

Analisis Perilaku Mengemudi Agresif Menggunakan Data GPS *Real Time* pada Pengemudi Bus SATRIA

Analysis Aggressive Driving Behavior Using Real Time GPS Data on SATRIA Bus Drivers

Veda Widyadhana Aji^{1*}, Rania Ratu Khairani²

^{1,2}Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Tegal, Indonesia

¹vedawdaji@gmail.com, ²raniaratu72@gmail.com

Abstrak

Perilaku mengemudi agresif merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko kecelakaan lalu lintas, khususnya pada operasional angkutan umum perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kecepatan, akselerasi, dan deselerasi pengemudi Bus SATRIA di Kota Kediri serta mengidentifikasi indikator perilaku mengemudi agresif berdasarkan data GPS *real time*. Penelitian ini menggunakan metode observasi lapangan dengan perekaman data kecepatan menggunakan aplikasi *Speedometer* GPS pada dua rute operasional Bus SATRIA, yaitu rute 1 dan rute 2. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan pendekatan *threshold based event analysis* untuk mengidentifikasi kejadian *speeding*, *harsh acceleration*, dan *harsh braking*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kecepatan kendaraan pada kedua rute masih berada di bawah batas regulatif 40 km/jam, yaitu 31,8 km/jam pada rute 1 dan 28,4 km/jam pada rute 2. Analisis indikator agresivitas menunjukkan bahwa perilaku *speeding* merupakan indikator dominan dengan total 1.718 kejadian selama periode pengamatan. Hanya ditemukan dua kejadian *harsh acceleration* dan tidak ditemukan kejadian *harsh braking*. Temuan ini menunjukkan pola agresivitas pengemudi Bus SATRIA lebih terkonsentrasi pada pelampauan batas kecepatan dibandingkan dengan instabilitas kendaraannya. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan sistem monitoring perilaku pengemudi berbasis data GPS untuk meningkatkan keselamatan operasional angkutan umum perkotaan.

Kata kunci: mengemudi agresif, GPS, kecepatan, akselerasi, deselerasi, angkutan umum, keselamatan transportasi

Abstract

Aggressive driving behavior is one of the factors contributing to the increased risk of traffic accidents, especially in urban public transportation operations. This study aims to analyze the characteristics of speed, acceleration, and deceleration of SATRIA bus drivers in Kediri City and identify indicators of aggressive driving behavior based on real-time GPS data. This study uses a field observation method by recording speed data using a GPS Speedometer application on two SATRIA bus operational routes. The data obtained were then analyzed using descriptive statistics and a threshold-based event analysis approach to identify incidents of speeding, harsh acceleration, and harsh braking. The results show that the average vehicle speed on both routes is still below the regulatory limit of 40 km/h, namely 31.8 km/h on route 1 and 28.4 km/h on route 2. Analysis of aggressiveness indicators shows that speeding behavior is the dominant indicator with a total of 1,718 incidents during the observation period. Only two incidents of harsh acceleration were found and no incidents of harsh braking were found. These findings indicate that the aggressiveness pattern of SATRIA Bus drivers is more concentrated on exceeding the speed limit than on vehicle control instability. The results of this study can be the basis for developing a GPS data-based driver behavior monitoring system to improve the operational safety of urban public transportation.

Keywords: aggressive driving; GPS; vehicle speed, acceleration, deceleration, public transport, transport safety

1. Pendahuluan

Keselamatan transportasi jalan merupakan aspek krusial dalam penyelenggaraan layanan angkutan umum. Sebagai moda transportasi yang digunakan masyarakat secara luas, angkutan perkotaan dituntut tidak hanya memberikan pelayanan yang nyaman, tetapi juga menjamin keamanan perjalanan dalam setiap operasionalnya. Lebih dari 90% kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh faktor manusia, khususnya perilaku mengemudi yang tidak aman [1]. Temuan tersebut diperkuat pernyataan yang menyatakan bahwa perilaku pengemudi merupakan prediktor paling kuat terhadap kemungkinan terlibat kecelakaan dibandingkan faktor kendaraan ataupun lingkungan [2]. Oleh karena itu, upaya memahami dan memantau perilaku pengemudi menjadi elemen penting dalam sistem keselamatan transportasi.

Salah satu bentuk perilaku berisiko yang berkontribusi signifikan terhadap kecelakaan adalah perilaku mengemudi agresif (*aggressive driving*). Perilaku ini mencakup tindakan seperti kecepatan berlebih, akselerasi ataupun deselerasi ekstrem. Perilaku agresif pengemudi secara langsung dapat meningkatkan risiko operasional pada layanan transportasi publik [3]. Kondisi tersebut relevan pada wilayah perkotaan, dimana dinamika lalu lintas yang padat dapat memengaruhi tekanan psikologis dan kecenderungan perilaku mengemudi.

Bus dalam konteks transportasi umum memiliki posisi strategis sebagai moda utama angkutan massal berkeselamatan yang dapat menjangkau skala regional maupun antar kota [4]. Bus memegang peranan vital terutama di wilayah yang belum terlayani secara optimal oleh moda berbasis rel atau angkutan massal modern lainnya [5]. Khusus di wilayah Kota Kediri terdapat angkutan umum bernama Bus SATRIA (Sarana Transportasi Kediri Mapan) yang merupakan salah satu moda transportasi umum paling sering digunakan masyarakat untuk mobilitas dalam kota Kediri. Daerah perkotaan layaknya Kota Kediri yang memiliki jumlah penduduk menurut BPS Kota Kediri pada tahun 2024 sekitar 300.460 jiwa dengan luas wilayahnya sekitar 63,4 km² mengakibatkan masyarakatnya banyak yang melakukan mobilitas antar perkotaan. Transportasi umum seperti Bus SATRIA menjadi suatu yang dibutuhkan oleh masyarakat untuk memenuhi kegiatan mobilitas antar perkotaan. Hal ini terbukti dengan data dari Dinas Perhubungan Kota Kediri yang mencatat jumlah penumpang Bus SATRIA pada tahun 2024 mencapai 116.831 penumpang.

Bus SATRIA beroperasi di jalan perkotaan dengan lalu lintas padat, kondisi jalan yang bervariasi, serta interaksi intens dengan kendaraan pribadi yang mendominasi lalu lintas. Kondisi ini menimbulkan tekanan tinggi bagi pengemudi, baik dari segi tuntutan waktu, beban kerja, maupun dinamika lalu lintas. Bus memiliki risiko yang kompleks dibanding kendaraan pribadi karena bus mengangkut banyak penumpang sekaligus, memiliki tuntutan ketepatan waktu, serta harus beroperasi dalam kondisi lalu lintas yang dinamis. Oleh karena itu, setiap perilaku berisiko dari pengemudi bus tidak hanya mengancam dirinya sendiri, tetapi juga penumpang dan pengguna jalan lain. Seperti yang terjadi pada tahun 2023, terjadi sebuah insiden lalu lintas yang melibatkan salah satu armada Bus SATRIA dengan seorang pengendara sepeda motor di ruas jalan nasional yang padat. Berdasarkan laporan lapangan dari Dinas Perhubungan Kota Kediri, pengemudi Bus SATRIA tidak memiliki cukup waktu untuk melakukan pengereman karena kendaraan lain melaju dengan kecepatan relatif tinggi. Sehingga terjadi tabrakan tidak dapat dihindari dan menyebabkan pengendara sepeda motor mengalami luka ringan. Meskipun tidak menimbulkan korban jiwa, peristiwa ini mencerminkan perilaku berkendara yang agresif memicu terjadinya risiko.

Seiring kemajuan teknologi, penggunaan perangkat GPS *real time* menjadi metode modern yang semakin banyak digunakan untuk memantau kecepatan, rute perjalanan, hingga kejadian yang mengindikasikan perilaku berbahaya. Data objektif seperti GPS dan rekaman sensor memberikan gambaran akurat mengenai performa mengemudi dalam kondisi nyata, jauh lebih akurat dibandingkan laporan subjektif dari pengemudi [6]. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *Naturalistic Driving Study* (NDS), yaitu metode pengamatan langsung terhadap perilaku mengemudi tanpa intervensi, sehingga data yang dikumpulkan mencerminkan kondisi operasional sebenarnya (Eenink *et al.*, 2014). NDS sangat efektif dalam mengungkap perilaku berisiko yang tidak terdeteksi melalui survei atau wawancara [8].

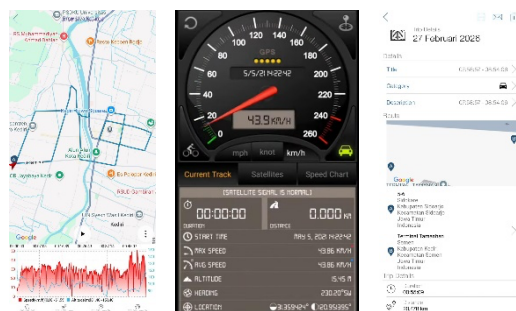
Observasi terhadap operasional Bus SATRIA termasuk aktivitas monitoring kecepatan dan pola berkendara melalui data GPS *real time* untuk mengidentifikasi perilaku mengemudi agresif dilakukan di Dinas Perhubungan Kota Kediri. Melalui kegiatan tersebut, dilakukan kajian mengenai perilaku mengemudi agresif pengemudi Bus SATRIA dengan memanfaatkan data kecepatan *speedometer* GPS *real time* sebagai sumber data utama. Kajian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai pola mengemudi, potensi risiko keselamatan, serta memberikan manfaat pengembangan evaluasi keselamatan transportasi oleh Dinas Perhubungan Kota Kediri sekaligus menjadi fondasi ilmiah yang mendukung identifikasi kejadian kritis dalam keselamatan berkendara.

2. Metode

2.1 Teknik Pengambilan Data

Observasi lapangan dilakukan untuk memahami secara langsung operasional Bus SATRIA berjalan dalam kondisi nyata. Selain itu, observasi membantu memahami konteks operasional secara menyeluruh, termasuk karakteristik rute yang dilalui, kondisi lalu lintas di Kota Kediri, serta faktor lainnya yang dapat memengaruhi pola mengemudi.

Pengambilan data GPS secara *real time* pada kendaraan dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi *Speedometer GPS*. (versi 4.136) berbasis perangkat *Android* yang terpasang pada perangkat *smartphone* [9]. Aplikasi ini digunakan untuk merekam kecepatan kendaraan, koordinat lokasi, waktu tempuh, serta pola kecepatan selama perjalanan Bus SATRIA. Selama proses pengambilan data, *smartphone* diletakkan pada posisi stabil di dalam kabin bus sehingga pengukuran kecepatan dapat terekam secara konsisten dan tanpa gangguan.



Gambar 1. Tampilan Aplikasi *Speedometer* GPS

Sampel yang diambil ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan dan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Pendekatan total sampling diterapkan karena jumlah pengemudi aktif yang relatif kecil dan homogen. Sampel pengemudi yang diambil yaitu sebanyak 7 dengan teknik total sampling pengemudi utama Bus SATRIA tidak termasuk dengan pengemudi cadangan atau pendamping pengemudi (kru).

Terdapat tahap dokumentasi dilakukan untuk melengkapi data observasi dan GPS melalui pengumpulan berbagai informasi pendukung terkait operasional Bus SATRIA. Dokumentasi dapat berupa foto kegiatan operasional, catatan trayek, jadwal perjalanan, serta dokumen operasional dari Dinas Perhubungan Kota Kediri.

2.2 Teknik Pengolahan Data

Data perjalanan yang terekam pada aplikasi Speedometer GPS diekspor ke dalam format tabel digital. Data tersebut memuat informasi kecepatan kendaraan (km/jam) pada setiap interval waktu perekaman. Seluruh data disusun berdasarkan urutan waktu (*time series*) untuk memastikan kontinuitas perubahan kecepatan antar titik.

Data kecepatan yang direkam dalam satuan km/jam, maka dilakukan konversi ke meter per detik (m/s) guna keperluan perhitungan akselerasi. Konversi ini diperlukan karena satuan standar dalam perhitungan percepatan adalah m/s².

$$v(m/s) = \frac{v(km/jam)}{3,6} \quad (1)$$

Nilai $v(m/s)$ menyatakan kecepatan kendaraan dalam satuan meter per detik, sedangkan $v(km/jam)$ menyatakan kecepatan kendaraan dalam satuan kilometer per jam yang diperoleh dari data GPS. Konversi ini dilakukan dengan membagi nilai kecepatan dalam kilometer per jam dengan konstanta 3,6.

Nilai percepatan dihitung untuk mendapatkan nilai akselerasi dan deselerasi berdasarkan perubahan kecepatan terhadap waktu menggunakan pendekatan diferensiasi numerik sederhana. Nilai percepatan positif menunjukkan percepatan (akselerasi), sedangkan nilai negatif menunjukkan perlambatan (deselerasi).

$$a = \frac{v_t - v_0}{\Delta t} \quad (2)$$

Persamaan tersebut a menyatakan nilai akselerasi kendaraan dalam satuan meter per detik kuadrat (m/s²), v_t menyatakan kecepatan kendaraan pada waktu pengamatan, v_0 menyatakan kecepatan kendaraan pada waktu pengamatan sebelumnya, dan Δt menyatakan selang waktu antar pengamatan dalam satuan detik.

Setelah diperoleh nilai kecepatan dan akselerasi, dilakukan klasifikasi berdasarkan ambang batas dari sumber penelitian sebelumnya untuk mengidentifikasi indikasi perilaku mengemudi agresif

Tabel 1. Nilai Batas Kecepatan Setiap Indikator

Jenis SCE	Nilai Ambang Batas	Sumber
<i>Speeding</i>	40 km/jam	[10]
<i>Harsh Braking</i>	$\leq -2,0 \text{ m/s}^2$	[11]
<i>Harsh Acceleration</i>	$\geq +2,0 \text{ m/s}^2$	[11]

Setiap nilai yang melampaui ambang batas dicatat sebagai satu kejadian agresif. Hasil klasifikasi ini selanjutnya digunakan untuk menghitung frekuensi dan rasio kejadian perilaku mengemudi agresif. Perhitungan frekuensi dan rasio kejadian terhadap total data pengamatan dilakukan untuk mengetahui tingkat kemunculan perilaku tersebut.

$$R = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (3)$$

Nilai R menyatakan rasio kejadian dalam bentuk persentase, n menyatakan jumlah kejadian perilaku agresif yang teridentifikasi, dan N menyatakan jumlah total data pengamatan selama periode penelitian.

Jumlah kejadian agresif yang didapatkan dihitung untuk masing-masing indikator. Hasil tahap pengolahan data ini selanjutnya menjadi dasar dalam tahap analisis. Penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik yang memuat nilai frekuensi kejadian pada masing-masing rute dan pengemudi. Penyajian ini bertujuan untuk memudahkan proses analisis dan interpretasi pada tahap selanjutnya.

2.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik kecepatan serta mendeteksi indikator perilaku mengemudi agresif berdasarkan data GPS *real time*. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik umum data kecepatan, akselerasi, dan deselerasi kendaraan selama perjalanan Bus SATRIA. Parameter statistik yang digunakan meliputi nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, serta simpangan baku.

Nilai rata-rata digunakan untuk mengetahui kecenderungan umum tingkat kecepatan atau akselerasi selama periode pengamatan.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

Persamaan tersebut menyatakan $\bar{x}$ adalah nilai rata-rata dari seluruh data pengamatan, x_i menyatakan nilai data, dan n menyatakan jumlah total data yang dianalisis.

Nilai maksimum digunakan untuk mengidentifikasi kejadian ekstrem yang berpotensi mencerminkan perilaku agresif.

$$x_{max} = \max(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (5)$$

Persamaan tersebut x_{max} menyatakan nilai terbesar yang diperoleh dari seluruh data pengamatan, sedangkan $x_1, x_2, \dots, x_n$ menyatakan nilai data individual yang terdapat dalam kumpulan data tersebut.

Nilai minimum penting dalam analisis deselerasi untuk mendeteksi perlambatan ekstrem.

$$x_{min} = \min(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (6)$$

Persamaan tersebut x_{min} menyatakan nilai terkecil yang diperoleh dari seluruh data pengamatan, sedangkan $x_1, x_2, \dots, x_n$ menyatakan nilai data individual yang terdapat dalam kumpulan data tersebut.

Simpangan baku digunakan untuk mengukur tingkat variasi data terhadap rata-rata. Variabilitas yang tinggi dapat mengindikasikan pola mengemudi yang tidak stabil.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Persamaan tersebut menyatakan s sebagai nilai simpangan baku, x_i menyatakan nilai data, $\bar{x}$ menyatakan nilai rata-rata data, dan n menyatakan jumlah total data pengamatan yang digunakan dalam perhitungan.

Metode *threshold based event analysis* digunakan untuk mengidentifikasi kejadian perilaku mengemudi agresif berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Pendekatan ini bertujuan untuk mendeteksi kejadian-kejadian berisiko yang secara operasional berpotensi menurunkan margin keselamatan. Perilaku mengemudi agresif tidak selalu tercermin dari nilai mean yang tinggi, melainkan dari frekuensi terjadinya perubahan kecepatan yang ekstrem dalam periode operasional. Analisis ini memberikan pemahaman awal tentang kondisi operasional bus dan menjadi dasar untuk melihat adanya kecenderungan perilaku agresif.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Nilai Statistik Kecepatan

Distribusi rasio kecepatan pada masing-masing pengemudi di rute 1 disajikan pada tabel 2 berikut. Diketahui bahwa total rasio *over speed* sebesar 14% dibandingkan dengan total rasio *normal speed* sebesar 86%. Oleh karena itu, walaupun nilai rasio *over speed* rendah, angka ini tergolong cukup tinggi untuk kemunculan perilaku agresif berupa *speeding* pada operasional Bus SATRIA rute 1.

Tabel 2. Rasio Kecepatan Pengemudi pada Rute 1

Pengemudi	Normal Speed	Over Speed	Rasio Normal Speed	Rasio Over Speed
P1	925	154	86%	14%
P2	1172	23	98%	2%
P3	829	236	78%	22%
P4	992	114	90%	10%
P5	978	110	90%	10%
P6	813	249	77%	23%
P7	949	145	87%	13%
Total	6.658	1.031	86%	14%

Analisis rasio kecepatan juga dilakukan pada rute 2 untuk melihat perbandingan karakteristik kecepatan pengemudi pada lintasan operasional yang berbeda. Hasil perhitungan rasio kecepatan pada masing-masing pengemudi untuk rute 2 disajikan pada tabel 3. Diketahui bahwa total rasio *over-speed* sebesar 11% dibandingkan dengan total rasio *normal speed* sebesar 89%. Oleh karena itu, angka rasio ini lebih rendah dibandingkan dengan rute 1, tetapi tergolong cukup sering untuk kemunculan perilaku agresif berupa *speeding* pada operasional Bus SATRIA rute 2.

Tabel 3. Rasio Kecepatan Pengemudi pada Rute 2

Pengemudi	<i>Normal Speed</i>	<i>Over Speed</i>	Rasio <i>Normal Speed</i>	Rasio <i>Over Speed</i>
P1	768	141	84%	16%
P2	824	105	89%	11%
P3	941	16	98%	2%
P4	768	130	86%	14%
P5	942	27	97%	3%
P6	676	216	76%	24%
P7	909	52	95%	5%
Total	5.828	687	89%	11%

3.2 Nilai Statistik Akselerasi

Distribusi kejadian akselerasi pada masing-masing pengemudi rute 1 disajikan pada tabel 4 berikut. Diketahui bahwa total rasio *normal acceleration* 99,98% dan rasio *harsh acceleration* 0,02%. Hal ini menunjukkan bahwa rasio kemunculan perilaku agresif berupa *harsh acceleration* sangat rendah untuk Bus SATRIA rute 1.

Tabel 4. Rasio Akselerasi Pengemudi pada Rute 1

Pengemudi	<i>Normal Acceleration</i>	<i>Harsh Acceleration</i>	Rasio <i>Normal Acceleration</i>	Rasio <i>Harsh Acceleration</i>
P1	558	0	100%	0%
P2	625	0	100%	0%
P3	588	1	99,8%	0,2%
P4	611	0	100%	0%
P5	581	0	100%	0%
P6	572	0	100%	0%
P7	558	0	100%	0%
Total	4.093	1	99,98%	0,02%

Analisis akselerasi juga dilakukan pada rute 2 untuk melihat perbandingan pola percepatan kendaraan pada lintasan operasional yang berbeda. Hasil distribusi rasio akselerasi pada masing-masing pengemudi rute 2 disajikan pada tabel 5. Diketahui bahwa total rasio *normal acceleration* 99,98% dan rasio *harsh acceleration* 0,02%. Hal ini menunjukkan bahwa rasio kemunculan perilaku agresif berupa *harsh acceleration* sangat rendah untuk Bus SATRIA rute 2.

Tabel 5. Rasio Akselerasi Pengemudi pada Rute 2

Pengemudi	<i>Normal Acceleration</i>	<i>Harsh Acceleration</i>	Rasio <i>Normal Acceleration</i>	Rasio <i>Harsh Acceleration</i>
P1	494	0	100%	0%
P2	499	0	100%	0%
P3	492	0	100%	0%
P4	484	1	99,75%	0,25%
P5	513	0	100%	0%
P6	448	0	100%	0%
P7	507	0	100%	0%
Total	3.437	1	99,98%	0,02%

3.3 Nilai Statistik Deselerasi

Nilai deselerasi diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu *normal deceleration* dan *harsh braking* berdasarkan ambang batas perlambatan yang telah ditentukan. Distribusi rasio deselerasi pada masing-masing pengemudi rute

1 disajikan pada tabel di bawah. Diketahui bahwa tidak ditemukan kejadian agresif berupa *harsh braking* pada operasional Bus SATRIA rute 1.

Tabel 6. Rasio Deselerasi Pengemudi pada Rute 1

Pengemudi	<i>Normal Deceleration</i>	<i>Harsh Braking</i>	Rasio <i>Normal Deceleration</i>	Rasio <i>Harsh Braking</i>
P1	521	0	100%	0%
P2	569	0	100%	0%
P3	477	0	100%	0%
P4	494	0	100%	0%
P5	506	0	100%	0%
P6	490	0	100%	0%
P7	522	0	100%	0%
Total	3.579	0	100%	0%

Analisis deselerasi pada rute 2 dilakukan untuk mengetahui pola perlambatan kendaraan selama operasional Bus SATRIA pada lintasan tersebut. Hasil distribusi rasio deselerasi pada masing-masing pengemudi rute 2 disajikan pada tabel 7 di bawah ini. Diketahui bahwa tidak ditemukan kejadian agresif berupa *harsh braking* pada operasional Bus SATRIA rute 2.

Tabel 7. Rasio Deselerasi Pengemudi pada Rute 2

Pengemudi	<i>Normal Deceleration</i>	<i>Harsh Braking</i>	Rasio <i>Normal Deceleration</i>	Rasio <i>Harsh Braking</i>
P1	414	0	100%	0%
P2	430	0	100%	0%
P3	465	0	100%	0%
P4	412	0	100%	0%
P5	456	0	100%	0%
P6	444	0	100%	0%
P7	454	0	100%	0%
Total	3.075	0	100%	0%

3.4 Analisis Perilaku *Speeding*

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan pada kedua rute berada di bawah batas regulatif 40 km/jam. Nilai maksimum pada rute 1 mencapai 63,2 km/jam dan rute 2 mencapai 58,6 km/jam yang mengindikasikan adanya fase perjalanan dengan kecepatan jauh lebih tinggi dibanding kondisi umum. Simpangan baku pada rute 1 lebih besar daripada rute 2, menunjukkan kecepatan di rute 1 lebih fluktuatif. Variabilitas seperti ini penting dalam keselamatan karena fluktuasi longitudinal yang tinggi sering berkaitan dengan peningkatan potensi konflik arus lalu lintas, terutama pada operasi perkotaan.

Tabel 8. Statistik Deskriptif Kecepatan

Parameter	Rute 1	Rute 2
Kecepatan rata-rata	31,8 km/jam	28,4 km/jam
Kecepatan maksimum	63,2 km/jam	58,6 km/jam
Kecepatan minimum	0	0
Simpangan baku	9,7	8,1

Langkah berikutnya setelah nilai statistik dasar diperoleh adalah mengidentifikasi indikator perilaku mengemudi agresif melalui metode berbasis ambang batas. Kondisi *speeding* didefinisikan sebagai kecepatan melebihi batas regulatif perkotaan, yaitu >40 km/jam. Rute 1 menunjukkan rasio *speeding* sebesar 14%, lebih besar dibanding rute 2 sebesar 11%. Proporsi ini mengindikasikan bahwa kejadian *speeding* pada rute 1 menjadi pola yang berulang pada fase tertentu perjalanan.

Tabel III.9 Rasio Kecepatan

Rute	Total Data	Kejadian <i>Speeding</i>	Rasio (%)
Rute 1	6.658	1.031	14%
Rute 2	5.828	687	11%

Peningkatan kecepatan dalam aspek keselamatan berpotensi dapat mengurangi waktu reaksi dan meningkatkan kebutuhan jarak pengereman, sehingga meningkatkan eksposur risiko (*crash risk exposure*). Temuan ini juga sejalan dengan fakta bahwa nilai maksimum rute 1 lebih tinggi dan simpangan bakunya lebih besar, sehingga terdapat konsistensi antara statistik kecepatan dan indikator speeding. Indikator perilaku agresif *speeding* menjadi yang paling dominan dengan jumlah 1.718 kejadian selama periode pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa pelanggaran batas kecepatan menjadi pola yang berulang pada segmen tertentu perjalanan.

Peningkatan kecepatan berkontribusi langsung terhadap peningkatan risiko dan tingkat keparahan kecelakaan karena energi kinetik kendaraan meningkat secara kuadrat terhadap kecepatan, bahkan peningkatan kecil pada kecepatan rata-rata dapat secara signifikan meningkatkan probabilitas fatalitas apabila terjadi tabrakan [12]. Temuan ini sejalan dengan laporan *National Highway Traffic Safety Administration 2022* yang menunjukkan bahwa *speeding* tetap menjadi salah satu faktor utama dalam kecelakaan fatal, bahkan ketika tidak disertai dengan perilaku ekstrem lainnya seperti pengereman mendadak. Melalui hal tersebut dapat diartikan bahwa pelanggaran batas kecepatan berpotensi untuk meningkatkan *risk exposure* sistem transportasi.

Meninjau dari konteks operasional Bus SATRIA, 1.718 kejadian *speeding* menunjukkan bahwa bentuk agresivitas yang muncul bukan berupa kontrol kendaraan yang tidak stabil, melainkan pelanggaran batas kecepatan pada fase tertentu perjalanan. Hal ini menunjukkan perilaku agresif berupa *exposure aggression* yang ditandai oleh peningkatan durasi atau frekuensi kendaraan berada dalam kondisi berkecepatan tinggi, yaitu peningkatan eksposur risiko akibat kecepatan tinggi bukan akibat kontrol kendaraan yang buruk.

Perlu diterapkan penguatan manajemen kecepatan dengan pemanfaatan data GPS *real time* yang dapat dijadikan dasar dalam pengembangan sistem monitoring kecepatan terintegrasi dalam manajemen operasional perusahaan. Pendekatan pembinaan pengemudi juga sebaiknya dapat dilakukan melalui mekanisme pelatihan berbasis data. Intervensi yang bersifat edukatif dan partisipatif terbukti lebih berkelanjutan dibandingkan pendekatan hukuman. Selain itu, program pelatihan *eco-driving* dan *anticipatory driving* juga dapat diintegrasikan untuk pelatihan yang difokuskan pada pengendalian kecepatan.

3.5 Analisis Perilaku *Harsh Acceleration*

Hasil analisis statistik akselerasi menunjukkan seberapa intens pengemudi melakukan percepatan. Nilai rata-rata akselerasi pada kedua rute relatif moderat, namun nilai maksimum pada kedua rute melampaui $+2,0 \text{ m/s}^2$. Hal ini menunjukkan adanya kejadian percepatan ekstrem yang tidak tercermin pada nilai rata-rata.

Tabel 10. Statistik Deskriptif Akselerasi

Parameter	Rute 1	Rute 2
Akselerasi rata-rata	+0,42	+0,37
Akselerasi maksimum	+2,41	+2,12
Akselerasi minimum	+0,1	+0,2
Simpangan baku	0,61	0,55

Langkah berikutnya setelah nilai statistik dasar diperoleh adalah menganalisis secara deskriptif indikator perilaku mengemudi agresif melalui metode berbasis ambang batas. *Harsh acceleration* didefinisikan sebagai kondisi percepatan ekstrem, yaitu $\geq +2,0 \text{ m/s}^2$. Kejadian *harsh acceleration* hanya ditemukan sebanyak dua kejadian selama periode pengamatan. Pola agresivitas yang muncul dalam indikator ini tidak ditandai oleh percepatan eksplosif, melainkan lebih pada kecenderungan mempertahankan kecepatan di atas batas regulatif. Jumlah yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa pengemudi tidak secara signifikan melakukan percepatan ekstrem yang melampaui ambang batas yang ditetapkan. Percepatan ekstrem sering dikaitkan dengan gaya berkendara impulsif atau respons terhadap tekanan operasional [13].

Tabel 11. Rasio Akselerasi

Rute	Total Data	Kejadian <i>Harsh Braking</i>	Rasio (%)
Rute 1	4.093	1	0,02%
Rute 2	3.437	1	0,02%

Minimnya kejadian *harsh acceleration* menunjukkan bahwa pengemudi dapat melakukan perubahan kecepatan secara terkendali dan cenderung normal. Melalui perspektif karakteristik kendaraan, bus memiliki akselerasi yang lebih lambat dibanding kendaraan ringan. Karakteristik ini secara mekanis membatasi kemungkinan terjadinya *harsh acceleration* berulang. Faktor lainnya seperti kondisi kendaraan angkutan umum yang membawa penumpang dalam jumlah besar, pengemudi cenderung menjaga stabilitas longitudinal untuk mempertahankan kenyamanan dan keselamatan penumpang [14]. Kondisi operasional ini berdampak positif terhadap stabilitas kendaraan dan kenyamanan penumpang. Oleh karena itu, rendahnya kejadian *harsh acceleration* dapat diinterpretasikan sebagai indikator bahwa pengemudi memiliki kemampuan kontrol akselerasi yang baik.

3.6 Analisis Perilaku Harsh Braking

Deselerasi atau perlambatan direpresentasikan oleh nilai akselerasi negatif karena fokus keselamatan sangat terkait pengereman mendadak. Nilai deselerasi maksimum lebih tinggi daripada akselerasi minimum.

Tabel 12. Statistik Deskriptif Deselerasi

Parameter	Rute 1	Rute 2
Deselerasi rata-rata	-0,48	-0,43
Deselerasi maksimum	-1,4	-1,9
Deselerasi minimum	-0,1	-0,1
Simpangan baku	0,68	0,63

Nilai statistik dasar yang diperoleh selanjutnya dilakukan identifikasi indikator perilaku mengemudi agresif melalui metode berbasis ambang batas. Kondisi *harsh braking* didefinisikan sebagai kondisi perlambatan ekstrem yaitu $\leq -2,0 \text{ m/s}^2$. Melalui penelitian yang telah dilakukan, tidak ditemukan kejadian *harsh braking* pada rute 1 maupun rute 2. Hal ini dikarenakan pengereman mendadak dalam konteks bus angkutan umum memiliki konsekuensi lebih tinggi dibanding kendaraan pribadi sebab dapat menimbulkan ketidaknyamanan serta risiko.

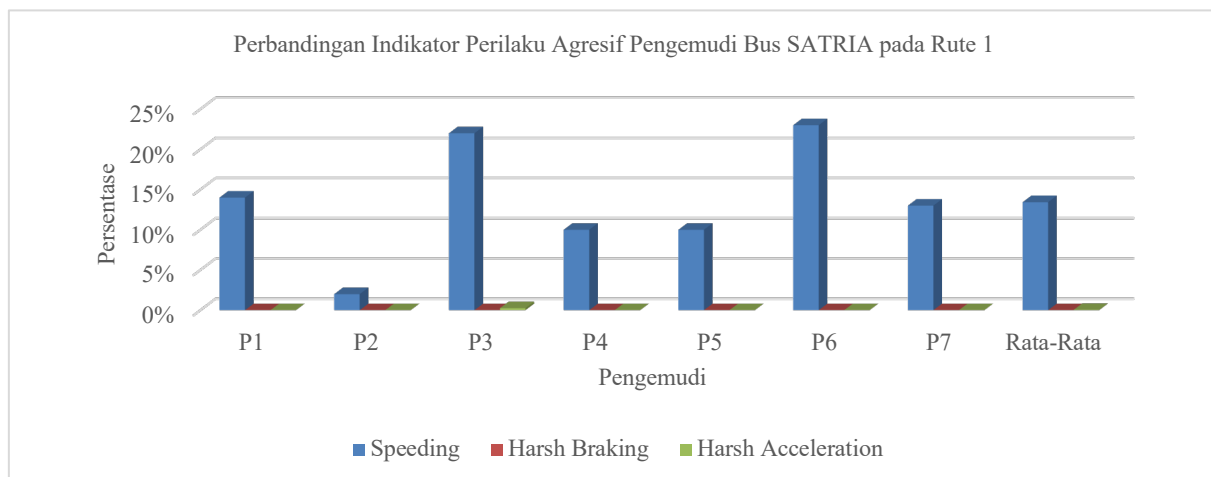
Tabel III.13 Rasio Deselerasi

Rute	Total Data	Kejadian <i>Harsh Braking</i>	Rasio (%)
Rute 1	3.579	0	0%
Rute 2	3.075	0	0%

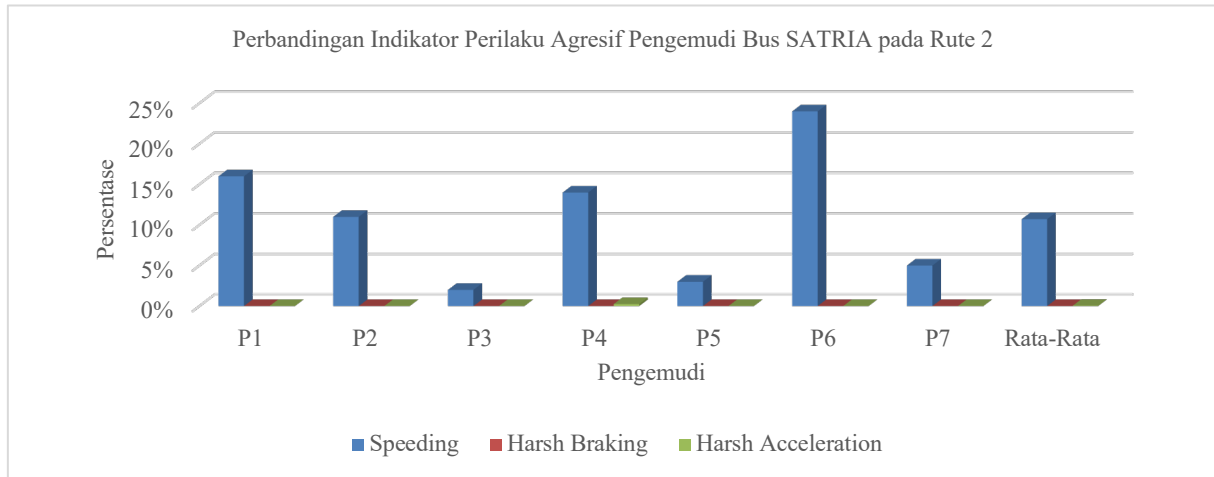
Ketiadaan perlambatan ekstrem ini merupakan temuan yang signifikan dalam konteks keselamatan operasional. Pengereman ekstrem biasanya terjadi ketika jarak aman tidak terjaga atau ketika pengemudi terlambat mengantisipasi kondisi di depan kendaraan. Tidak ditemukannya *harsh braking* mengindikasikan bahwa pengemudi relatif mampu menjaga jarak aman dan mengantisipasi dinamika lalu lintas secara memadai. Hal ini menunjukkan stabilitas longitudinal yang baik dan rendahnya indikasi gaya mengemudi reaktif.

3.7 Perbandingan Indikator Perilaku Mengemudi Agresif

Hasil analisis data menunjukkan hampir seluruh pengemudi mengalami kejadian *speeding* dalam jumlah yang tinggi dibandingkan indikator agresif lainnya. Pengemudi P1 hingga P7 sama-sama menunjukkan kejadian pelampauan batas kecepatan pada beberapa segmen perjalanan meskipun dengan frekuensi yang berbeda pada setiap individu pengemudi. Variasi jumlah kejadian ini menunjukkan bahwa karakteristik gaya mengemudi antar pengemudi tidak sepenuhnya homogen. Beberapa pengemudi cenderung berada pada kondisi kecepatan yang melampaui batas regulatif, sementara pengemudi lainnya menunjukkan frekuensi kejadian yang lebih rendah.



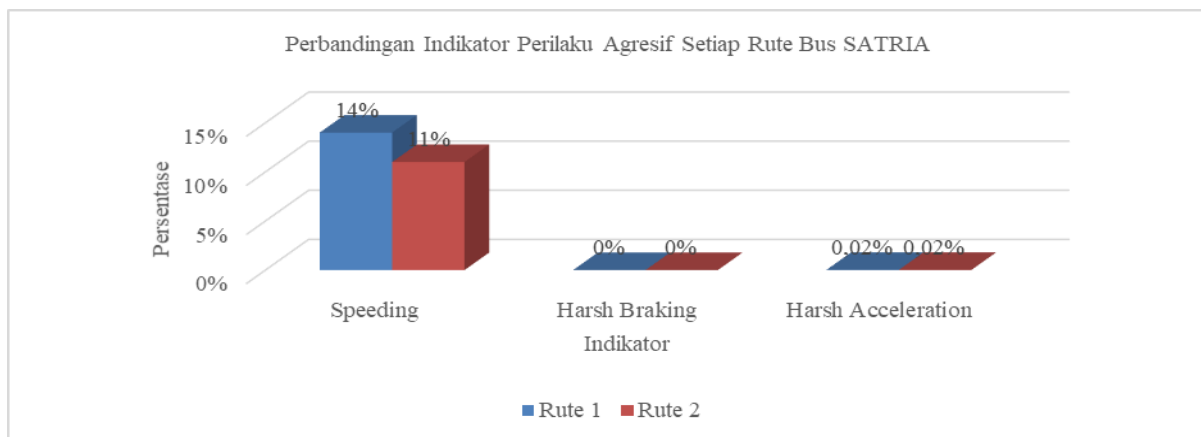
Gambar 3. Perbandingan Indikator Perilaku Agresif Pengemudi Bus SATRIA pada Rute 1



Gambar 4. Perbandingan Indikator Perilaku Agresif Pengemudi Bus SATRIA pada Rute 2

Profil perilaku mengemudi menunjukkan bahwa pengemudi cenderung mempertahankan kontrol kendaraan secara stabil dalam aspek percepatan dan pengereman, tetapi masih menunjukkan kecenderungan melakukan pelampauan batas kecepatan pada beberapa segmen perjalanan. Karakteristik agresivitas yang muncul bersifat agresivitas berbasis kecepatan.

Total kejadian *speeding* ditemukan jauh lebih tinggi dibandingkan indikator lainnya mencapai 1.718 kejadian pada dua rute dengan 1.031 kejadian pada rute 1 serta 687 kejadian pada rute 2. Indikator *harsh acceleration* ditemukan sebanyak dua kejadian selama periode pengamatan pada kedua rute. Indikator *harsh braking* tidak ditemukan kejadian melampaui ambang batas yang telah ditetapkan. Perbandingan frekuensi kejadian dari ketiga indikator tersebut menunjukkan bahwa bentuk agresivitas pengemudi lebih berkaitan dengan pelampauan batas kecepatan.



Gambar 2. Perbandingan Indikator Perilaku Agresif Setiap Rute Bus SATRIA

Dominasi *speeding* dapat dijelaskan melalui pendekatan perilaku dan sistem transportasi. Perilaku *speeding* lebih mudah terjadi karena tidak memerlukan stimulus konflik atau kejadian darurat [15]. Pelampauan batas kecepatan dapat terjadi secara berkelanjutan khususnya pada ruas jalan lurus dengan persepsi risiko rendah. Persepsi risiko pengemudi seringkali tidak linier terhadap peningkatan kecepatan, sehingga pengemudi cenderung meremehkan dampak keselamatan dari kenaikan kecepatan moderat [16]. Tingginya frekuensi *speeding* mencerminkan adanya celah pada manajemen kecepatan, seperti desain geometrik ruas jalan yang memungkinkan peningkatan kecepatan atau tekanan waktu operasional yang mendorong pengemudi mempertahankan kecepatan di atas batas regulatif.

Melalui sudut pandang keselamatan sistem transportasi, kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat peningkatan *risk exposure* akibat kejadian *speeding*, sistem operasional kendaraan masih mempertahankan stabilitas dinamika kendaraan selama perjalanan. Pengemudi masih mampu mengendalikan kendaraan secara longitudinal tanpa menunjukkan pola akselerasi atau pengereman ekstrem yang berulang. Intervensi keselamatan sebaiknya difokuskan pada penguatan manajemen kecepatan, seperti penerapan sistem monitoring kecepatan berbasis GPS secara berkelanjutan, evaluasi periodik terhadap rasio kejadian *speeding*, serta pelatihan pengemudi yang menekankan pada pengendalian kecepatan dalam operasi angkutan umum perkotaan.

4. Simpulan

Karakteristik setiap indikator kecepatan, akselerasi, dan deselerasi pengemudi Bus SATRIA berdasarkan data GPS

real time menunjukkan nilai rata-rata kecepatan pada kedua rute berada di bawah batas regulatif 40 km/jam, yaitu 31,8 km/jam pada rute 1 dan 28,4 km/jam pada rute 2. Nilai maksimum kecepatan yang diperoleh mencapai 63,2 km/jam pada rute 1 dan 58,6 km/jam pada rute 2 menunjukkan adanya fase perjalanan dengan kecepatan tinggi serta variabilitas kecepatan fluktuatif. Indikator akselerasi menunjukkan nilai rata-rata moderat yaitu $+0,42 \text{ m/s}^2$ pada rute 1 dan $+0,37 \text{ m/s}^2$ pada rute 2 dengan hanya dua kejadian yang melampaui ambang batas $\geq +2,0 \text{ m/s}^2$. Aspek deselerasi tidak ditemukan kejadian yang melampaui ambang batas $\leq -2,0 \text{ m/s}^2$. Hal ini menunjukkan bahwa secara longitudinal pengemudi memiliki kontrol kendaraan yang stabil, tanpa pola percepatan atau pengereman ekstrem yang berulang.

Identifikasi indikator perilaku mengemudi agresif menggunakan pendekatan *threshold based event analysis* didapatkan hasil yang dominan adalah kejadian *speeding* dengan total 1.718 kejadian, yaitu 14% pada rute 1 dan 11% pada rute 2. Kejadian *harsh acceleration* hanya ditemukan sebanyak dua kali sebesar 0,02% dan tidak ditemukan kejadian *harsh braking*. Temuan ini menunjukkan pola agresivitas pengemudi Bus SATRIA hanya terkonsentrasi pada aspek pelampauan batas kecepatan. Perilaku agresif yang teridentifikasi bersifat peningkatan eksposur risiko akibat kecepatan tinggi, bukan akibat instabilitas kontrol kendaraan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Dinas Perhubungan Kota Kediri yang sudah memfasilitasi penelitian ini, serta Kampus Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

Kontribusi

Konseptor: Veda Widyadhana Aji; Kajian Pustaka: Veda Widyadhana Aji; Metodologi: Veda Widyadhana Aji; Pengumpulan Data: Veda Widyadhana Aji; Pengolahan dan Implementasi Data: Veda Widyadhana Aji; Pelaporan: Veda Widyadhana Aji; Pembahasan dan Simpulan: Veda Widyadhana Aji.

Referensi

- [1] G. Guritnaningsih, T. Tjahjono, and D. Maulina, "KELALAIAN MANUSIA (HUMAN ERROR) DALAM KECELAKAAN LALU LINTAS: ANALISIS BERDASARKAN PEMROSESAN INFORMASI," *JIRS*, vol. 1, no. 1, p. 30, Apr. 2018, doi: 10.19184/korlantas-jirs.v1i1.14772.
- [2] F. Sagberg, Selpi, G. F. Bianchi Piccinini, and J. Engström, "A Review of Research on Driving Styles and Road Safety," *Hum Factors*, vol. 57, no. 7, pp. 1248–1275, Nov. 2015, doi: 10.1177/0018720815591313.
- [3] J. Usman, R. Rida, R. S. Susanti, and I. Papra, "Hubungan Karakteristik Individu Terhadap Perilaku Aggressive Driving Pada Pengemudi Angkutan Kota Di Kota Makassar," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 1, no. 1, 2024.
- [4] Joko Siswanto, Sri Yulianto Joko Prasetyo, Sutarto Wijono, Evi Maria, and Untung Rahardja, "Predicting the Number of Passengers in Public Transportation Areas Using the Deep Learning Model LSTM," *LKJITI*, vol. 15, no. 03, pp. 173–185, Oct. 2025, doi: 10.24843/LKJITI.2024.v15.i03.p03.
- [5] R. Du, F. Kurauchi, T. Nakamura, and M. Kuwahara, "Assessing Regional Public Transport Evaluation Indicators for Advanced Mobility Systems: A Review," *Sustainability*, vol. 17, no. 19, p. 8854, Oct. 2025, doi: 10.3390/su17198854.
- [6] J. Balsa-Barreiro, P. M. Valero-Mora, M. Menéndez, and R. Mehmood, "Extraction of Naturalistic Driving Patterns with Geographic Information Systems," *Mobile Netw Appl*, vol. 28, no. 2, pp. 619–635, Apr. 2023, doi: 10.1007/s11036-020-01653-w.
- [7] R. Eenink, Y. Barnard, M. Baumann, X. Augros, and F. Utesch, "UDRIVE: the European naturalistic driving study".
- [8] N. Watson-Brown, B. Scott-Parker, B. Simons-Morton, and T. Senserrick, "Exploring the Dimensions of Driving Instruction through Naturalistic Observation of Formal Practical Lessons with Learner Drivers," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2674, no. 3, pp. 219–231, Mar. 2020, doi: 10.1177/0361198120905594.
- [9] S. N. Abdulwahid, M. A. Mahmoud, N. Ibrahim, B. B. Zaidan, and H. A. Ameen, "Modeling Motorcyclists' Aggressive Driving Behavior Using Computational and Statistical Analysis of Real-Time Driving Data to Improve Road Safety and Reduce Accidents," *IJERPH*, vol. 19, no. 13, p. 7704, Jun. 2022, doi: 10.3390/ijerph19137704.
- [10] "PM_111_Tahun_2015."
- [11] J. Stipanovic, L. Miranda-Moreno, N. Saunier, and A. Labbe, "Surrogate safety and network screening: Modelling crash frequency using GPS travel data and latent Gaussian Spatial Models," *Accident Analysis & Prevention*, vol. 120, pp. 174–187, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.07.013.
- [12] R. B. Utomo and F. Chasanah, "Pengaruh faktor perilaku manusia terhadap kejadian kecelakaan lalu lintas di Kota Yogyakarta," vol. 4, no. 2, 2025.
- [13] C. F. Windyorid and R. P. Santosa, "Pengaruh Cognitive Reflection Terhadap Aggressive Driving Pada Pengemudi Passenger Car," *Character*, vol. 13, 2026.
- [14] "Developing a smart bus transportation system to improve passenger comfortability, campus accessibility, and traffic control," 2024.
- [15] A. Alf, Dicky Listin Quarta, and Lita Ariani, "Coping Stress dengan Aggressive Driving Behavior Pada Generasi Z Di Komunitas Sepeda Motor," *PJP*, vol. 10, no. 2, pp. 106–117, Oct. 2025, doi: 10.22373/psikoislamedia.v10i2.31867.
- [16] F. A. Darmawan, "Analisis Pengaruh Persepsi Resiko dan Persepsi pada Driving Task terhadap Perilaku Keselamatan Berkendara".