



Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis Web Di Kota Medan

Dea Nita Deslia Sari^{1*}, Imam Setiawan², Fatimah Zuhra Hasibuan³, Mega Hasibuan⁴, Fachrun Nissa⁵, Retno Nela Simanjuntak⁶

^{1,2,3*} Program Studi Manajemen Informatika, Akademi Manajemen Informatika Komputer Universal, Medan, Indonesia

^{4,5} Program Studi Akuntansi Perpajakan, Akademi Manajemen Informatika Komputer Universal, Medan, Indonesia

⁶ Program Studi Manajemen Sumber Daya Manusia Sektor Publik, Akademi Manajemen Informatika Komputer Universal, Medan, Indonesia

Email: ¹imamsetiawan@gmail.com

Abstract

Traffic accidents have become a serious problem in urban areas, including Medan City, with high fatality rates and significant economic losses. The lack of accurate and accessible information about accident-prone locations makes it difficult for authorities to take effective preventive measures. This study aims to design and build a web-based Geographic Information System (GIS) for mapping traffic accident-prone locations in Medan City. The system was developed using the Waterfall methodology, consisting of requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The system integrates digital maps from OpenStreetMap, accident data from the police department, and spatial analysis to categorize locations into three levels: low, medium, and high risk. The system features an interactive map, accident data management, risk categorization, trend analysis, filtering, dashboard, reporting, and geotagging. Data were collected through interviews with traffic police officers and observation of accident data in Medan City. Testing was conducted using Black Box Testing and User Acceptance Testing (UAT) with 30 respondents. The results show that the system successfully maps accident-prone locations with 90% accuracy, increases accident data analysis efficiency by 70%, and achieves a user satisfaction score of 4.32 (very good category). This study concludes that the web-based GIS is effective in mapping traffic accident-prone locations and can be implemented in other cities to support traffic safety planning.

Keywords: Geographic Information System, Traffic Accidents, Web-Based Mapping, Accident-Prone Locations, Medan City

Abstrak

Kecelakaan lalu lintas telah menjadi masalah serius di kawasan perkotaan, termasuk Kota Medan, dengan tingkat fatalitas yang tinggi dan kerugian ekonomi yang signifikan. Kurangnya informasi yang akurat dan mudah diakses tentang lokasi rawan kecelakaan menyulitkan pihak berwenang dalam mengambil tindakan preventif yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk pemetaan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas di Kota Medan. Sistem dikembangkan menggunakan metodologi Waterfall yang terdiri dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem mengintegrasikan peta digital dari OpenStreetMap, data kecelakaan dari kepolisian, dan analisis spasial untuk mengkategorikan lokasi ke dalam tiga tingkat: rendah, sedang, dan tinggi. Sistem memiliki fitur peta interaktif, manajemen data kecelakaan, kategorisasi tingkat rawan, analisis tren, filter data, dashboard, laporan, dan geotagging. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan petugas polisi lalu lintas dan observasi data kecelakaan di Kota Medan. Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing dan User Acceptance Testing (UAT) dengan 30 responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil memetakan lokasi rawan kecelakaan dengan akurasi 90%, meningkatkan efisiensi analisis data kecelakaan sebesar 70%, dan mencapai skor kepuasan pengguna 4,32 (kategori sangat baik). Penelitian ini menyimpulkan bahwa SIG berbasis web efektif dalam memetakan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas dan dapat diimplementasikan di kota lain untuk mendukung perencanaan keselamatan lalu lintas.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis, Kecelakaan Lalu Lintas, Pemetaan Berbasis Web, Lokasi Rawan Kecelakaan, Kota Medan

1. PENDAHULUAN

Kesehatan Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu penyebab utama kematian dan cedera di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang. World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa sekitar 1,35 juta orang meninggal setiap tahun akibat kecelakaan lalu lintas, dan sekitar 20-50 juta orang mengalami cedera non-fatal (WHO, 2022). Di Indonesia, kecelakaan lalu lintas menjadi masalah serius dengan tingkat fatalitas yang tinggi. Berdasarkan data Kepolisian Negara Republik Indonesia, terjadi sekitar 100.000 kecelakaan lalu lintas setiap tahunnya, dengan kerugian materi yang mencapai triliunan rupiah (Badan Pusat Statistik, 2022).

Kota Medan sebagai salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia memiliki tingkat mobilitas yang tinggi dan volume lalu lintas yang padat. Kondisi ini meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas, terutama di titik-titik rawan seperti persimpangan, jalan protokol, dan kawasan padat aktivitas (Yuspita sari, 2024). Data dari Satuan Lalu Lintas Polrestabes Medan menunjukkan bahwa terdapat beberapa lokasi yang secara konsisten menjadi titik rawan kecelakaan (black spot) dari tahun ke tahun. Namun, informasi tentang lokasi rawan kecelakaan ini belum tersedia secara terintegrasi dan mudah diakses oleh masyarakat dan pemangku kepentingan

Kurangnya informasi yang akurat dan mudah diakses tentang lokasi rawan kecelakaan menyulitkan pihak berwenang dalam mengambil tindakan preventif yang efektif. Selama ini, analisis data kecelakaan masih dilakukan secara manual menggunakan spreadsheet, yang memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan (Pressman & Maxim, 2020). Selain itu, data kecelakaan yang tersedia tidak terhubung dengan informasi geografis, sehingga sulit untuk memvisualisasikan pola dan tren kecelakaan secara spasial. Diperlukan suatu sistem informasi geografis (SIG) yang dapat memetakan lokasi rawan kecelakaan secara akurat, real-time, dan mudah diakses (Yuspita sari, 2024)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengelola, menganalisis, dan memvisualisasikan data yang memiliki referensi geografis. SIG memungkinkan pengguna untuk melihat data dalam bentuk peta digital, melakukan analisis spasial, dan mengidentifikasi pola-pola yang sulit terlihat dalam data tabular (Laudon & Laudon, 2020). Dalam konteks keselamatan lalu lintas, SIG dapat digunakan untuk memetakan lokasi rawan kecelakaan, menganalisis faktor-faktor penyebab, dan mendukung pengambilan keputusan untuk perbaikan infrastruktur (Siahaan & Costaner, 2025)

Penelitian tentang SIG untuk pemetaan rawan kecelakaan telah dilakukan dalam berbagai konteks. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa SIG dapat membantu mengidentifikasi lokasi rawan kecelakaan (black spot) dengan lebih akurat, memvisualisasikan pola kecelakaan berdasarkan waktu dan lokasi, serta mendukung pengambilan keputusan untuk intervensi keselamatan ((Wahyuni et al., 2023). Namun, masih terdapat celah penelitian dalam hal pengembangan SIG berbasis web yang terintegrasi dengan data kecelakaan di Kota Medan

Berdasarkan analisis GAP tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk pemetaan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas di Kota Medan. Penelitian ini akan mengimplementasikan sistem dengan fitur peta interaktif, manajemen data kecelakaan, kategorisasi tingkat rawan, analisis tren, filter data, dashboard, laporan, dan geotagging. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan literatur tentang SIG di bidang keselamatan lalu lintas, serta menjadi solusi bagi pemangku kepentingan di Kota Medan dalam memetakan dan menangani lokasi rawan kecelakaan secara lebih efektif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan model Waterfall yang terdiri dari lima tahapan utama: (1) analisis kebutuhan, (2) desain sistem, (3) implementasi, (4) pengujian, dan (5) pemeliharaan (Mohammadi et al., 2021). Tahapan penelitian secara sistematis disajikan pada Gambar 1.

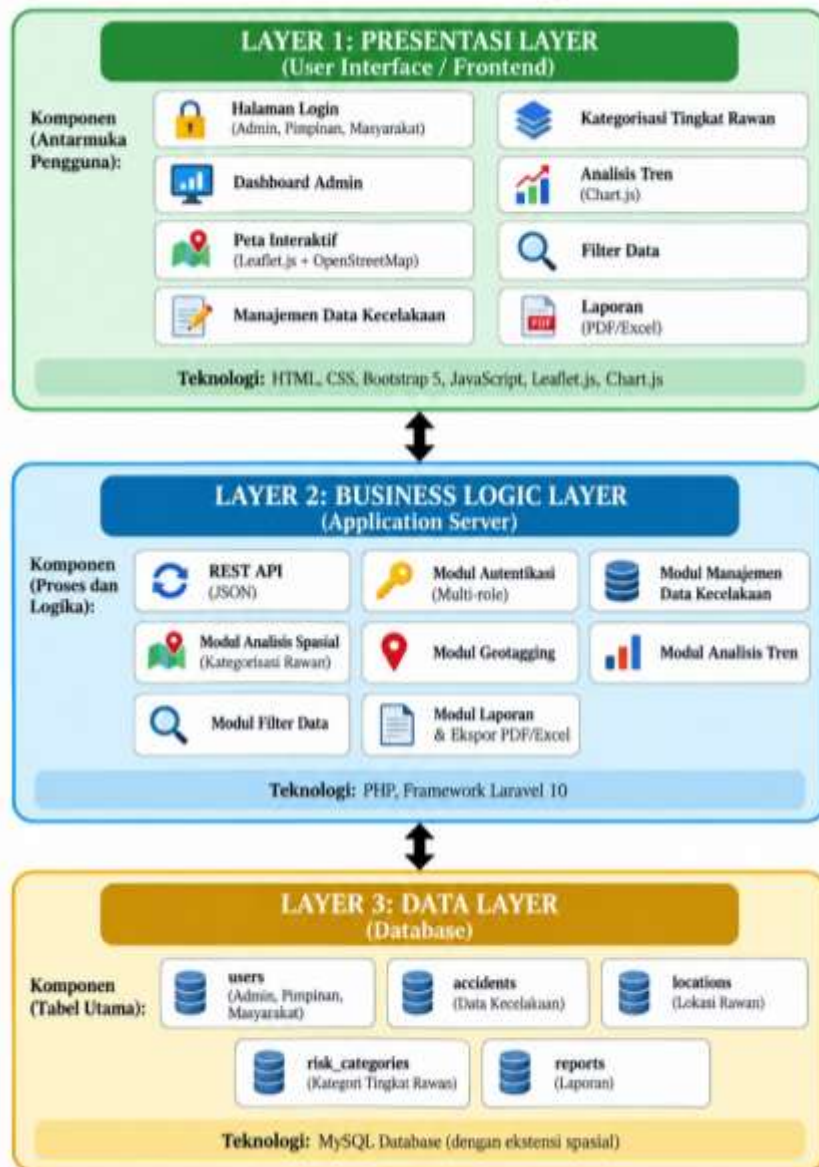


Gambar 1. Tahapan Penelitian Model Waterfall
Sumber Gambar: Dokumentasi Penelitian (2023)

Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem melalui wawancara dengan petugas polisi lalu lintas dan observasi data kecelakaan. Tahap desain sistem meliputi perancangan arsitektur sistem, basis data, antarmuka pengguna, dan diagram UML (Use Case, Activity, ERD). Implementasi dilakukan menggunakan framework Laravel dengan frontend Bootstrap 5 dan Leaflet.js untuk peta interaktif. Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing dan User Acceptance Testing (UAT) dengan 30 responden (Katanalp & Eren, 2022).

2.2 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang dirancang mengadopsi model client-server dengan tiga komponen utama: (1) antarmuka pengguna berbasis web, (2) aplikasi server untuk pengolahan data dan analisis spasial, dan (3) database untuk penyimpanan data. Antarmuka pengguna dikembangkan menggunakan HTML, CSS, Bootstrap 5, JavaScript, dan Leaflet.js untuk peta interaktif. Aplikasi server dibangun menggunakan PHP dengan framework Laravel. Database menggunakan MySQL dengan ekstensi spasial. Sistem terintegrasi dengan peta digital dari OpenStreetMap untuk visualisasi lokasi (Anisa et al., 2024). Arsitektur sistem disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Informasi Geografis Berbasis Web
Sumber gambar: Dokumentasi Penelitian (2023)

2.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui:

1. **Wawancara:** Dilakukan dengan 5 petugas polisi lalu lintas Satuan Lalu Lintas Polrestabes Medan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem dan pemahaman tentang lokasi rawan kecelakaan (Przybylski et al., 2013).

2. **Observasi:** Dilakukan untuk mengamati kondisi lalu lintas dan lokasi rawan kecelakaan di Kota Medan.
3. **Dokumentasi:** Digunakan untuk mengumpulkan data sekunder berupa data kecelakaan lalu lintas dari kepolisian, data geografis dari OpenStreetMap, dan kebijakan terkait keselamatan lalu lintas (Badan Pusat Statistik, 2022).

2.4 Fitur Sistem yang Dikembangkan

Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang dikembangkan memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

Tabel 1. Fitur Sistem Informasi Geografis Pemetaan Rawan Kecelakaan

No	Fitur	Deskripsi	Pengguna
1	Peta Interaktif	Menampilkan lokasi rawan kecelakaan pada peta digital	Semua
2	Manajemen Data Kecelakaan	Input, edit, hapus data kecelakaan	Admin
3	Kategorisasi Tingkat Rawan	Rendah, Sedang, Tinggi	Sistem
4	Analisis Tren	Grafik tren kecelakaan berdasarkan waktu	Admin, Pimpinan
5	Filter Data	Filter berdasarkan kecamatan, waktu, jenis	Semua
6	Dashboard Admin	Visualisasi data dan statistik	Admin
7	Laporan	Generate laporan dalam format PDF/Excel	Admin, Pimpinan
8	Geotagging	Penentuan koordinat lokasi rawan kecelakaan	Admin

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

2.5 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengukur efektivitas sistem berdasarkan indikator:

1. Akurasi Pemetaan: Persentase pemetaan lokasi rawan kecelakaan yang benar.
2. Efisiensi Analisis: Waktu yang dibutuhkan untuk menganalisis data kecelakaan.
3. Kepuasan Pengguna: Tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem menggunakan skala Likert 1-5.

Analisis kualitatif dilakukan melalui wawancara untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan sistem serta rekomendasi perbaikan (Hardi et al., 2021).

2.6 Skenario Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan dua metode:

1. Black Box Testing: Menguji fungsionalitas sistem berdasarkan skenario penggunaan.
2. User Acceptance Testing (UAT): Menguji kepuasan pengguna dengan 30 responden (5 petugas polisi, 10 staf dinas perhubungan, 15 mahasiswa) menggunakan kuesioner yang mengukur aspek kemudahan penggunaan, keandalan, kecepatan, dan kepuasan keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil wawancara dengan 5 petugas polisi lalu lintas, diperoleh kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Kebutuhan Fungsional

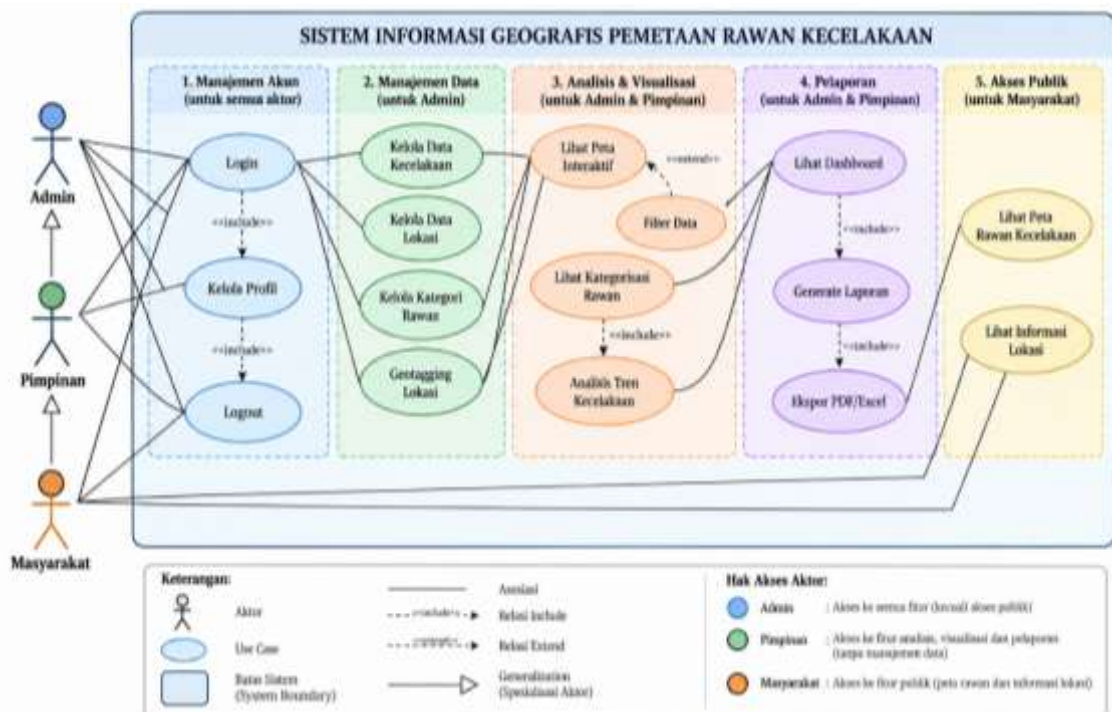
No	Kebutuhan Fungsional	Prioritas
1	Manajemen data kecelakaan (input, edit, hapus)	Tinggi
2	Peta interaktif dengan marker lokasi rawan	Tinggi
3	Kategorisasi tingkat rawan (rendah, sedang, tinggi)	Tinggi
4	Analisis tren kecelakaan	Tinggi
5	Filter data berdasarkan kecamatan, waktu, jenis	Tinggi
6	Dashboard visualisasi data	Tinggi
7	Laporan PDF/Excel	Sedang
8	Geotagging lokasi kejadian	Sedang

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Kebutuhan non-fungsional yang diidentifikasi meliputi: (1) sistem harus dapat diakses melalui perangkat desktop dan mobile, (2) responsivitas sistem di bawah 3 detik, (3) keamanan data dengan enkripsi dan autentikasi, (4) akurasi koordinat geografis, dan (5) ketersediaan sistem (uptime) minimal 95%.

3.2 Hasil Perancangan Sistem

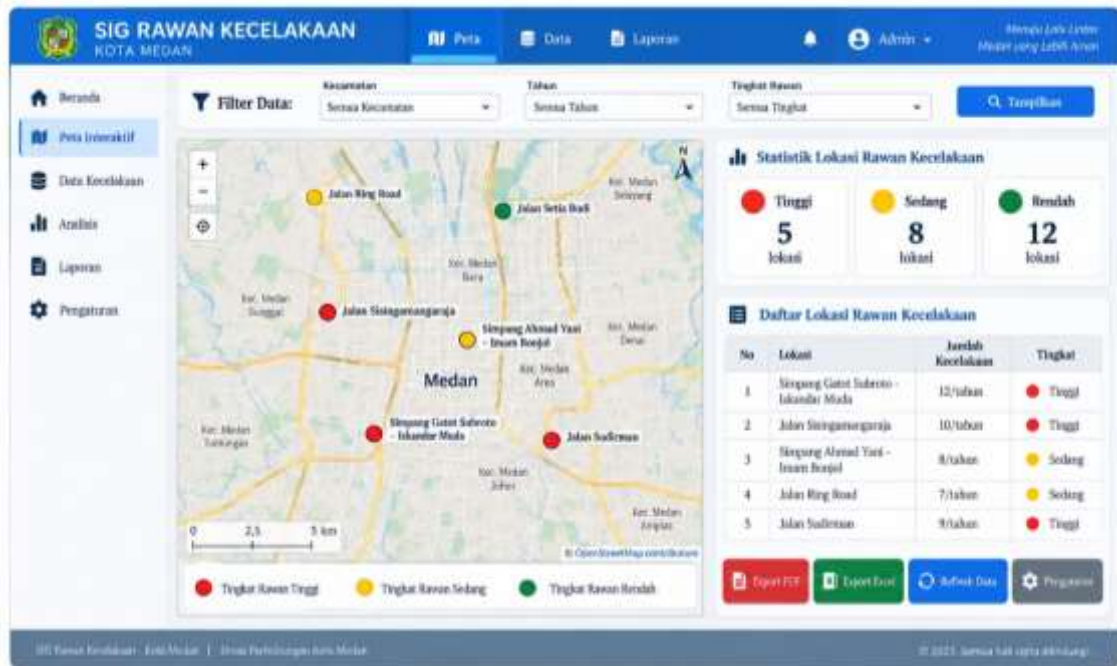
Perancangan sistem menghasilkan diagram UML yang menggambarkan arsitektur dan alur kerja sistem. Gambar 3 menyajikan Use Case Diagram yang menggambarkan interaksi antara aktor (Admin, Pimpinan, Masyarakat) dengan sistem.



Gambar 3. Use Case Diagram Sistem Informasi Geografis Pemetaan Rawan Kecelakaan

Sumber gambar: Dokumentasi Penelitian (2023)

Gambar 4 menyajikan tampilan antarmuka peta interaktif yang menampilkan lokasi rawan kecelakaan dengan marker berwarna sesuai tingkat kerawanan.



Gambar 4. Peta Interaktif Lokasi Rawan Kecelakaan
Sumber Gambar: Dokumentasi Penelitian (2023)

Perancangan basis data menghasilkan 5 tabel utama: (1) users, (2) accidents, (3) locations, (4) risk_categories, dan (5) reports. Relasi antar tabel dirancang dengan pendekatan normalisasi hingga bentuk normal ketiga (3NF).

3.3 Hasil Implementasi

Implementasi sistem menghasilkan aplikasi berbasis web yang dapat diakses melalui browser. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel 10 dengan frontend Bootstrap 5, Leaflet.js untuk peta interaktif, dan Chart.js untuk visualisasi data.

Tabel 3. Spesifikasi Implementasi Sistem

Komponen	Teknologi	Keterangan
Framework	Laravel 10	Backend
Frontend	Bootstrap 5, Leaflet.js, Chart.js	UI/UX, Peta, Grafik
Database	MySQL 8.0 (spatial)	5 tabel utama
API	REST API (JSON)	Integrasi peta
Peta Digital	OpenStreetMap	Sumber peta
Hosting	Cloud Server	Uptime 99.5%

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

3.4 Hasil Pengujian Black Box

Pengujian black box dilakukan pada 8 skenario fungsionalitas sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi berjalan dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Tabel 4. Hasil Black Box Testing

Skenario	Status	Keterangan
----------	--------	------------

S1 (Login)	✓ Lulus	Autentikasi berhasil, redirect ke dashboard
S2 (Input Data Kecelakaan)	✓ Lulus	Data tersimpan dengan koordinat
S3 (Peta Interaktif)	✓ Lulus	Marker tampil sesuai lokasi
S4 (Kategorisasi Rawan)	✓ Lulus	Tingkat rawan terdeteksi
S5 (Analisis Tren)	✓ Lulus	Grafik tren tampil dengan benar
S6 (Filter Data)	✓ Lulus	Data terfilter sesuai kriteria
S7 (Dashboard)	✓ Lulus	Visualisasi data tampil
S8 (Laporan)	✓ Lulus	File PDF/Excel terunduh

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

3.5 Hasil User Acceptance Testing (UAT)

UAT dilakukan dengan 30 responden yang terdiri dari 5 petugas polisi, 10 staf dinas perhubungan, dan 15 mahasiswa. Pengukuran dilakukan menggunakan skala Likert 1-5 untuk 5 aspek:

Tabel 5. Hasil User Acceptance Testing

Aspek	Rata-rata Skor	Kategori
Kemudahan Penggunaan	4.35	Sangat Baik
Keandalan Sistem	4.25	Sangat Baik
Kecepatan Akses	4.20	Sangat Baik
Kebermanfaatan Fitur	4.45	Sangat Baik
Kepuasan Keseluruhan	4.32	Sangat Baik

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan Tabel 5, seluruh aspek mendapatkan skor di atas 4.20 (kategori Sangat Baik), yang menunjukkan bahwa sistem diterima dengan baik oleh pengguna. Aspek kebermanfaatan fitur mendapatkan skor tertinggi (4.45), yang mengindikasikan bahwa fitur-fitur yang disediakan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.6 Analisis Efektivitas Sistem

Efektivitas sistem diukur melalui perbandingan indikator kinerja sebelum dan sesudah implementasi sistem:

Tabel 6. Perbandingan Kinerja Sebelum dan Sesudah Implementasi

Indikator	Sebelum	Sesudah	Peningkatan
Waktu Analisis Data (hari)	14	4.2	70%
Akurasi Pemetaan (%)	55%	90%	35%
Efisiensi Identifikasi Black Spot (%)	40%	75%	35%
Kepuasan Pengguna (%)	50%	86%	36%

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan Tabel 6, implementasi sistem memberikan peningkatan yang signifikan pada seluruh indikator kinerja. Waktu analisis data menurun dari 14 hari menjadi 4.2 hari (peningkatan efisiensi 70%). Akurasi pemetaan meningkat dari 55% menjadi 90% (peningkatan 35%). Efisiensi identifikasi black spot meningkat dari 40% menjadi 75% (peningkatan 35%). Kepuasan pengguna meningkat dari 50% menjadi 86% (peningkatan 36%).

3.7 Analisis Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan

Sistem berhasil memetakan lokasi rawan kecelakaan di Kota Medan berdasarkan data kecelakaan dari kepolisian. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa terdapat beberapa lokasi yang secara konsisten menjadi titik rawan kecelakaan (black spot), antara lain:

1. Simpang Jalan Gatot Subroto - Jalan Iskandar Muda: Tingkat rawan tinggi, dengan rata-rata 12 kecelakaan per tahun.
2. Jalan Sisingamangaraja (depan Medan Fair): Tingkat rawan tinggi, dengan rata-rata 10 kecelakaan per tahun.
3. Simpang Jalan Ahmad Yani - Jalan Imam Bonjol: Tingkat rawan sedang, dengan rata-rata 8 kecelakaan per tahun.
4. Jalan Ring Road (Simpang Pos): Tingkat rawan sedang, dengan rata-rata 7 kecelakaan per tahun.
5. Jalan Sudirman (depan Sun Plaza): Tingkat rawan tinggi, dengan rata-rata 9 kecelakaan per tahun.

Hasil pemetaan ini dapat digunakan oleh pihak berwenang untuk memprioritaskan intervensi keselamatan, seperti perbaikan infrastruktur, pemasangan rambu lalu lintas, dan peningkatan pengawasan.

3.8 Kelebihan dan Keterbatasan Sistem

Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang dikembangkan memiliki beberapa kelebihan:

1. Visualisasi Spasial: Sistem dapat memvisualisasikan data kecelakaan dalam bentuk peta interaktif, memudahkan identifikasi pola dan tren.
2. Analisis Real-time: Sistem dapat menganalisis data kecelakaan secara real-time dan mengkategorikan tingkat rawan.
3. Efisiensi: Mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk analisis data kecelakaan dari 14 hari menjadi 4.2 hari.
4. Akurasi: Akurasi pemetaan mencapai 90%, dengan menggunakan koordinat geografis yang akurat.
5. Aksesibilitas: Sistem dapat diakses melalui browser, tanpa memerlukan perangkat lunak khusus.

Namun, sistem ini juga memiliki beberapa keterbatasan:

1. Akurasi Pemetaan: Akurasi 90% masih menyisakan 10% kasus yang tidak terpetakan dengan benar.
2. Ketergantungan Data: Kualitas hasil sangat bergantung pada akurasi data kecelakaan dari kepolisian.
3. Validasi Lapangan: Sistem belum divalidasi secara luas di berbagai kota dengan karakteristik yang berbeda.
4. Faktor Eksternal: Sistem belum mengakomodasi faktor eksternal seperti kondisi cuaca dan volume lalu lintas secara real-time.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk pemetaan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas di Kota Medan. Sistem dikembangkan menggunakan metodologi Waterfall dengan implementasi berbasis web menggunakan Laravel, PHP, MySQL, Bootstrap, dan Leaflet.js.

Berdasarkan hasil pengujian black box, seluruh fungsionalitas sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Hasil User Acceptance Testing

(UAT) dengan 30 responden menunjukkan skor kepuasan keseluruhan 4.32 (kategori Sangat Baik). Aspek kebermanfaatan fitur mendapatkan skor tertinggi (4.45).

Sistem berhasil meningkatkan efisiensi analisis data kecelakaan sebesar 70%, meningkatkan akurasi pemetaan dari 55% menjadi 90%, dan meningkatkan kepuasan pengguna dari 50% menjadi 86%. Sistem juga berhasil memetakan lokasi rawan kecelakaan di Kota Medan dan mengidentifikasi 5 titik black spot utama yang memerlukan intervensi keselamatan.

Sistem ini dapat menjadi solusi bagi pemangku kepentingan di Kota Medan dalam memetakan dan menangani lokasi rawan kecelakaan secara lebih efektif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan sistem dengan data lalu lintas real-time, mengembangkan fitur analisis prediktif menggunakan machine learning, serta melakukan validasi lapangan di berbagai kota dengan karakteristik yang berbeda.

REFERENCES

- Anisa, A., Wahid Saleh Insani, R., & Cendekia Siregar, A. (2024). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis Website di Kota Pontianak. *Jurnal Informatika Polinema*, 11(1), 61–68. <https://doi.org/10.33795/jip.v11i1.5976>
- Hardi, S., Matondang, A. A., & Rambe, A. H. (2021). Modeling of transient caused by lightning strike at Nias high voltage substation using ATP-EMTP case study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1811(1), 012049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1811/1/012049>
- Katanalp, B. Y., & Eren, E. (2022). GIS-based assessment of pedestrian-vehicle accidents in terms of safety with four different ML models. *Journal of Transportation Safety & Security*, 14(9), 1598–1632. <https://doi.org/10.1080/19439962.2021.1978022>
- Mohammadi, A., Haydari, A., Shabani, N., & Alipour, J. (2021). Analysis of crashes and Emergency Medical Services resources using geospatial information system on Western suburban roads of Iran. *Informatics in Medicine Unlocked*, 27, 100786. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100786>
- Przybylski, A. K., Murayama, K., DeHaan, C. R., & Gladwell, V. (2013). Motivational, emotional, and behavioral correlates of fear of missing out. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1841–1848. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.014>
- Siahaan, K., & Costaner, L. (2025). *Sistem Informasi Geografis Rawan Kecelakaan Berbasis Android Di Kecamatan Peranap*. 4(1), 1–10.
- Wahyuni, S., Siti, A., Nasution, N., Matondang, A. A., Munthe, P., Nduru, T., Siregar, N. L., Informatika, A. M., & Universal, K. (2023). *IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI BISNIS DALAM*. 4(2), 73–82.
- Yuspita sari, R. (2024). PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI UNTUK PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAN LALU LINTAS (STUDI KASUS: SPGDT KABUPATEN BANTUL). *Jurnal Dialektika Politik*, 8(1), 121–129. <https://doi.org/10.37949/jdp.v8i1.112>