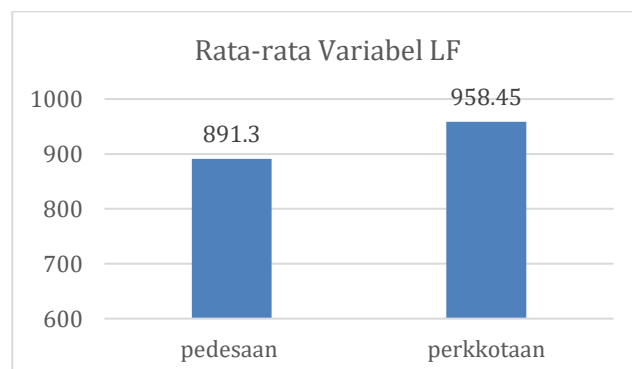
Hasil kuesioner NASA-TLX yang telah di olah pada setiap sekenario dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 1. Rata – rata skor NASA TLX

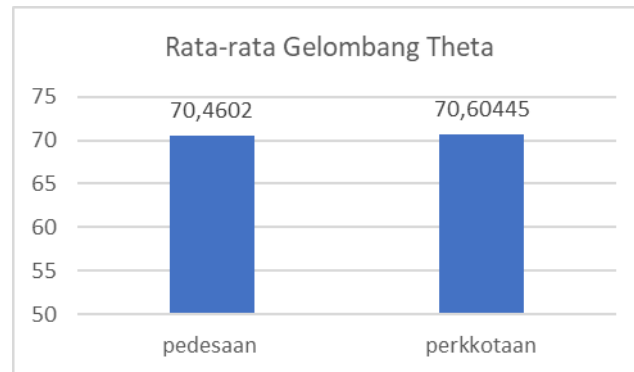
Gelombang alpha sering dikaitkan dengan munculnya beban kerja dan beban kognitif, (Puma et al., 2018). Beberapa penelitian juga mengaitkan meningkatnya theta dan alpha mempengaruhi peningkatan beban kerja mental yang dialami seseorang(Di Flumeri et al., 2018), (Raufi & Longo, 2022) dan (Zokaei et al., 2020). Penelitian ini sejalan dengan (Liu et al., 2023) yang menemukan bahwa aktivitas gelombang alpa meningkat sebagai respon terhadap lingkungan berkendara perkotaan.

Data perekaman detak jantung yang telah diolah menggunakan aplikasi software kubios HRV menghasilkan parameter HRV yakni VLF, LV, HF dan LF/HF Rasio. Parameter yang sering digunakan untuk mengukur aktifitas simpatik dan parasimpatik aktivitas jantung adalah LF(Low Frequency). Nilai LF mencerminkan aktivitas system saraf simpatis dan parasimpatis, serta dapat menunjukkan respon terhadap stress (Dewi, 2020).



Gambar 2. Rata – rata nilai variabel LF

Hasil rekapitulasi sinyal EEG pada skenario lingkungan pedesaan dan skenario lingkungan perkotaan dapat dilihat pada Grafik berikut



Gambar 3. Rata – rata Gelombang Theta

Hasil analisis regresi pada skenario pedesaan disajikan pada tabel berikut

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Uji Regresi pada skenario pedesaan

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	168446,2807	56148,76022	0,41263	0,750185
Residual	6	816452,2193	136075,3699		
Total	9	984898,5			

Hasil analisis regresi pada skenario perkotaan disajikan pada tabel berikut

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji Regresi pada skenario perkotaan

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	33618,85529	11206,2851	0,222096	0,877745
Residual	6	302741,2447	50456,87412		
Total	9	336360,1			

Pembahasan

Hasil uji Regresi Linear Berganda menunjukkan bahwa beban kerja mental baik dari pengukuran yang dilakukan secara subyektif menggunakan Nasa TLX maupun pengukuran beban kerja mental secara obyektif menggunakan pengukuran gelombang otak dan denyut jantung tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap waktu respon dari pengemudi truk saat ditugaskan untuk mendeteksi keberadaan sepeda motor baik pada skenario lingkungan pedesaan maupun pada skenario lingkungan perkotaan.

Berbeda dengan hasil Penelitian yang dilakukan oleh (Traffic, 2023) yang menemukan bahwa peningkatan beban kognitif dapat menyebabkan konsentrasi fiksasi yang lebih tinggi ke arah Tengah jalan yang mengakibatkan menurunnya performa deteksi.

Hampir selaras dengan hal tersebut, penelitian yang dilakukan oleh (Pouliou et al., 2023) juga menemukan bahwa Sebagian pengemudi menunjukkan waktu respon

yang tinggi pada kondisi beban kerja mental yang tinggi. Namun, pouliou juga menemukan bahwa Sebagian pengemudi menunjukkan perilaku kontrol adaptif sehingga mereka dapat mempertahankan kinerjanya walaupun dalam kondisi beban kerja mental yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua pengemudi terpengaruh secara negatif oleh peningkatan beban kerja mental.

Penelitian yang dilakukan oleh (Liang et al., 2024) mendapati bahwa beban kerja mental meningkat seiring dengan lamanya waktu gangguan. Namun, pada waktu tertentu beban kerja mental justru cenderung stabil atau menurun. Hal ini menunjukkan bahwa efek dari gangguan atau distraksi yang mungkin terjadi pada kompleksitas jalan yang padat tidak terus menerus meningkatkan beban kerja mental yang dapat mempengaruhi kinerja pengemudi.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa beban kerja mental pengemudi, baik yang diukur secara subyektif menggunakan kuesioner NASA-TLX maupun secara obyektif melalui pengukuran denyut jantung (HRV) dan sinyal otak (EEG), tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap waktu respon pengemudi truk dalam mendeteksi keberadaan sepeda motor, baik pada kondisi lalu lintas pedesaan maupun perkotaan.

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa meskipun kompleksitas lalu lintas memengaruhi tingkat beban kerja mental, pengaruhnya terhadap waktu respon tidak terbukti signifikan. Hasil ini berbeda dengan beberapa studi terdahulu yang menunjukkan hubungan langsung antara peningkatan beban mental dan penurunan kinerja responsif. Hal ini bisa saja terjadi karena adanya perilaku kontrol adaptif dari pengemudi. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam memahami hubungan antara kondisi lalu lintas, beban mental, dan keselamatan berkendara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pendanaan

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan dan Badan Riset dan Inovasi Nasional melalui Program Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju dengan nomor kontrak B-839/II.7.5/FR.06/5/2023.

Pernyataan Dewan Penilai Institusi

Penelitian ini telah dilaksanakan sesuai dengan pedoman dan peraturan etik yang berlaku dan telah disetujui oleh Komisi Etik Sosial Humaniora-Badan Riset dan Inovasi Nasional (Nomor: 223/KE.01/SK/05/2023, Tanggal Persetujuan: 12 Mei 2023).

Daftar Pustaka

- Abadi, D. F. (2022). *Analisis Pengaruh Mendengarkan Podcast Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan Driving Simulator dan Muse Brain Sensing Headband* (Vol. 7, Issue 8.5.2017). www.aging-us.com
- Dewi, R. S. C. (2020). *Hubungan Antara Beban Kerja Fisik Dan Lingkungan Kerja Fisik Dengan Status Dehidrasi Pada Pekerja Operator Laundry Di Pt. Kasih Karunia Sejati Malang* (Vol. 8, Issue 75). <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798><https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.02.002><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205>
- Di Flumeri, G., Borghini, G., Aricò, P., Sciaraffa, N., Lanzi, P., Pozzi, S., Vignali, V., Lantieri, C., Bichicchi, A., Simone, A., & Babiloni, F. (2018). EEG-based mental workload neurometric to evaluate the impact of different traffic and road conditions in real driving settings. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(December), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00509>
- Geovania Azwar, A. (2021). Analisis Beban Kerja Mental, Beban Kerja Fisik Dan Kantuk Pada Petugas Keamanan Perguruan Tinggi “Abc” Dengan Menggunakan Nasa Tlx Dan Kss. *Jurnal Techno-Socio Ekonomika*, 14(2), 102–112.
- Kabilmiharbi, N., & Khamis, N. K. (2024). Mental Workload and Road Environment Complexity: Subjective Assessments. *Jurnal Kejuruteraan*, 36(1), 317–324. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2024-36\(1\)-29](https://doi.org/10.17576/jkukm-2024-36(1)-29)
- Liang, Z., Wang, Y., Qian, C., Wang, Y., Zhao, C., Du, H., Deng, J., Li, X., & He, Y. (2024). A Driving Simulator Study to Examine the Impact of Visual Distraction Duration from In-Vehicle Displays: Driving Performance, Detection Response, and Mental Workload. *Electronics (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/electronics13142718>
- Liu, R., Qi, S., Hao, S., Lian, G., & Luo, Y. (2023). Using electroencephalography to analyse drivers' different cognitive workload characteristics based on on-road experiment. *Frontiers in Psychology*, 14(April), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1107176>
- Nugroho, B. W. (2022). *Analisis Pengaruh Pengharum Mobil menggunakan Driving Simulator dan MUSE Head Band TUGAS AKHIR Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Nama : Bagus Wahyu Nugroho N.*
- Pouliou, A., Kehagia, F., Poullos, G., Pitsiava-Latinopoulou, M., & Bekiaris, E. (2023). Drivers' Reaction Time and Mental Workload: A Driving Simulation Study. *Transport and Telecommunication*, 24(4), 397–408. <https://doi.org/10.2478/tjt-2023-0031>
- Puma, S., Matton, N., Paubel, P. V., Raufaste, É., & El-Yagoubi, R. (2018). Using theta and alpha band power to assess cognitive workload in multitasking environments. *International Journal of Psychophysiology*, 123(October), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.10.004>
- Raufi, B., & Longo, L. (2022). An Evaluation of the EEG Alpha-to-Theta and Theta-to-Alpha Band Ratios as Indexes of Mental Workload. *Frontiers in Neuroinformatics*, 16(May). <https://doi.org/10.3389/fninf.2022.861967>

Traffic, P. F. (2023). *This is a repository copy of The effect of cognitive load on Detection-Response Task (DRT) performance during day- and night-time driving : a driving simulator study with young and older drivers . White Rose Research Online URL for this paper : Version .*

Zokaei, M., Jafari, M. J., Khosrowabadi, R., Nahvi, A., Khodakarim, S., & Pouyakian, M. (2020). Tracing the physiological response and behavioral performance of drivers at different levels of mental workload using driving simulators. *Journal of Safety Research*, 72(January), 213–223. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2019.12.022>