

Analisis *black site* dan *black spot* serta faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali

I Made Agus Ariawan^{1,*}, I Putu Chandra Wibawa², I Nyoman Arya Thanaya¹,
Marshal Riando Samosir¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali, Indonesia

*Corresponding authors: agusariawan17@unud.ac.id

Submitted: 5 April 2025, Revised: 25 May 2025, Accepted: 30 May 2025

ABSTRACT: The rapid population growth in Klungkung Regency, accompanied by an increase in motor vehicle ownership, has accelerated the development of transportation in the region. Although traffic density in Klungkung is lower than that in larger cities, traffic accidents continue to occur. Therefore, identifying accident-prone areas and the contributing factors is essential. This study aims to analyze black sites and black spots, as well as to identify the factors influencing traffic accidents in Klungkung Regency. The research utilizes secondary data obtained from the Klungkung Police Department. The analysis begins with problem identification, data collection, and the application of Z-Score and Accident Equivalent Number (AEK) methods to identify black sites. Black spots are identified using the Upper Control Limit (UCL) method, followed by an analysis of accident-contributing factors. The findings reveal that 79.3% of accidents involve motorcycles, with an estimated economic loss of IDR 646,725,000. The dominant type of accident (44.71%) is loss of vehicle control, while 23% of incidents occur on Sundays, and 32.23% of the offenders are between 16 and 25 years old. Four black sites were identified: Prof. Dr. Ida Bagus Mantra Road, Raya Sampalan Road, Ngurah Rai Road, and Raya Klumbu Tokah Pakeh Road. In addition, six black spots were found: STA 0+000–0+500, STA 2+000–2+500, STA 3+000–3+500, STA 4+000–4+500, STA 5+000–5+500, and STA 7+000–7+500. Contributing human factors include careless behavior, drowsiness, sudden braking, and mobile phone use while driving. Vehicle-related causes involve brake failure, faulty lights, worn tires, and missing mirrors. Accidents are more likely to occur under clear weather conditions due to a reduced perception of risk, which can lead drivers to lower their vigilance and violate traffic regulations. This study offers an integrated analytical approach to identifying black sites and black spots while examining key accident factors. The findings are expected to support targeted strategies and serve as a reference for policymakers and traffic safety authorities in developing more effective prevention measures.

KEYWORDS: AEK; black site; black spot; upper control limit; z-score.

ABSTRAK: Pertumbuhan penduduk Kabupaten Klungkung yang cukup tinggi dan jumlah kepemilikan kendaraan bermotor yang meningkat mengakibatkan perkembangan jumlah transportasi lebih cepat. Meskipun kepadatan lalu lintas lebih rendah dibandingkan kota besar yang terjadi di Kabupaten Klungkung, insiden kecelakaan tetap terjadi, oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi kecelakaan dan faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis black site dan black spot serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini ialah data sekunder yang diperoleh dari Polres Klungkung. Metode analisis dimulai dengan mengidentifikasi masalah, pengumpulan data, analisis menggunakan metode Z-Score dan Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK) untuk mengidentifikasi black site, adapun pengidentifikasian black spot menggunakan metode Upper Control Limit (UCL), kemudian analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan. Hasil analisis diperoleh karakteristik kecelakaan sebesar 79.3% disebabkan oleh sepeda motor, kerugian sebesar Rp 646,725,000, tipe kecelakaan 44.71% diakibatkan kehilangan kendali, 23% terjadi pada hari minggu, serta 32.23% pelaku terlibat berusia 16-25 tahun. Black site teridentifikasi sebanyak 4 lokasi yaitu Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, Jalan Raya Sampalan, Jalan Ngurah Rai, Jalan Raya Klumbu Tokah Pakeh, black spot teridentifikasi sebanyak 6 titik yaitu STA 0+000–STA 0+500, STA 2+000–STA 2+500, STA 3+000–STA 3+500, STA 4+000–STA 4+500, STA 5+000–STA 5+500, STA 7+000–STA 7+500. Faktor manusia yang mempengaruhi kecelakaan, yaitu: ceroboh, mengantuk dan tertidur, berhenti mendadak, serta menggunakan handphone. Faktor kendaraan yang mempengaruhi kecelakaan yaitu: rem tidak berfungsi, lampu tidak berfungsi, ban kurang baik, dan kaca spion tidak ada. Faktor kondisi jalan saat cerah dapat terjadi kecelakaan karena persepsi kewaspadaan terhadap keselamatan menurun sehingga pengemudi mengabaikan aturan lalu lintas. Penelitian ini diharapkan berkontribusi dalam menyediakan pendekatan analisis black site dan black spot serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas, sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk penanganan tingkat kecelakaan lalu lintas.

KATA KUNCI: AEK; black site; black spot; upper control limit; z-score.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Klungkung berada pada bagian tenggara Pulau Bali dimana Semarapura merupakan ibu kota dari Kabupaten Klungkung. Berdasarkan data BPS Kabupaten Klungkung (2024), jumlah penduduk tahun 2023 di Kabupaten Klungkung berjumlah 220,500 jiwa. Banyaknya kendaraan bermotor berdasarkan BPS Kabupaten Klungkung (2024) pada tahun 2020 sebanyak 141,160 kendaraan, tahun 2021 sebanyak 143,160 kendaraan, dan tahun 2022 sebanyak 147,984 kendaraan, hal ini dapat menyebabkan terjadinya peningkatan arus lalu lintas di Kabupaten Klungkung. Di Kabupaten Klungkung, meskipun memiliki kepadatan lalu lintas yang lebih rendah dibandingkan kota besar, insiden kecelakaan tetap terjadi dengan frekuensi yang mengkhawatirkan. Tingkat kecelakaan dalam suatu daerah dipengaruhi oleh jumlah penduduk, lalu lintas harian rata-rata, jumlah kendaraan bermotor, serta kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM) dan panjang jalan (Agus, 2013; Rakhmat et al., 2012; Sugiyanto et al., 2014).

Berdasarkan data Polres Klungkung tahun 2024, data angka kecelakaan lalu lintas dalam tiga tahun terakhir di Kabupaten Klungkung. Berturut-turut dari tahun 2021 tercatat sebanyak 99 kasus yang menimbulkan 16 orang meninggal dunia, selanjutnya pada tahun 2022 tercatat sebanyak 335 kasus yang menimbulkan 36 orang meninggal dunia dan pada tahun 2023, tercatat sebanyak 328 kasus yang menimbulkan 29 orang meninggal dunia. Untuk meminimalisir dampak negatif dari kecelakaan lalu lintas, diperlukan upaya preventif yang tepat sasaran. Salah satu langkah awal yang penting adalah dengan mengetahui karakteristik kecelakaan, analisis daerah rawan kecelakaan (*black site*) dan titik lokasi kecelakaan (*black spot*), serta analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas sehingga pada tahap selanjutnya dapat mempertimbangkan alternatif solusi mencegah kecelakaan di Kabupaten Klungkung. Permasalahan kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung menandakan perlunya analisis mendalam terhadap daerah dan titik lokasi rawan kecelakaan serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas untuk mengimplementasikan langkah-langkah pencegahan yang efektif sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

Mengidentifikasi dan menganalisis *black site* dan titik lokasi rawan kecelakaan *black spot* sangat penting untuk merumuskan strategi pencegahan yang efektif. Analisis *black site* mencakup analisis terhadap wilayah atau koridor jalan lebih luas (misalnya beberapa ruas jalan, kecamatan, atau wilayah administratif) (Farida et al., 2022). Analisis *black spot* mencakup titik lokasi (biasanya pada segmen pendek atau simpang) dengan frekuensi kecelakaan tinggi (Sutandi, 2023; Wan et al., 2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas secara umum, meliputi: faktor manusia, faktor kendaraan, dan faktor kondisi jalan. Faktor

manusia merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan lalu lintas termasuk kesalahan pengendaraan, kecepatan kendaraan berlebih, serta pelanggaran rambu jalan (Ansari et al., 2000; Bucsuházy et al., 2020). Kondisi infrastruktur jalan mencakup kesesuaian kriteria desain teknis, kondisi geometrik jalan, kondisi perkerasan jalan, dan kondisi lingkungan jalan akan mempengaruhi kenyamanan, keamanan, dan keselamatan berlalu lintas terhadap kecelakaan lalu lintas (Ariawan et al., 2024; Kusuma et al., 2023; Mahmudah et al., 2024; Purwanto et al., 2016; Widiarto et al., 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *black site* dan *black spot* serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung.

Penelitian mengenai identifikasi *black site* kecelakaan lalu lintas sudah banyak dilakukan dengan beberapa metode diantaranya menggunakan *Z-score*, Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK), maupun analisis berbasis *Geographic Information System* (GIS). Khomeini & Taufik (2017), Oktopianto et al. (2021), dan Hidayat et al. (2023) melakukan analisis *black site* dengan *Z-score* dengan mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan menggunakan data jumlah kecelakaan, *Z-score*. Nilai *Z-score* merupakan rata-rata angka kecelakaan pertahun dikurangi rata-rata angka kecelakaan dibagi standar deviasi (Ainullah et al., 2024). Oktopianto & Pangesty (2021) melakukan analisis *black site* dengan AEK menghitung angka kecelakaan dengan pembobotan angka yang dihitung dengan menjumlahkan kejadian kecelakaan. Shad & Rahimi (2017) melakukan pendekatan berbasis GIS menggunakan kernel density untuk menentukan *black site*, aplikasi berbasis GIS mengintegrasikan kemampuan pengumpulan informasi secara visual.

Penelitian mengenai identifikasi *black spot* kecelakaan lalu lintas sudah banyak dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya menggunakan analisis *accident rate*, AEK, *Upper Control Limit* (UCL), dan analisis berbasis GIS. Zaini & Alqodri (2022) dan Rahmawati et al. (2024) melakukan analisis *black spot* dengan metode *accident rate*, memperhitungkan tingkat kecelakaan untuk suatu periode tertentu melebihi suatu nilai tertentu, jumlah kecelakaan dan tingkat kecelakaan keduanya melebihi nilai tertentu dan tingkat kecelakaan melebihi nilai kritis. Handika et al. (2020) dan Sugiyanto et al. (2014) melakukan analisis *black spot* dengan metode AEK dengan mengidentifikasi batasan tingkat kecelakaan setiap titik dan menggunakan pembobotan dan menentukan titik kecelakaan tertinggi. Sugiyanto et al. (2017), Wanto et al. (2020), Efendi et al. (2021), dan Jarasuci et al. (2024) melakukan analisis *black spot* metode UCL dengan prinsip statistik kontrol untuk menentukan ambang batas atas kecelakaan. Analisis *black spot* berbasis spasial dengan GIS juga bisa menggunakan metode *severity index*, *cluster analysis*, *kernel density*,

maupun *hotspots analysis* (Khatun et al., 2024; Vindhya et al., 2020).

Perbedaan penelitian terdahulu mengenai analisis *black site* dan *analisis black spot* kecelakaan, pada penelitian ini berfokus pada analisis kecelakaan di Kabupaten Klungkung. Sejauh penelitian yang sudah ada, belum ada penelitian yang membahas analisis *black site* dengan *Z-score* dan AEK serta *black spot* dengan UCL untuk analisis kecelakaan di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali pada tahun 2021 sampai dengan 2023. Analisis *black site* pada penelitian ini menggunakan metode *Z-score* dan AEK sedangkan analisis *black spot* menggunakan metode UCL. Analisis *black site* menggunakan *Z-score* didasarkan atas statistik deskriptif, yang menstandarkan penilaian terhadap semua ruas jalan, membuat hasil lebih obyektif sedangkan AEK untuk mengidentifikasi ruas jalan yang rawan kecelakaan berdasarkan tingkat keparahan kejadian. Analisis *black spot* dengan UCL didasarkan atas titik lokasi di jalan yang memiliki frekuensi kecelakaan lalu lintas secara signifikan lebih tinggi dibanding titik lain. Selain itu, analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung selama tahun 2021-2023 perlu diidentifikasi, mencakup faktor manusia, faktor kendaraan, dan faktor kondisi jalan. Penelitian ini secara akademis diharapkan menambah literatur mengenai analisis kecelakaan dan faktor-faktor penyebab kecelakaan dengan fokus di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. Hasil identifikasi *black site* dan *black spot* serta faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan dapat dijadikan acuan oleh instansi seperti Dinas Perhubungan, Kepolisian, ataupun Bappeda Kabupaten Klungkung untuk kajian dan evaluasi mencegah kecelakaan lalu lintas.

2. METODE

Tahapan awal penelitian diawali dengan pelaksanaan studi pendahuluan yang berperan penting dalam membentuk dasar pemahaman terhadap konteks dan permasalahan di lapangan. Studi ini dilanjutkan dengan proses identifikasi terhadap berbagai isu keselamatan lalu lintas yang relevan, serta perumusan tujuan penelitian secara sistematis. Lokasi yang menjadi fokus dalam kajian ini adalah Kabupaten Klungkung, yang terletak di Provinsi Bali, dengan mempertimbangkan karakteristik lalu lintas dan geografis wilayah tersebut. Sumber data yang digunakan berasal dari data sekunder yang diperoleh melalui instansi Kepolisian Resor (Polres) Klungkung, yang mencakup informasi kecelakaan lalu lintas dalam periode tertentu.

Adapun proses analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur. Pertama, dilakukan identifikasi *black site* dengan menerapkan metode *Z-score* dan AEK untuk menentukan ruas jalan yang memiliki tingkat kecelakaan tinggi. Selanjutnya, analisis *black spot* dilakukan menggunakan

pendekatan UCL untuk mendeteksi titik lokasi dengan konsentrasi kejadian kecelakaan yang melebihi batas normal. Tahap akhir dari analisis ini mencakup identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan lalu lintas, baik dari aspek faktor manusia, faktor kendaraan, serta faktor jalan, yang seluruhnya dikaji dalam konteks wilayah Kabupaten Klungkung. Pendekatan menyeluruh ini diharapkan dapat memberikan gambaran utuh mengenai profil risiko lalu lintas serta dasar bagi upaya evaluasi pencegahan kecelakaan yang lebih efektif.

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Data sekunder didapatkan dengan menghubungi langsung Polres Klungkung untuk mendapatkan data yang akurat guna mendukung penulisan ini. Data tersebut berisikan data kecelakaan lalu lintas yang diterima dari Polres Klungkung, yang merupakan catatan harian berisi informasi umum tentang kecelakaan, yaitu karakteristiknya. Data kecelakaan yang dipakai merupakan data di Polres Klungkung selama tiga tahun terakhir, dari tahun 2021 hingga 2023. Kemudian dilakukan analisis dari data yang diperoleh untuk memperoleh angka kecelakaan, angka kecelakaan, karakteristik, indeks kecelakaan, serta mengidentifikasi lokasi rawan kecelakaan. Data primer diartikan sebagai yang telah diperoleh secara langsung melalui pengamatan langsung atau survei di lokasi penelitian. Dalam penelitian ini, data primer mencakup survei di lokasi *black spot* sebagai tambahan analisis faktor yang mempengaruhi kecelakaan di lokasi.

2.2 Teknik Analisis Data

Kecelakaan lalu lintas di ruas jalan Kabupaten Klungkung mencakup peristiwa kecelakaan yang terjadi selama tiga tahun, yaitu dari tahun 2021 hingga 2023, yang datanya diperoleh dari Polres Klungkung. Karakteristik kecelakaan lalu lintas yang dianalisis meliputi jumlah peristiwa, jumlah kendaraan dan orang yang terlibat (pelaku kecelakaan), jumlah korban, jumlah kerugian material, jumlah kecelakaan berdasarkan waktu kejadian, dan jumlah kecelakaan berdasarkan usia pengemudi. Untuk mendapatkan tingkat kecelakaan maupun angka pertumbuhan kecelakaan kemudian dilakukan analisis dari data Polres Klungkung untuk memperoleh *black site* dan *black spot*. Pada *black site* dibuatkan grafik hubungan seperti pada Gambar 1. Untuk menentukan *black site*, dilakukan perhitungan indeks kecelakaan lalu lintas terlebih dahulu, kemudian perhitungan daerah rawan kecelakaan dengan perhitungan *Z-score* menggunakan rumus pada Persamaan 1 dan AEK dengan menggunakan rumus pada Persamaan 4. Untuk menentukan *black spot* dengan metode UCL menggunakan rumus pada Persamaan 5.

2.2.1 Metode *Z-score*

Z-score digunakan untuk identifikasi ruas jalan yang memiliki jumlah kecelakaan signifikan lebih

tinggi dari rata-rata. *Z-score* merupakan bilangan bilangan *Z* dan diperoleh dari sampel berukuran *n*, data $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dengan rata-rata pada simpangan baku *S*, sehingga terbentuk data baru yaitu Z_1, Z_2, \dots, Z_n dengan rata-rata 0 simpangan baku 1. Nilai *Z* didapat dengan Persamaan 1.

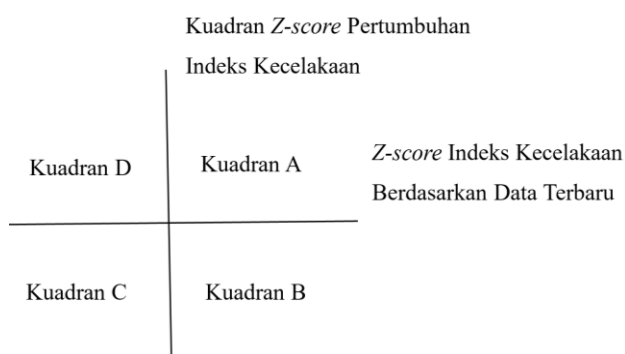
$$Z_n = \frac{X_n - \bar{X}}{s} \quad (1)$$

dimana Z_n adalah nilai *Z-score* kecelakaan, X_n adalah data kecelakaan, \bar{X} adalah nilai rata-rata, dan *s* adalah standar deviasi. Standar deviasi pada sekelompok X_2, X_3, \dots, X_n dapat diperoleh seperti pada Persamaan 2 untuk $n < 30$ dan Persamaan 3 untuk $n > 30$.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n}} \quad (3)$$

dimana *s* adalah standar deviasi, X_n adalah indeks pertahun untuk *site* ke-*n*, \bar{x} adalah nilai rata-rata, dan *n* adalah jumlah *site/site*.



Gambar 1. Grafik hubungan *Z-score* indeks kecelakaan pada data terbaru dengan pertahun

Berdasarkan Gambar 1 Kuadran A adalah nilai tinggi pada indeks kecelakaan serta pertumbuhan diatas nilai rata-rata indeks kecelakaan, Kuadran B adalah indeks kecelakaan tinggi dan pertumbuhan dibawah nilai rata-rata indeks kecelakaan, Kuadran C adalah indeks kecelakaan rendah dan pertumbuhan di bawah nilai rata-rata indeks kecelakaan, dan Kuadran D adalah nilai rendah dan nilai rata-rata indeks kecelakaannya dibawah pertumbuhan.

2.2.2 Metode AEK

AEK merupakan suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan tingkat keparahan kecelakaan lalu lintas dengan mempertimbangkan bobot atau nilai tertentu berdasarkan tingkat fatalitasnya. Proses pembobotan ini dilakukan melalui pendekatan konversi biaya kecelakaan, yaitu dengan mengasumsikan nilai ekonomi dari masing-masing jenis kecelakaan, baik yang mengakibatkan korban meninggal dunia, luka berat, luka ringan, maupun

kecelakaan. Perhitungan nilai AEK dapat dilihat pada Persamaan 4 berdasarkan Pd T-09-2004-B (Depkimpraswil, 2004).

$$AEK = 12MD + 3LB + 3LR + 1K \quad (4)$$

dimana MD adalah meninggal dunia (orang), LB adalah luka berat (orang), LR adalah luka ringan (orang), dan K adalah kecelakaan (orang).

2.2.3 Metode UCL

UCL merupakan ambang nilai yang akan dipakai dalam menetapkan tingkat kecelakaan yang terjadi, batas nilai tersebut jika melewati maka ditetapkan sebagai *black spot* atau lokasi rawan kecelakaan. Jika jumlah kecelakaan aktual pada suatu ruas jalan melebihi nilai UCL, maka ruas tersebut diklasifikasikan sebagai *black spot* atau lokasi rawan kecelakaan yang memerlukan perhatian khusus dari segi manajemen keselamatan lalu lintas. Perhitungan nilai UCL dapat dilihat pada Persamaan 5 berdasarkan Pd T-09-2004-B (Depkimpraswil, 2004).

$$UCL = \lambda + \Psi_x \sqrt{\left[\left(\frac{\lambda}{m}\right) + \left(\frac{0.829}{m}\right) + \left(\frac{1}{2}xm\right)\right]} \quad (5)$$

dimana UCL adalah nilai yang akan dipakai dalam menetapkan tingkat kecelakaan, λ adalah rata-rata angka kecelakaan, ψ adalah faktor probabilitas (2.576), dan *m* adalah angka kecelakaan ruas jalan yang ditinjau.

2.2.4 Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas merupakan hasil dari interaksi kompleks antara berbagai faktor. Faktor-faktor penyebab kecelakaan dapat dikategorikan menjadi: faktor manusia, faktor kendaraan, faktor kondisi jalan, dan faktor lingkungan. Kecelakaan lalu lintas terkait dengan peningkatan kendaraan bermotor yang menggunakan jalan (Mohaymany et al., 2013), faktor manusia merupakan faktor yang paling besar menyebabkan kecelakaan lalu lintas (Sandhyavitri et al., 2017). Faktor kendaraan dapat menjadi salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas, menurut Fridayanti & Prasetyanto (2019) kecelakaan faktor kendaraan terjadi akibat rem blong dan ban pecah. Menurut Sutandi (2023) faktor kondisi jalan yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas yaitu: permukaan jalan, geometrik jalan, serta perlengkapan jalan. Faktor-faktor penyebab kecelakaan lalu lintas sebagai berikut:

1. Faktor manusia merupakan penyumbang terbesar dalam kecelakaan lalu lintas. Faktor manusia dibagi menjadi beberapa aspek, yaitu: berhenti mendadak dalam berkendara, ceroboh, menggunakan HP, serta tertidur.
2. Faktor kendaraan dipertimbangkan berdasarkan kondisi teknis kendaraan sangat mempengaruhi keselamatan berkendara. Faktor kondisi

kendaraan, yaitu: Rem Tidak Berfungsi (RT), Rusak Sistem Kelistrikan (RK), Kemudi Kurang Baik (KKB), Kerusakan Mesin (KM), Kerusakan Roda (KR), Lampu Tidak Berfungsi (LTB), Ban Kurang Baik (BKB), *Body* Mobil Bermasalah (BMB), Ukuran Berlebihan (UB), Kerusakan As *Gardian* (KAG), Kaca Spion Tidak Ada (KTA), serta Kerusakan Gigi Transmisi (KGT).

3. Faktor kondisi jalan dipertimbangkan berdasarkan kondisi fisik jalan yang berkontribusi terhadap kecelakaan, secara umum meliputi desain geometrik jalan dan kondisi perkerasan/permukaan jalan. Faktor kondisi permukaan jalan yang mempengaruhi kecelakaan, yaitu: kondisi baik, berlubang, berombak, keriting, beralur, licin, berpasir, serta banjur. Kondisi permukaan jalan yang buruk serta kerusakan pada perkerasan dapat memengaruhi tingkat keamanan dan kenyamanan berkendara, yang pada akhirnya berdampak terhadap keselamatan pengguna jalan.

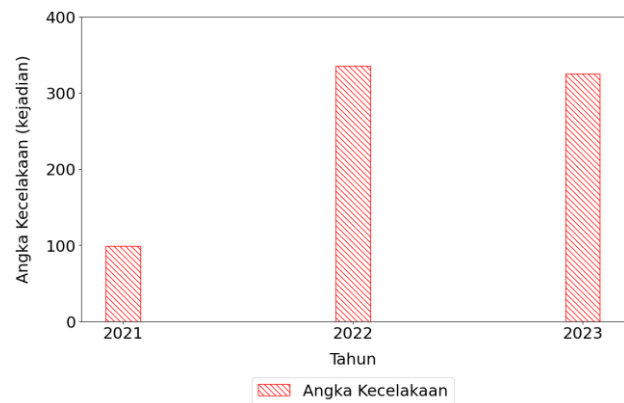
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Kecelakaan

Karakteristik kecelakaan lalu lintas pada ruas jalan di Kabupaten Klungkung memuat peristiwa kecelakaan yang terjadi selama kurun waktu 3 tahun yaitu dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2023. Adapun karakteristik kecelakaan yang ditinjau meliputi berdasarkan jumlah peristiwa, berdasarkan kendaraan dan orang yang terlibat, kecelakaan berdasarkan korban manusia, berdasarkan kerugian material, berdasarkan tipe tabrakan, berdasarkan waktu terjadinya kecelakaan, berdasarkan hari terjadinya kecelakaan dan berdasarkan usia pengemudi.

3.1.1 Berdasarkan Jumlah Peristiwa

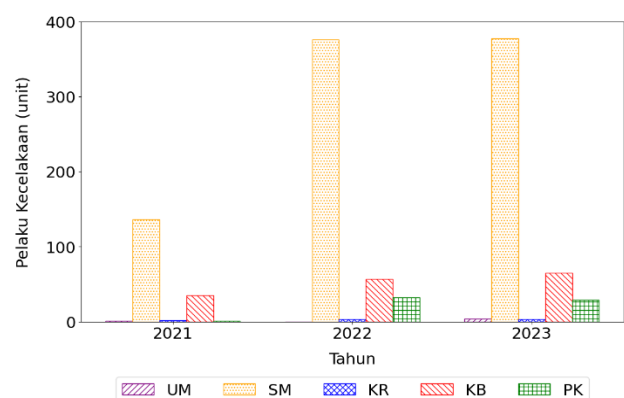
Berdasarkan Gambar 2 pada tahun 2021 tercatat sebanyak 99 kejadian, sedangkan pada tahun 2022 jumlah meningkat sebanyak 236 kejadian atau hampir 4 kali lipat dari tahun sebelumnya yaitu sebanyak 335 kejadian. Pada tahun 2023 sebanyak 328 kejadian mengalami penurunan sebanyak 7 kejadian dari tahun. Pada kurun waktu 3 tahun terakhir yaitu tahun 2021-2023 ada sebanyak 765 kejadian dan rata-rata kecelakaan pertahun yaitu 254 kejadian di Kabupaten Klungkung. Jumlah peristiwa kecelakaan lalu lintas mengalami fluktuasi selama tiga tahun terakhir. Jumlah kecelakaan yang terjadi dari tahun 2021 sampai 2022 terjadi peningkatan sebesar 30.971% dan tahun 2022 sampai 2023 terjadi penurunan sebesar 0.919%. Jumlah kecelakaan diakibatkan oleh jumlah kepemilikan kendaraan, bertambahnya jumlah penduduk di Kabupaten Klungkung dan masa pemulihan dari pandemi *Covid-19*.



Gambar 2. Kecelakaan berdasarkan jumlah kejadian

3.1.2 Berdasarkan Kendaraan dan Orang Yang Terlibat

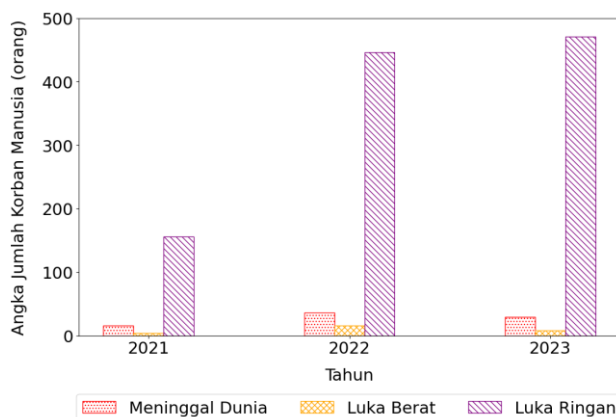
Kecelakaan dari kendaraan dan orang yang terlibat dikelompokkan menjadi: Kendaraan Tidak Bermotor (UM), Sepeda Motor (SM), Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KB), dan Pejalan Kaki (PK). Berdasarkan Gambar 3 pada waktu 3 tahun yaitu 2021 sampai dengan tahun 2023, banyaknya sepeda motor yang menjadi pelaku korban memperoleh jumlah tertinggi sebanyak 889 unit dengan presentase 79.3%. Kemampuan manuver sepeda motor yang lincah membuatnya mudah untuk menyalip kendaraan lain, namun kecelakaan sering kali terjadi akibat tindakan pengemudinya sendiri. Kemudian kendaraan berat dengan jumlah sebanyak 157 unit dengan presentase 14.01%, diikuti pejalan kaki sebanyak 62 unit dengan presentase 5.53% dan kendaraan ringan sebanyak 8 unit dengan presentase 0.71%. Untuk kendaraan tidak bermotor menjadi pelaku kecelakaan yang paling sedikit yaitu 5 orang (0.45%). Semakin meningkatnya kepemilikan kendaraan maka pertumbuhan jumlah kendaraan di Kabupaten Klungkung semakin besar, sehingga potensi kecelakaan lalu lintas di jalan meningkat. Pernyataan yang sama juga dari penelitian oleh Agus (2013) bahwa kecelakaan lalu lintas dapat dipengaruhi jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor.



Gambar 3. Kecelakaan berdasarkan kendaraan dan orang yang terlibat

3.1.3 Berdasarkan Korban Manusia

Tingkat keparahan korban dapat diklasifikasikan menjadi: korban meninggal dunia, luka berat, dan luka ringan. Berdasarkan Gambar 4 korban kecelakaan lalu lintas pada ruas jalan di Kabupaten Klungkung dari tahun 2021 sampai dengan 2023, jumlah korban yang paling banyak adalah korban luka ringan sebanyak 1073 orang dengan rata-rata 357.7 orang/tahun. Jumlah korban luka ringan paling banyak dalam satu tahun adalah 471 orang yang terjadi pada tahun 2023. Jumlah korban meninggal dunia dari tahun 2021-2023 mencapai 81 orang dengan rata-rata 27 orang per tahun. Kasus kematian tertinggi terjadi pada tahun 2022, yaitu sebanyak 36 orang. Sementara itu, jumlah korban luka berat dalam periode yang sama sebanyak 28 orang dengan rata-rata 9.33 orang per tahun. Angka korban luka berat tertinggi juga tercatat pada tahun 2022 yaitu 16 orang. Meningkatnya jumlah korban kecelakaan mengindikasikan bahwa tingkat fatalitas dan keparahan korban kecelakaan semakin tinggi (Sugiyanto & Santi, 2016). Keselamatan berkendara oleh pengguna kendaraan bermotor perlu diperhatikan karena dipengaruhi oleh faktor pelanggaran serta faktor kelengkapan atribut keselamatan (Anggraini et al., 2022), sehingga dapat mencegah terjadinya korban kecelakaan.

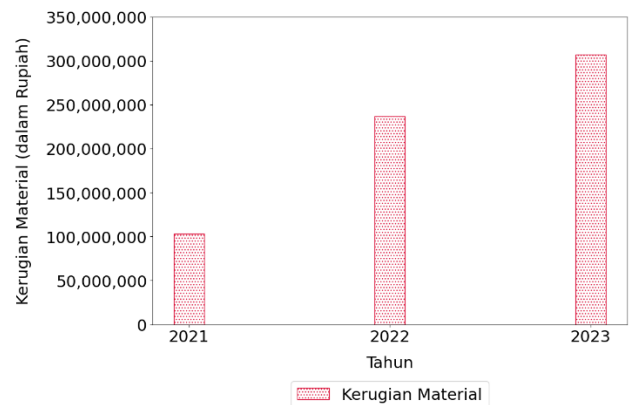


Gambar 4. Kecelakaan berdasarkan korban manusia

3.1.4 Berdasarkan Kerugian Material

Berdasarkan Gambar 5 dari data yang diperoleh jumlah kerugian diperkirakan sebesar Rp 646,725,000 dengan rata-rata Rp 215,575,000 pertahun. Angka kerugian material ini menunjukkan angka paling tinggi pada tahun 2023 dengan jumlah kerugian material sebesar Rp 307,125,000 dan paling rendah pada tahun 2021 dengan kerugian material sebesar Rp 102,900,000. Tahun 2023 mencatat angka kerugian material tertinggi, yaitu sebesar Rp 307.125.000. Hal ini menandakan bahwa pada tahun tersebut terjadi kecelakaan dengan intensitas atau dampak kerusakan properti yang signifikan. Peningkatan ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti penambahan jumlah kendaraan bermotor, peningkatan mobilitas

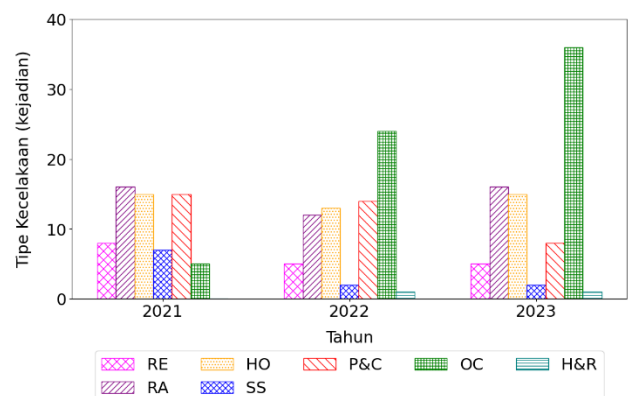
masyarakat pasca pandemi, atau penurunan kualitas infrastruktur jalan yang tidak diiringi dengan pemeliharaan yang memadai. Strategi pencegahan kecelakaan lalu lintas secara sistematis sangat penting untuk menekan pada kecelakaan yang berdampak tidak hanya pada jumlah korban jiwa, tetapi juga beban ekonomi yang timbul akibat kerusakan material.



Gambar 5. Kecelakaan berdasarkan kerugian material

3.1.5 Berdasarkan Tipe Tabrakan

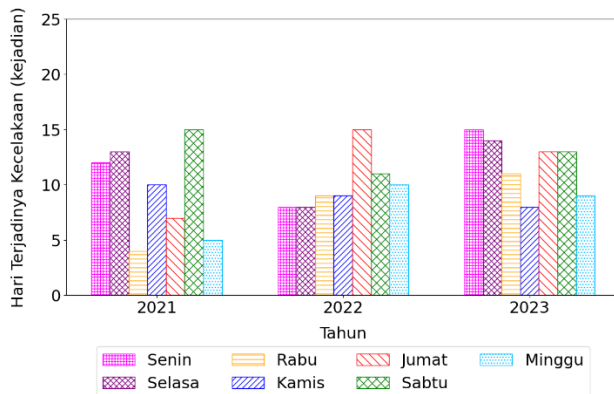
Tipe tabrakan dapat diklasifikasikan menjadi: *Rear End* (RE), *Head On* (HO), *Pedestrian* (P&C), *Out of Control* (OC), *Hit and Run* (H&R), *Right Angle* (RA), serta *Slide Swipe* (SS). Berdasarkan Gambar 6 tipe tabrakan yang paling banyak untuk kurun waktu dari tahun 2021-2023 adalah tipe tabrakan *out of control* yaitu tipe tabrakan yang terjadi dikarenakan kehilangan kendali dari pengendara dengan jumlah 342 kejadian. Kecelakaan *out of control* paling sering terjadi di tahun 2022 sejumlah 176 kejadian. Tipe tabrakan yang paling sedikit pada waktu 3 tahun terakhir ialah *hit and run* yaitu kecelakaan yang mengakibatkan tabrak lari sebanyak 2 kejadian. Menurut Anggraini et al. (2022) pelanggaran lalu lintas meliputi menerobos lampu merah serta melawan arus, dapat mempengaruhi kecelakaan lalu lintas.



Gambar 6. Kecelakaan berdasarkan tipe tabrakan

3.1.6 Berdasarkan Hari Terjadinya

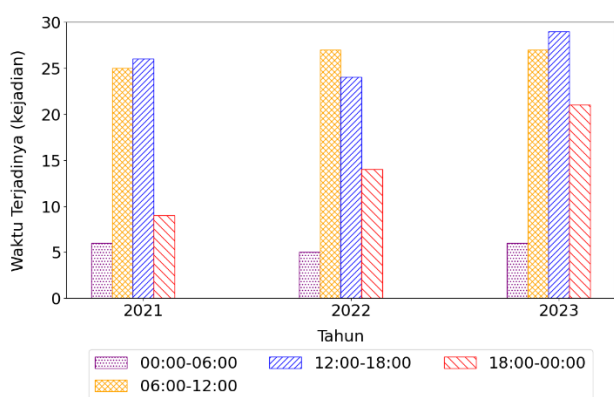
Berdasarkan Gambar 7 dari jumlah kecelakaan lalu lintas untuk hari terjadinya kecelakaan, dapat diketahui kecelakaan lalu lintas di jalan di Kabupaten Klungkung dalam kurun waktu 3 tahun dari tahun 2021-2023 tertinggi pada hari minggu dengan jumlah kejadian sebesar 175 kejadian, dan paling rendah pada hari kamis sebanyak 76 kejadian. Kecelakaan lalu lintas di sepanjang jalan wilayah Kabupaten Klungkung sering terjadi pada akhir minggu penyebabnya aktivitas kendaraan pada hari tersebut lebih ramai, banyaknya wisatawan, dan aktivitas pulang pergi bekerja.



Gambar 7. Kecelakaan berdasarkan hari terjadinya

3.1.7 Berdasarkan Waktu Terjadinya

Berdasarkan Gambar 8 kecelakaan paling tinggi sering terjadi pada siang hari (12:00-18:00) dengan 240 kejadian diikuti oleh pagi hari (06:00-12:00) sebanyak 216 kejadian dan paling sedikit pada dini hari (00:00-06:00) dengan 108 kejadian.

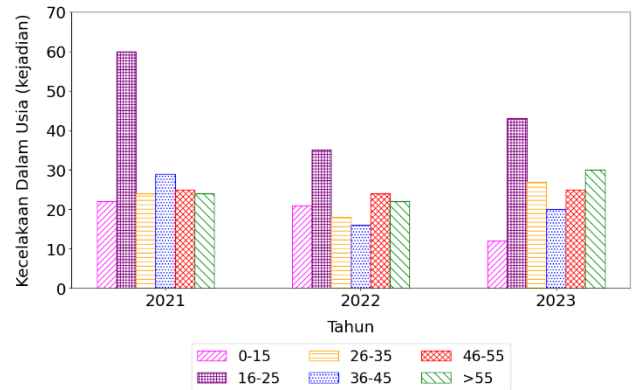


Gambar 8. Kecelakaan berdasarkan waktu terjadinya

3.1.8 Berdasarkan Usia Pengemudi

Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan bahwa pengemudi berusia 16-25 tahun merupakan penyebab utama kecelakaan lalu lintas, dengan tercatat sebanyak 381 kasus kejadian yang melibatkan kelompok usia

tersebut. Kelompok usia dibawah 15 tahun menjadi penyebab kecelakaan terkecil dengan jumlah 118 kejadian. Menurut Wedagama (2017) bahwa usia, tingkat pendidikan dan jenis kelamin memiliki pengaruh tidak langsung pada keterlibatan pengemudi dalam pelanggaran dan kecelakaan lalu lintas.

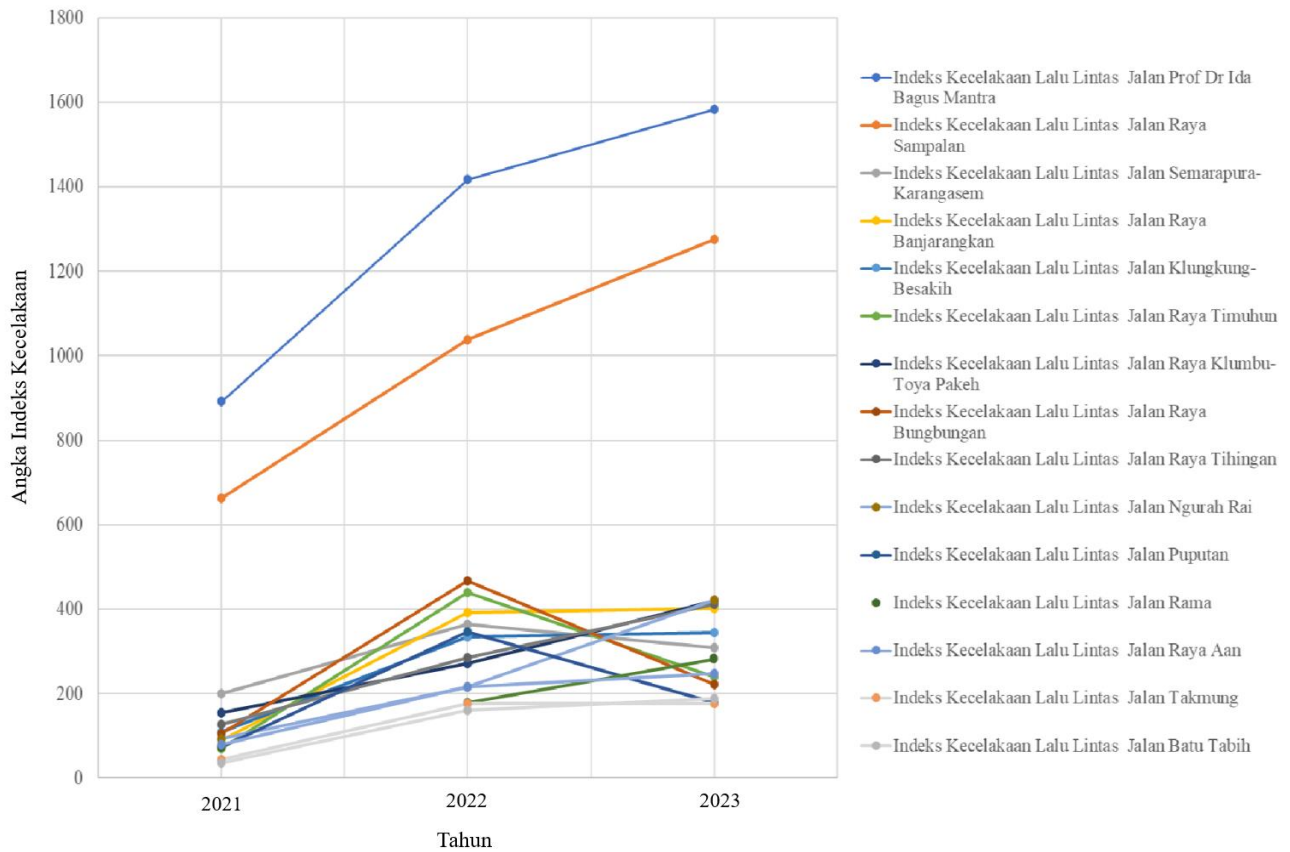


Gambar 9. Kecelakaan berdasarkan usia pengemudi

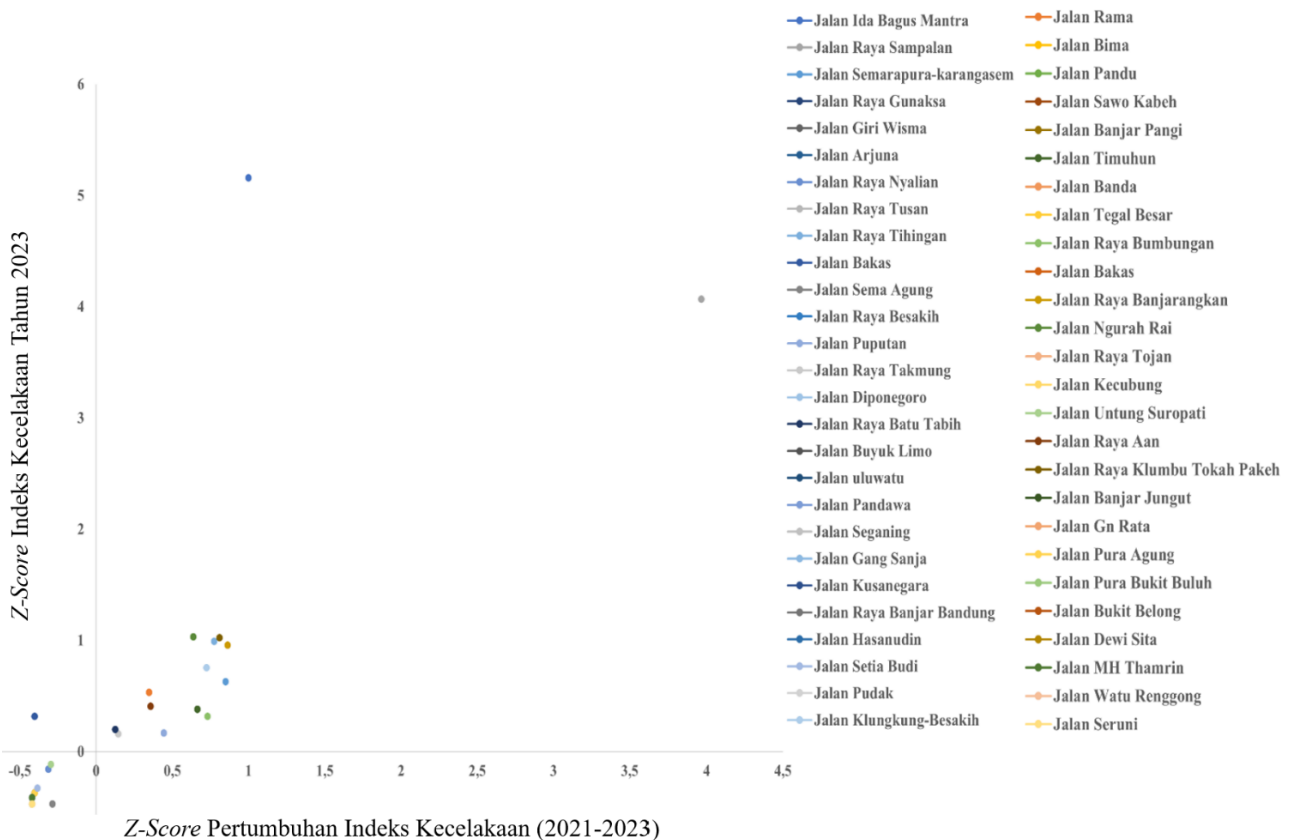
3.2 Analisis Indeks Kecelakaan

Berdasarkan Gambar 10 hasil analisis data kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung menunjukkan bahwa ruas Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra secara konsisten memiliki indeks kecelakaan tertinggi dibandingkan dengan ruas jalan lainnya dalam periode tiga tahun terakhir (2021–2023). Pada tahun 2021, indeks kecelakaan untuk ruas jalan ini tercatat sebesar 891, kemudian mengalami lonjakan signifikan pada tahun 2022 menjadi 1,417, dan kembali meningkat pada tahun 2023 dengan angka tertinggi selama periode tersebut yakni sebesar 1,583. Peningkatan yang terus-menerus ini mengindikasikan bahwa ruas Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra merupakan daerah rawan kecelakaan (*black site*) yang memerlukan perhatian dan penanganan segera. Tren peningkatan indeks kecelakaan ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ruas jalan lainnya, seperti Jalan Raya Sampalan yang berada di urutan kedua dengan indeks kecelakaan sebesar 673 pada tahun 2021, naik menjadi 1,046 pada tahun 2022, dan mencapai 1,275 pada tahun 2023.

Sementara itu, sebagian besar ruas jalan lainnya menunjukkan tren yang relatif stabil atau bahkan menurun dari 2022 ke 2023. Sebagai contoh, Jalan Raya Bungbungan sempat mengalami kenaikan indeks kecelakaan cukup tinggi pada 2022, tetapi mengalami penurunan drastis pada 2023. Demikian pula, Jalan Klungkung–Besakih, Jalan Raya Tihingan, dan Jalan Ngurah Rai menunjukkan fluktuasi namun tidak signifikan. Jika ditinjau dari persebaran nilai indeks, disparitas antara ruas jalan utama dan jalan sekunder cukup mencolok. Dua ruas utama (Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra dan Jalan Raya Sampalan) mendominasi kontribusi angka kecelakaan di wilayah ini.



Gambar 10. Analisis indeks kecelakaan



Gambar 11. Analisis black site dengan Z-score

3.3 Analisis *Black Site* Dengan Metode *Z-Score*

Berdasarkan Gambar 11 merupakan grafik yang menunjukkan nilai *Z-score* indeks kecelakaan di Kabupaten Klungkung. Sumbu horizontal (X) menunjukkan nilai *Z-score* pertumbuhan indeks kecelakaan selama periode 2021 hingga 2023, sedangkan sumbu vertikal (Y) menunjukkan nilai *Z-score* indeks kecelakaan tahun 2023. Analisis ini memungkinkan identifikasi terhadap ruas jalan yang memiliki tingkat kecelakaan tinggi secara absolut sekaligus mengalami pertumbuhan signifikan dalam kurun waktu tiga tahun terakhir, yang merupakan indikator kuat adanya *black site*. Berdasarkan Gambar 11 maka dapat dijelaskan bahwa daerah yang teridentifikasi sebagai *black site* yaitu Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, Jalan Raya Sampalan, Jalan Ngurah Rai, Jalan Raya Klumbu Toya Pakeh mendapatkan nilai *Z-score* yang paling tinggi untuk pertumbuhan indeks kecelakaan di ruas jalan Kabupaten Klungkung.

Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra memiliki nilai *Z-score* yang signifikan lebih tinggi dibandingkan mayoritas ruas lainnya dari sisi jumlah indeks kecelakaan pada tahun 2023 maupun dari sisi pertumbuhan indeks dalam periode 2021–2023. Hal ini menunjukkan bahwa ruas jalan ini bukan hanya memiliki tingkat kecelakaan tertinggi secara absolut, tetapi juga mengalami kenaikan yang tajam dan konsisten, yang memperkuat statusnya sebagai lokasi paling rawan kecelakaan di Kabupaten Klungkung. Jalan Raya Sampalan juga menunjukkan nilai *Z-score* yang menonjol, terutama pada dimensi pertumbuhan indeks kecelakaan, yang menandakan adanya peningkatan signifikan dalam frekuensi atau dampak kecelakaan dalam tiga tahun terakhir. Jalan Ngurah Rai dan Jalan Raya Klumbu–Toya Pakeh, yang keduanya menunjukkan nilai *Z-score* cukup tinggi pada salah satu atau kedua dimensi. Berdasarkan penelitian Jarasuci et al. (2024) *black site* berhubungan dengan *accident rate*, jalan yang sepi memicu pengendara melajukan kecepatan kendaraan maksimal dan berpotensi menimbulkan kecelakaan. Nilai *Z-score* tertinggi menunjukkan tingkat kerawanan kecelakaan yang paling tinggi (Azwansyah & Umar, 2024).

3.4 Analisis *Black Site* Dengan Metode AEK

AEK yang didapat dari keseluruhan ruas jalan yang terjadi di Kabupaten Klungkung kemudian diurutkan dari nilai AEK tertinggi kemudian 15 yang teridentifikasi dengan nilai AEK paling tinggi adalah beberapa jalan yang telah teridentifikasi sebagai *black site* yaitu Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, Jalan Raya Sampalan, Jalan Semarapura-Karangasem, Jalan Klungkung-Besakih, Jalan Tihingan, Jalan Banjarangkan, Jalan Bumbungan, Jalan Timuhun, Jalan Ngurah Rai, Jalan Puputan, Jalan Raya Aan, Jalan Rama, Jalan Raya Klumbu Tokah Pakeh, Jalan Raya Batu Tabih, Jalan Raya Takmung. Oktopianto et al. (2021) melakukan analisis *black site* dengan AEK,

menunjukkan ditinjau dari aspek jalan bahwa daerah rawan kecelakaan memiliki permasalahan terhadap geometrik jalan serta kurangnya kebutuhan fasilitas keselamatan seperti rambu lalu lintas.

3.5 Perbandingan *Black Site* Metode *Z-Score* dan Metode AEK

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, Jalan Raya Sampalan, Jalan Ngurah Rai, Jalan Raya Klumbu Tokah Pakeh teridentifikasi sebagai *black site* dalam perbandingan metode *Z-score* dengan metode AEK. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian pada beberapa ruas jalan yang diidentifikasi sebagai lokasi dengan tingkat kecelakaan yang tinggi oleh kedua metode tersebut. Di antaranya adalah Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra dan Jalan Raya Sampalan, yang secara konsisten muncul sebagai lokasi dengan tingkat risiko kecelakaan paling tinggi dalam kedua pendekatan analisis. Hal ini memperkuat validitas bahwa ruas-ruas jalan tersebut merupakan prioritas utama dalam penanganan keselamatan lalu lintas di Kabupaten Klungkung. Jalan Ngurah Rai dan Jalan Raya Klumbu Tokah Pakeh juga teridentifikasi sebagai *black site* oleh metode *Z-score*, serta ruas-ruas jalan ini terdapat dalam daftar hasil metode AEK, meskipun pada posisi yang lebih rendah dalam daftar prioritas. Pendekatan AEK dapat menjelaskan ruas-ruas dengan tingkat keparahan tinggi meskipun frekuensinya tidak terlalu menonjol, sehingga menjadi pelengkap penting terhadap metode *Z-score*.

Tabel 1. Perbandingan *black site* metode *Z-score* dengan metode AEK

| No | <i>Black Site</i> Metode <i>Z-score</i> | <i>Black Site</i> Metode AEK |
|----|---|----------------------------------|
| 1 | Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra | Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra |
| 2 | Jalan Raya Sampalan | Jalan Raya Sampalan |
| 3 | Jalan Ngurah Rai | Jalan Semarapura-Karangasem |
| 4 | Jalan Raya Klumbu Tokah Pakeh | Jalan Klungkung-Besakih |
| 5 | | Jalan Raya Tihingan |
| 6 | | Jalan Raya Banjarangkan |
| 7 | | Jalan Raya Bumbungan |
| 8 | | Jalan Timuhun |
| 9 | | Jalan Ngurah Rai |
| 10 | | Jalan Puputan |
| 11 | | Jalan Raya Aan |
| 12 | | Jalan Rama |
| 13 | | Jalan Raya Klumbu Tokah Pakeh |
| 14 | | Jalan Raya Batu Tabih |
| 15 | | Jalan Raya Takmung |

3.6 Analisis *Black Spot* Dengan Metode UCL

Berdasarkan hasil analisis *black site* metode *Z-score* dan AEK terhadap distribusi kecelakaan lalu lintas di sepanjang ruas Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, diketahui bahwa terdapat beberapa segmen jalan yang menunjukkan konsentrasi kejadian kecelakaan yang signifikan. Berdasarkan hasil analisis data di dapat ruas Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra STA 0+000-STA 0+500, STA 2+000-STA 2+500, STA 3+000-STA 3+500, STA 4+000-STA 4+500, STA 5+000-STA 5+500, STA 7+000-STA 7+500 merupakan titik terjadinya *black spot*. Pada perhitungan selanjutnya dipilih STA 5+000-STA 5+500 dikarenakan memiliki nilai *black site* metode *Z-score* dan *black site* metode AEK yang paling tinggi diantara segmen jalan lainnya. Maka Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra STA 5+000 – STA 5+500 yang berada di desa Gelgel Kabupaten Klungkung teridentifikasi sebagai *black spot*.

Segmen STA 5+000–STA 5+500 memperoleh skor tertinggi baik dari segi *Z-score* maupun tingkat keparahan kecelakaan dengan AEK. Berdasarkan hasil analisis, maka Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra STA 5+000 – STA 5+500 teridentifikasi sebagai *black spot*. Tingginya nilai indeks kecelakaan di titik Lokasi kecelakaan memperkuat urgensi perlunya menyusun strategi peningkatan keselamatan jalan pada lokasi *black spot*. Adapun hasil pengamatan langsung kondisi umum dari Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra adalah sebagai berikut:

1. Beberapa fasilitas perlengkapan jalan seperti rambu lalu lintas, marka jalan, dan penerangan jalan tidak berfungsi dengan baik.
2. Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra memiliki peranan sebagai jalan kolektor primer dan termasuk dalam sistem jaringan jalan dengan status jalan nasional. Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra sering dilalui kendaraan angkutan barang dan orang seperti truk, bus, mobil penumpang, sepeda motor, sepeda gayung, dan pejalan kaki masyarakat di wilayah tersebut sehingga berpotensi menyebabkan kecelakaan.
3. Sepanjang Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra terdapat juga berbagai macam fasilitas publik yang mampu membuat bangkitan perjalanan seperti pemukiman penduduk dan tempat pengisian bahan bakar kendaraan.
4. Sering ditemuinya para pengendara yang melanggar lalu lintas saat Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra seperti kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi tanpa memakai alat pelindung diri seperti helm, mengemudi pada ruas jalan yang berlawanan arah, dan menyeberang jalan pada tempat yang tidak seharusnya.

Pentingnya mengetahui lokasi *black spot* sebagai salah satu prioritas untuk penanganan dalam mencegah kecelakaan yang tinggi dengan strategi penerapan keselamatan lalu lintas (Gurung et al., 2023). Menurut

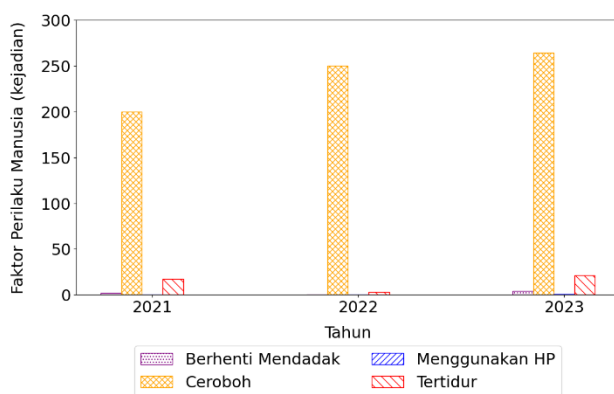
Ratih et al. (2024) dan Muksalmina et al. (2022) dari sisi infrastruktur jalan, daerah dengan tingkat kecelakaan tinggi dapat diakibatkan oleh kondisi geometrik jalan, kondisi jalan yang rusak, dan fasilitas keselamatan yang kurang memadai. Untuk penanganan fasilitas keselamatan yang kurang memadai pada lokasi kecelakaan yang berhubungan dengan jalan dapat berupa pengecatan kembali marka yang sudah pudar atau tidak ada marka, pemasangan rambu lalu lintas, maupun pemasangan lampu penerangan jalan (Efendi et al., 2023). Selain masalah kecelakaan lalu lintas akibat faktor jalan menurut Sandhyavitri et al. (2017) faktor manusia juga merupakan faktor dominan yang mempengaruhi tingkat kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan beberapa referensi penelitian terdahulu dan berdasarkan pengamatan kondisi di Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, hal-hal umum yang berpotensi menyebabkan kecelakaan, meliputi: fasilitas perlengkapan jalan yang tidak berfungsi dengan baik, kondisi aktivitas pergerakan masyarakat karena tata guna lahan campuran, pengendara kendaraan bermotor yang melaju dengan kecepatan tinggi, mengemudi pada ruas jalan yang berlawanan arah, serta menyeberang jalan tidak pada tempatnya.

3.7 Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Kecelakaan Lalu Lintas

Faktor manusia merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung. Data menunjukkan bahwa selama periode 2021 hingga 2023, kecelakaan yang terjadi akibat kesalahan atau kelalaian manusia mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Perilaku berkendara yang tidak aman menjadi salah satu faktor dominan dalam insiden kecelakaan, yang tercermin dari tingginya jumlah kecelakaan yang disebabkan oleh kecerobohan pengemudi. Selain faktor manusia, aspek teknis kendaraan juga memiliki kontribusi terhadap kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung. Data menunjukkan bahwa jumlah kecelakaan yang disebabkan oleh faktor kendaraan mengalami peningkatan selama periode 2021–2023, yang mengindikasikan adanya permasalahan dalam perawatan kendaraan serta kesiapan teknis sebelum digunakan di jalan raya. Kondisi infrastruktur jalan juga memiliki dampak signifikan terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung.

- a. Faktor pemakai jalan atau manusia
Berdasarkan Gambar 12 jumlah peristiwa kecelakaan akibat faktor manusia (perilaku manusia) di Kabupaten Klungkung pada tahun 2021-2023 mengalami penurunan dan peningkatan. Pada faktor manusia, ceroboh merupakan faktor manusia yang paling banyak terjadi yaitu sebesar 714 kejadian (93.70%) diikuti dengan tertidur sebanyak 41 kejadian (5.38%), berhenti mendadak sebanyak 6 kejadian (0.79%) dan menggunakan *handphone* sebanyak 1 kejadian (0.13%). Penelitian Simanullang et al.

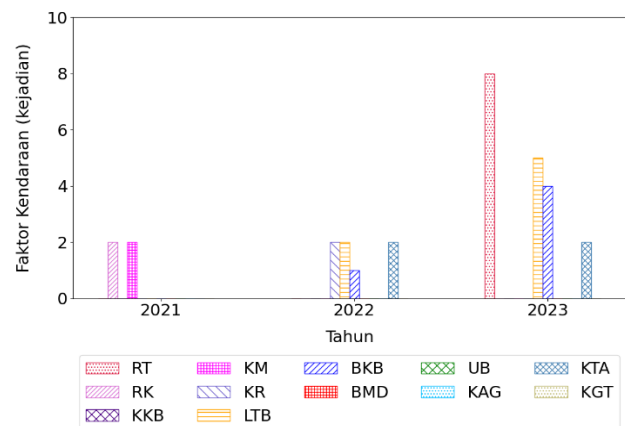
(2024) dan Al Hakim et al. (2024) juga menyampaikan hal yang sama jika faktor manusia yang menyebabkan kecelakaan, meliputi: pengemudi yang lalai, ketidak disiplin pengemudi, mengemudi kendaraan dengan kecepatan tinggi, lelah, dan mengantuk. Faktor pengemudi yang lelah, mengantuk dan tidak tertib akan mengurangi fokus dalam berkendara sehingga dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas (Sari & Lestari, 2024). Faktor kecelakaan akibat manusia atau pengemudi dapat dicegah dengan edukasi keselamatan berkendara, penegakan hukum yang konsisten, maupun manajemen pengemudi seperti mencegah kecelakaan akibat kelelahan, terutama pada sopir angkutan umum dan logistik.



Gambar 12. Kecelakaan karena faktor manusia

b. Faktor kendaraan

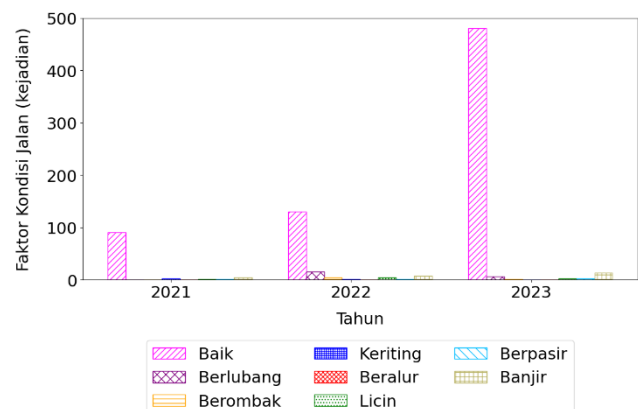
Berdasarkan Gambar 13 total terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat faktor kendaraan di Kabupaten Klungkung pada tahun 2021-2023 mengalami peningkatan. Pada faktor ini, rem tidak berfungsi merupakan faktor kendaraan yang paling banyak terjadi yaitu sebesar 8 kejadian (26.67%), lampu tidak berfungsi 7 kejadian (23.33%), ban kurang baik 5 kejadian (16.67%), kaca spion tidak ada 4 kejadian (13.33%), kerusakan roda 2 kejadian (6.67%), rusak sistem kelistrikan 2 kejadian (6.67%), serta kerusakan mesin 2 kejadian (6.67%). Secara dominan kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh faktor kendaraan disebabkan oleh rem tidak berfungsi, lampu tidak berfungsi, ban kurang baik, serta kaca spion tidak ada. Tidak berfungsinya rem dengan baik merupakan faktor yang dapat memicu kecelakaan, sehingga perawatan kendaraan bermotor secara berkala dapat mencegah faktor kecelakaan akibat rem kendaraan tidak berfungsi dengan baik (Haq et al., 2023; Majuma et al., 2023). Berdasarkan penelitian Setiawan & Asima (2019) bahwa faktor kendaraan yang berpengaruh terhadap kecelakaan lalu lintas yaitu ban pecah, ban selip, dan kerusakan mekanis.



Gambar 13. Kecelakaan karena faktor kendaraan

c. Faktor jalan

Berdasarkan Gambar 14 total kecelakaan lalu lintas akibat faktor jalan di Kabupaten Klungkung pada tahun 2021-2023 mengalami peningkatan. Pada faktor jalan, jalan dalam kondisi baik secara aktual faktor yang paling banyak terjadi yaitu sebesar 701 kejadian (67.66%). Kondisi jalan yang baik menunjukkan bahwa pengemudi kendaraan bermotor cenderung merasa lebih aman pada jalan yang mulus, lebar, dan bebas hambatan sehingga pengemudi meningkatkan kecepatan kendaraan serta mengabaikan aturan lalu lintas seperti batas kecepatan dan jarak aman. Jalan dalam kondisi baik sering memiliki hambatan rendah seperti kerusakan jalan sehingga tidak adanya hambatan ini memungkinkan kendaraan melaju lebih cepat kendaraan dan sulit dikendalikan saat terjadi kondisi mendadak. Persepsi keselamatan dan kecepatan berlebih dapat menurunkan tingkat kewaspadaan serta mengabaikan aturan lalu lintas seperti batas kecepatan dan jarak aman. Upaya pencegahan kecelakaan akibat faktor jalan yaitu dengan peningkatan edukasi dan kesadaran pengemudi serta penerapan rambu dan marka jalan yang efektif.



Gambar 14. Kecelakaan karena faktor kondisi jalan

4. KESIMPULAN

Dalam kurun waktu 2021-2023, Kabupaten Klungkung memiliki karakteristik kecelakaan lalu lintas yang terdapat 762 kecelakaan yang melibatkan 889 unit sepeda motor (79.3%) yang mengakibatkan 81 orang meninggal dunia, 28 korban luka berat dan 1,073 orang luka ringan serta meraup mencapai Rp 646,725,000 kerugian. Tipe tabrakan kehilangan kendali (*out of control*) paling sering terjadi dengan jumlah 342 kejadian (44.71%) dan terjadi pada hari sabtu tepatnya pada siang hari pukul (12:00-18:00) dengan melibatkan usia paling banyak adalah 16-25 tahun. Berdasarkan analisis *black site* jalan yang terindikasi meliputi Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra nilai *Z-score* 5.159 dan nilai AEK 1,062, Jalan Sampalan nilai *Z-score* 4.067 dan nilai AEK 385, Jalan Ngurah Rai *Z-score* 1.030 AEK 193, Jalan Klumbu Tokah Pakeh *Z-score* 1.023 AEK 121. Metode AEK mampu mengidentifikasi ruas jalan dengan tingkat keparahan kecelakaan yang tinggi meskipun jumlah kejadiannya relatif rendah, sehingga berfungsi sebagai pelengkap yang signifikan bagi metode *Z-score*. Berdasarkan analisis *black spot* yang teridentifikasi adalah Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra yaitu pada STA 0+000 – STA 0+500, STA 2+000 – STA 2+500, STA 3+000 – STA 3+500, STA 4+000 – STA 4+500, STA 5+000 – STA 5+500, STA 7+000 – STA 7+500. Nilai indeks kecelakaan yang tinggi pada lokasi kejadian menegaskan pentingnya dilakukan audit keselamatan jalan terhadap titik *black spot* guna merumuskan strategi peningkatan keselamatan jalan yang lebih efektif.

Faktor manusia yang mempengaruhi kecelakaan, yaitu: ceroboh, mengantuk dan tertidur, berhenti mendadak, serta menggunakan *handphone*. Faktor kendaraan yang mempengaruhi kecelakaan yaitu: rem tidak berfungsi, lampu tidak berfungsi, ban kurang baik, dan kaca spion tidak ada sehingga pengendara tidak bisa memantau kendaraan dibelakangnya. Faktor kondisi jalan saat cerah dapat mempengaruhi kecelakaan karena persepsi kewaspadaan terhadap keselamatan menurun sehingga pengendara mengabaikan aturan lalu lintas seperti melanggar batas kecepatan dan jarak aman. Upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan yaitu: edukasi keselamatan berkendara, penegakan hukum yang konsisten dalam berlalu lintas, perawatan kendaraan rutin sehingga kendaraan berfungsi optimal dan tidak ada kerusakan, penyediaan infrastruktur jalan yang layak sesuai dengan standar, pemasangan lampu penerangan jalan pada titik lokasi daerah yang gelap, serta penyediaan fasilitas perlengkapan jalan seperti rambu dan marka.

Berdasarkan ruang lingkup penelitian, penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi lebih banyak variabel penyebab kecelakaan lalu lintas, seperti aspek psikologis pengemudi, kepadatan lalu lintas, dan pengaruh cuaca, guna menghasilkan model analisis kecelakaan yang lebih

komprehensif. Perlu dikembangkan pendekatan analisis spasial dan statistik lanjutan, seperti GIS dengan data *real-time*, dalam mendeteksi pola kecelakaan serta memperkirakan risiko *black spot* secara lebih presisi. Berdasarkan kesimpulan disarankan untuk pemerintah daerah, khususnya Dinas Perhubungan dan Bina Marga, diharapkan melakukan pemasangan lampu penerangan jalan pada titik lokasi daerah yang gelap serta fasilitas perlengkapan jalan seperti rambu, lampu lalu lintas, marka jalan pada ruas-ruas jalan yang teridentifikasi sebagai *black spot*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S. (2013). Studi Model Prediksi Fatalitas Korban Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Berdasarkan Karakteristik Wilayah dengan Multi Variabel. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 19(2), 175–181. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/mkts.v19i2.8427>
- Ainullah, N. H. M., Efendi, A., & Agusman. (2024). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Kecamatan Lapandewa Kabupaten Buton Selatan. *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*, 9–1. <https://doi.org/https://doi.org/10.35326/scej.v9i1.6127>
- Al Hakim, S. A., Asmoro, E. I., & Pramana, A. N. (2024). Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Pantura (Ruas Jalan Km 10 – Km 20) Kabupaten Tuban. *Tekmapro*, 19(2). <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v19i2.430>
- Angraini, R., Alvisyahri, A., & Sugiarto, S. (2022). Persepsi Keselamatan Berkendara Pengguna Sepeda Motor di Kota Banda Aceh terhadap Pelanggaran Lalu Lintas dan Kelengkapan Atribut. *Jurnal Teknik Sipil*, 28(3), 329–336. <https://doi.org/10.5614/jts.2021.28.3.10>
- Ansari, S., Akhdar, F., Mandoorah, M., & Moutaery, K. (2000). Causes and effects of road traffic accidents in Saudi Arabia. *Public Health*, 114(1), 37–39. <https://doi.org/10.1038/sj.ph.1900610>
- Ariawan, I. M. A., Thanaya, I. N. A., Wibawa, I. P. C., & Dewi, N. S. P. S. (2024). Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan Dengan Metode SDI Dan IRI Menggunakan Aplikasi RoadLabPro. *KoNTekS Ke-18 Kupang*, 24 – 26 Oktober 2024.
- Azwansyah, H., & Umar. (2024). Penentuan Blacksite dengan Metode Z-Score pada Koridor Ruas Jalan Alianyang – Jalan Pangeran Natakusuma – Jalan Danau Sentarum Kota Pontianak. *Serambi Engineering*, 9(4), 11206–11215.
- BPS Kabupaten Klungkung. (2024). *Kabupaten Klungkung Dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Klungkung.
- Bucsuházy, K., Matuchová, E., Zůvala, R., Moravcová, P., Kostíková, M., & Mikulec, R. (2020). Human factors contributing to the road traffic accident occurrence. *Transportation Research Procedia*, 45, 555–561. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.057>
- Depkimpraswil. (2004). *Pd T-09-2004-B Penanganan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas*.
- Efendi, A., Hajar, M., & Hadjia, M. C. (2023). Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas dan Penanganannya pada KM 76-KM 82 Jalan Poros Kapontori. *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 9(1), 159–170. <https://doi.org/10.35326/pencerah.v9i1.3032>

- Efendi, A., Idwan, I., Suhardin, S., Kasa, W. S. A., & Upu, R. (2021). Analisis Lokasi Black Spot dan Black Link Pada Jalan Poros Baubau-Kapontori. *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 7(3), 435–450. <https://doi.org/10.35326/pencerah.v7i3.1200>
- Farida, I., Santosa, W., & Sutandi, A. C. (2022). Analysis Of The Black Site Locations On Pantura Street, Java Island, Indonesia. *International Journal of Engineering Advanced Research*, 4(1), 85–97.
- Fridayanti, V. D., & Prasetyanto, D. (2019). Model Hubungan antara Angka Korban Kecelakaan Lalu Lintas dan Faktor Penyebab Kecelakaan pada Jalan Tol Purbaleunyi. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 5(2), 124–132. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v5i2.123>
- Gurung, R., Aryal, R., KC, N., & Joshi, B. R. (2023). Black Spot Location Identification for National Highway: A Case Study of Mugling – Kotre Section of Prithivi Highway of Nepal. *Journal of Engineering Technology and Planning*, 4(1), 31–43. <https://doi.org/10.3126/joetp.v4i1.58440>
- Handika, B., Rohani, R., & Hasyim, H. (2020). Penentuan Black Spot Berdasarkan Angka Ekvivalen Kecelakaan Dan Penyusunan Database Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Lombok Barat. *Spektrum Sipil*, 6(2), 117–125. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v6i2.159>
- Haq, M. T., Ampadu, V.-M. K., & Ksaibati, K. (2023). An investigation of brake failure related crashes and injury severity on mountainous roadways in Wyoming. *Journal of Safety Research*, 84, 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.10.003>
- Hidayat, M., Wijayanti, L., Lukas, Octaviani, S., & Faris, W. (2023). Analisis Titik Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Jalan Arteri Primer Kabupaten Sukabumi. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(2), 203–214. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.304>
- Jarasuci, K., Ibayasid, & Karminto. (2024). Analisa Blacksite Dan Blackspot Pada Ruas Jalan Kapten Soedjono, Jembatan Achmad Amin, Dan Jalan Trikora Kota Samarinda. *Inersia*, 14(2), 1–8. <https://doi.org/10.46964/inersia.v14i2.1031>
- Khatun, M. S., Hossain, M. A., Kabir, M. A., & Rahman, M. A. (2024). Identification and analysis of accident black spots using Geographic Information System (GIS): A study on Kushtia-Jhenaidah national highway (N704), Bangladesh. *Heliyon*, 10(3), e25952. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25952>
- Khomeini, M., & Taufik, S. (2017). Analisis Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, 6–2.
- Kusuma, R. A., Wahidin, Taufiq, M., Diantoro, W., & Yunus, M. (2023). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan dengan Menggunakan Black Spot dan Black Site (Studi Kasus: Jalan Pemalang-Randudongkal). *Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan Dan Informatika*, 1(2), 31–41.
- Mahmudah, N., Reswara, H., & Al-Haji, G. (2024). Analysis of Relationship between Geometric and Potential Accident on Imogiri - Dlingo Road, Bantul, Indonesia. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 29(2), 271–279. <https://doi.org/10.14710/mkts.v29i2.57168>
- Majuma, R., Peeie, M. H. Bin, Ondong, K., & Hassan, O. A. (2023). Investigation of Brake Pad Wear Effect due to Temperature Generation Influenced by Brake Stepping Count on Different Road Terrains. *Automotive Experiences*, 6(2), 234–244. <https://doi.org/10.31603/ae.8869>
- Mohaymany, A. S., Shahri, M., & Mirbagheri, B. (2013). GIS-based method for detecting high-crash-risk road segments using network kernel density estimation. *Geo-Spatial Information Science*, 16(2), 113–119. <https://doi.org/10.1080/10095020.2013.766396>
- Muksalmina, Anggraini, R., & Mutiawati, C. (2022). Evaluasi Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Nasional Kabupaten Aceh Timur Provinsi Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 40–47. <https://doi.org/https://doi.org/10.24815/jts.v11i1.25186>
- Oktopianto, Y., & Pangesty, S. (2021). Analisis Daerah Lokasi Rawan Kecelakaan Jalan Tol Tangerang-Merak. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 8(1), 26–37. <https://doi.org/10.46447/kjt.v8i1.301>
- Oktopianto, Y., Shofiah, S., Rokhman, F. A., Wijayanthi, K. P., & Krisdayanti, E. (2021). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan (Black Site) Dan Titik Rawan Kecelakaan (Black Spot) Provinsi Lampung. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 40–51. <https://doi.org/10.35334/be.v5i1.1777>
- Purwanto, D., Kusuma Indriastuti, A., & Hari Basuki, K. (2016). Hubungan antara Kecepatan dan Kondisi Geometrik Jalan yang Berpotensi Menyebabkan Kecelakaan Lalu Lintas pada Tikungan. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 21(2), 83. <https://doi.org/10.14710/mkts.v21i2.11234>
- Rahmawati, R., Mukhlisin, M., Fatmawati, L., Wiyana, Y. E., & Wicaksono, T. M. (2024). Accident Analysis during the Covid-19 Pandemic in Indonesia uses the Accident Rate Method. *Jurnal Teknik Sipil*, 31(3), 345–352. <https://doi.org/10.5614/jts.2024.31.3.12>
- Rakhmat, L. A., Kusumawati, A., Frazila, R. B., & Hendarto, S. (2012). Pengembangan Model Prediksi Kecelakaan Lalu Lintas pada Jalan Tol Purbaleunyi. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(3), 277. <https://doi.org/10.5614/jts.2012.19.3.8>
- Ratih, A., Kadarini, S. N., & Azwansyah, H. (2024). Analysis of Black Site and Black Spot at Jl. Daeng Manambon-Raden Kusno-Gusti Sulung Lelanang Section, Mempawah. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(3), 1321–1338. <https://doi.org/10.26418/jts.v24i3.86260>
- Sandhyavitri, A., Zamri, Wiyono, S., & Subiantoro. (2017). Three Strategies Reducing Accident Rates at Black Spots and Black Sites Road in Riau Province, Indonesia. *Transportation Research Procedia*, 25, 2153–2166. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.415>
- Sari, D. M., & Lestari, F. (2024). Gambaran Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Dan Klasifikasi Cedera Pada Korban Kecelakaan Lalu Lintas. *Science Map Journal*, 6(2), 65–75. <https://doi.org/10.30598/jmsvol6issue2pp65-75>
- Setiawan, D., & Asima, M. (2019). Pemetaan Risiko Kecelakaan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Tol Cipularang. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 100–113. <https://doi.org/10.28932/jts.v15i2.1923>
- Shad, R., & Rahimi, S. (2017). Identification Of Road Crash Black-Sites Using Geographical Information System. *International Journal For Traffic And Transport Engineering*, 7(3). [https://doi.org/10.7708/ijtete.2017.7\(3\).07](https://doi.org/10.7708/ijtete.2017.7(3).07)
- Simanullang, Y., Muhazir HR, M., & Pramonohadi, A. (2024). Studi Evaluasi Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Dengan Metode Accident Rate di Jalan Arteri Kota Jakarta Selatan. *Jurnal KaLIBRASI : Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 7(1), 33–46. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v7i1.1426>
- Sugiyanto, G., Fadli, A., & Santi, M. Y. (2017). Identification Of Black Spot And Equivalent Accident Number Using Upper Control Limit Method. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(2), 528–535.
- Sugiyanto, G., Mulyono, B., & Santi, M. Y. (2014). Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas Dan Lokasi Black

- Spot Di Kab. Cilacap. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(4), 259–266. <https://doi.org/10.24002/jts.v12i4.634>
- Sugiyanto, G., & Santi, M. Y. (2016). Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas dan Pendidikan Keselamatan Berlalulintas Sejak Usia Dini: Studi Kasus di Kabupaten Purbalingga. *Semesta Teknika*, 18(1), 65–75. <https://doi.org/10.18196/st.v18i1.707>
- Sutandi, A. C. (2023). Analisis Blackspot Di Indonesia Berdasarkan Perbedaan Kondisi Jalan, Fatalitas Kecelakaan, Dan Analisis Risiko. *Jurnal Jalan Jembatan*, 40(1), 67–76. <https://doi.org/10.58499/jatan.v40i1.1179>
- Vindhya, S. M. P., Shashikiran, C. R., & Nandish, S. C. S. (2020). Prioritization of Accident Black Spots using GIS. *International Journal of Engineering Research And*, V9(05). <https://doi.org/10.17577/IJERTV9IS050465>
- Wan, Y., He, W., & Zhou, J. (2021). Urban Road Accident Black Spot Identification and Classification Approach: A Novel Grey Verhulst–Empirical Bayesian Combination Method. *Sustainability*, 13(20), 11198. <https://doi.org/10.3390/su132011198>
- Wanto, N., Djauhari, Z., & Sandhyavitri, A. (2020). Analisis Kecelakaan Lalulintas pada Area Black Spot Ruas Jalan Lintas Sumatra Duri – Pekanbaru Kabupaten Bengkalis. *JURNAL TEKNIK*, 14(1), 9–16. <https://doi.org/10.31849/teknik.v14i1.3893>
- Wedagama, D. M. P. (2017). The Influence of Motorcyclists? Attitudes on Traffic Accidents and Offences . *Jurnal Teknik Sipil*, 24(2), 117–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.2>
- Widiarto, R. I., Setiadji, B. H. H., & Haryadi, B. (2023). Relationship between Slope and Ramp Length on Toll Road Traffic Accidents. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 28(2), 192–201. <https://doi.org/10.14710/mkts.v28i2.43665>
- Zaini, A. K., & Alqodri, M. (2022). Analysis of Black Spot and Black Site the Highway in Tenayan Raya Pekanbaru City. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 9(2), 5. <https://doi.org/10.21063/jts.2022.V902.05>