

A holistic approach to safe and eco-friendly driving in Indonesia from prospective psychology and technology: Literature-based exploration

Received 21 November 2024 Accepted 17 December 2024 Published 20 December 2024

Suryati Mahdalena Sianipar¹, *Charli Sitinjak¹, Daniel Handoko²

¹Psychology Department, Faculty of Humanities, Bina Nusantara University

²Communication Science Department, Faculty of Social and Political Sciences,
University of Muhammadiyah Jakarta

*Corresponding author: charli.sitinjak@binus.ac.id

ABSTRAK

Transportasi merupakan elemen penting dalam kehidupan sehari-hari di Indonesia, mendukung mobilitas, aktivitas ekonomi, dan konektivitas sosial. Namun, urbanisasi yang cepat dan pertumbuhan populasi telah memperburuk tantangan, termasuk kemacetan lalu lintas yang parah, tingginya angka kecelakaan, dan kontribusi besar terhadap emisi karbon. Pendekatan tradisional dalam manajemen transportasi terbukti tidak memadai untuk mengatasi masalah ini. Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi peran wawasan psikologis dan kemajuan teknologi dalam mendorong praktik mengemudi yang lebih aman dan berkelanjutan di Indonesia melalui eksplorasi berbasis literatur. Pengumpulan data dilakukan melalui tinjauan terstruktur terhadap publikasi akademik, laporan, dan studi kasus yang diterbitkan antara tahun 2010 hingga 2023, yang diakses dari sumber seperti Scopus, Google Scholar, dan arsip institusional. Studi relevan diidentifikasi menggunakan kata kunci seperti "mengemudi aman," "psikologi perilaku pengemudi," dan "teknologi transportasi berkelanjutan." Hasil kajian menekankan bahwa faktor psikologis—seperti motivasi, persepsi risiko, dan regulasi emosi—memiliki peran penting dalam memengaruhi perilaku pengemudi. Secara bersamaan, teknologi seperti *Advanced Driver Assistance Systems* (ADAS) dan inovasi *eco-driving* menawarkan solusi praktis untuk meningkatkan keselamatan dan mengurangi dampak lingkungan. Sinergi antara pemahaman psikologis dan aplikasi teknologi menciptakan kerangka kerja yang komprehensif untuk menghadapi tantangan unik transportasi di Indonesia. Kajian ini mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang signifikan, seperti terbatasnya integrasi wawasan perilaku dengan adopsi teknologi dalam konteks Indonesia. Studi ini merekomendasikan intervensi yang disesuaikan, seperti program pelatihan pengemudi berbasis psikologi dan promosi lokal teknologi mengemudi adaptif untuk meningkatkan keselamatan dan keberlanjutan transportasi.

Kata kunci: mengemudi aman, mengemudi berkelanjutan, psikologi, teknologi, perilaku pengemudi

ABSTRACT

Transportation is essential to daily life in Indonesia, supporting mobility, economic activity, and social connectivity. However, rapid urbanization and population growth have intensified challenges, including severe traffic congestion, high accident rates, and substantial contributions to carbon emissions. Traditional approaches to transportation management have proven insufficient to address these issues. This study aims to explore the role of psychological insights and technological advancements in fostering safer and more sustainable driving practices in Indonesia through a literature-based exploration. Data collection involved a structured review of academic publications, reports, and case studies published between 2010 and 2023, accessed from sources such as Scopus, Google Scholar, and institutional archives. Relevant studies were identified using keywords like "safe driving," "psychology of driver behavior," and "sustainable transportation technologies. The findings emphasize that psychological factors—such as motivation, risk perception, and emotional regulation—play a pivotal role in influencing driver behavior. In parallel, technologies like Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) and eco-driving innovations offer practical solutions to enhance safety and reduce environmental impacts. The synergy between psychological understanding and technological applications creates a comprehensive framework for addressing Indonesia's unique transportation challenges. This review identifies significant research gaps, such

as the limited integration of behavioral insights with technology adoption in Indonesian contexts. The study recommends tailored interventions, such as psychology-informed driver training programs and localized promotion of adaptive driving technologies, to improve transportation safety and sustainability outcomes.

Keywords: driver behavior, psychology, safe driving, sustainable driving, technology

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu elemen vital dalam kehidupan masyarakat Indonesia, memainkan peran kunci dalam mendukung mobilitas, perekonomian, dan konektivitas sosial (Syaputra et al., 2024). Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia menghadapi tantangan unik dalam menyediakan infrastruktur transportasi yang aman, efisien, dan berkelanjutan (Budisiswanto, 2022). Di tengah pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang pesat, tekanan terhadap sistem transportasi menjadi semakin besar. Fenomena seperti kemacetan parah, tingginya angka kecelakaan lalu lintas, dan kontribusi transportasi terhadap emisi karbon menunjukkan bahwa pendekatan tradisional dalam manajemen transportasi tidak lagi memadai.

Data dari Kepolisian Republik Indonesia pada tahun 2023 mencatat lebih dari 100.000 kecelakaan lalu lintas setiap tahun, dengan korban jiwa mencapai lebih dari 20.000 (Wirawan & Marwanto, 2021). Tingginya angka kecelakaan ini tidak hanya menimbulkan kerugian ekonomi yang besar, tetapi juga menimbulkan dampak sosial yang signifikan. Selain itu, sektor transportasi menjadi salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca (GHG), mencapai sekitar 23% dari total emisi karbon di Indonesia. Di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung, polusi udara akibat transportasi telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Pemerintah Indonesia telah menetapkan target ambisius untuk mencapai netralitas karbon pada tahun 2060, namun pencapaian target ini membutuhkan transformasi mendasar dalam sektor transportasi.

Dalam konteks ini, konsep mengemudi aman dan berkelanjutan menjadi sangat relevan. Mengemudi aman berfokus pada upaya mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas melalui pengembangan perilaku dan kebiasaan mengemudi yang lebih bertanggung jawab. Di sisi lain, mengemudi berkelanjutan menekankan pada efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan adopsi teknologi ramah lingkungan. Untuk mencapai kedua tujuan ini, diperlukan pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan psikologi dan teknologi. Psikologi memainkan peran penting dalam memahami perilaku pengemudi, mulai dari faktor-faktor yang memengaruhi pengambilan keputusan hingga bagaimana mereka merespons tekanan di jalan (Napitu et al., 2020). Misalnya, penelitian psikologi telah menunjukkan bahwa faktor seperti manajemen stres, persepsi risiko, dan motivasi intrinsik dapat memengaruhi perilaku mengemudi secara signifikan. Pemahaman ini dapat digunakan untuk merancang intervensi yang lebih efektif, seperti kampanye keselamatan lalu lintas, pelatihan pengemudi berbasis psikologi, atau program modifikasi perilaku untuk mengurangi agresivitas di jalan (Joddy et al., 2022).

Di sisi lain, teknologi cerdas telah menawarkan berbagai solusi inovatif untuk mendukung keselamatan dan keberlanjutan dalam berkendara. Sistem bantuan pengemudi (ADAS), misalnya, dapat membantu pengemudi dalam menghindari kecelakaan melalui fitur seperti pengereman otomatis, deteksi titik buta, dan peringatan tabrakan (Nandavar et al., 2023; Wood et al., 2024). Selain itu, aplikasi navigasi yang dilengkapi dengan analisis data *real-time* dapat membantu mengurangi kemacetan dan konsumsi bahan bakar. Namun, keberhasilan adopsi teknologi ini sangat bergantung pada bagaimana pengemudi menerima dan menggunakannya, yang kembali berkaitan dengan faktor psikologis seperti persepsi kemudahan penggunaan, kepercayaan terhadap teknologi, dan sikap terhadap inovasi.

Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi peran psikologi dan teknologi dalam menciptakan ekosistem transportasi yang lebih aman dan berkelanjutan di Indonesia. Dengan menyoroti tantangan yang dihadapi dalam konteks lokal, artikel ini menawarkan tinjauan kritis terhadap pendekatan-pendekatan yang dapat diadopsi untuk meningkatkan kinerja pengemudi, mengurangi

kecelakaan, dan mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Selain itu, artikel ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi area-area di mana integrasi psikologi dan teknologi dapat memberikan dampak yang signifikan, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Urgensi kajian ini tidak hanya terletak pada besarnya tantangan transportasi di Indonesia, tetapi juga pada kebutuhan untuk menciptakan solusi yang tidak hanya teknis tetapi juga relevan secara sosial dan psikologis. Dengan pendekatan yang komprehensif, diharapkan hasil dari kajian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan kebijakan transportasi, peningkatan keselamatan jalan, dan pencapaian target keberlanjutan nasional.

METODE

Pendekatan penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menyintesis literatur yang relevan mengenai peran psikologi dan teknologi dalam keselamatan dan keberlanjutan berkendara di Indonesia. Proses tinjauan melibatkan empat langkah, yaitu (1) identifikasi literatur, yaitu penelusuran dilakukan melalui basis data ilmiah seperti Scopus, PubMed, dan Google Scholar menggunakan kata kunci seperti "mengemudi aman", "teknologi kendaraan", "psikologi pengemudi", dan "keberlanjutan transportasi", (2) kriteria inklusi dan eksklusi, artikel yang dipublikasikan antara tahun 2010 hingga 2023, berbahasa Inggris atau Indonesia, dan relevan dengan tema penelitian dimasukkan dalam tinjauan. Studi yang bersifat teoritis atau empiris diterima, sedangkan artikel opini dan berita dikeluarkan, (3) analisis data, literatur yang dipilih dianalisis menggunakan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi pola, tren, dan kesenjangan penelitian yang ada, dan (4) sintesis, temuan-temuan dari berbagai sumber disintesis untuk merumuskan implikasi praktis dan rekomendasi kebijakan terkait keselamatan jalan dan praktik berkendara berkelanjutan.

Pendekatan ini memastikan bahwa kajian yang dihasilkan didasarkan pada bukti yang kuat dan relevan dengan konteks lokal.

PSIKOLOGI DAN TEKNOLOGI DALAM MENGENAL AMAN: MEMAHAMI RISIKO DAN SOLUSI

Psikologi dan teknologi memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan keselamatan berkendara. Psikologi membantu memahami perilaku pengemudi, termasuk faktor-faktor emosional, kognitif, dan sosial yang memengaruhi keputusan mereka di jalan. Pengetahuan ini memungkinkan pengembangan intervensi berbasis perilaku, seperti pelatihan pengemudi untuk mengurangi stres dan agresivitas. Di sisi lain, teknologi canggih, seperti Sistem Bantuan Pengemudi Lanjutan (ADAS), memberikan solusi praktis dengan fitur seperti pengereman otomatis dan peringatan tabrakan, yang secara langsung mengurangi risiko kecelakaan. Integrasi psikologi dan teknologi menciptakan pendekatan holistik untuk mengatasi tantangan dalam mengemudi yang aman dan berkelanjutan.

Kecepatan berkendara yang berlebihan secara konsisten diidentifikasi sebagai faktor utama yang meningkatkan risiko dan keparahan kecelakaan lalu lintas. Penelitian menunjukkan bahwa berkendara melebihi batas kecepatan yang ditentukan atau melaju terlalu cepat dalam kondisi jalan tertentu berkontribusi besar terhadap kecelakaan. Sebagai contoh, di Inggris, pada tahun 2005, perilaku ini terkait dengan 15% dari total kecelakaan lalu lintas (Clarke et al., 2010). Penurunan kecepatan, sebaliknya, dapat secara signifikan mengurangi kecelakaan; sebuah penelitian menunjukkan bahwa mengurangi rata-rata kecepatan sebesar 1 mph dapat mengurangi frekuensi kecelakaan hingga 5% (De Winter & Dodou, 2012b). Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan dan kecelakaan bersifat eksponensial, di mana kenaikan kecepatan sebesar 10% dapat meningkatkan frekuensi kecelakaan dengan cedera hingga 26%, dan kecelakaan fatal atau serius hingga 30% (Af Wåhlberg et al., 2015).

Namun, penting untuk membedakan antara kecepatan absolut (seperti batas kecepatan yang ditetapkan) dan kecepatan yang tidak sesuai dengan kondisi jalan. Jalan-jalan dengan batas kecepatan tinggi, seperti jalan tol, umumnya memiliki tingkat kecelakaan yang lebih rendah, tetapi berkendara dengan kecepatan tinggi di kawasan perkotaan—terutama yang melibatkan banyak pengguna jalan rentan seperti pejalan kaki—membawa risiko yang lebih besar. Sebagai contoh,

penelitian menunjukkan bahwa risiko cedera fatal pada pejalan kaki yang tertabrak oleh kendaraan yang melaju dengan kecepatan 50 km/jam adalah sekitar sepuluh kali lebih tinggi dibandingkan jika kendaraan tersebut melaju pada 30 km/jam (Af Wählberg & Dorn, 2012). Bahkan, peluang kelangsungan hidup pejalan kaki yang tertabrak kendaraan semakin menurun drastis ketika kecepatan kendaraan mencapai 50 hingga 60 km/jam.

Selain kecepatan, berbagai faktor lain, seperti distribusi kecepatan, perilaku akselerasi dan deselerasi, serta jarak antar kendaraan, turut memengaruhi tingkat risiko kecelakaan. Analisis berbasis psikologi menunjukkan bahwa persepsi risiko pengemudi dan kemampuan mereka untuk mengatur kecepatan dalam situasi berbahaya adalah kunci untuk mengurangi insiden ini. Sistem bantuan berbasis teknologi, seperti peringatan jarak aman dan kontrol kecepatan adaptif, dapat membantu pengemudi mempertahankan perilaku berkendara yang lebih aman.

Mengemudi agresif, yang mencakup perilaku disengaja yang meningkatkan risiko kecelakaan, sering kali dipicu oleh ketidaksabaran, gangguan, atau kemarahan. Perilaku ini meliputi tindakan seperti menempel terlalu dekat pada kendaraan di depan (*tailgating*), berpindah jalur secara tiba-tiba, atau melanggar lampu merah. Menurut laporan National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), sekitar 56% dari kecelakaan fatal antara tahun 2003 dan 2007 melibatkan perilaku yang terkait dengan mengemudi agresif (De Winter & Dodou, 2012a). Meskipun sulit untuk mengukur secara tepat dampak dari mengemudi agresif terhadap kecelakaan, kecelakaan yang melibatkan dua atau lebih tindakan agresif sekaligus lebih sering terjadi dan menunjukkan pola perilaku yang disengaja. Misalnya, kecelakaan yang melibatkan lebih dari satu tindakan agresif berkontribusi sebesar 8,4% dari total kecelakaan. Pencatatan "*Road Rage*" atau "*Aggressive Driving*" dalam sistem pelaporan kecelakaan di AS juga menunjukkan perhatian terhadap perilaku ini, meskipun jumlah kecelakaan fatal yang dicatat dengan kode ini masih sangat rendah (0,2%).

MENGEMUDI RAMAH LINGKUNGAN: PERAN PSIKOLOGI DAN TEKNOLOGI DALAM EFISIENSI DAN PENGURANGAN EMISI

Dalam konteks mengemudi ramah lingkungan, penelitian lebih sering berfokus pada dampak gaya berkendara terhadap efisiensi bahan bakar dan pengurangan emisi daripada dampaknya pada keselamatan berkendara. Hal ini tidak terlepas dari pengaruh besar psikologi pengemudi, yang mempengaruhi keputusan mereka mengenai kecepatan, akselerasi, dan perilaku berkendara lainnya. Psikologi membantu memahami motivasi dan hambatan yang dihadapi pengemudi dalam mengadopsi teknik berkendara yang lebih ramah lingkungan, seperti persepsi tentang kenyamanan atau waktu perjalanan, yang sering kali bertentangan dengan kebutuhan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar. Teknologi, di sisi lain, menawarkan solusi praktis untuk mendukung pengemudi dalam mengadopsi perilaku berkendara yang lebih efisien dan ramah lingkungan, melalui fitur-fitur seperti sistem navigasi yang mengoptimalkan rute dan teknologi *eco-driving* yang memberikan umpan balik *real-time* tentang gaya berkendara. Integrasi psikologi dan teknologi ini menciptakan pendekatan yang lebih efektif dalam mengurangi emisi dan meningkatkan efisiensi bahan bakar.

Salah satu konsep utama dalam mengemudi ramah lingkungan adalah pengurangan konsumsi bahan bakar dan emisi. Penelitian menunjukkan bahwa meminta pengemudi untuk mengemudi secara ekonomis dapat mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 10–15% (De Winter & Dodou, 2010). Psikologi di balik ini berfokus pada bagaimana instruksi untuk mengemudi lebih efisien sering kali diterjemahkan oleh pengemudi sebagai pengurangan kecepatan. Sebagai contoh, Anable dan Bristow (2007) memperkirakan bahwa penegakan batas kecepatan 70 mph di jalan raya di Inggris dapat menghemat sekitar satu juta ton karbon per tahun, sementara pengurangan batas kecepatan menjadi 60 mph hampir menggandakan penghematan tersebut menjadi 1,88 juta ton karbon. Namun, pengurangan kecepatan saja tidak cukup untuk memaksimalkan efisiensi bahan bakar. Teknologi seperti sistem kontrol kecepatan adaptif dan perangkat pemantauan konsumsi bahan bakar dapat memberikan umpan balik *real-time* yang memotivasi pengemudi untuk mengubah perilaku mereka secara lebih konsisten, yang didorong oleh pemahaman psikologis tentang pengaruh emisi dan biaya bahan bakar terhadap kehidupan sehari-hari mereka.

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa efisiensi bahan bakar maksimum tercapai pada kecepatan antara 60–80 km/jam, di mana keseimbangan optimal antara resistansi jalan dan hambatan angin tercapai (Gimpel et al., 2022; Huang et al., 2018). Kecepatan ini dipengaruhi oleh faktor psikologis pengemudi, termasuk persepsi mereka terhadap waktu tempuh dan kenyamanan berkendara. Pengemudi cenderung merasa tertekan untuk mencapai tujuan lebih cepat, yang menyebabkan mereka mengabaikan teknik mengemudi yang lebih efisien. Teknologi kendaraan modern yang dilengkapi dengan sistem umpan balik mengenai kecepatan dan konsumsi bahan bakar dapat membantu mengubah persepsi ini dengan memberi tahu pengemudi secara langsung bagaimana kecepatan mereka memengaruhi efisiensi bahan bakar.

Selain kecepatan, faktor-faktor lain seperti akselerasi dan deselerasi juga memengaruhi konsumsi bahan bakar dan emisi. Penelitian menunjukkan bahwa menghindari akselerasi berat, mengurangi kebutuhan daya tinggi, dan menjaga kecepatan mesin tetap rendah adalah kunci dalam mengoptimalkan efisiensi bahan bakar (Stabile et al., 2023; Stephens, 2022). Psikologi di balik perilaku ini menunjukkan bahwa pengemudi sering kali terdorong oleh dorongan emosional atau kebiasaan untuk mempercepat secara tiba-tiba. Teknologi kendaraan, seperti sistem bantuan pengemudi yang mendeteksi akselerasi yang berlebihan atau pemberhentian yang tidak perlu, dapat memberikan peringatan kepada pengemudi untuk mengurangi dampak negatif terhadap efisiensi bahan bakar.

Sebuah laporan oleh *Commission for Integrated Transport* di Inggris (Tu et al., 2022) mengutip hasil dari studi satu tahun di Belanda yang menunjukkan bahwa pengemudi yang mengadopsi gaya berkendara ramah lingkungan mengonsumsi 7% lebih sedikit bahan bakar. Teknik yang digunakan termasuk menghindari pemberhentian yang tidak perlu dan mengurangi tingkat deselerasi. Teknologi kendaraan yang dapat mendeteksi pengemudi yang mengabaikan teknik *eco-driving* ini berpotensi memberikan umpan balik langsung, yang mengarah pada perubahan perilaku jangka panjang. Dalam penelitian Xu et al. (2021), dua respons utama terlihat ketika pengemudi diminta untuk meminimalkan konsumsi bahan bakar: mengurangi kecepatan dan akselerasi, serta meminimalkan pemberhentian. Penghematan bahan bakar masing-masing mencapai 6,4% untuk strategi pengurangan kecepatan dan 13,9% untuk kelompok yang meminimalkan pemberhentian. Teknologi yang memberi umpan balik secara *real-time* kepada pengemudi mengenai strategi ini dapat membantu mereka mengadopsi perilaku yang lebih ramah lingkungan.

Strategi ini juga memiliki dampak yang berbeda terhadap waktu perjalanan; waktu perjalanan meningkat 8,2% untuk kelompok pengurangan kecepatan, tetapi hanya 1,5% untuk kelompok yang meminimalkan pemberhentian. Tu et al. (2022) memberikan gambaran luas terhadap mengemudi ramah lingkungan, meliputi merencanakan perjalanan untuk menghindari pemberhentian, menggunakan kecepatan mesin moderat dan akselerasi stabil untuk mempertahankan kecepatan konstan, mengganti gigi ke atas secepat mungkin dengan akselerasi yang positif tetapi tidak berat, menghindari pengereman mendadak, dan menggunakan pengereman mesin untuk deselerasi yang halus.

Pendekatan ini menunjukkan bahwa mengemudi ramah lingkungan tidak hanya mendukung efisiensi bahan bakar, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap keselamatan, efisiensi waktu perjalanan, dan pengurangan emisi karbon.

Dengan mempertimbangkan aspek psikologis dan teknologi, kita dapat merancang intervensi yang lebih efektif dalam meningkatkan keberhasilan *eco-driving*. Teknologi dapat memotivasi pengemudi untuk mempertahankan perilaku berkendara ramah lingkungan melalui umpan balik langsung yang dipersonalisasi, sementara pendekatan psikologis, seperti peningkatan kesadaran dan modifikasi sikap, dapat memperkuat niat pengemudi untuk mengadopsi teknik tersebut dalam jangka panjang.

MENGENAL AMAN VS. MENGENAL RAMAH LINGKUNGAN: FAKTOR-FAKTOR PSIKOLOGIS DAN TEKNOLOGI YANG MEMPENGARUHI

Sejauh ini, kita telah melihat beberapa kesamaan antara perilaku pengemudi yang berfokus pada keselamatan dan yang mengutamakan ramah lingkungan, tetapi juga ada perbedaan signifikan yang perlu diperhatikan. Kecepatan, misalnya, merupakan faktor penting untuk keselamatan berkendara, namun pengaruhnya terhadap efisiensi bahan bakar dan emisi relatif lebih kecil meskipun tetap ada. Sebaliknya, akselerasi lebih terkait dengan mengemudi ramah lingkungan, meskipun hal ini juga berpengaruh terhadap keselamatan (Lin & Wang, 2022). Dalam kedua kasus ini, faktor psikologis dan teknologi memainkan peran kunci dalam mempengaruhi perilaku pengemudi. Psikologi pengemudi, seperti motivasi, kontrol diri, dan persepsi risiko, dapat mempengaruhi cara mereka menyesuaikan kecepatan dan gaya berkendara mereka, baik untuk tujuan keselamatan maupun keberlanjutan.

Namun, meskipun ada banyak kesamaan, beberapa teknik yang mendukung mengemudi ramah lingkungan dapat berdampak negatif terhadap keselamatan. Sebagai contoh, menghindari pengereman untuk mempertahankan kecepatan konstan dapat mengurangi jarak aman antar kendaraan, sementara mengemudi di gigi tertinggi dapat mengganggu kontrol kendaraan. Teknologi, seperti sistem bantuan pengemudi yang mendeteksi akselerasi berlebihan atau memberikan umpan balik mengenai jarak aman, dapat membantu mengatasi tantangan ini, memungkinkan pengemudi untuk menjaga keseimbangan antara mengemudi aman dan ramah lingkungan. Teknologi ini juga dapat memitigasi potensi bahaya dari teknik seperti *drafting* (mengikuti kendaraan besar dengan jarak sangat dekat untuk mengurangi hambatan angin), yang berisiko sangat berbahaya.

Menurut Martín-delosReyes et al. (2019), berbagai faktor yang terkait dengan kendaraan, lingkungan, dan pengemudi dapat mempengaruhi keselamatan dan efisiensi bahan bakar. Meskipun terdapat beberapa konflik antara tujuan keselamatan dan ramah lingkungan, secara keseluruhan, pengemudi yang aman cenderung juga ramah lingkungan. Mereka memiliki ciri-ciri seperti antisipasi yang baik, kelancaran dalam berkendara, dan pengelolaan kecepatan yang bijaksana. Karakteristik mengemudi yang cerdas ini dapat dipengaruhi oleh faktor psikologis dan teknologi, yang tercermin dalam program pelatihan pengemudi seperti yang ditawarkan oleh *Institute of Advanced Motorists* (IAM) di Inggris. Pendekatan IAM, yang menggunakan adaptasi dari sistem kontrol mobil polisi (Haghani et al., 2021), berfokus pada prosedur konsisten yang mencakup informasi, posisi, kecepatan, gigi, dan akselerasi.

Studi yang dilakukan oleh Abdulwahid et al. (2022) menemukan bahwa pelatihan IAM meningkatkan keterampilan, pengetahuan, dan sikap pengemudi, yang tidak hanya mengurangi frekuensi pelanggaran lalu lintas tetapi juga kecelakaan dan tingkat keparahannya. Lebih jauh lagi, sistem yang dirancang untuk mengintegrasikan prinsip keselamatan dengan kepekaan terhadap prinsip mengemudi ramah lingkungan, seperti proyek *Foot-LITE*, dapat membantu pengemudi mengadaptasi perilaku yang lebih aman dan lebih hemat energi.

Bukti lebih lanjut mengenai keterkaitan antara keselamatan dan mengemudi ramah lingkungan dapat ditemukan dalam penelitian tentang pelatihan pengemudi ramah lingkungan. Penelitian ini biasanya mendorong gaya berkendara yang lebih halus, berfokus pada prinsip-prinsip psikologis dan teknologi untuk meningkatkan keselamatan sekaligus efisiensi bahan bakar. Misalnya, Berge et al. (2024) mencatat penurunan sekitar 35% dalam tingkat kecelakaan setelah pelatihan mengemudi ramah lingkungan, serta pengurangan konsumsi bahan bakar (11%) dan emisi (23-50%). Teknologi yang memberikan umpan balik *real-time* kepada pengemudi mengenai gaya berkendara mereka, seperti yang ditemukan dalam sistem *Foot-LITE*, memainkan peran penting dalam mempertahankan perubahan perilaku jangka panjang yang mendukung kedua tujuan tersebut.

Namun, meskipun pelatihan pengemudi dapat memberikan manfaat untuk keselamatan dan lingkungan, ada yang berpendapat bahwa efek positif pelatihan ini bisa memudar seiring waktu. Pengemudi sering kali lupa atau kurang termotivasi untuk mempertahankan aspek-aspek gaya mengemudi tersebut (Papadimitriou et al., 2022; Sagberg et al., 2015). Sebaliknya, teknologi yang

memberikan umpan balik waktu nyata, seperti sistem peringatan pengereman mendadak yang diusulkan oleh Yoshida et al. (2015), dapat meningkatkan dan mempertahankan manfaat ini. Umpan balik ini membantu pengemudi beradaptasi dengan teknik mengemudi yang lebih aman dan ramah lingkungan, mempercepat reaksi mereka terhadap perubahan kondisi jalan, serta meningkatkan efisiensi bahan bakar. Secara keseluruhan, faktor psikologis dan teknologi memainkan peran sentral dalam mempengaruhi perilaku pengemudi dalam konteks keselamatan dan keberlanjutan. Pendekatan yang memadukan pelatihan berbasis psikologi dengan teknologi canggih dapat menghasilkan perubahan yang lebih efektif dan berkelanjutan dalam mengemudi yang aman dan ramah lingkungan.

FAKTOR PSIKOLOGIS YANG MEMBERIKAN PENGARUH BESAR DALAM KEBERLANJUTAN TRANSPORTASI DI Indonesia

Selain faktor teknis dan perilaku fisik dalam mengemudi aman dan ramah lingkungan, faktor psikologis juga memainkan peran penting dalam menentukan kualitas berkendara. Faktor psikologis ini mencakup motivasi pengemudi, pengendalian diri, persepsi risiko, dan sikap terhadap keselamatan serta lingkungan.

Motivasi dan Pengendalian Diri

Motivasi pengemudi untuk berperilaku dengan cara yang lebih aman dan ramah lingkungan sangat dipengaruhi oleh sikap mereka terhadap keselamatan dan keberlanjutan (Rothengatter & Vaya, 1997). Pengemudi yang memiliki kesadaran tinggi tentang dampak buruk polusi dan kecelakaan jalan cenderung lebih termotivasi untuk mengubah kebiasaan mengemudi mereka demi kebaikan bersama (Borhani et al., 2023; Brady et al., 2021; Muntingh, 2007). Pengendalian diri yang baik juga berperan dalam mengatur perilaku di jalan, misalnya menghindari dorongan untuk mengemudi terlalu cepat atau terlalu agresif, yang berpotensi membahayakan keselamatan serta meningkatkan emisi.

Penelitian menunjukkan bahwa pengemudi yang memiliki tingkat pengendalian diri yang lebih tinggi lebih mungkin untuk mengadopsi teknik mengemudi ramah lingkungan, seperti memperlambat kecepatan secara bertahap dan menghindari akselerasi mendadak (Cestac et al., 2011; Gonzalez et al., 2020; Rudin-Brown & Parker, 2004). Sebaliknya, pengemudi yang kurang dapat mengendalikan dorongan mereka untuk mengemudi dengan cepat atau beragresif dapat mengabaikan teknik-teknik ini, bahkan jika mereka tahu bahwa perilaku tersebut berbahaya atau merusak lingkungan (Obo et al., 2021; Yoshida et al., 2015).

Persepsi Risiko

Persepsi risiko adalah salah satu faktor psikologis utama yang memengaruhi keputusan pengemudi di jalan (Ni et al., 2020; Sivak et al., 1989). Pengemudi yang memiliki persepsi risiko yang lebih rendah cenderung lebih cenderung mengambil risiko, baik dalam hal keselamatan maupun lingkungan (Machado-León et al., 2016). Mereka mungkin tidak terlalu mempertimbangkan konsekuensi dari kecepatan tinggi, akselerasi yang cepat, atau pengereman mendadak, yang semuanya dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan konsumsi bahan bakar. Sebaliknya, pengemudi yang memiliki persepsi risiko yang lebih tinggi cenderung lebih berhati-hati, mematuhi batas kecepatan, dan menerapkan teknik mengemudi yang lebih efisien untuk menghindari dampak negatif tersebut (Frey, 2021; Vu et al., 2023).

Peningkatan kesadaran akan risiko yang terkait dengan perilaku mengemudi yang berbahaya atau tidak ramah lingkungan dapat membantu memperkuat niat pengemudi untuk mengadopsi gaya mengemudi yang lebih aman dan lebih hemat energi. Pendidikan tentang bahaya kecepatan tinggi, pengemudi agresif, dan pengemudi yang tidak memperhatikan faktor lingkungan dapat mengubah persepsi risiko pengemudi dan mendorong mereka untuk melakukan perubahan yang lebih positif dalam gaya berkendara mereka.

Sikap terhadap Keselamatan dan Lingkungan

Sikap pengemudi terhadap keselamatan dan lingkungan juga berperan besar dalam menentukan apakah mereka akan mengadopsi perilaku mengemudi ramah lingkungan atau tidak (Bohm & Harris, 2010; Van Treese et al., 2018). Pengemudi yang memiliki sikap positif terhadap keselamatan jalan dan peduli terhadap lingkungan lebih cenderung untuk menerapkan teknik mengemudi yang mendukung tujuan tersebut. Sebaliknya, pengemudi yang lebih mementingkan kenyamanan atau efisiensi waktu mungkin lebih cenderung untuk mengabaikan faktor keselamatan dan lingkungan, memilih untuk mengemudi lebih cepat atau lebih agresif meskipun tahu itu tidak efisien atau berbahaya.

Sikap ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk nilai pribadi, pendidikan, pengaruh sosial, dan pengalaman sebelumnya (Cai et al., 2016; Liu et al., 2017). Misalnya, pengemudi yang telah mengalami atau menyaksikan kecelakaan bisa lebih waspada dan cenderung mengemudi lebih hati-hati. Di sisi lain, pengemudi yang lebih terpapar informasi atau kampanye yang menekankan pentingnya keberlanjutan dan mengurangi emisi bisa lebih cenderung untuk beralih ke praktik mengemudi yang ramah lingkungan.

Emosi dan Stres

Emosi pengemudi juga memiliki dampak signifikan terhadap perilaku mereka di jalan (Mou et al., 2021). Stres, kecemasan, atau frustrasi dapat memicu pengemudi untuk mengemudi secara agresif atau terburu-buru, yang berpotensi meningkatkan kecelakaan dan konsumsi bahan bakar (Lee et al., 2017; Rebolledo-Mendez et al., 2014). Misalnya, pengemudi yang merasa tertekan atau marah mungkin lebih cenderung untuk menekan pedal gas lebih keras atau melakukan pengereman mendadak, yang keduanya dapat memperburuk efisiensi bahan bakar dan meningkatkan risiko kecelakaan. Sebaliknya, pengemudi yang lebih tenang dan tidak terburu-buru lebih mungkin untuk mengemudi dengan hati-hati dan lebih efisien (Ni et al., 2020).

Program pelatihan atau intervensi yang fokus pada manajemen stres di jalan atau pengembangan keterampilan pengendalian emosi dapat membantu pengemudi untuk lebih terkendali dalam menghadapi situasi yang dapat meningkatkan agresivitas berkendara mereka, sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap keselamatan dan lingkungan.

Kepercayaan pada Teknologi dan Umpan Balik

Kepercayaan pengemudi terhadap teknologi dan kemampuan umpan balik untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi berkendara juga memainkan peran penting (Khan et al., 2012; Wintersberger et al., 2017). Teknologi seperti sistem peringatan pengereman mendadak atau sistem umpan balik konsumsi bahan bakar dapat meningkatkan kesadaran pengemudi akan gaya berkendara mereka dan mendorong mereka untuk mengemudi dengan cara yang lebih aman dan lebih efisien. Penelitian menunjukkan bahwa pengemudi yang menerima umpan balik secara langsung mengenai perilaku mereka, baik itu terkait dengan keselamatan atau efisiensi bahan bakar, cenderung lebih sadar akan cara mereka mengemudi dan lebih cenderung untuk melakukan perubahan positif dalam perilaku mereka (Bérubé et al., 2024; Mackay et al., 2020).

Selain itu, penggunaan teknologi yang dapat membantu mengemudi dengan cara yang lebih efisien, seperti sistem navigasi yang menunjukkan rute terpendek atau menghindari kemacetan, dapat memberikan keuntungan ganda—meningkatkan efisiensi bahan bakar sekaligus mengurangi tingkat stres pengemudi (Donmez et al., 2008; Lazo & Ebarido, 2023; Roberts et al., 2012).

Faktor psikologis memainkan peran yang sangat penting dalam mengemudi yang aman dan ramah lingkungan. Motivasi internal, persepsi risiko, sikap terhadap keselamatan dan lingkungan, emosi, serta kepercayaan terhadap teknologi adalah elemen-elemen yang dapat memengaruhi keputusan pengemudi di jalan. Untuk mencapai tujuan keselamatan dan keberlanjutan, penting bagi program pelatihan dan kebijakan untuk mempertimbangkan aspek-aspek psikologis ini, agar pengemudi tidak hanya diberi pengetahuan teknis tetapi juga termotivasi secara psikologis untuk mengadopsi gaya mengemudi yang lebih baik.

RINGKASAN DAN KESIMPULAN

Tinjauan literatur ini membahas berbagai faktor yang saling berkaitan dan berbeda dalam mengemudi yang aman dan ramah lingkungan (*green driving*), dengan fokus utama pada perilaku pengemudi, dampak lingkungan, serta faktor psikologis yang mempengaruhi kebiasaan berkendara.

Persamaan dan perbedaan perilaku mengemudi yang aman dan ramah lingkungan (a) secara umum, mengemudi yang aman dan ramah lingkungan memiliki banyak kesamaan dalam hal karakteristik perilaku pengemudi, seperti mengemudi dengan halus, kecepatan yang bijaksana, dan kemampuan untuk mengantisipasi situasi di jalan. Semua faktor ini berkontribusi pada peningkatan keselamatan jalan serta pengurangan konsumsi bahan bakar dan emisi, (b) meskipun ada kesamaan, ada juga perbedaan penting. Kecepatan sangat penting untuk menjaga keselamatan, namun untuk efisiensi bahan bakar dan pengurangan emisi, kecepatan menjadi faktor yang lebih relevan. Teknik mengemudi ramah lingkungan, seperti mempertahankan kecepatan konstan dan berkendara di gigi tertinggi, dapat berisiko bagi keselamatan pengemudi dengan mengurangi jarak aman atau kontrol kendaraan, dan (c) penelitian menunjukkan bahwa kebiasaan mengemudi yang aman juga sering kali mengarah pada kebiasaan mengemudi yang ramah lingkungan, dan sebaliknya. Namun, beberapa praktik mengemudi yang ramah lingkungan, seperti '*drafting*' (mengikuti kendaraan besar untuk mengurangi hambatan udara), dapat sangat berbahaya.

Program pelatihan pengemudi (a) program pelatihan pengemudi, seperti yang ditawarkan oleh *Institute of Advanced Motorists* (IAM) di Inggris, menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan pengemudi dapat memperbaiki keselamatan dan efisiensi bahan bakar. Program yang berfokus pada eco-driving, seperti pelatihan mengemudi ramah lingkungan untuk armada van, menunjukkan penurunan tingkat kecelakaan dan konsumsi bahan bakar, yang menekankan manfaat dari pelatihan semacam ini, (b) namun, efek positif dari pelatihan ini dapat berkurang seiring waktu, yang menyebabkan perlunya umpan balik yang berkelanjutan atau nasihat secara *real-time* untuk mempertahankan manfaat tersebut. Sistem dalam mobil seperti *Foot-LITE* dapat memberikan solusi untuk memberikan umpan balik kepada pengemudi, membantu mereka untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam berkendara.

Faktor psikologis seperti motivasi, kontrol diri, persepsi risiko, dan sikap terhadap keselamatan serta lingkungan, memiliki pengaruh besar terhadap perilaku mengemudi. Pengemudi yang termotivasi oleh kepedulian lingkungan atau yang memiliki tingkat kontrol diri yang tinggi lebih cenderung mengadopsi kebiasaan mengemudi yang aman dan ramah lingkungan. Persepsi risiko juga memegang peranan penting, karena pengemudi yang merasakan risiko lebih tinggi cenderung mengemudi dengan lebih hati-hati dan efisien. Selain itu, sikap terhadap keselamatan dan lingkungan, serta kondisi emosional seperti stres dan frustrasi, dapat mendorong atau menghambat kebiasaan mengemudi yang aman dan ramah lingkungan.

Teknologi yang memberikan umpan balik secara *real-time*, seperti sistem peringatan pengereman mendadak atau monitor konsumsi bahan bakar, dapat mempengaruhi perilaku mengemudi dengan mendorong pengemudi untuk mengemudi lebih halus, aman, dan efisien dalam hal bahan bakar. Namun, sangat penting untuk mendesain teknologi ini dengan mempertimbangkan beban tugas pengemudi, agar tidak menyebabkan gangguan yang dapat merugikan keselamatan. Teknologi yang baik harus dapat memberikan umpan balik yang berguna tanpa mengalihkan perhatian pengemudi dari jalan.

Dari tinjauan ini, beberapa tantangan utama yang diidentifikasi adalah konflik antara beberapa teknik ramah lingkungan dan keselamatan. Namun, integrasi pelatihan, wawasan psikologis, dan teknologi dapat mengatasi tantangan ini.

Untuk implementasi, beberapa langkah konkret yang dapat diambil oleh pihak terkait, yaitu (1) *pemerintah dan pembuat kebijakan* bisa mengembangkan kebijakan yang mendukung penggunaan teknologi ADAS secara luas, seperti subsidi untuk kendaraan dengan fitur keselamatan canggih, dan menerapkan kampanye kesadaran publik yang mengedukasi pengemudi tentang hubungan antara keselamatan dan ramah lingkungan, (2) *lembaga pelatihan* dapat menawarkan program pelatihan berkelanjutan berbasis psikologi yang mengintegrasikan *eco-driving* dan keselamatan

berkendara, serta menggunakan teknologi *real-time* untuk memberikan umpan balik langsung kepada pengemudi selama pelatihan, (3) *produsen kendaraan* dapat meningkatkan desain teknologi yang mendukung perilaku mengemudi aman dan ramah lingkungan, seperti sistem navigasi yang memprioritaskan rute hemat bahan bakar sekaligus aman, dan (4) *akademisi dan peneliti* dapat berfokus pada penelitian yang mengkaji intervensi berbasis perilaku dan teknologi untuk mengoptimalkan gaya berkendara di konteks lokal Indonesia.

Integrasi antara pelatihan yang efektif, pemahaman psikologis, dan teknologi yang mendukung dapat menjadi strategi yang nyata dan aplikatif untuk meningkatkan keselamatan jalan dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia.

Kontribusi Penulis: SMS conceptualization, data curation, dan writing - original draft. CS methodology, formal analysis, supervision, dan writing - review and editing. DH investigation, resources, dan validation. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui naskah akhir artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulwahid, S. N., Mahmoud, M. A., Zaidan, B. B., Alamoodi, A. H., Garfan, S., Talal, M., & Zaidan, A. A. (2022). A comprehensive review on the behaviour of motorcyclists: Motivations, issues, challenges, substantial analysis and recommendations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3552. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063552>
- Af Wählberg, A. E., Barraclough, P., & Freeman, J. (2015). The driver behaviour questionnaire as accident predictor: A methodological re-meta-analysis. *Journal of Safety Research*, 55, 185–212. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.08.003>
- Af Wählberg, A. E., & Dorn, L. (2012). The driver behaviour questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis: Comments. *Journal of Safety Research*, 43(1), 83–85. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.06.012>
- Anable, J., & Bristow, A. (2007). *Transport and climate change: Supporting document to the CfIT report report prepared for the climate change working group of the commission for integrated transport*. The Commission for Integrated Transport.
- Berge, S. H., De Winter, J., Cleij, D., & Hagenzieker, M. (2024). Triangulating the future: Developing scenarios of cyclist-automated vehicle interactions from literature, expert perspectives, and survey data. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 23, 100986. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100986>
- Bérubé, C., Lehmann, V. F., Maritsch, M., Kraus, M., Feuerriegel, S., Wortmann, F., Züger, T., Stettler, C., Fleisch, E., Kocaballi, A. B., & Kowatsch, T. (2024). Effectiveness and user perception of an in-vehicle voice warning for hypoglycemia: Development and feasibility trial. *JMIR Human Factors*, 11, e42823. <https://doi.org/10.2196/42823>
- Bohm, J., & Harris, D. (2010). Risk perception and risk-taking behavior of construction site dumper drivers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(1), 55–67. <https://doi.org/10.1080/10803548.2010.11076829>
- Borhani, M., Behdad, E., Mehri, A., Hosseini, Z. S., & Tatari, M. (2023). The effect of an educational intervention based on the theory of protection motivation on the promotion of safe traffic behaviors in adolescents. *Journal of Education and Community Health*, 10(1), 28–34. <https://doi.org/10.34172/jech.2023.1905>
- Brady, B., Eramudugolla, R., Wood, J. M., & Anstey, K. J. (2021). Association between decision-making under risk conditions and on-road driving safety among older drivers. *Neuropsychology*, 35(6), 622–629. <https://doi.org/10.1037/neu0000754>
- Budisiswanto, N. (2022). Menuju model kelembagaan transportasi terpadu untuk mendukung sistem logistik di Indonesia. *Jurnal Darma Agung*, 30(1), 652–674. <https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/jurnaluda/article/view/2513>
- Cai, X., Chen, S., Zhu, S., & Lu, J. (2016). Investigation of drivers' risk perception under rainy weather conditions. *Advances in Transportation Studies*, 38, 21–32.

- <https://www.atsinternationaljournal.com/index.php/2016-issues/xxxviii-april-2016/602-investigation-of-drivers-risk-perception-under-rainy-weather-conditions>
- Cestac, J., Paran, F., & Delhomme, P. (2011). Young drivers' sensation seeking, subjective norms, and perceived behavioral control and their roles in predicting speeding intention: How risk-taking motivations evolve with gender and driving experience. *Safety Science*, 49(3), 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.10.007>
- Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2010). Killer crashes: Fatal road traffic accidents in the UK. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 764–770. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.11.008>
- De Winter, J. C. F., & Dodou, D. (2010). The driver behaviour questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis. *Journal of Safety Research*, 41(6), 463–470. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2010.10.007>
- De Winter, J. C. F., & Dodou, D. (2012a). Response to commentary on The driver behaviour questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis. *Journal of Safety Research*, 43(1), 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.06.013>
- De Winter, J. C. F., & Dodou, D. (2012b). Response to second commentary on The driver behaviour questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis. *Journal of Safety Research*, 43(1), 94–98. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.06.015>
- Donmez, B., Boyle, L. N., & Lee, J. D. (2008). Associations between trust and perceived usefulness as drivers adapt to safety systems. *Proceedings of the 10th International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportation*. https://web.mit.edu/~bdonmez/www/Donmez_Boyle_Lee_AATT_2008_Trust.pdf
- Frey, R. (2021). Psychological drivers of individual differences in risk perception: A systematic case study focusing on 5G. *Psychological Science*, 32(10), 1592–1604. <https://doi.org/10.1177/0956797621998312>
- Gimpel, H., Heger, S., & Wöhl, M. (2022). Sustainable behavior in motion: Designing mobile eco-driving feedback information systems. *Information Technology and Management*, 23(4), 299–314. <https://doi.org/10.1007/s10799-021-00352-6>
- Gonzalez, J. G., Casado-Mansilla, D., & López-de-Ipiña, D. (2020). Analysis of driver's reaction behavior using a persuasion-based IT artefact. *Sustainability*, 12(17), 6857. <https://doi.org/10.3390/su12176857>
- Haghani, M., Behnood, A., Oviedo-Trespalacios, O., & Bliemer, M. C. J. (2021). Structural anatomy and temporal trends of road accident research: Full-scope analyses of the field. *Journal of Safety Research*, 79, 173–198. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.09.002>
- Huang, Y., Ng, E. C. Y., Zhou, J. L., Surawski, N. C., Chan, E. F. C., & Hong, G. (2018). Eco-driving technology for sustainable road transport: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 596–609. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.030>
- Joddy, S. A., Wahyuni, I., & Kurniawan, B. (2022). Hubungan antara perilaku safety riding dan stres kerja terhadap kecelakaan kerja pada pengendara ojek online komunitas X Tembalang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 213–218. <https://doi.org/10.14710/jkm.v10i2.32689>
- Khan, T., Williams, M., Wellings, T., Robertson, D., & Binersley, J. (2012). Designing the human machine interface to address range anxiety. *World Electric Vehicle Journal*, 5(1), 72–82. <https://doi.org/10.3390/wevj5010072>
- Lazo, M., & Ebarido, R. (2023). Artificial intelligence adoption in the banking industry: Current state and future prospect. *Journal of Innovation Management*, 11(3), 54–74. https://doi.org/10.24840/2183-0606_011.003_0003
- Lee, B. G., Chong, T. W., Lee, B. L., Park, H. J., Kim, Y. N., & Kim, B. (2017). Wearable mobile-based emotional response-monitoring system for drivers. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 47(5), 636–649. <https://doi.org/10.1109/THMS.2017.2658442>
- Lin, R., & Wang, P. (2022). Intention to perform eco-driving and acceptance of eco-driving system. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 166, 444–459. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.10.017>
- Liu, M., Chen, Y., Lu, G., & Wang, Y. (2017). Modeling crossing behavior of drivers at unsignalized intersections with consideration of risk perception. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 45, 14–26. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.11.012>

- Machado-León, J. L., De Oña, J., De Oña, R., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2016). Socio-economic and driving experience factors affecting drivers' perceptions of traffic crash risk. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 37, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.11.010>
- Mackay, A., Fortes, I., Santos, C., Machado, D., Barbosa, P., Boas, V. V., Ferreira, J. P., Costa, N., Silva, C., & Sousa, E. (2020). The impact of autonomous vehicles' active feedback on trust. In P. M. Arezes (Ed.), *Advances in safety management and human factors* (Vol. 969, pp. 342–352). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20497-6_32
- Martín-delosReyes, L. M., Jiménez-Mejías, E., Martínez-Ruiz, V., Moreno-Roldán, E., Molina-Soberanes, D., & Lardelli-Claret, P. (2019). Efficacy of training with driving simulators in improving safety in young novice or learner drivers: A systematic review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 62, 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.12.006>
- Mou, L., Zhou, C., Zhao, Y., Zhao, P., Nakisa, B., Jain, R., & Yin, B. (2021). Personalized health navigation for drivers. *Journal of Beijing University of Technology*, 47(5), 508–519. <https://journal.bjut.edu.cn/bjgydxxb/cn/article/doi/10.11936/bjutxb2021010006>
- Muntingh, G. (2007). Drugs in aviation—A review. *South African Family Practice*, 49(9), 44–49. <https://doi.org/10.1080/20786204.2007.10873641>
- Nandavar, S., Kaye, S.-A., Senserrick, T., & Oviedo-Trespalacios, O. (2023). Exploring the factors influencing acquisition and learning experiences of cars fitted with advanced driver assistance systems (ADAS). *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 94, 341–352. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.02.006>
- Napitu, R. F. H., Wahyuni, I., & Kurniawan, B. (2020). Hubungan antara stres kerja dan safety climate dengan kecelakaan kerja pada pengemudi ojek online di Tembalang Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(4), 511–516. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/27876>
- Ni, D., Guo, F., Zhou, Y., & Shi, C. (2020). Determination of risk perception of drivers using fuzzy-clustering analysis for road safety. *IEEE Access*, 8, 125501–125512. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007151>
- Obo, T., Hase, R., Takizawa, K., & Masuda, R. (2021). Effect of human-robot interaction for safety driving on driver's self-efficacy. *2021 World Automation Congress (WAC)*, 137–141. <https://doi.org/10.23919/WAC50355.2021.9559556>
- Papadimitriou, E., Farah, H., Van De Kaa, G., Santoni De Sio, F., Hagenzieker, M., & Van Gelder, P. (2022). Towards common ethical and safe 'behaviour' standards for automated vehicles. *Accident Analysis & Prevention*, 174, 106724. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106724>
- Rebolledo-Mendez, G., Reyes, A., Paszkowicz, S., Domingo, M. C., & Skrypchuk, L. (2014). Developing a body sensor network to detect emotions during driving. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(4), 1850–1854. <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2335151>
- Roberts, S. C., Ghazizadeh, M., & Lee, J. D. (2012). Warn me now or inform me later: Drivers' acceptance of real-time and post-drive distraction mitigation systems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(12), 967–979. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2012.08.002>
- Rothengatter, T., & Vaya, E. C. (Eds.). (1997). *Traffic and transport psychology: Theory and application*. Pergamon/Elsevier Science Inc.
- Rudin-Brown, C. M., & Parker, H. A. (2004). Behavioural adaptation to adaptive cruise control (ACC): Implications for preventive strategies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 7(2), 59–76. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2004.02.001>
- Sagberg, F., Selpi, Bianchi Piccinini, G. F., & Engström, J. (2015). A review of research on driving styles and road safety. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 57(7), 1248–1275. <https://doi.org/10.1177/0018720815591313>
- Sivak, M., Soler, J., Tränkle, U., & Spagnhol, J. M. (1989). Cross-cultural differences in driver risk-perception. *Accident Analysis & Prevention*, 21(4), 355–362. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(89\)90026-2](https://doi.org/10.1016/0001-4575(89)90026-2)

- Stabile, P., Ballo, F., Previati, G., Mastinu, G., & Gobbi, M. (2023). Eco-driving strategy implementation for ultra-efficient lightweight electric vehicles in realistic driving scenarios. *Energies*, *16*(3), 1394. <https://doi.org/10.3390/en16031394>
- Stephens, R. (2022). A review of gamified approaches to encouraging eco-driving. *Frontiers in Psychology*, *13*, 970851. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.970851>
- Syaputra, P. E., Dianto, M. A. S., & Saputra, H. (2024). Manfaat transportasi kapal feri untuk pertumbuhan ekonomi pada kawasan pulau terluar, dan efek pemberian subsidi dari pemerintah. *Neraca: Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi*, *2*(1), 146–157. <http://jurnal.kolibi.org/index.php/neraca/article/view/702>
- Tu, R., Xu, J., Li, T., & Chen, H. (2022). Effective and acceptable eco-driving guidance for human-driving vehicles: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(12), 7310. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127310>
- Van Treese, J., Koeser, A. K., Fitzpatrick, G. E., Olexa, M. T., & Allen, E. J. (2018). Drivers' risk perception of roadside trees. *Arboricultural Journal*, *40*(3), 153–161. <https://doi.org/10.1080/03071375.2018.1487661>
- Vu, N. H., Duy, D. D., Nguyen, D. H., Cao, T. P., & Hoang, L. Q. (2023). Effect of driver safety attitude and risk perception on driving behaviors in Vietnam. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1289*(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1289/1/012052>
- Wintersberger, P., Von Sawitzky, T., Frison, A.-K., & Riener, A. (2017). Traffic augmentation as a means to increase trust in automated driving systems. *Proceedings of the 12th Biannual Conference on Italian SIGCHI Chapter*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3125571.3125600>
- Wirawan, P. A. H., & Marwanto. (2021, November 9). *Pertanggungjawaban pidana terhadap kelalaian pengemudi kendaraan bermotor yang menyebabkan kematian dalam kecelakaan di jalan raya*. <https://jurnal.harianregional.com/kerthawicara/full-15368>
- Wood, J. M., Henry, E., Kaye, S.-A., Black, A. A., Glaser, S., Anstey, K. J., & Rakotonirainy, A. (2024). Exploring perceptions of advanced driver assistance systems (ADAS) in older drivers with age-related declines. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *100*, 419–430. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.12.006>
- Xu, N., Li, X., Liu, Q., & Zhao, D. (2021). An overview of eco-driving theory, capability evaluation, and training applications. *Sensors*, *21*(19), 6547. <https://doi.org/10.3390/s21196547>
- Yoshida, H., Omae, M., Wada, T., Department of Mechanical Systems Engineering, National Defense Academy of Japan, Graduate School of Media and Governance, Keio University, & College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University. (2015). Toward next active safety technology of intelligent vehicle. *Journal of Robotics and Mechatronics*, *27*(6), 610–616. <https://doi.org/10.20965/jrm.2015.p0610>