JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. 9, No.2, Juli 2026, hal.64~80
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

ANALISIS DAN VISUALISASI POLA KECELAKAAN LALU LINTAS DI KOTA BENGKULU BERBASIS PYTHON GUI

[1] Muhammad Reza Bagus Kusuma,[2] Yulia Darmi, [3] Dandi Sunardi, [4] Agung Kharisma Hidayah
[3]Program Studi Teknik Informatika , Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu
*e-mail: rezabagus420@Gmail.com,

Article Info

Article history:

Received, 2026-06-28
Revised, 2026-06-30
Accepted, 2026-07-20

Kata Kunci:

AnalisisData,
Visualisasi,
Kecelakaan Lalu Lintas,
Python,Tkinter,GUI,
BlackBox Testing, SUS

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem analisis dan visualisasi pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu berbasis Python GUI. Sistem dibangun untuk mengatasi keterbatasan analisis data kecelakaan yang masih bersifat konvensional dan sulit mengidentifikasi pola tersembunyi secara cepat. Data yang digunakan adalah dataset kecelakaan lalu lintas dari Satlantas Polresta Bengkulu periode 2024–2025 sebanyak 372 rekaman dengan 43 variabel. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka Tkinter untuk antarmuka, Pandas untuk pengolahan data, serta Matplotlib dan Seaborn untuk visualisasi. Fitur utama meliputi ringkasan statistik, 7 jenis grafik visualisasi, peta sebaran titik kecelakaan (scatter map dan density map), data tabel interaktif dengan filter, analisis lanjutan (korelasi, tren, hotspot, laporan otomatis), serta fitur ekspor ke Excel, gambar, dan Word. Pengujian fungsional menggunakan Black Box Testing terhadap 30 skenario menunjukkan hasil 100% berhasil (PASS), dan pengujian usabilitas menggunakan System Usability Scale (SUS) terhadap 15 responden petugas kepolisian menghasilkan skor rata-rata 78,33 dengan kategori "Good" (Grade B). Sistem yang dikembangkan mampu memberikan informasi akurat dan rekomendasi berbasis data, seperti identifikasi Kecamatan Selebar sebagai wilayah paling rawan (61 kasus), jam sibuk 07:00–08:00 sebagai waktu kritis, serta OOC Kiri sebagai tipe kecelakaan terbanyak.

Keywords:

DataAnalysis,
Visualization,
TrafficAccidents,
Python,Tkinter,GUI,
Black Box Testing, SUS

ABSTRACT

This study aims to design and implement an analysis and visualization system for traffic accident patterns in Bengkulu City based on Python GUI. The system is built to overcome the limitations of conventional accident data analysis, which makes it difficult to identify hidden patterns quickly. The data used is a traffic accident dataset from the Bengkulu Police Traffic Unit for the 2024–2025 period, consisting of 372 records with 43 variables. The system is built using the Python programming language with the Tkinter library for the interface, Pandas for data processing, and Matplotlib and Seaborn for visualization. Key features include statistical summaries, 7 types of visualization charts, accident point distribution maps (scatter map and density map), interactive data tables with filters, advanced analysis (correlation, trends, hotspots, automatic reports), and export features to Excel, images, and Word. Functional testing using Black Box Testing on 30 scenarios showed 100% successful results (PASS), and usability testing using the System Usability Scale (SUS) involving 15

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. 9, No.2, Juli 2026, hal.64~80
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

police officer respondents produced an average score of 78.33, categorized as "Good" (Grade B). The developed system is capable of providing accurate information and data-driven recommendations, such as identifying Selebar District as the most vulnerable area (61 cases), the 07:00–08:00 peak hour as the critical time, and Left OOC as the most common accident type.

This is an open access article under the CC BY-SAlicense.

Penulis Korespondensi:
Muhammad Reza Bagus Kusuma, Universitas Muhamadiyah, Bengkulu
Email: rezabagus420@gmail.com @umb.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang pesat pada era digital saat ini telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang transportasi dan keselamatan jalan raya. Revolusi industri 4.0 telah mendorong pemanfaatan teknologi berbasis data seperti kecerdasan buatan, komputasi awan, dan analisis data besar (big data) dalam berbagai sektor, termasuk pengelolaan lalu lintas dan sistem keselamatan transportasi. Kemampuan komputer modern dalam memproses data dalam jumlah besar dengan kecepatan tinggi memungkinkan identifikasi pola, tren, dan anomali yang sebelumnya sulit ditemukan melalui analisis manual konvensional. Selain itu, perkembangan perangkat lunak visualisasi data yang semakin canggih memungkinkan penyajian informasi yang kompleks dalam format yang lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan oleh berbagai kalangan, mulai dari akademisi hingga praktisi di lapangan. Pemanfaatan teknologi ini dalam pengelolaan data kecelakaan lalu lintas diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan keselamatan lalu lintas secara sistematis dan berbasis bukti (Siregar, Nasution and Harahap, 2026).

Kecelakaan lalu lintas merupakan fenomena yang kompleks dan multidimensional yang terjadi akibat interaksi antara manusia, kendaraan, dan lingkungan jalan. Menurut (World Health Organization, 2023), kecelakaan lalu lintas menjadi penyebab kematian ke-8 terbesar di dunia dengan angka korban jiwa mencapai 1,19 juta orang per tahun. Di Indonesia, Badan Pusat Statistik mencatat bahwa kecelakaan lalu lintas menyebabkan kerugian ekonomi mencapai

triliunan rupiah setiap tahunnya, belum termasuk kerugian sosial dan psikologis bagi keluarga korban (Kariyana *et al.*, 2024).

Kota Bengkulu sebagai ibu kota Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan intensitas lalu lintas seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dan perkembangan infrastruktur transportasi. Berdasarkan data terakhir pada website Data kecelakaan lalu lintas yang dihimpun oleh Satuan Lalu Lintas Polresta Bengkulu menunjukkan bahwa terdapat 372 kasus kecelakaan dengan 35 korban meninggal dunia, 158 korban luka berat, dan 397 korban luka ringan, serta estimasi kerugian material mencapai Rp 469.600.312 (Anggara *et al.*, 2023). Angka ini menunjukkan bahwa kecelakaan lalu lintas masih menjadi permasalahan serius yang perlu ditangani secara sistematis.

Pengelolaan data kecelakaan lalu lintas yang masih bersifat konvensional menyebabkan sulitnya identifikasi pola kecelakaan secara cepat dan akurat. Proses analisis yang dilakukan secara manual membutuhkan waktu yang tidak sedikit, rentan terhadap kesalahan manusia, dan menghasilkan laporan yang kurang informatif. Data kecelakaan yang dicatat dalam berkas Excel oleh pihak kepolisian umumnya hanya digunakan sebagai arsip administratif dan belum dimanfaatkan secara optimal untuk menemukan pola-pola tersembunyi, seperti jam rawan kecelakaan, kecamatan dengan tingkat kerawanan tertinggi, tipe kecelakaan yang paling dominan, maupun pengaruh kondisi cuaca dan pencahayaan terhadap tingkat keparahan kecelakaan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem informasi berbasis teknologi yang mampu mengolah data kecelakaan secara otomatis dan menyajikannya dalam bentuk yang mudah dipahami oleh para pemangku kepentingan.

Perkembangan teknologi informasi, khususnya di bidang analisis data dan visualisasi, telah menghadirkan berbagai alat yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah data kecelakaan lalu lintas (Najwa *et al.*, 2024). Python sebagai bahasa pemrograman yang populer memiliki ekosistem library yang kaya untuk analisis data (Pandas, NumPy), visualisasi (Matplotlib, Seaborn), dan pengembangan antarmuka pengguna (Tkinter). Pemanfaatan teknologi ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang efisien, akurat, dan mudah digunakan oleh pengguna non-teknis sekalipun (Amelia, 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan teknologi analisis data untuk mengkaji pola kecelakaan lalu lintas. (Rudresh Deepak Shirwaikar, 2024) membahas pengembangan model machine learning untuk memprediksi tingkat keparahan kecelakaan lalu lintas berdasarkan berbagai faktor seperti suhu, kelembaban, visibilitas, tekanan udara, serta keberadaan lampu lalu lintas atau persimpangan. (Alfiansy and Budi, 2024) mengembangkan sistem visualisasi berbasis GIS dengan menyediakan fitur peta interaktif, basis data, pencarian, serta detail titik kecelakaan lengkap dengan koordinat dan dokumentasi. Sementara di Indonesia, (Hidayat *et al.*, 2024) menerapkan analisis klaster untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan. Namun, penelitian yang mengintegrasikan analisis data, visualisasi interaktif, dan antarmuka pengguna berbasis Python GUI khususnya untuk konteks Kota Bengkulu masih sangat terbatas.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini mengangkat judul "Analisis dan Visualisasi Pola Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Bengkulu Berbasis Python GUI". Sistem yang dikembangkan menampilkan hasil analisis dalam berbagai bentuk visual interaktif, meliputi: (1) grafik distribusi kecelakaan per bulan berupa diagram batang dan stacked bar chart; (2) grafik distribusi waktu kejadian berupa histogram jam dan diagram donat periode waktu; (3) grafik sebaran kecelakaan per kecamatan berupa diagram batang horizontal; (4) grafik tipe dan kategori kecelakaan; (5) grafik kondisi lingkungan (cuaca, cahaya, penyebab); (6) grafik karakteristik jalan (fungsi dan geometri jalan); (7) heatmap pola kecelakaan berdasarkan hari dan jam kejadian; (8) peta sebaran titik kecelakaan berdasarkan koordinat GPS beserta density map untuk identifikasi hotspot; serta (9) laporan statistik komprehensif yang dapat diekspor ke format Excel (.xlsx), gambar (PNG/PDF), dan Word (.docx). Sistem juga dilengkapi modul pengujian internal berupa Black Box Testing, System Usability Scale (SUS), dan validasi output, sehingga kualitas sistem dapat diukur secara terstruktur. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan informasi yang akurat dan bermanfaat bagi Satuan Lalu Lintas Polresta Bengkulu dan Pemerintah Kota Bengkulu dalam pengambilan keputusan terkait keselamatan lalu lintas.

Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu berdasarkan dimensi waktu, lokasi geografis, tipe kecelakaan, tingkat keparahan, dan kondisi lingkungan?
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem analisis dan visualisasi pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu berbasis Python GUI yang efektif dan efisien?
3. Bagaimana hasil pengujian fungsionalitas (Black Box Testing), usabilitas (System Usability Scale), dan validasi output terhadap sistem yang telah dibangun?

Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi dan menganalisis pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu berdasarkan dimensi waktu, lokasi, tipe kecelakaan, tingkat keparahan, dan kondisi lingkungan.
2. Merancang dan mengimplementasikan sistem/aplikasi desktop berbasis Python GUI yang dapat memuat, mengolah, menganalisis, dan memvisualisasikan data kecelakaan lalu lintas secara otomatis.
3. Menyediakan fitur ekspor hasil analisis ke dalam format Excel, gambar, dan Word agar dapat digunakan sebagai bahan laporan bagi pemangku kepentingan.
4. Melakukan pengujian sistem menggunakan Black Box Testing, System Usability Scale (SUS), dan validasi output untuk memastikan sistem berjalan sesuai spesifikasi, mudah digunakan, dan menghasilkan data yang akurat.

Kerangka Kerja Penelitian (*Research Framework*)

Framework penelitian ini menggambarkan alur tahapan pelaksanaan secara keseluruhan dari tahap awal hingga menghasilkan luaran akhir. Berikut adalah kerangka penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel:

Tabel 1. Framework Penelitian

Tahap	Aktivitas	Metode/Teknik	Output
1	**Studi Literatur & Identifikasi Masalah**	Kajian pustaka, observasi lapangan, wawancara stakeholder	Rumusan masalah, tujuan, dan kerangka konseptual penelitian

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. 9, No.2, Juli 2026, hal.64~80
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Tahap	Aktivitas	Metode/Teknik	Output
2	**Pengumpulan Data**	Permohonan izin ke Polresta Bengkulu, pengambilan data Excel kecelakaan	Dataset kecelakaan Kota Bengkulu (372 record, 43 variabel)
3	**Analisis Kebutuhan Sistem**	Identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional, Use Case Diagram	Dokumen spesifikasi kebutuhan sistem (SRS)
4	**Perancangan Sistem**	Arsitektur sistem, desain GUI, ERD, flowchart proses analisis	Dokumen desain sistem dan prototipe antarmuka
5	**Implementasi Sistem**	Pengkodean Python (Tkinter, Pandas, Matplotlib), integrasi modul	Aplikasi Python GUI yang fungsional
6	**Pengujian Sistem**	Black Box Testing (fungsionalitas), SUS (usabilitas), validasi output	Laporan hasil pengujian dan evaluasi sistem
7	**Analisis Hasil & Penarikan Kesimpulan**	Interpretasi pola kecelakaan, evaluasi performa sistem	Temuan pola kecelakaan dan rekomendasi kebijakan
8	**Penulisan Laporan Skripsi**	Dokumentasi penelitian, revisi, sidang, dan publikasi	Naskah skripsi dan artikel ilmiah

Framework di atas menggambarkan alur penelitian yang dimulai dari studi literatur dan identifikasi masalah hingga penulisan laporan akhir. Setiap tahapan menghasilkan luaran yang menjadi masukan bagi tahapan berikutnya sehingga membentuk proses penelitian yang sistematis dan terukur. Tahapan implementasi sistem merupakan tahap kritis di mana seluruh komponen modul analisis data, visualisasi Matplotlib/Seaborn, dan antarmuka Tkinter digabungkan menjadi satu aplikasi desktop yang fungsional, sementara tahap pengujian sistem menjadi tolok ukur kelayakan sistem sebelum digunakan oleh pengguna akhir

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

2. METODE PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **Research and Development (R&D)** yang bertujuan menghasilkan produk berupa aplikasi desktop untuk analisis dan visualisasi pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu. Pendekatan R&D dipilih karena penelitian tidak hanya melakukan analisis terhadap data kecelakaan, tetapi juga menghasilkan sebuah sistem perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengolah, menganalisis, dan memvisualisasikan data secara otomatis. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan prototipe agar rancangan aplikasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

Data Penelitian

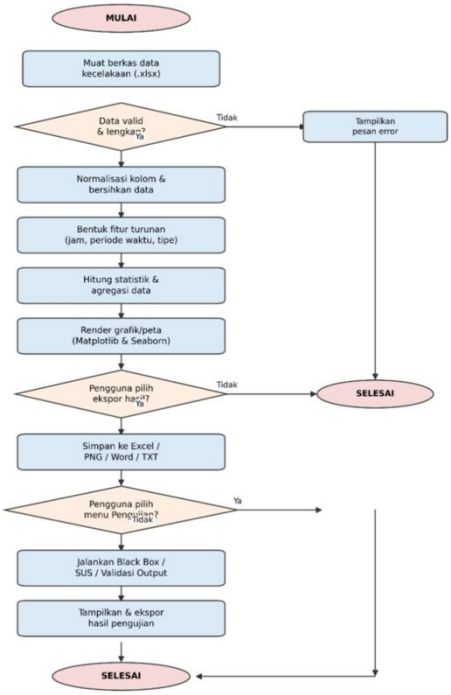
Data yang digunakan merupakan data sekunder kecelakaan lalu lintas yang diperoleh dari **Satuan Lalu Lintas Polresta Bengkulu** melalui proses permohonan izin penelitian dan pengambilan data. Dataset disimpan dalam format Microsoft Excel (.xlsx) dan terdiri atas **372 rekaman kejadian kecelakaan dengan 43 variabel**. Setiap rekaman merepresentasikan satu kejadian kecelakaan lalu lintas.

Variabel yang digunakan mencakup informasi identitas dan waktu kejadian, lokasi kecelakaan, koordinat GPS, tingkat keparahan, tipe dan kategori kecelakaan, jumlah korban meninggal dunia, luka berat dan luka ringan, faktor penyebab, kondisi cuaca dan pencahayaan, fungsi serta geometri jalan, serta estimasi kerugian material.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri atas identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, validasi desain, revisi desain, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Alur penelitian tersebut digunakan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu memenuhi kebutuhan analisis data kecelakaan dan menghasilkan visualisasi yang sesuai.

Gambar 1. Flowchart Sistem



JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Identifikasi Potensi dan Masalah

Tahap pertama dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan dalam proses pengolahan data kecelakaan lalu lintas. Pengolahan secara konvensional menggunakan data tabular menyebabkan proses identifikasi pola berdasarkan waktu, lokasi, karakteristik kecelakaan, dan kondisi lingkungan menjadi kurang efisien. Selain itu, koordinat GPS yang terdapat pada dataset dapat dimanfaatkan untuk melakukan analisis persebaran spasial dan identifikasi hotspot kecelakaan.

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari Satlantas Polresta Bengkulu dalam format Microsoft Excel. Dataset selanjutnya digunakan sebagai input utama sistem untuk dilakukan proses pembersihan, transformasi, analisis statistik, dan visualisasi. Selain pengumpulan dataset, dilakukan studi literatur untuk memperoleh landasan teori mengenai analisis data, visualisasi, pengembangan GUI, dan pengujian sistem.

Preprocessing Data

Tahap preprocessing dilakukan untuk mempersiapkan data sebelum digunakan dalam proses analisis. Proses ini dilakukan secara otomatis ketika dataset dimuat ke dalam aplikasi.

Tahapan preprocessing meliputi:

1. **Konversi tanggal**, yaitu mengubah data tanggal kejadian menjadi format tanggal yang dapat diproses oleh Python.
2. **Ekstraksi waktu**, yaitu mengambil informasi jam dari kolom waktu kejadian.
3. **Pembentukan kategori waktu**, yaitu mengelompokkan kejadian berdasarkan periode pagi, siang, malam, dan dini hari.
4. **Normalisasi nama kecamatan**, yaitu menyeragamkan penulisan nama kecamatan agar tidak menghasilkan kategori yang terpisah akibat perbedaan format penulisan.
5. **Penanganan nilai kosong**, terutama pada variabel numerik yang digunakan dalam proses perhitungan.
6. **Pembentukan variabel Total Korban**, yaitu jumlah korban meninggal dunia, luka berat, dan luka ringan.

Kategori waktu yang digunakan dalam sistem adalah **Pagi (06.00–12.00), Siang (12.00–18.00), Malam (18.00–24.00), dan Dini Hari (00.00–06.00)**. Pembentukan variabel turunan tersebut dilakukan agar data dapat dikelompokkan secara konsisten pada proses analisis.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mengelompokkan data berdasarkan dimensi waktu, lokasi, karakteristik kecelakaan, kondisi lingkungan, dan data korban. Pengolahan data dilakukan menggunakan **Pandas dan NumPy**, sedangkan hasil analisis divisualisasikan menggunakan Matplotlib dan Seaborn. Pandas digunakan untuk proses pemuatan, pembersihan, transformasi, agregasi, serta perhitungan statistik data. NumPy digunakan untuk operasi numerik dan perhitungan statistik tertentu.

Analisis yang dilakukan meliputi:

- distribusi kecelakaan berdasarkan bulan;
- distribusi kecelakaan berdasarkan waktu kejadian;
- distribusi kecelakaan berdasarkan kecamatan;
- analisis tipe dan kategori kecelakaan;
- analisis kondisi lingkungan dan cuaca;
- analisis karakteristik dan geometri jalan;
- analisis pola kecelakaan berdasarkan hari dan jam;
- analisis hubungan antarvariabel melalui korelasi;
- analisis tren kecelakaan berdasarkan waktu; dan

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

- identifikasi lokasi atau ruas jalan dengan konsentrasi kecelakaan yang tinggi.

Analisis tersebut digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kecenderungan dan karakteristik pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu. Fitur analisis lanjutan dalam sistem juga mencakup matriks korelasi, tren waktu, hotspot ruas jalan, dan pembuatan laporan otomatis.

Visualisasi Data

Visualisasi dilakukan untuk mengubah hasil pengolahan data menjadi informasi grafis yang lebih mudah dipahami. Sistem menyediakan tujuh kelompok visualisasi utama, yaitu distribusi kecelakaan per bulan, distribusi waktu kejadian, distribusi kecelakaan per kecamatan, tipe kecelakaan, kondisi lingkungan, karakteristik jalan dan geometri, serta heatmap berdasarkan hari dan jam.

Visualisasi menggunakan **Matplotlib dan Seaborn**. Matplotlib digunakan untuk menghasilkan berbagai grafik analisis, sedangkan Seaborn digunakan antara lain untuk menghasilkan visualisasi kepadatan atau density map.

Data koordinat GPS juga divisualisasikan dalam bentuk **scatter map** untuk menunjukkan lokasi masing-masing kejadian kecelakaan dan **density map** untuk mengidentifikasi konsentrasi kejadian atau hotspot kecelakaan.

Perancangan dan Implementasi Python GUI

Sistem dikembangkan sebagai aplikasi desktop menggunakan bahasa pemrograman **Python 3**. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan **Tkinter**, sedangkan Pandas dan NumPy digunakan untuk pengolahan data. Matplotlib dan Seaborn digunakan untuk menghasilkan visualisasi, OpenPyXL digunakan untuk pengolahan dan ekspor data Excel, sedangkan Folium digunakan untuk mendukung pemetaan berbasis koordinat geografis.

Aplikasi menyediakan beberapa modul utama, yaitu **Ringkasan, Visualisasi, Peta Lokasi, Data Tabel, Analisis Lanjutan, dan Pengujian**. Pengguna dapat memuat dataset Excel melalui aplikasi, kemudian sistem melakukan preprocessing secara otomatis dan menampilkan hasil analisis dalam bentuk statistik, grafik, tabel, serta peta.

Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Pengujian terdiri atas **Black Box Testing, System Usability Scale (SUS), dan validasi output**.

Black Box Testing digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem berdasarkan input dan output tanpa memperhatikan struktur kode program. Pengujian mencakup proses pemuatan data, ringkasan statistik, visualisasi, peta lokasi, tabel data, analisis lanjutan, dan fitur ekspor. Dalam penelitian ini digunakan **30 skenario pengujian**.

Pengujian usabilitas menggunakan **System Usability Scale (SUS)** yang terdiri atas 10 pernyataan dengan skala Likert 1–5. Pengujian dilakukan terhadap **15 responden** untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan aplikasi.

Validasi output dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan sistem dengan hasil perhitungan manual pada data yang sama. Validasi ini bertujuan memastikan bahwa proses agregasi, perhitungan statistik, dan visualisasi yang dihasilkan sistem telah sesuai dengan data sumber.

Teknik Analisis Hasil

Hasil analisis kemudian diinterpretasikan berdasarkan pola yang terlihat pada grafik, tabel, dan peta. Interpretasi dilakukan dengan memperhatikan frekuensi kejadian, distribusi temporal, distribusi geografis, karakteristik kecelakaan, serta kondisi lingkungan.

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Hasil penelitian selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik kecelakaan yang dominan dan lokasi maupun waktu yang memiliki konsentrasi kejadian tinggi. Berdasarkan hasil penelitian pada dataset yang digunakan, sistem mengidentifikasi **Kecamatan Selebar sebagai wilayah dengan jumlah kecelakaan tertinggi sebanyak 61 kasus**, sedangkan periode **07.00–08.00** merupakan waktu dengan kejadian tinggi dan **OOC Kiri** menjadi tipe kecelakaan yang paling banyak ditemukan.

Dengan demikian, metode penelitian menghasilkan dua keluaran utama, yaitu **informasi mengenai pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu** dan **aplikasi Python GUI yang dapat digunakan untuk melakukan analisis serta visualisasi data secara terintegrasi**.

3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil Pengolahan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian terdiri atas **372 kejadian kecelakaan lalu lintas dengan 43 variabel** yang bersumber dari Satlantas Polresta Bengkulu dan mencakup periode 2024–2025. Data tersebut kemudian diproses menggunakan Python melalui tahapan preprocessing yang meliputi konversi tanggal dan waktu, normalisasi nama kecamatan, pembentukan kategori waktu, serta perhitungan total korban.

Hasil pengolahan menunjukkan bahwa dari 372 kejadian kecelakaan terdapat **35 korban meninggal dunia, 158 korban luka berat, dan 397 korban luka ringan**, dengan estimasi kerugian material sebesar **Rp469.600.312**. Berdasarkan tingkat keparahan, sebanyak **191 kasus (51,3%)** termasuk kategori ringan, **146 kasus (39,2%)** kategori sedang, dan **35 kasus (9,4%)** kategori berat.

Tabel 1. Ringkasan Data Kecelakaan

Indikator	Hasil
Total kejadian	372 kasus
Meninggal dunia	35 orang
Luka berat	158 orang
Luka ringan	397 orang
Kerugian material	Rp469.600.312
Kecelakaan ringan	191 kasus (51,3%)
Kecelakaan sedang	146 kasus (39,2%)
Kecelakaan berat	35 kasus (9,4%)

Berdasarkan distribusi tingkat keparahan tersebut, kategori ringan merupakan kategori yang paling dominan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar kejadian dalam dataset tidak termasuk kategori kecelakaan berat, meskipun jumlah korban yang ditimbulkan tetap perlu menjadi perhatian karena terdapat 35 korban meninggal dunia dan 158 korban luka berat.



Gambar 2. Tampilan Ringkasan Statistik Data Kecelakaan

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Analisis Pola Berdasarkan Wilayah

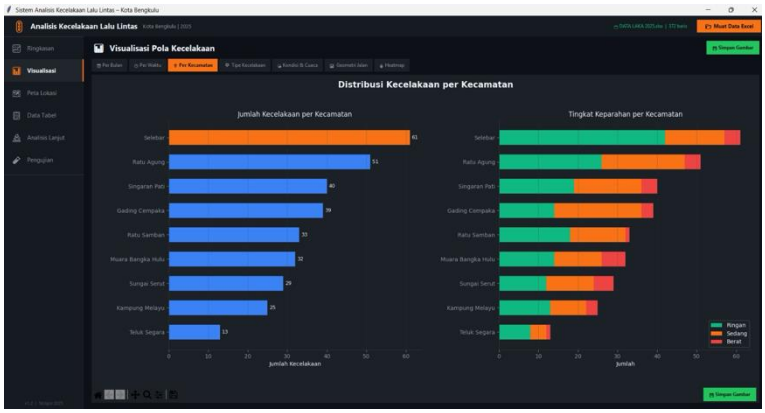
Hasil visualisasi berdasarkan kecamatan menunjukkan bahwa **Kecamatan Selebar merupakan wilayah dengan jumlah kecelakaan tertinggi, yaitu 61 kasus**, kemudian diikuti Kecamatan Ratu Agung sebanyak **51 kasus** dan Singaran Pati sebanyak **40 kasus**.

Tabel 2. Tiga Kecamatan dengan Jumlah Kecelakaan Tertinggi

Peringkat	Kecamatan	Jumlah Kasus
1	Selebar	61
2	Ratu Agung	51
3	Singaran Pati	40

Jika dibandingkan dengan keseluruhan 372 kasus, Kecamatan Selebar menyumbang sekitar **16,4%** dari seluruh kejadian dalam dataset. Ratu Agung menyumbang sekitar **13,7%**, sedangkan Singaran Pati sekitar **10,8%**.

Temuan tersebut menunjukkan adanya konsentrasi kejadian kecelakaan pada beberapa wilayah tertentu. Namun, jumlah kasus yang tinggi tidak secara langsung menunjukkan bahwa suatu wilayah memiliki risiko kecelakaan paling tinggi secara absolut, karena analisis risiko idealnya juga mempertimbangkan faktor lain seperti volume kendaraan, panjang ruas jalan, kepadatan penduduk, dan paparan lalu lintas. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih tepat diinterpretasikan sebagai **distribusi kejadian berdasarkan lokasi**, bukan sebagai tingkat risiko per kendaraan atau per kilometer jalan.



Gambar 3. Distribusi Kecelakaan Berdasarkan Kecamatan

Analisis Pola Berdasarkan Waktu

Analisis waktu dilakukan dengan mengelompokkan kejadian menjadi empat periode, yaitu pagi, siang, malam, dan dini hari. Hasil analisis menunjukkan bahwa periode **pagi (06.00–12.00)** memiliki jumlah kejadian tertinggi dengan **120 kasus (32,3%)**, diikuti periode **siang (12.00–18.00)** sebanyak **114 kasus (30,6%)**. Periode malam mencatat **100 kasus (26,9%)**, sedangkan dini hari sebanyak **38 kasus (10,2%)**.

Tabel 3. Distribusi Kecelakaan Berdasarkan Periode Waktu

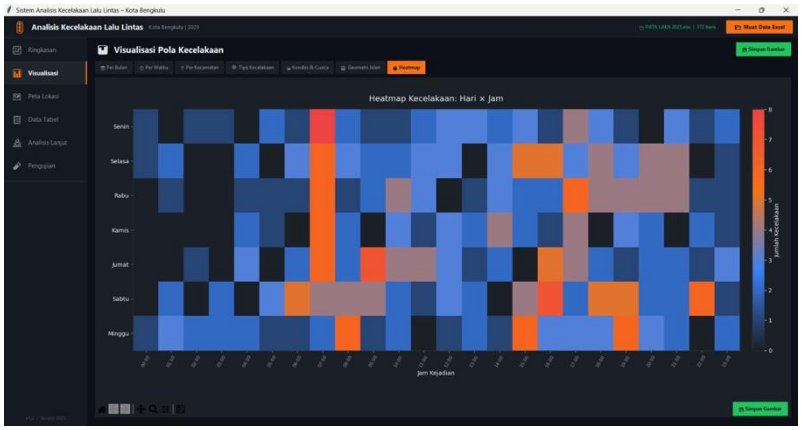
Periode	Waktu	Jumlah	Persentase
Pagi	06.00–12.00	120	32,3%
Siang	12.00–18.00	114	30,6%
Malam	18.00–24.00	100	26,9%

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Periode	Waktu	Jumlah	Persentase
Dini hari	00.00–06.00	38	10,2%
Total		**372**	**100%**

Selain berdasarkan periode, analisis per jam menunjukkan bahwa **pukul 07.00–08.00 merupakan waktu dengan frekuensi kecelakaan tertinggi**, sedangkan berdasarkan hari, **Sabtu** merupakan hari dengan frekuensi kejadian tertinggi.

Pola tersebut menunjukkan bahwa kejadian kecelakaan dalam dataset lebih banyak terkonsentrasi pada periode aktivitas pagi dan siang. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk memberikan perhatian lebih terhadap pengawasan lalu lintas pada periode waktu tersebut. Namun, hasil ini tidak dapat langsung digunakan untuk menyimpulkan penyebab kecelakaan karena penelitian bersifat deskriptif dan tidak menguji hubungan sebab-akibat.



Gambar 4. Distribusi Kecelakaan Berdasarkan Waktu Kejadian

Analisis Berdasarkan Tipe dan Faktor Penyebab Kecelakaan

Berdasarkan tipe kecelakaan, **OOC Kiri** merupakan tipe kecelakaan yang paling banyak ditemukan dengan **78 kasus**, diikuti tipe **Belok Kanan sebanyak 41 kasus**.

Tabel 4. Tipe Kecelakaan Dominan

Peringkat	Tipe Kecelakaan	Jumlah Kasus
1	OOC Kiri	78
2	Lainnya	44
3	Belok Kanan	41

Dari sisi faktor penyebab, **faktor manusia tercatat pada 346 kasus**. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa faktor manusia merupakan kategori penyebab yang sangat dominan dalam dataset penelitian.

Dominannya faktor manusia menunjukkan pentingnya aspek perilaku pengendara dalam upaya pencegahan kecelakaan. Meskipun demikian, hasil tersebut harus dipahami sesuai dengan cara pencatatan pada dataset. Data tersebut menunjukkan kategori faktor penyebab yang tercatat dalam laporan kecelakaan dan tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa faktor manusia merupakan penyebab tunggal pada setiap kasus.

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085



Gambar 5. Distribusi Tipe Kecelakaan Lalu Lintas

Analisis Kondisi Lingkungan dan Jalan

Hasil analisis kondisi lingkungan menunjukkan bahwa sebagian besar kecelakaan terjadi pada kondisi **cuaca cerah**, yaitu sebanyak **331 kasus**. Selain itu, kondisi pencahayaan yang paling banyak tercatat adalah kondisi **terang/jelas**. Dari karakteristik geometrinya, sebanyak **290 kasus terjadi pada kondisi jalan lurus**.

Temuan tersebut menarik karena kecelakaan tidak hanya terjadi pada kondisi cuaca buruk atau jalan yang memiliki geometri kompleks. Dominannya kondisi cerah dan jalan lurus menunjukkan bahwa faktor lingkungan tertentu bukan satu-satunya aspek yang perlu diperhatikan. Dalam konteks penelitian ini, temuan tersebut perlu dibaca bersama dengan dominannya faktor manusia sehingga upaya keselamatan tidak hanya berorientasi pada kondisi fisik jalan dan cuaca, tetapi juga pada perilaku pengguna jalan.



Gambar 6. Distribusi Kecelakaan Berdasarkan Kondisi Lingkungan dan Geometri Jalan

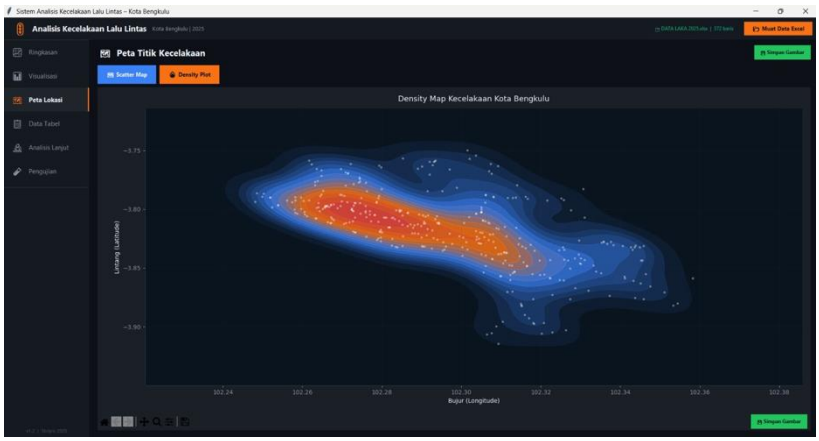
Visualisasi Spasial dan Identifikasi Hotspot

Sistem memanfaatkan koordinat GPS pada dataset untuk menghasilkan visualisasi spasial berupa **scatter map** dan **density map**. Scatter map digunakan untuk menampilkan lokasi setiap kejadian kecelakaan, sedangkan density map digunakan untuk memperlihatkan area dengan konsentrasi kejadian yang lebih tinggi atau hotspot.

Visualisasi spasial memberikan informasi tambahan yang tidak dapat diperoleh hanya melalui tabel. Dengan melihat persebaran titik kecelakaan, pengguna dapat mengetahui konsentrasi kejadian pada wilayah tertentu dan menghubungkannya dengan informasi kecamatan maupun ruas jalan.

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Hasil analisis menunjukkan bahwa Kecamatan Selebar memiliki jumlah kejadian tertinggi. Akan tetapi, interpretasi hotspot sebaiknya tidak hanya didasarkan pada jumlah titik, karena kepadatan kejadian dapat dipengaruhi oleh panjang ruas jalan, volume kendaraan, dan kepadatan aktivitas. Oleh karena itu, peta yang dihasilkan dalam penelitian ini digunakan terutama sebagai **alat eksplorasi pola spasial**, bukan sebagai ukuran risiko lalu lintas yang telah dinormalisasi.



Gambar 7. Visualisasi Spasial Persebaran Kecelakaan dan Identifikasi Hotspot

---

Hasil Implementasi Sistem Python GUI

Hasil penelitian menghasilkan aplikasi desktop berbasis Python GUI yang mengintegrasikan proses pemuatan data, preprocessing, analisis, dan visualisasi. Sistem menggunakan Tkinter sebagai antarmuka, Pandas dan NumPy untuk pengolahan data, Matplotlib dan Seaborn untuk visualisasi, serta OpenPyXL dan Folium untuk mendukung ekspor data dan pemetaan.

Aplikasi memiliki beberapa fungsi utama, yaitu **Ringkasan, Visualisasi, Peta Lokasi, Data Tabel, Analisis Lanjutan, dan Pengujian**. Modul visualisasi menyediakan tujuh kelompok grafik, sedangkan modul peta menyediakan scatter map dan density map. Sistem juga menyediakan tabel interaktif dengan fitur filter dan pencarian serta analisis lanjutan berupa korelasi, tren, hotspot, dan laporan otomatis.

Dengan adanya GUI, proses analisis yang sebelumnya membutuhkan pengolahan data secara manual dapat dilakukan melalui antarmuka yang terintegrasi. Pengguna cukup memuat data Excel, kemudian sistem melakukan preprocessing dan menampilkan hasil analisis dalam bentuk grafik, tabel, dan peta.



Gambar 8. Tampilan Antarmuka Utama Sistem Analisis dan Visualisasi

JTIS : Journal of Technopreneurship and Information Systems
Vol. xx, No. x, Bulan Tahun, hal. xx~xx
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Hasil Pengujian Black Box

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode **Black Box Testing** terhadap **30 skenario pengujian** yang mencakup fungsi pemuatan data, ringkasan, visualisasi, peta lokasi, tabel data, analisis lanjutan, serta ekspor hasil. Seluruh skenario menghasilkan status **berhasil (PASS)** sehingga tingkat keberhasilan pengujian mencapai **100%**.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi utama aplikasi telah berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Pengujian tidak hanya mencakup kondisi normal, tetapi juga beberapa kondisi seperti pemuatan file dengan format yang tidak didukung dan file kosong.

Dengan demikian, dari sisi fungsional, aplikasi dapat digunakan untuk menjalankan proses analisis dan visualisasi sesuai kebutuhan penelitian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis dan visualisasi pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu berbasis Python GUI, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengolah dan memvisualisasikan data kecelakaan secara terintegrasi. Penelitian menggunakan **372 data kejadian kecelakaan dengan 43 variabel** yang bersumber dari Satlantas Polresta Bengkulu periode 2024–2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa **Kecamatan Selebar merupakan wilayah dengan jumlah kecelakaan tertinggi sebanyak 61 kasus**, diikuti Ratu Agung sebanyak 51 kasus dan Singaran Pati sebanyak 40 kasus.

Dari aspek temporal, kecelakaan paling banyak terjadi pada periode **pagi (06.00–12.00) sebanyak 120 kasus (32,3%)**, dengan puncak kejadian pada **pukul 07.00–08.00** dan hari dengan frekuensi tertinggi adalah **Sabtu**. Berdasarkan karakteristik kecelakaan, tipe **OOC Kiri** merupakan tipe yang paling banyak tercatat dengan 78 kasus, sedangkan faktor manusia menjadi kategori faktor penyebab yang paling dominan dengan 346 kasus. Dari aspek kondisi lingkungan, sebanyak 331 kasus terjadi pada cuaca cerah dan 290 kasus terjadi pada kondisi jalan lurus.

Sistem berhasil mengintegrasikan proses preprocessing, analisis statistik, visualisasi grafik, pemetaan lokasi kecelakaan, analisis lanjutan, dan ekspor hasil dalam satu aplikasi Python GUI. Fitur visualisasi memungkinkan pengguna mengidentifikasi pola kecelakaan berdasarkan waktu, wilayah, karakteristik kecelakaan, kondisi lingkungan, serta persebaran spasial melalui scatter map dan density map.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa **Black Box Testing terhadap 30 skenario menghasilkan tingkat keberhasilan 100% (PASS)**, sehingga fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Sementara itu, pengujian usability menggunakan **System Usability Scale (SUS) terhadap 15 responden menghasilkan skor rata-rata 78,33 dengan Grade B (Good)**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem secara umum dapat digunakan dan diterima oleh pengguna, meskipun masih terdapat peluang perbaikan pada aspek navigasi dan kejelasan pelabelan antarmuka.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Python GUI dapat menjadi **alat bantu yang efektif untuk eksplorasi dan visualisasi data kecelakaan lalu lintas secara deskriptif**. Hasil analisis dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi kejadian berdasarkan lokasi, waktu, karakteristik kecelakaan, dan kondisi lingkungan yang dapat menjadi bahan pendukung dalam memahami pola kecelakaan di Kota Bengkulu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **Universitas Muhammadiyah Bengkulu**, khususnya Program Studi Teknik Informatika, yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada **Dosen Pembimbing** yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada **Satuan Lalu Lintas Polresta Bengkulu** yang telah memberikan akses terhadap data kecelakaan lalu lintas yang digunakan sebagai bahan penelitian. Data tersebut menjadi bagian penting dalam proses analisis dan pengembangan sistem visualisasi pola kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu.

Penulis turut menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi selama proses penelitian, pengembangan aplikasi, pengujian sistem, hingga penyelesaian artikel ilmiah ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pemanfaatan teknologi informasi dalam analisis data kecelakaan lalu lintas di Kota Bengkulu.

REFERENSI

Ade Rahayu. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis dan Tahapan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, 4*(3), 459–470. https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092

Aldy Nifratama, & Tri Suratno. (2024). Analisis dan Evaluasi Pengujian pada Penerapan Metode Prototype dalam Software Engineering. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo, 18*(1), 128–138. https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2024.18.1.1649

Dewi, A. R. H. P., & Cahyono, A. B. (2024). Sistem Informasi Geografis untuk Visualisasi Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Arteri Primer Kota Surabaya. *Kokoh, 22*(2), 115–126., R. (2023). Sistem Deteksi Api Berbasis CCTV menggunakan Metode Segmentasi Citra. *SEMIOTIKA, 2*(1), 16–21. https://doi.org/10.17509/k.v22i2.72829

Firdaus, M. A. A., Kartika, D. S. Y., & Najaf, A. R. E. (2025). Analisis Pola Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Apriori dan FP-Growth Studi Kasus: Satlantas Polrestabes Surabaya. *Jurnal Mahasiswa Sistem Informasi (JMSI), 6*(2), 241–253. https://doi.org/10.24127/jmsi.v6i2.8997

Firdaus, M. A. A., et al. (2025). Analisis Pola Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Apriori dan FP-Growth. *JMSI, 6*(2), 241–253. https://doi.org/10.24127/jmsi.v6i2.8997

Hidayat, W., et al. (2024). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Metode Cluster Analysis Kabupaten Maros. *JILMATEKS, 6*(1), 113–121. https://doi.org/10.33096/9qt5fy63

Japit, S., et al. (2025). Pemanfaatan Pandas, NumPy, Spark, dan Tableau/Power BI dalam Pengolahan dan Visualisasi Big Data untuk Mendukung Pengambilan Keputusan. *Jurnal Minfo Polgan, 14*(1), 452–456. https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14762

Kariyana, I. M. K., et al. (2024). Analisis Biaya Korban Kecelakaan Lalu Lintas Transportasi Darat di Kota Denpasar Tahun 2021. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 7*(3), 925–930. https://doi.org/10.24912/jmts.v7i3.29258

Latifah, L. L., et al. (2022). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Cluster Analysis di Kota Bogor Berbasis WebGIS. *JITTER, 8*(2). https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss2.2022.760

Najwa, A., et al. (2024). Pendekatan Descriptive Analysis Berbasis Data untuk Mengevaluasi Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia. *Animator, 2*(3), 44–58. https://animator.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/1241

Oktania, Z., & Prianggono, J. (2025). Analisis Klasifikasi Kecelakaan Lalu Lintas di Polresta Bogor Kota Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Naïve Bayes (NB). *Action Research Literate, 9*(5), 917–925. https://doi.org/10.46799/arl.v9i5.2961

Rudresh Deepak Shirwaikar. (2024). Predicting Accident Severity using Machine Learning. *Journal of Electrical Systems, 20*(6s), 2733–2746. https://doi.org/10.52783/jes.3282

Sari, R. Y., & Widayani, P. (2023). Pola Persebaran Kasus Kecelakaan Lalu Lintas di Kabupaten Kulonprogo, D.I. Yogyakarta. *Jurnal Informasi, 1*. https://doi.org/10.22146/jisph.74602

Setiyani, S. H., & Rahma, Y. (2025). Pengaruh Penggunaan Visualisasi Data Interaktif Berbasis Python terhadap Pemahaman Konsep Statistika pada Mahasiswa Informatika. *JSIT, 1*(1), 27–37. https://jurnal.mifandimandiri.com/index.php/jsit/article/view/264

Siregar, S. R., Nasution, M. S., & Harahap, S. (2026). Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Peran Polisi Lalu Lintas Polsek Padang Bolak dalam Meningkatkan Kesadaran Hukum bagi Pengendara di Bawah Umur. *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi, 6*(1), 58–68. https://doi.org/10.55606/jutiti.v6i1.6566

Vatresia, A. (2022). Analisa Clustering Tingkat Rawan Kecelakaan dengan Fuzzy C-Means. *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics), 5*(1), 28–35. https://doi.org/10.36085/jsai.v5i1.2823

World Health Organization. (2023). *Global Status Report on Road Safety 2023*. World Health Organization. https://doi.org/10.2471/B09120