Jurnal Praktik
Keinsinyuran
e-ISSN:3063-7449

Jurnal **Praktik Keinsinyuran** Vol.3 No.6 (November 2026)
journal homepage: http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/jpk

Analisis Spasial dan Faktor Penyebab Kecelakaan Sepeda Motor Karyawan PT XYZ di Tangerang

Muhamad Hibban*, Hotma Antoni Hutahaean

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51, Jakarta 12930

Article Info

Article history:

Received
14 November 2026

Accepted
16 November 2026

Keywords:
Spatial Analysis, Blackspot, Motorcycle Accidents, Human Factors, Road Safety Engineering

Abstract

This study examines the characteristics, causal correlations, and blackspot mapping of motorcycle accidents involving PT XYZ employees along the congested commuter corridor of Jalan Pahlawan Seribu–Raya Serpong–MH Thamrin, Tangerang. Employing a retrospective cross-sectional case study of 38 incidents (2008–2018), the data were analyzed using Chi-Square tests and Cramér's V coefficients in Minitab, alongside spatial analysis utilizing Google Earth and Google Street View. The results indicate that incidents occurred predominantly during morning commute hours (66%), involved multi-vehicle collisions (95%), and affected workers aged 17–30 years (47%). Statistical testing demonstrated a significant association between human factors and infrastructure and environmental ($X^2 = 13{,}565$; $df = 6$; $p\text{-value} = 0{,}0349 < 0{,}05$; Cramér's $V = 0{,}4225$). Spatial analysis identified six critical blackspots driven by speeding, inattention, side friction, as well as U-turn and pedestrian conflicts. Mitigation efforts require defensive riding education, employee time management, and road safety engineering interventions, including permanent concrete barriers, rumble strips, speed limit signs, and a Pelican Crossing.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diserahkan:
14 November 2026

Diterima:
16 November 2026

Kata Kunci:
Analisis Spasial, Blackspot, Kecelakaan Sepeda Motor, Faktor Manusia, Rekayasa Keselamatan Jalan

Abstrak

Penelitian ini mengkaji karakteristik, korelasi penyebab, dan pemetaan titik rawan kecelakaan sepeda motor karyawan PT XYZ di koridor komuter padat Jalan Pahlawan Seribu–Raya Serpong–MH Thamrin, Tangerang. Menggunakan studi kasus retrospektif *cross-sectional* terhadap 38 insiden (2008–2018), data diolah melalui uji *Chi-Square* dan koefisien *Cramér's V* pada perangkat lunak Minitab serta analisis spasial memanfaatkan *Google Earth* dan *Google Street View*. Hasil menunjukkan insiden didominasi jam berangkat pagi (66%), tabrakan ganda (95%), dan pekerja usia 17–30 tahun (47%). Pengujian membuktikan asosiasi signifikan antara faktor manusia dan prasarana dan lingkungan ($X^2 = 13{,}565$; $df = 6$; $p\text{-value} = 0{,}0349 < 0{,}05$; *Cramér's V* $= 0{,}4225$). Analisis spasial mengidentifikasi enam lokasi *blackspot* krusial akibat kecepatan tinggi, kurang fokus, hambatan samping, serta konflik *U-turn* dan penyeberang jalan. Upaya mitigasi menuntut edukasi *defensive riding*, manajemen waktu pekerja, serta rekayasa keselamatan jalan berupa pembatas beton permanen, marka kejut, rambu batas kecepatan, dan *Pelican Crossing*.

1. PENDAHULUAN

Transportasi darat merupakan salah satu hal krusial bagi perekonomian di Kota Tangerang dan Tangerang Selatan. Seiring dengan pertumbuhan kawasan di wilayah ini, lonjakan volume kendaraan tidak terhindarkan sehingga menimbulkan peningkatan risiko

*Corresponding author. Muhamad Hibban
Email address: hibbanmuhamad@gmail.com

keselamatan berkendara yang mengancam keselamatan publik, kerugian material hingga korban jiwa (Setiawati *et al*., 2019).

Koridor Jalan Pahlawan Seribu – Jalan Raya Serpong – Jalan MH Thamrin Tangerang merupakan salah satu jalur utama atau arteri primer dan sekunder perkotaan di Tangerang (Andini *et al*., 2025) yang padat dan kerap menjadi lokasi rawan kecelakaan atau blackspot (Putra *et al*., 2021). Tingginya potensi konflik lalu lintas di ruas ketiga jalan tersebut dipicu oleh percampuran berbagai jenis kendaraan dalam arus lalu lintas berkecepatan sedang hingga tinggi. Dalam perspektif rekayasa keselamatan jalan (*road safety engineering*), terjadinya kecelakaan lalu lintas dapat dijelaskan melalui kerangka teoretis Haddon Matrix (Haddon, 1972) serta pendekatan sistem berkeselamatan (*Safe System Approach*) dan model kegagalan berlapis *Swiss Cheese Model* (Reason, 1990), yang menegaskan bahwa kecelakaan merupakan hasil interaksi dinamis antara kegagalan perilaku manusia (*human factors*), defisiensi kondisi kendaraan, serta ketidaksempurnaan desain geometrik dan lingkungan jalan sebelum, saat, dan setelah tabrakan.

Mobilitas karyawan PT XYZ pada jam sibuk (*peak hours*), baik pagi hari saat berangkat kerja maupun sore hari saat pulang kerja, menjadi salah satu penyumbang pada peningkatan volume lalu lintas di jalur utama Tangerang. Berdasarkan data internal Departemen Health, Safety, and Environment (HSE) perusahaan, dalam kurun waktu 11 tahun (2008–2018) telah terjadi 38 kasus kecelakaan lalu lintas sepeda motor yang menimpa atau melibatkan karyawan PT XYZ. Meskipun sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji pemetaan titik rawan kecelakaan jalan raya berbasis *Geographic Information System* (GIS) secara makro pada populasi pengguna jalan umum (Setiawati *et al*., 2019; Putra *et al*., 2021; Montella, 2010; Eratodi *et al*., 2025), kajian yang secara spesifik mengintegrasikan pengujian asosiasi statistik antar-faktor penyebab kecelakaan dengan pemetaan spasial mikro berbasis komuter pekerja industri pada koridor arteri Tangerang masih sangat terbatas. Padahal, karakteristik perjalanan komuter memiliki pola paparan risiko yang khas karena terikat pada tekanan waktu masuk dan pulang kerja dibandingkan pengguna jalan umum.

Menurut *World Bank Report* 2014 dalam Handayani *et al*. (2019), serta selaras dengan prinsip Haddon Matrix (Haddon, 1972) dan kerangka *Traffic Conflict Technique* (Hydén, 1987), kecelakaan lalu lintas dipicu oleh kombinasi faktor manusia, kendaraan dan kelengkapannya, serta prasarana dan lingkungan jalan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah kajian mendalam untuk memetakan sebaran spasial serta menganalisis keterkaitan antar-faktor penyebab kecelakaan dan karakteristik tipikal *blackspot* di sepanjang jalur komuter utama Tangerang.

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan penelitian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan ke dalam tiga pertanyaan penelitian: (1) bagaimana karakteristik pola kecelakaan sepeda motor karyawan PT XYZ berdasarkan waktu kejadian, jenis kecelakaan, dan kelompok usia korban; (2) apakah terdapat hubungan yang signifikan antara faktor manusia dan faktor prasarana lingkungan sebagai penyebab kecelakaan, serta seberapa kuat tingkat asosiasinya; dan (3) di mana saja lokasi titik rawan kecelakaan (*blackspot*) beserta faktor pemicu spasialnya di sepanjang koridor Jalan Pahlawan Seribu – Jalan Raya Serpong – Jalan MH Thamrin Tangerang. Melalui artikel berjudul "Analisis Spasial dan Faktor Penyebab Kecelakaan Sepeda Motor Karyawan PT XYZ di Tangerang", diharapkan ketiga pertanyaan penelitian tersebut dapat terjawab sehingga hasilnya dapat menjadi landasan ilmiah bagi manajemen PT XYZ dalam merumuskan kebijakan program keselamatan berkendara (*safety riding*) serta menjadi usulan rekomendasi rekayasa lalu lintas bagi instansi terkait guna menekan angka kecelakaan.

2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif *cross-sectional* (potong lintang) berbasis studi kasus retrospektif dengan pendekatan semi-kuantitatif. Pendekatan semi-kuantitatif merujuk pada metode penelitian campuran yang mengonversi temuan kualitatif deskriptif (hasil wawancara mendalam, rekonstruksi kronologi kejadian, dan observasi lapangan) ke dalam kategori kuantitatif terstruktur untuk dianalisis secara statistik (Creswell & Creswell, 2018). Penelitian diawali dengan pengumpulan data deskriptif melalui wawancara terstruktur dan pengamatan terhadap seluruh 38 karyawan PT XYZ Tangerang yang mengalami kecelakaan sepeda motor selama periode 2008–2018 (*total sampling* dari populasi kasus kecelakaan tercatat), yang kemudian dikuantifikasi ke dalam bentuk frekuensi dan tabulasi silang. Data pendukung lainnya bersumber dari *database* laporan investigasi insiden internal Departemen HSE perusahaan, sedangkan data jumlah total populasi keseluruhan karyawan aktif PT XYZ selama rentang 11 tahun tersebut tidak dipublikasikan secara rinci oleh manajemen karena kebijakan kerahasiaan data kepegawaian perusahaan.

Untuk menjaga konsistensi klasifikasi data, ditetapkan definisi operasional bagi tiga variabel utama penyebab kecelakaan mengacu pada kerangka *Haddon Matrix* (Haddon, 1972) dan pedoman keselamatan jalan (Handayani *et al*., 2019; Mannering & Bhat, 2014):

1. Faktor manusia**,** didefinisikan sebagai kondisi fisik, psikologis, maupun perilaku pengendara sebelum dan saat kejadian, yang diklasifikasikan menjadi kurang waspada/fokus, kecepatan tinggi (*speeding*), serta faktor lainnya (kelelahan/*fatigue*, ketidakpatuhan rambu, dan gangguan penglihatan).
2. Faktor kendaraan, didefinisikan sebagai kelayakan teknis dan fungsi komponen keselamatan sepeda motor (sistem pengereman, ban, lampu penerangan, kaca spion, dan kelengkapan standar) berdasarkan catatan audit inspeksi teknis dan laporan investigasi insiden HSE perusahaan.
3. Faktor prasarana dan lingkungan, didefinisikan sebagai kondisi geometrik jalan, permukaan perkerasan, kepadatan arus lalu lintas, hambatan samping (*side friction*), cuaca, dan pergerakan objek eksternal di sekitar lokasi kejadian.

Analisis dilakukan melalui dua tahapan utama:

1. Analisis kuantitatif: Menguji data hasil kuantifikasi wawancara dan pengamatan menggunakan uji *Chi-Square Independence* (uji independensi kai-kuadrat) pada perangkat lunak Minitab. Pemilihan uji *Chi-Square Independence* didasarkan pada karakteristik kedua variabel utama penelitian (faktor manusia dan faktor prasarana lingkungan) yang berskala data kategorikal (nominal) dan disusun dalam tabel kontingensi dua arah (3 x 4), sehingga tepat digunakan untuk menguji ada tidaknya asosiasi statistik antar-kategori (Agresti, 2018; Rasyid & Sakti, 2026). Selain nilai signifikansi (*p-value*), kekuatan asosiasi (*effect size*) dihitung menggunakan koefisien *Cramér's V* untuk mengukur seberapa besar derajat keterkaitan kedua faktor tersebut, serta dilengkapi uji komparasi proporsi (*Chi-Square Goodness-of-Fit*) pada karakteristik waktu kejadian dan kelompok usia korban.
2. Analisis spasial dan visual: Menggunakan instrumen *Google Earth* dan *Google Street View* untuk memetakan koordinat dan mengidentifikasi titik rawan kecelakaan/*blackspot* (Eratodi *et al*., 2025) di sepanjang jalur utama Tangerang. Mengacu pada pendekatan identifikasi lokasi rawan kecelakaan berbasis frekuensi dan klaster spasial (Austroads, 2019; Elvik, 2008; Putra *et al*., 2021), penetapan suatu segmen jalan sebagai titik *blackspot* dalam penelitian ini didasarkan pada tiga kriteria

eksplisit: (1) terjadinya akumulasi minimal tiga kasus kecelakaan karyawan PT XYZ pada segmen koridor atau radius pergerakan yang berdekatan selama periode pengamatan; (2) keberadaan titik konflik lalu lintas yang berulang secara geometrik maupun operasional (seperti bukaan *U-turn*, penyeberangan sebidang, hambatan samping tinggi, atau celah pembatas jalan); serta (3) terkonfirmasinya potensi bahaya visual dan defisiensi prasarana jalan melalui audit citra satelit dan panorama 360 derajat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fokus utama hasil dan pembahasan ini dibagi ke dalam empat sub-bab utama sebagai berikut:

1. Karakteristik kecelakaan, menguraikan pola kejadian berdasarkan waktu kejadian, jenis kecelakaan, dan usia korban.
2. Faktor penyebab kecelakaan, menganalisis hubungan dan kekuatan asosiasi antara faktor penyebab kecelakaan.
3. Titik rawan kecelakaan/*blackspot*, menentukan lokasi dengan tingkat kerawanan kecelakaan tertinggi berdasarkan kriteria spasial.
4. Usulan pencegahan kecelakaan, merumuskan rekomendasi tindakan pencegahan dari segi rekayasa lalu lintas (*engineering*) dan edukasi pengguna jalan (*education*).

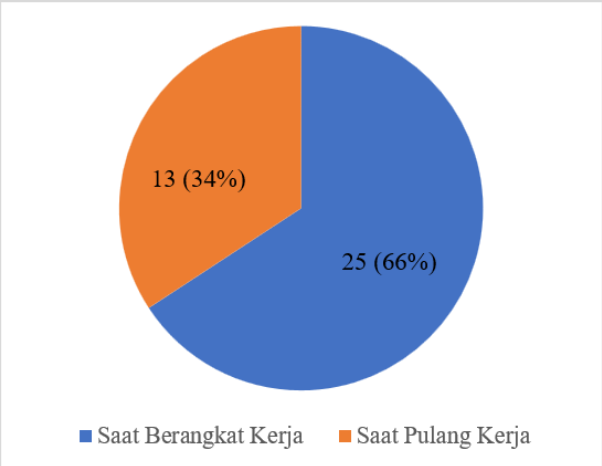
Melalui pembagian terstruktur ini, diharapkan hasil penelitian dapat menjadi landasan kuat untuk rekomendasi program bagi manajemen perusahaan serta instansi terkait dalam mengambil kebijakan keselamatan berkendara yang tepat sasaran.

3.1 Karakteristik Kecelakaan

Berdasarkan data internal PT XYZ (2008–2018), karakteristik 38 kasus kecelakaan lalu lintas yang menimpa karyawan di jalu utama Tangerang dapat dipetakan sebagai berikut:

3.1.1 Berdasarkan waktu kejadian

1. Kerawanan tertinggi pada saat jam berangkat kerja: mayoritas kecelakaan terjadi saat karyawan menuju tempat kerja, yaitu sebesar 66% (25 kasus).
2. Kerawanan lebih rendah pada saat jam pulang kerja: perjalanan pulang kerja mencatat angka yang lebih rendah, yaitu sebesar 34% (13 kasus).

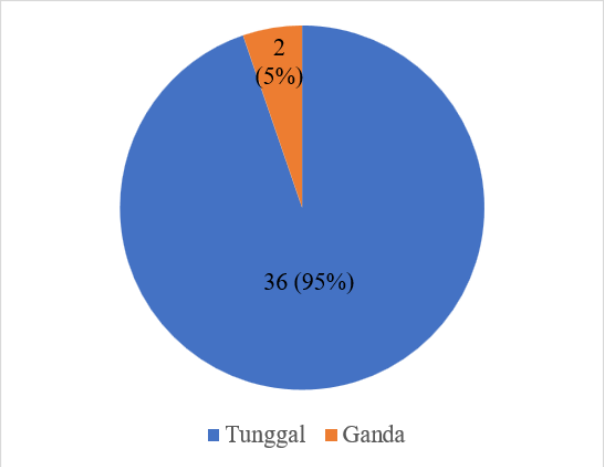


Gambar 1
Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Waktu Kejadian — 25 kasus (66%) Saat Berangkat Kerja; 13 kasus (34%) Saat Pulang Kerja.

Hasil uji proporsi menunjukkan kecenderungan perbedaan distribusi kejadian antara waktu berangkat dan pulang kerja (X^2= 3,789; df = 1; p = 0,0516). Saat berangkat kerja menjadi waktu dengan jumlah dan persentase kecelakaan tertinggi karena bertepatan langsung dengan waktu jam padat (*morning peak hours*) kebanyakan masyarakat untuk memulai aktivitas seperti berangkat ke sekolah, pergi bekerja, dan aktivitas komersial lainnya (Mubalus, 2023) di mana volume kendaraan meningkat tajam dan pengendara cenderung terburu-buru mengejar waktu masuk kerja. Sementara itu, saat pulang kerja merupakan waktu jam padat kedua dengan distribusi kepulangan yang relatif lebih tersebar.

3.1.2 Berdasarkan jenis kecelakaan

1. Kecelakaan tunggal: melibatkan satu kendaraan bermotor saja tanpa melibatkan kendaraan lain atau pejalan kaki (Sari & Lestari, 2024), yaitu sebesar 5% (2 kasus).
2. Kecelakaan ganda: melibatkan dua kendaraan atau lebih, atau tabrakan antara kendaraan dengan pejalan kaki atau pengguna jalan lain (Sari & Lestari, 2024), yaitu sebesar 95% (26 kasus).

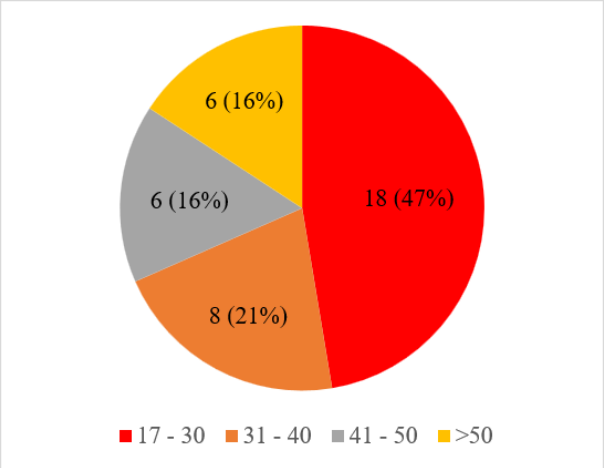


Gambar 2
Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kecelakaan — 36 kasus (95%) Ganda; 2 kasus (5%) Tunggal

Semakin padat kondisi jalan dan arus kendaraan, semakin tinggi peluang interaksi antar pengguna jalan sehingga risiko tabrakan ganda meningkat. Dalam situasi tersebut, pengemudi harus merespons tidak hanya kendali kendaraannya sendiri tetapi juga gerakan dari pengendara lainnya. Sementara pada kecelakaan tunggal, umumnya dipicu akibat kehilangan kendali atas kendaraan sendiri saat melaju di atas batas kecepatan wajar (Suryawan *et al*., 2026).

3.1.3 Berdasarkan usia korban

1. Kelompok usia muda (17 - 30 Tahun): kelompok usia ini menjadi titik krusial dengan jumlah korban mencapai 18 karyawan (47%) atau mencakup hampir setengah dari total keseluruhan kasus kecelakaan.
2. Kelompok usia matang (31 - 40 Tahun): memasuki fase usia matang, jumlah korban mengalami penurunan yang cukup signifikan menjadi 8 karyawan (21%).
3. Kelompok usia paruh baya (41 - 50 Tahun): tren penurunan terus berlanjut hingga mencapai angka 6 karyawan (16%) pada kelompok usia ini.
4. Kelompok usia senior (>50 Tahun): jumlah korban pada kategori usia di atas 50 tahun cenderung stabil dan sama dengan kelompok sebelumnya, yaitu sebanyak 6 karyawan (16%).



Gambar 3
Jumlah Korban Berdasarkan Usia — 17–30 tahun: 18 (47%); 31–40 tahun: 8 (21%); 41–50 tahun: 6 (16%); >50 tahun: 6 (16%)

Pengujian statistik komparasi proporsi antar-kelompok usia membuktikan adanya perbedaan distribusi korban yang signifikan secara statistic (X^2= 10,421; df = 3; p = 0,0516 < 0,05), di mana kelompok usia muda (17–30 tahun) secara nyata mendominasi insiden kecelakaan. Meskipun penelitian ini tidak mengukur tingkat agresivitas berkendara maupun skor kelelahan (*fatigue*) secara psikometrik langsung pada seluruh populasi karyawan, secara teoretis dalam literatur keselamatan jalan tingginya kerentanan kelompok usia muda (17–30 tahun) dikaitkan dengan kombinasi perilaku berkendara yang cenderung lebih impulsif, akumulasi kelelahan (*fatigue*) antara aktivitas kerja dan kehidupan pribadi, serta kurangnya pengalaman dalam mengantisipasi situasi berbahaya di jalan raya (Sari *et al*., 2023).

Tren kecelakaan lalu lintas mengalami penurunan bertahap seiring bertambahnya usia. Pada kelompok usia 31–40 tahun, jumlah korban turun menjadi 8 karyawan dan kembali turun menjadi 6 karyawan pada rentang usia 41–50 tahun. Penurunan ini sejalan dengan temuan literatur mengenai peningkatan kematangan emosional dalam berkendara dan penerapan prinsip berkendara defensif (*defensive riding*) yang lebih baik seiring bertambahnya pengalaman di jalan raya (Elias *et al*., 2025), di mana prioritas keselamatan mengalahkan keinginan untuk cepat sampai tujuan. Pada kelompok usia senior (>50 tahun), kematangan berkendara sudah sangat baik namun risiko kecelakaan tetap ada yang secara fisiologis berkaitan dengan penurunan fungsi fisik seperti waktu respons atau refleks yang melambat serta penurunan ketajaman visibilitas saat berkendara (Zuhayr & Abdulgani, 2025), terutama pada kondisi gelap atau malam hari.

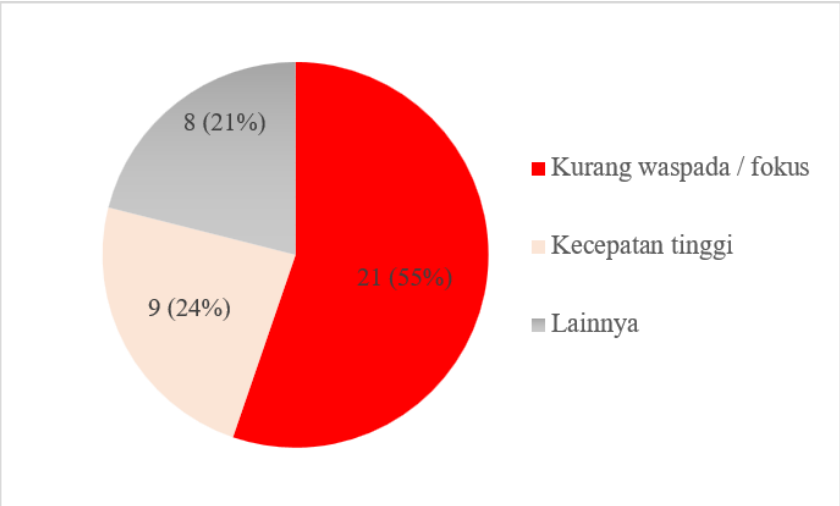
3.2 Faktor Penyebab Kecelakaan

Melalui proses wawancara, rekonstruksi insiden, dan penelusuran catatan investigasi Departemen HSE terhadap 38 karyawan PT XYZ yang menjadi korban kecelakaan lalu lintas, insiden diketahui dipicu oleh kombinasi faktor manusia serta faktor prasarana dan lingkungan. Sementara itu, faktor kendaraan tercatat sebesar 0 kasus (nihil) sebagai penyebab utama dalam dokumen laporan investigasi dan *checklist* inspeksi teknis perusahaan. Hal ini didukung oleh penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) pemeriksaan kelayakan kendaraan yang ketat di lingkungan PT XYZ, meliputi pemeriksaan visual harian pada gerbang masuk oleh petugas *security* (kelengkapan kaca spion, lampu utama, lampu rem, dan sein) serta audit inspeksi rutin mingguan oleh tim gabungan *security*,

general affair, dan HSE (kondisi ketebalan alur ban, fungsi pengereman, dan kelengkapan surat kendaraan) sebelum kendaraan diizinkan beroperasi di area perusahaan.

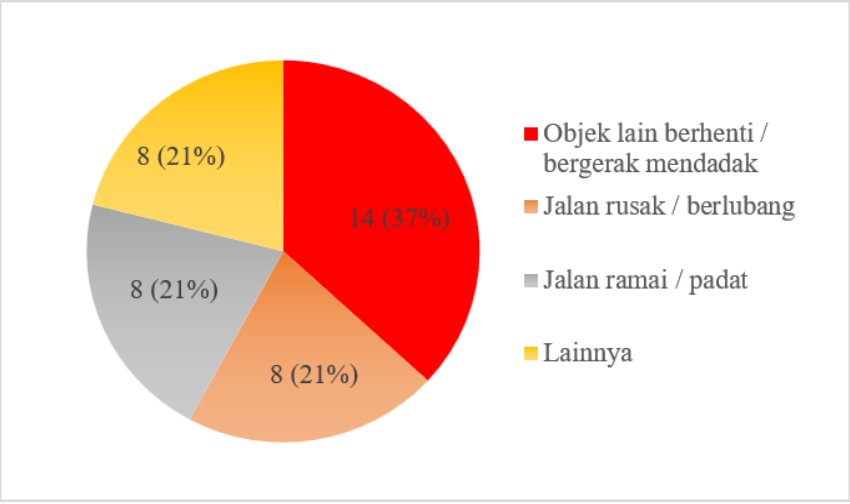
Penyebab kecelakaan faktor manusia dan prasarana dan lingkungan selanjutnya diklasifikasikan menjadi beberapa sub-kategori sebagai berikut:

1. Faktor manusia
    a. Kurang waspada/fokus (21 kasus; 55%);
    b. Kecepatan tinggi (9 kasus; 24%); dan
    c. Lainnya (8 kasus; 21% — meliputi lelah, tidak tertib, dan masalah kondisi medis yang berkaitan dengan kesehatan mata seperti rabun senja, mata plus dan silinder)



Gambar 4
Penyebab Kecelakaan: Faktor Manusia

2. Faktor prasarana dan lingkungan
    a. Objek lain berhenti/bergerak mendadak (14 kasus; 37%);
    b. Jalan rusak/berlubang (8 kasus; 21%);
    c. Jalan ramai/padat (8 kasus; 21%); dan
    d. Lainnya (8 kasus; 21% — meliputi jalan licin, disenggol pengendara lain dan ditabrak kendaraan lain)



Gambar 5
Penyebab Kecelakaan: Faktor Prasarana dan Lingkungan

Kombinasi antara faktor manusia dan faktor prasarana dan lingkungan yang menyebabkan terjadinya 38 kasus kecelakaan disajikan dalam matriks tabulasi silang berikut.

Tabel 1.
Matrik Kombinasi Faktor Penyebab Kecelakaan

Faktor Manusia / Faktor Prasarana dan Lingkungan	(Objek Lain Berhenti / Bergerak Mendadak)	(Jalan Rusak / Berlubang)	(Jalan Ramai / Padat)	(Jalan Licin / Disenggol / Dll)	Total Faktor Manusia
Kurang Waspada / Fokus)	2	5	8	6	21
(Kecepatan Tinggi)	6	1	2	0	9
Lainnya (Lelah, Tidak Tertib, Medis)	6	2	0	0	8
Total Faktor Prasana dan Lingkungan	14	8	8	8	38

Untuk mengetahui apakah terdapat hubungan yang signifikan antara karakteristik faktor manusia dan faktor prasarana dan lingkungan dalam peristiwa kecelakaan, dilakukan pengujian statistik menggunakan uji *Chi-Square* untuk independensi pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dengan hipotesis yang diajukan sebagai berikut:

a. H0: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara faktor manusia dan faktor prasarana dan lingkungan dalam menyebabkan kecelakaan.
b. H1: Terdapat hubungan yang signifikan antara faktor manusia dan faktor prasarana dan lingkungan dalam menyebabkan kecelakaan.

Hasil statistik menggunakan uji *Chi-Square* untuk independensi diperoleh parameter uji sebagai berikut:

- Nilai hitung *Chi-Square* (X^2) = 13,565
- Derajat kebebasan (df) = 6
- Nilai signifikansi (*p-value*) = 0,0349
- Ukuran efek (*Cramér's V*) = 0,4225 (asosiasi sedang menuju kuat)

Nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,0349 lebih kecil dari taraf nyata yang ditentukan ($\alpha = 0,05$). Oleh karena itu, keputusan statistik yang diambil adalah menolak H0 dan menerima H1. Hal ini membuktikan bahwa terdapat hubungan (asosiasi) yang signifikan secara statistik antara faktor manusia serta faktor prasarana dan lingkungan dalam kontribusinya terhadap terjadinya kecelakaan. Lebih lanjut, nilai koefisien *Cramér's V* sebesar 0,4225 (untuk df = 2) menunjukkan bahwa kekuatan hubungan (*effect size*) antara kedua faktor tersebut berada pada kategori sedang menuju kuat (*moderate-to-strong association*) (Cohen, 1988). Temuan ini sejalan dengan kerangka *Haddon Matrix* (Haddon, 1972) dan hasil penelitian Rasyid & Sakti (2026) yang menegaskan bahwa risiko kecelakaan meningkat tajam ketika kerentanan perilaku pengendara bertemu dengan bahaya lingkungan jalan.

Berdasarkan sebaran data pada Tabel 1 Matrik Kombinasi Faktor Penyebab Kecelakaan di atas, dapat diketahui juga bahwa terdapat tiga pola interaksi krusial yang mendominasi insiden kecelakaan:

1. Kegagalan waktu reaksi pada pengemudi dengan kondisi fisik/kesehatan yang bermasalah.

Pengemudi yang berada dalam kondisi lelah, tidak tertib, atau memiliki kendala penglihatan (terutama saat pulang kerja) memiliki kerentanan tertinggi ketika berhadapan dengan situasi objek lain yang berhenti atau bergerak mendadak dengan persentase mencapai 75% (6 dari 8 kasus). Kondisi tersebut berpengaruh langsung terhadap penurunan waktu reaksi (*perception-reaction time*).

2. Keterbatasan jarak pengereman akibat kecepatan tinggi.
   Pengemudi yang memacu kendaraan dengan kecepatan tinggi (terutama saat berangkat kerja) mayoritas kecelakaannya dipicu oleh munculnya objek mendadak di jalanan dengan persentase mencapai 66,7% (6 dari 9 kasus). Tingginya laju kendaraan memangkas jarak aman pengereman sehingga energi kinetik dan momentum kendaraan tidak dapat dihentikan tepat waktu saat situasi jalan mendadak berubah.
3. Kelemahan antisipasi visual di jalan.
   Pada pengemudi dengan kondisi kurang waspada atau fokus, kecelakaan tidak terpusat pada satu kondisi prasarana saja melainkan tersebar di area jalan ramai/padat (8 kasus) terutama saat *peak hours* dan kondisi jalan licin/faktor eksternal lainnya (6 kasus). Kondisi kurang fokus membuat pengemudi gagal melakukan pemindaian visual (*visual scanning*) secara memadai terhadap dinamika jalanan yang kompleks.

3.3 Titik Rawan Kecelakaan (Blackspot)

Pemetaan koordinat untuk menentukan area rawan kecelakaan (blackspot) dilakukan berdasarkan hasil wawancara rekonstruksi lokasi kejadian terhadap karyawan PT XYZ yang menjadi korban kecelakaan lalu lintas. Proses ini melibatkan penggunaan Google Earth untuk memperoleh gambaran makro mengenai karakteristik spasial, tata guna lahan, dan morfologi jalan, serta fitur panorama 360 derajat pada Google Street View untuk melakukan audit visual kondisi riil infrastruktur dan lingkungan jalan di lokasi kejadian.

Berdasarkan tiga kriteria penetapan *blackspot* (akumulasi minimal 3 kejadian pada klaster segmen, keberadaan titik konflik geometrik/operasional berulang, dan verifikasi audit visual infrastruktur), teridentifikasi 6 (enam) titik rawan kecelakaan (*blackspot*) krusial di jalur utama Tangerang sebagai berikut:

1. Titik 1: Jalan MH Thamrin – Serpong Menuju Tangerang

   Sebagai jalan arteri primer yang dirancang untuk jalur cepat dengan hambatan samping minim, kawasan ini idealnya bebas dari gangguan lalu lintas. Namun, longgarnya pembatas jalan darurat (*water/plastic barrier*) kerap dimanfaatkan oleh pengendara sepeda motor untuk melakukan pelanggaran lawan arah demi memotong rute. Kondisi jalan yang lurus mendorong kendaraan di arus utama melaju dengan kecepatan tinggi. Kombinasi antara kecepatan tinggi, kurang waspada/fokus, serta kemunculan pelanggar arus secara tak terduga (objek lain berhenti/bergerak mendadak) menjadi faktor pemicu utama (*trigger factor*) yang menjadikan lokasi ini sebagai *blackspot*.

2. Titik 2: Jalan MH Thamrin – Tangerang Menuju Serpong

   Berada di koridor yang sama namun pada arah sebaliknya, titik ini memiliki karakteristik geometris jalan dan *trigger factor* yang serupa dengan Titik 1, menjadikan lokasi ini juga sebagai *blackspot.*



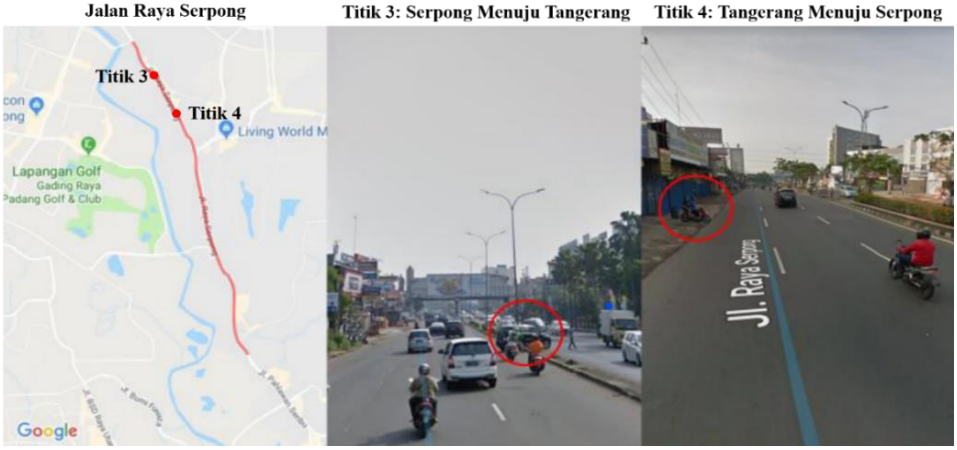
Gambar 6
Blackspot Jalan MH Thamrin

3. Titik 3: Jalan Raya Serpong – Serpong Menuju Tangerang

Segmen ini merupakan jalan arteri sekunder perkotaan dengan geometrik yang relatif lurus dan bentang jalan yang cukup panjang. Pada koridor ini, terdapat beberapa bukaan *U-turn* serta dikelilingi oleh kawasan komersial aktif seperti kompleks pertokoan dan pusat perbelanjaan. Karakteristik jalan yang lurus dan lebar tersebut cenderung menstimulasi pengemudi untuk memacu kendaraan dalam kecepatan tinggi. Akibatnya, area *U-turn* berpotensi kuat menjadi titik konflik akibat pertemuan antara arus kendaraan berkecepatan tinggi dan kendaraan yang melambat atau berhenti untuk berputar arah. Kombinasi antara kecepatan tinggi, kurang waspada/fokus serta area konflik U-Turn ini menjadi *trigger fac*tor yang menjadikan lokasi tersebut sebagai *blackspot*.

4. Titik 4: Jalan Raya Serpong – Tangerang Menuju Serpong

Berada di koridor yang sama namun pada arah sebaliknya, segmen ini memiliki karakteristik geometris yang serupa dengan Titik 3. Perbedaan utama terletak pada faktor pemicunya, yaitu tingginya aktivitas keluar-masuk kendaraan dari persil bangunan di sisi jalan. Kondisi tersebut menciptakan hambatan samping *(side friction)* yang sangat tinggi, sehingga meningkatkan risiko tabrakan dari arah samping maupun belakang *(rear-end collision)*. Kombinasi dari faktor-faktor inilah yang menetapkan lokasi tersebut sebagai *blackspot.*



Gambar 7
Blackspot Jalan Raya Serpong

5. Titik 5: Jalan Pahlawan Seribu – Serpong Menuju Tangerang

   Merupakan koridor arteri sekunder padat kendaraan yang menghubungkan berbagai pusat aktivitas komersial. Karakteristik jalan yang lebar, lurus, serta memiliki kelokan landai yang cenderung memicu pengemudi untuk memacu kendaraan dalam kecepatan tinggi. Tingginya aktivitas keluar-masuk kendaraan dari area komersial di kedua sisi jalan menciptakan *side friction* yang signifikan sehingga meningkatkan risiko tabrakan dari samping maupun belakang. Selain itu, fasilitas penyeberangan (*crosswalk*) sebidang pada jalur utama berpotensi menjadi area konflik tinggi akibat perpotongan arus langsung antara pejalan kaki dan kendaraan bermotor berkecepatan tinggi. Kombinasi antara kecepatan tinggi, kurang waspada/fokus, *side friction*, serta area konflik *crosswalk* menjadi *trigger factor* yang menjadikan lokasi ini sebagai *blackspot*.

6. Titik 6: Jalan Pahlawan Seribu – Tangerang Menuju Serpong

   Berada di koridor yang sama namun pada arah sebaliknya, titik ini memiliki karakteristik geometris jalan dan *trigger factor* yang serupa dengan Titik 5 sehingga koridor ini juga dikategorikan sebagai *blackspot*.



Gambar 8
Blackspot Jalan Pahlawan Seribu

3.4 Usulan Pencegahan Kecelakaan

Berdasarkan data karakteristik kecelakaan, analisis statistik *Chi-Square*, serta identifikasi 6 *blackspot* di jalur utama Tangerang, berikut adalah usulan program pencegahan kecelakaan lalu lintas berbasis pendekatan edukasi (*education*) dan rekayasa (*engineering*).

1. Program Internal Perusahaan:

   a. Kampanye *Time Management*

   Berfokus pada pentingnya merencanakan waktu perjalanan dalam menghadapi kemacetan lalu lintas agar tidak memicu stress dan mengelola durasi perjalanan agar tidak tergesa-gesa, demi menciptakan keselamatan, ketertiban, dan kelancaran di jalan.

Tabel. 2
Contoh Kampanye dan Pesan Kunci *Time Management*

No.	Kampanye	Pesan Kunci
1	"Berangkat kerja lebih cepat, di jalan pun jadi lebih santai"	Manajemen waktu yang baik adalah kunci stabilitas emosi saat berkendara.
2	"Telat itu urusan waktu, selamat itu urusan nyawa"	Waktu yang hilang tidak bisa ditebus dengan tindakan membahayakan diri sendiri dan orang lain di jalan.
3	"Atur waktu perjalananmu, jangan biarkan waktu mencuri keselamatanmu"	Pengemudi yang memegang kendali atas keputusan keselamatan dirinya bukan tekanan eksternal berupa waktu.

b. Edukasi *Defensive Riding* Berbasis Digital

Menyampaikan materi safety awareness tentang *Defensive Riding* melalui konten kreatif pendek (video atau infografis) pada media sosial atau grup chat sehingga lebih masuk ke psikologis karyawan terutama karyawan usia muda dibanding metode ceramah formal.

Tabel. 3
Contoh Materi dan Format Edukasi *Defensive Riding*

No.	Edukasi	Jenis
1	*Blackspot* krusial di sepanjang koridor Jalan Pahlawan Seribu – Jalan Raya Serpong – Jalan MH Thamrin Tangerang.	Infografis
2	Batas kecepatan dan jarak aman berkendara.	Audiovisual (video singkat) dan infografis.
3	Teknik pengereman mendadak.	Audiovisual (video singkat)
4	Teknik memindai visual secara cepat di jalanan.	Audiovisual (video singkat)
5	Etika berpindah jalur dan menyalip.	Audiovisual (video singkat)

2. Usulan Rekomendasi Untuk Instansi Terkait:

Melalui perbaikan dan pemasangan infrastruktur jalan sebagaimana usulan rekomendasi pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4
Usulan Rekomendasi Perbaikan dan Pemasangan Infrastruktur Jalan

No.	*Blackspot*	Usulan Rekomendasi
1	Titik 1: Jalan MH Thamrin – Serpong Menuju Tangerang	Penggantian pembatas jalan darurat plastik dengan pembatas beton permanen (*Median Concrete Barrier*/MCB) dilakukan untuk mencegah pergeseran oleh oknum tidak bertanggung jawab. Selain itu, rangkaian MCB juga diperpanjang dan dilengkapi dengan rambu larangan putar balik guna mengantisipasi serta mencegah aktivitas *U-turn* ilegal.
2	Titik 2: Jalan MH Thamrin – Tangerang Menuju Serpong	Pembatas jalan diperpanjang dan dilengkapi rambu larangan putar balik guna mengantisipasi sekaligus mencegah aktivitas *U-turn* ilegal.
3	Titik 3: Jalan Raya Serpong – Serpong Menuju Tangerang	emasangan rambu batas kecepatan dan marka kejut (*rumble strips*) diimplementasikan sebelum area *U-turn* untuk mereduksi kecepatan kendaraan. Selain itu, lampu peringatan kuning (*yellow flashing light*) dipasang di atas area *U-turn* sebagai penanda visual (*visual anchor)* bagi pengendara di jalur utama.
4	Titik 4: Jalan Raya Serpong – Tangerang Menuju Serpong	Penataan akses keluar-masuk persil bangunan komersial dengan mewajibkan penyediaan ruang parkir yang cukup agar tidak menimbulkan *side friction*. Langkah ini didukung juga dengan pemasangan rambu batas kecepatan maksimum untuk menjamin keamanan pengguna jalan.
5	Titik 5 dan 6: Jalan Pahlawan Seribu – Serpong Menuju Tangerang dan sebaliknya	Pemasangan *Pedestrian Light Controlled* (Pelican) *Crossing* yang dilengkapi tombol lampu lalu lintas pengendali dan lampu isyarat (strobo) peringatan dini dan pemasangan marka tulisan batas kecepatan di aspal jalan sebelum area Pelican *Crossing.*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan temuan dan pembahasan yang telah dipaparkan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik utama kecelakaan: kasus kecelakaan yang melibatkan karyawan PT XYZ didominasi oleh waktu keberangkatan kerja pagi hari (66%), jenis kecelakaan ganda (95%), dan mayoritas menimpa karyawan rentang usia muda 17–30 tahun sebesar 47% (18 kasus; $p = 0{,}0153$).
2. Hubungan faktor penyebab: hasil uji statistik *Chi-Square* ($X^2 = 13{,}565$; df = 6; *p-value* = 0,0349 < 0,05) membuktikan terdapat hubungan (asosiasi) yang signifikan secara statistik antara faktor manusia dengan faktor prasarana dan lingkungan dalam memicu kecelakaan, dengan kekuatan hubungan kategori sedang menuju kuat (*Cramér's V* = 0,4225). Sementara itu, faktor kendaraan tercatat nihil dalam catatan investigasi insiden seiring berjalannya SOP inspeksi kelayakan teknis harian dan mingguan.
3. Lokasi *blackspot*: teridentifikasi 6 (enam) titik krusial di jalur utama Tangerang yang memenuhi kriteria akumulasi kejadian dan konflik geometrik, yang dipicu oleh kecepatan tinggi, kurang waspada/fokus, kemunculan pelanggar arus secara tak terduga (objek lain berhenti/bergerak mendadak), *side friction*, serta area konflik (*U-turn* dan *crosswalk*).

4.2 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil sebagai berikut:

1. Ketiadaan data populasi total karyawan aktif, dikarenakan kebijakan kerahasiaan data kepegawaian PT XYZ, jumlah total karyawan aktif pengguna sepeda motor per tahun selama periode 2008–2018 tidak tersedia, sehingga analisis berfokus pada distribusi proporsi internal dari 38 kasus kecelakaan tercatat (*case-based analysis*) dan belum menghitung tingkat laju insiden (*accident rate*) per kapita pekerja.
2. Rentang waktu data historis, data kecelakaan yang dianalisis mencakup periode 2008–2018, sehingga kondisi geometrik mikro dan volume lalu lintas pada koridor jalan saat ini dapat mengalami perubahan akibat pembangunan infrastruktur baru.
3. Pengukuran tidak langsung variabel perilaku dan parameter lalu lintas lapangan, variabel psikologis seperti agresivitas berkendara dan tingkat kelelahan (*fatigue*) diidentifikasi melalui wawancara rekonstruksi kejadian (bukan instrumen kuesioner psikometrik terstandar), serta belum dilengkapi pengukuran kuantitatif lapangan seperti Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan kecepatan sesaat (*spot speed*).

4.3 Saran

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini mengajukan beberapa rekomendasi yang ditujukan kepada para pemangku kepentingan maupun peneliti selanjutnya sebagai berikut:

1. Untuk Manajemen Internal PT XYZ:
   a. Implementasi kampanye *time management*, melaksanakan program kesadaran pengelolaan waktu perjalanan melalui pesan kunci kreatif untuk menjaga stabilitas emosi berkendara karyawan.

b. Edukasi *defensive riding* berbasis digital, memanfaatkan media audiovisual pendek dan infografis peta blackspot melalui grup komunikasi internal untuk menjangkau pekerja usia muda secara efektif.

2. Untuk Instansi Terkait:
   a. Penguatan infrastruktur pembatas, mengganti pembatas plastik dengan pembatas beton permanen (*Median Concrete Barrier*) dan menutup celah *U-turn* ilegal di koridor Jalan MH Thamrin dengan memperpanjang pembatas.
   b. Pengendalian kecepatan, memasang marka kejut (*rumble strips*), rambu batas kecepatan, dan lampu peringatan kuning (*yellow flashing light*) sebelum area *U-turn* Jalan Raya Serpong.
   c. Fasilitas penyeberangan aman, membangun *Pelican Crossing* yang dilengkapi lampu isyarat (*strobe*) di Jalan Pahlawan Seribu demi meminimalisasi konflik langsung antara kendaraan dan pejalan kaki.

3. Untuk Peneliti Selanjutnya:
   a. Integrasi data lalu lintas dan paparan risiko, melibatkan data volume lalu lintas aktual (LHR), kecepatan sesaat (*spot speed*), serta data populasi komuter agar dapat menghitung indeks tingkat kecelakaan (*accident rate*) secara lebih komprehensif.
   b. Kajian perilaku (behavioral analysis): melakukan pengukuran psikometrik langsung mengenai pengaruh stressor kerja, kelelahan (fatigue), dan tekanan waktu perjalanan terhadap perilaku berkendara agresif pada pekerja usia muda (17–30 tahun).

DAFTAR PUSTAKA

1. Agresti, A. (2018). *An Introduction to Categorical Data Analysis* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
2. Andini, F., Herlambang, S., & Bella, P. A. (2025). Identifikasi Karakteristik 4 Segmen Koridor Jalan Utama Kota Tangerang Selatan (Jl. Pahlawan Seribu, Jl. Kapten Soebianto Djojohadikusumo, Jl. Rawa Buntu dan Jl. Buaran). *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (STUPA)*, 7(1), 255–272. https://doi.org/10.24912/stupa.v7i1.33941.
3. Austroads. (2019). *Guide to Road Safety Part 8: Treatment of Crash Locations* (AGRS08-19). Austroads Ltd.
4. Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
5. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
6. Elias, Y. R. D., Rompis, S. Y. R, & Lefrandt, L. I. R. (2025). Pengaruh Pemahaman Regulasi Lalu Lintas Dan Emosi Terhadap Perilaku *Aggressive Driving* Pengendara Sepeda Motor Siswa Di Kota Manado. *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, 5(5), 3955–3971. https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v5i10.32449.
7. Elvik, R. (2008). A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries. *Accident Analysis & Prevention*, 40(6), 1830–1835. https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.08.001.
8. Eratodi, I. G. L. B., Putri, D. A. P. A. G., Mbete, M. H., & Putra, A. F. E. (2025). Analisis Kawasan Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Raya Sesetan). *Jurnal Teknik Gradien*, 17(1), 97-105. https://doi.org/10.47329/teknik_gradien.v17i01.1411.

9. Haddon, W. (1972). A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *The Journal of Trauma*, 12(3), 193–207. https://doi.org/10.1097/00005373-197203000-00002.
10. Handayani, S., Setyowati, T., & M., Firdaus, M. I. (2019). Budaya Keselamatan pada Transportasi Jalan Indonesia. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 6(2), 201-210. https://doi.org/10.54324/j.mtl.v6i2.315.
11. Hydén, C. (1987). *The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique* (Bulletin 70). Lund Institute of Technology.
12. Mannering, F. L., & Bhat, C. R. (2014). Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions. *Analytic Methods in Accident Research*, 1, 1–22. https://doi.org/10.1016/j.amar.2013.09.001.
13. Montella, A. (2010). A comparative analysis of hotspot identification methods. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 571–581. https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.09.025.
14. Mubalus, S. F. E. (2023). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas di Kabupaten Sorong dan Penanggulangannya. *Jurnal Social, Science and Education (SOSCIED)*,6(1),182-197. https://jurnal.poltekstpaul.ac.id/index.php/jsoscied/article/view/624.
15. Putra, E. E. S., Ratih, S. Y., & Primantari L. 2021. Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Raya Ngerong Cemorosewu. *Jurnal KACAPURI: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil,* 4(2), 255-264. https://doi.org/10.31602/jk.v4i2.6432.
16. Rasyid, H., & Sakti, R. E. 2026. Analisis Faktor Risiko Kecelakaan Lalu Lintas Terhadap Tingkat Keparahan Korban. *Jurnal Pendidikan Sejarah dan Riset Sosial Humaniora (KAGANGA)*, 09(3), 37-52. https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/KAGANGA/article/view/20039. Diakses tanggal 21 Oktober 2026.
17. Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge University Press.
18. Sari, D. M., & Lestari F. 2024. Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas dan Klasifikasi Cedera Korban di Universitas X. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(4), 12070-12080. https://doi.org/10.31004/jkt.v5i4.38040.
19. Sari, T. P., Karimah, F. S., & Nur, M. 2023. Analisis Perilaku Remaja dalam Berkendara di Jalan Raya Terhadap Keselamatan Bersama Pengguna Jalan. *Jurnal Ilmu Sosial, Politik, dan Humaniora (JISORA)*, 6(3), 31-38. https://doi.org/10.36624/jisora.v6i2.104.
20. Setiawati, D. N., Intari, D. E., & Zailani A. 2019. Analisis Titik Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Provinsi (Studi Kasus: Jl. Raya Legok dan Jl. Raya Kelapa Dua Kab. Tangerang). *Jurnal Kajian Teknik Sipil (JKTS),* 4(1), 76-86. https://doi.org/10.52447/jkts.v4i1.1432.
21. Suryawan, K., Yuliartini, N. P. R., & Sudika, D. G. 2026. Fenomena *Speeding* serta Ancamannya dalam Keselamatan Lalu Lintas di Wilayah Hukum Kepolisian Resor Buleleng. *Jurnal Riset Ilmu Hukum*, 3(2), 48-56. https://doi.org/10.62383/mahkamah.v3i2.1601.
22. Zuhayr, G. I., & Abdulgani, R. K. 2025. Pembaharuan Kebijakan Surat Izin Mengemudi Seumur Hidup Terhadap Lansia Berdasarkan Asas Dan Tujuan Berlalu Lintas. *Jurnal Pembelajaran dan Ilmu Civic*, 11(2), 95-99. https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/civic/article/view/7827. Diakses tanggal 30 Oktober 2026.