



Tersedia online di www.jurnal.unipdu.ac.id
Unipdu

Halaman jurnal di www.jurnal.unipdu.ac.id/index.php/teknologi



Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Pengumpulan Data Kerusakan Jalan Tol XYZ Berbasis Web Terintegrasi *Google Workspace*

Moh. Anshori Aris Widya^a, Aris Nur Mahendra^b

^a Informatika, Universitas Kh. A. Wahab Hasbullah,

^b Sistem Informasi, Universitas Kh. A. Wahab Hasbullah

email: ^{a,*} anshoriaris@unwaha.ac.id

*Korespondensi

Dikirim 12 Desember 2025; Direvisi 18 Mei 2026; Diterima 11 Juni 2025; Diterbitkan 27 Juni 2026

Abstrak

Kerusakan pada infrastruktur jalan tol berdampak langsung terhadap keselamatan pengguna, kualitas layanan, serta kelancaran mobilitas logistik. Di Jalan Tol XYZ, proses pelaporan kerusakan masih dilakukan secara manual melalui pengisian data pada *Spreadsheet* dan pengiriman foto menggunakan aplikasi perpesanan, sehingga menimbulkan ketidakteraturan data, duplikasi, kesalahan input, serta keterlambatan validasi. Penelitian ini dilakukan untuk menghadirkan solusi sistem pelaporan kerusakan jalan tol berbasis web yang terintegrasi dengan layanan *Google Drive* dan *Google Spreadsheet* sebagai bagian dari pemanfaatan *Google Workspace* sesuai standar operasional perusahaan. Solusi yang diusulkan berupa perancangan dan implementasi aplikasi pelaporan kerusakan berbasis web serta tools inspeksi berbasis Android dengan dukungan fitur geolokasi, unggah foto otomatis, dan validasi input. Sistem dikembangkan menggunakan metode Waterfall dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan menggunakan UML, implementasi *Google Apps Script* dan API *Google Drive*, serta pengujian menggunakan Black Box Testing dan evaluasi kepuasan pengguna. Integrasi Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan *Leaflet* memastikan penyajian lokasi kerusakan secara spasial dan *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mempercepat proses pelaporan, mengurangi kesalahan input, menyediakan dokumentasi terpusat, serta meningkatkan keakuratan data lokasi kerusakan. Pengujian fungsional memperoleh hasil 97%, sedangkan pengujian kepuasan pengguna menunjukkan nilai rata-rata kategori "Sangat Baik". Kontribusi utama penelitian ini adalah penerapan integrasi *Google Workspace* sebagai database utama dalam sistem pelaporan kerusakan jalan tol, yang memungkinkan transisi teknologi secara bertahap tanpa mengganggu operasional, serta implementasi visualisasi kerusakan berbasis peta yang belum diterapkan pada sistem sebelumnya. Dengan demikian, aplikasi ini terbukti efektif mendukung percepatan pemeliharaan dan pengambilan keputusan manajemen dalam pengelolaan aset jalan tol.

Kata Kunci: kerusakan jalan tol, pelaporan kerusakan, aplikasi web, *Google Workspace*, *Google Apps Script*, geolokasi, GIS.

Design and Implementation of a Web-Based Toll Road Damage Data Collection Application Integrated with *Google Drive* and *Google Spreadsheet*

Abstract

Damage to toll road infrastructure directly affects user safety, service quality, and logistics mobility. In the XYZ Toll Road, the damage reporting process is still performed manually using *Spreadsheets* and messaging applications to send documentation, resulting in unstructured data, duplication, input errors, and slow validation. This research aims to develop a web-based damage reporting application integrated with *Google Drive* and *Google Spreadsheet* as part of the company's mandated use of *Google Workspace*. The proposed solution consists of a web-based reporting system and an Android-based inspection tool equipped with geolocation, automated photo upload, and input validation features. The system was developed using the Waterfall methodology, covering requirements analysis, system design using UML, implementation using *Google Apps Script* and *Google Drive API*, and testing through Black Box Testing and user satisfaction evaluation. Integration of Geographic Information System (GIS) technology using *Leaflet* allows real-time spatial visualization of damage locations. The results show that the system improves reporting speed, reduces input errors, centralizes documentation, and enhances the accuracy of location data. Functional testing achieved 97%

Untuk mengutip artikel ini dengan APA Style:

Widya, M. A. A., & Mahendra, A. N. (2026). Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Pengumpulan Data Kerusakan Jalan Tol XYZ Berbasis Web Terintegrasi *Google Workspace*. TEKNOLOGI: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi, 16(1), 55-66: <https://doi.org/10.26594/teknologi.v16i1.6087>



© 2022 Penulis. Diterbitkan oleh Program Studi Sistem Informasi, Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum. Ini adalah artikel open access di bawah lisensi CC BY-NC-NA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-na/4.0/>).

1. Pendahuluan

Jalan tol merupakan infrastruktur strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung mobilitas masyarakat, distribusi logistik, dan pertumbuhan ekonomi nasional. Keandalan jalan tol sangat ditentukan oleh kualitas sarana dan prasarana yang terawat dengan baik. Pemerintah telah menetapkan standar layanan minimum yang mengatur indikator kondisi jalan, waktu respons penanganan gangguan, serta kualitas pemeliharaan melalui Peraturan Menteri PUPR Nomor 16/PRT/M/2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol. Selain itu, ketentuan umum terkait penyelenggaraan jalan diatur dalam Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, yang menegaskan pentingnya pemeliharaan berkelanjutan sebagai bentuk tanggung jawab pengelola jalan tol.

Di lingkungan perusahaan operator jalan tol, proses pemeliharaan telah diatur dalam dokumen internal seperti Instruksi Kerja Inspeksi Aset Rambu Lalu Lintas (PML-IK-004), Pemeliharaan Aset Rambu Lalu Lintas (PML-IK-005), dan Prosedur Layanan Pemeliharaan (PML-SOP-001, Revisi 02). Namun, proses inspeksi dan pelaporan kerusakan aset di lapangan masih menghadapi sejumlah kendala, termasuk keterlambatan penyampaian laporan, verifikasi manual yang memakan waktu, ketidaksesuaian data antara tim lapangan dan admin, serta tidak tersedianya peta lokasi kerusakan secara *real-time*. Tantangan ini berpotensi menghambat ketepatan waktu perbaikan dan memengaruhi tingkat pelayanan kepada pengguna jalan tol.

Seiring meningkatnya penerapan teknologi digital, berbagai penelitian menawarkan solusi sistem pelaporan dan pemetaan berbasis *WebGIS*, *mobile reporting*, serta integrasi layanan berbasis *cloud*. Penelitian (Nova & Rianto, 2025) menunjukkan bahwa perangkat *mobile* mampu digunakan untuk deteksi kerusakan jalan secara *real-time* menggunakan model pembelajaran mesin. (Walad et al., 2024) juga mengembangkan sistem pelaporan kerusakan jalan berbasis *crowdsourcing* menggunakan *WebGIS* untuk meningkatkan akurasi data lapangan. Sementara itu, (Wijaya, 2024) mengembangkan aplikasi pelaporan infrastruktur jalan berbasis web yang mampu memvisualisasikan data kerusakan secara spasial.

Selain aspek pelaporan, teknologi *WebGIS* juga terbukti efektif dalam pemetaan kerusakan jalan, seperti ditunjukkan oleh (Ammar et al., 2024) dan (Ratnasari et al., 2025) yang memanfaatkan GIS dan *Google Earth* untuk process inventory dan analisis kondisi jalan. Di sisi lain, integrasi layanan berbasis *cloud* seperti *Google Drive API* dan *Google App Script* telah digunakan untuk automasi pengolahan data, distribusi dokumen, dan sinkronisasi database dalam berbagai penelitian (Pratistha et al., 2022; Rosanti & Swalaganata, 2024).

Berdasarkan kebutuhan operasional dan temuan penelitian sebelumnya, diperlukan sebuah sistem pelaporan kerusakan jalan tol yang dapat mengintegrasikan proses dokumentasi lapangan, pelacakan lokasi GPS, penyimpanan data berbasis *cloud*, serta mekanisme persetujuan (*approval*) berbasis web. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pelaporan kerusakan aset jalan tol berbasis Android untuk tim lapangan dan web admin untuk PIC, dengan memanfaatkan *Google Workspace* (*Google Apps Script*, *Google Sheet*, *Google Drive API*) sebagai platform pengolahan dan penyimpanan data. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat mempercepat proses pelaporan, meningkatkan akurasi lokasi kerusakan, serta mendukung efektivitas pemeliharaan aset sesuai standar operasional yang berlaku.

2. State of the Art

Penelitian lima tahun terakhir menunjukkan peningkatan penggunaan teknologi mobile, *WebGIS*, dan *cloud* dalam sistem pelaporan kerusakan jalan. Aplikasi mobile telah digunakan untuk dokumentasi lapangan (Adam et al., 2022; Sugihartono et al., 2021; Wardani & Rosyda, 2024), namun sebagian besar belum menyediakan pemetaan *real-time* atau integrasi *cloud* yang kuat. Di sisi lain, *WebGIS* banyak dimanfaatkan untuk memvisualisasikan kondisi jalan menggunakan *Leaflet* atau *Google Earth* (Ali et al., 2021; Ammar et al., 2024; Ratnasari et al., 2025; Rifandi et al., 2021; Rozi & Zulfikar, 2021; Siregar et al., 2022), meskipun belum terhubung dengan workflow inspeksi atau sistem persetujuan.

Model berbasis *crowdsourcing* juga mulai dikembangkan untuk pelaporan publik (Mihelj et al., 2020; Walad et al., 2024) namun tidak dirancang untuk kebutuhan operasional internal seperti pada pengelolaan jalan tol. Sementara itu, penelitian yang mengusung *machine learning* menunjukkan potensi deteksi otomatis (Nova & Rianto, 2025), tetapi tidak membahas manajemen data atau sinkronisasi pelaporan.

Integrasi *cloud* menjadi tren penting dalam otomasi dokumentasi. *Google Drive API* dan *Apps Script* terbukti efektif untuk penyimpanan, sinkronisasi, dan automasi administrasi (Asry, 2022; Pratistha et al., 2022; Rosanti & Swalaganata, 2024; Seputra et al., 2022). Studi lain menyoroti pemanfaatan *Google Spreadsheet* sebagai *web service* atau basis data ringan untuk aplikasi multiplatform (Nugroho et al., 2022; Puad et al., 2021; Putra, 2024). Pada konteks manajemen aset, sistem inventaris berbasis web dan pemetaan infrastruktur telah dikembangkan untuk mendukung pengambilan keputusan (Wicakrani & Widayanti, 2025; Widya & Priawati, 2022; Wijaya, 2024).

Berdasarkan literatur tersebut, masih terdapat gap bahwa belum ada penelitian yang mengintegrasikan *mobile reporting*, *WebGIS*, *cloud automation*, dan *workflow approval* dalam satu sistem terpadu. Penelitian ini menjawab kebutuhan tersebut melalui pengembangan sistem pelaporan kerusakan jalan tol berbasis Android–Web yang terhubung penuh dengan ekosistem *Google Workspace* dan mendukung pemetaan *real-time*, validasi otomatis, serta dokumentasi terstandar sesuai SOP pemeliharaan.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menjelaskan pendekatan, sumber data, teknik pengumpulan data, metode pengembangan sistem, hingga perancangan dan pengujian aplikasi pelaporan kerusakan jalan tol berbasis web dan Android yang terintegrasi dengan *Google Workspace*. Seluruh tahapan dirancang secara sistematis agar solusi yang dikembangkan dapat menjawab permasalahan operasional, memenuhi kebutuhan pengguna, dan menghasilkan sistem yang valid serta siap diimplementasikan.

3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang menekankan pada pengamatan langsung proses pelaporan kerusakan jalan tol dan kebutuhan operasional pengguna. Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting, mengidentifikasi masalah, serta menentukan kebutuhan sistem secara komprehensif sebelum proses pengembangan dilakukan.

3.2. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilakukan pada unit pemeliharaan aset rambu lalu lintas di PT XYZ. Subjek penelitian meliputi: Tim lapangan sebagai pelapor kerusakan, PIC Data Aset sebagai validator dan pihak *approval*, Divisi Data & Aset sebagai pengelola integritas data, Sistem administrasi internal perusahaan yang menjadi acuan proses bisnis. Dokumen operasional seperti PML-IK-004, PML-IK-005, dan PML-SOP-001 digunakan sebagai dasar perancangan alur sistem.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui:

1. Observasi proses inspeksi lapangan dan alur pelaporan kerusakan berjalan.
2. Wawancara dengan tim pemeliharaan dan admin terkait kebutuhan sistem.
3. Studi dokumen terhadap SOP dan instruksi kerja internal.

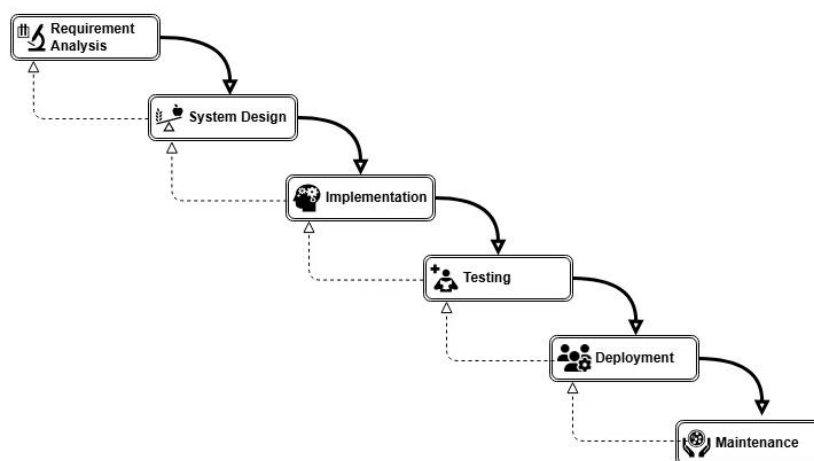
Studi literatur pada penelitian terkait *WebGIS*, *mobile reporting*, dan integrasi *cloud* (2020–2025).

Data yang diperoleh digunakan untuk merumuskan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.

3.4. Metode Pengembangan Sistem

Penelitian menggunakan metode Waterfall karena tahapan pengembangannya membutuhkan alur kerja yang terstruktur dari analisis hingga implementasi. Tahapannya meliputi:

1. *Requirement Analysis* – Identifikasi masalah, kebutuhan pengguna, serta proses bisnis melalui wawancara, observasi, dan studi dokumen.
2. *System Design* – Perancangan arsitektur, alur proses, UML, struktur basis data, dan antarmuka pengguna.
3. *Implementation* – Pengembangan aplikasi Android menggunakan Tools Khusus dan aplikasi web berbasis Google Apps Script, HTML, JavaScript, dan Leaflet.
4. *Testing* – Pengujian fungsi menggunakan Black Box Testing untuk memastikan sistem berjalan sesuai kebutuhan.
5. *Deployment* – Instalasi dan penerapan sistem pada lingkungan operasional yang terhubung dengan *Google Workspace*.
6. *Maintenance* – Perbaikan bug, peningkatan performa, serta penyesuaian fitur berdasarkan umpan balik pengguna.



Gambar 1. Metode Waterfall

3.5. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan laptop pengembangan dengan spesifikasi minimum prosesor Intel Core i5 dan RAM 8 GB, serta smartphone Android (Android 8+, RAM 4 GB) sebagai perangkat utama untuk inspeksi lapangan. Seluruh data dan dokumentasi disimpan dan diproses melalui layanan *cloud Google Workspace*, termasuk *Google Drive*, *Google Apps Script*, dan *Google Spreadsheet*, dengan dukungan koneksi internet stabil.

Perangkat lunak yang digunakan meliputi Windows 10, JavaScript, HTML, CSS, dan framework *Cordova*, *Framework7*, *jQuery*, serta *Leaflet* untuk pengembangan aplikasi Android dan web. *Google Apps Script* digunakan sebagai backend dengan *Google Spreadsheet* sebagai basis data. Pengembangan dilakukan melalui *Visual Studio Code*, sementara pengujian menggunakan *Postman*, *Chrome DevTools*, dan emulator Android.

3.6. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada ruas Tol Jombang–Mojokerto melalui kegiatan observasi lapangan, pengumpulan data kerusakan, validasi prosedur inspeksi, serta pengujian sistem di kantor operasional pengelola tol. Seluruh proses penelitian berlangsung dari Januari hingga Desember 2025, mencakup tahap analisis, perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem.

3.7. Analisis Sistem

Analisis sistem dilakukan untuk memahami kebutuhan pengguna, proses bisnis saat ini, dan permasalahan utama pada sistem pelaporan yang berjalan.

1. Analisis Kebutuhan Pengguna

Terdapat tiga kelompok utama pengguna:

- Tim Lapangan: mencatat kerusakan, mengambil foto, dan memanfaatkan GPS; membutuhkan UI sederhana dan responsive.
- PIC (Web Admin): memvalidasi data, memantau temuan, meninjau lokasi via GIS; mengelola status temuan (OPEN, CLOSE, UPDT, Submit PLKS).
- Manajemen: membutuhkan data terpusat, valid, dan siap digunakan untuk evaluasi perawatan jalan

2. Analisis Proses Bisnis Saat Ini

Pelaporan masih dilakukan melalui *Google Form* sehingga menimbulkan: (1) data tidak valid, (2) format tidak konsisten, (3) dokumentasi tidak terstruktur, (4) laporan lambat, (5) tidak tersedia visualisasi lokasi, dan (6) tidak memiliki alur *approval*.

3. Analisis Masalah

Masalah utama yang teridentifikasi: (a) Tidak adanya validasi dan otomatisasi data. (b) Kualitas dan konsistensi data rendah. (c) Tidak ada visualisasi lokasi berbasis GIS. (d) Pengelolaan dokumentasi tidak terstruktur. (e) Tidak ada monitoring status perbaikan.

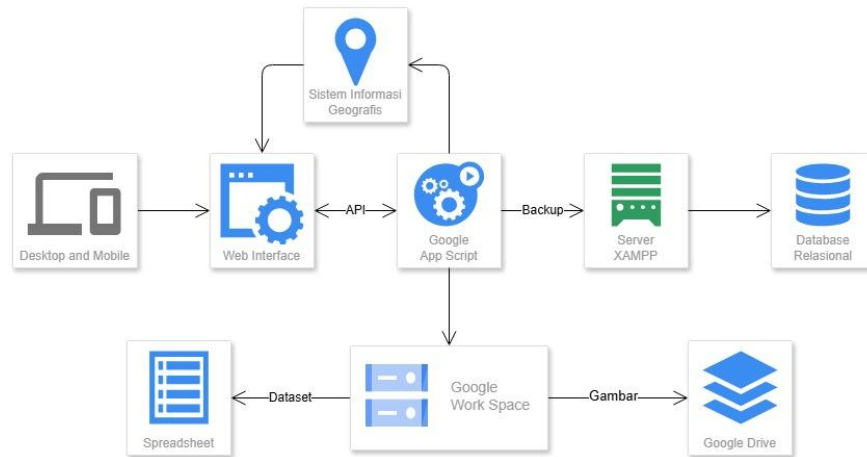
Masalah tersebut menjadi dasar pengembangan sistem pelaporan terintegrasi yang otomatis, akurat, dan *real-time*.

3.8. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup arsitektur aplikasi, UML, basis data, dan desain antarmuka.

1. Arsitektur Sistem

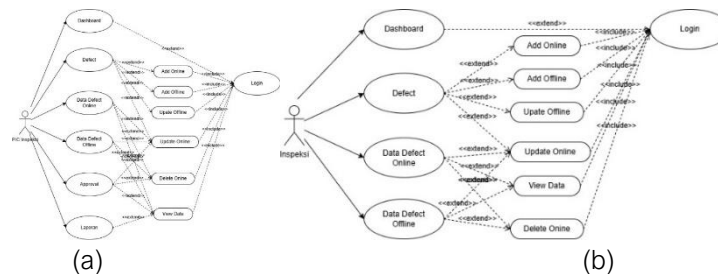
Sistem terdiri atas: Aplikasi Android untuk inspeksi lapangan, Web Admin untuk validasi dan pemantauan, Integrasi *Google Apps Script*, *Google Drive API*, dan *Google Spreadsheet* sebagai basis data, *Leaflet.js* untuk visualisasi lokasi.



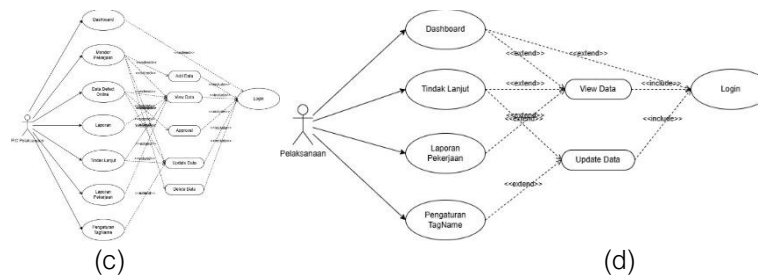
Gambar 2. Rancangan Arsitektur Sistem

2. Use Case Diagram

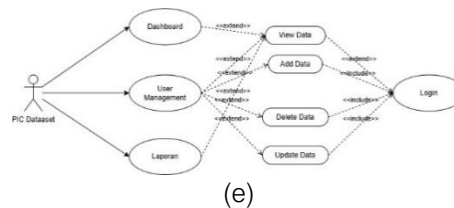
Diagram disusun untuk lima aktor: PIC Inspeksi, Inspeksi, PIC Pelaksanaan, Pelaksanaan, dan PIC Dataaset.



Gambar 3. Use Case : (a) PIC Inspeksi, (b) Inspeksi



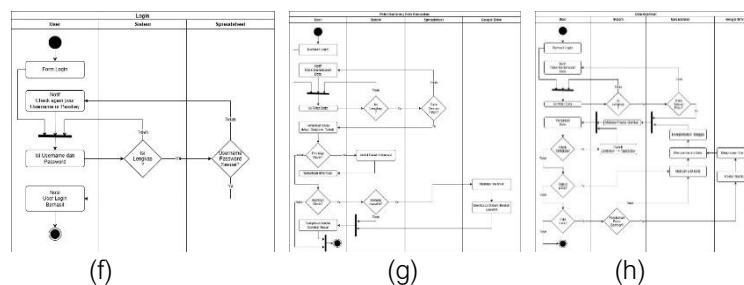
Gambar 4. Use Case : (c) PIC Pelaksanaan, (d) Pelaksanaan



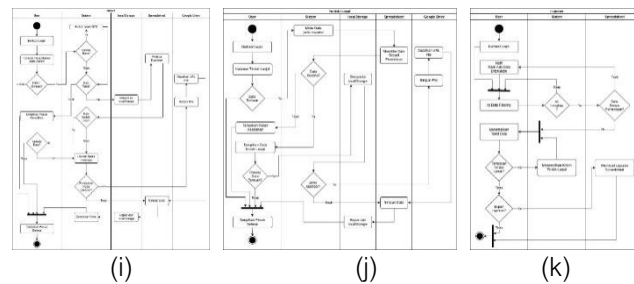
Gambar 5. Use Case : (e) PIC Dataaset

3. Activity Diagram

Menjelaskan alur Login, Peta Clustering, Approval, Defect, Tindak Lanjut, dan Laporan.



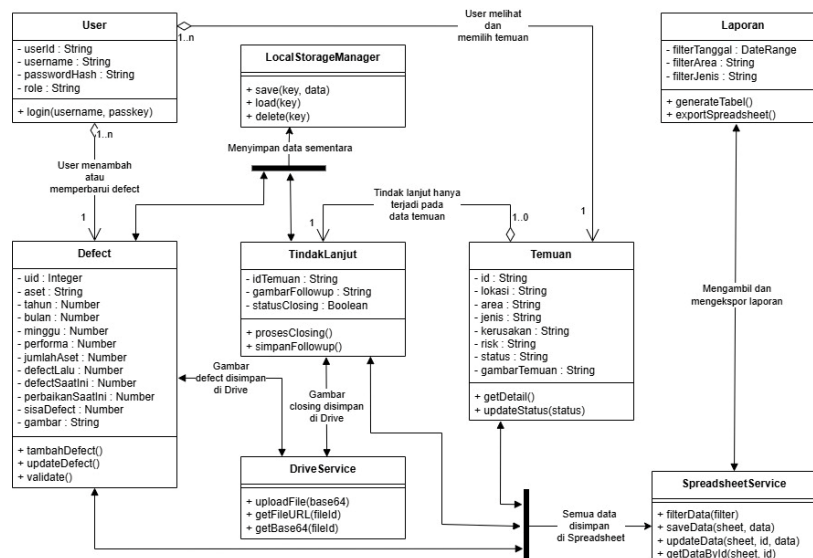
Gambar 6. Activity Diagram: (f) Login, (g) Peta Clustering, (h) Approval



Gambar 7. Activity Diagram: (i) Defect, (j) Tindak Lanjut, (k) Laporan

4. Class Diagram

Menunjukkan relasi objek seperti User, Defect, Temuan, TindakLanjut, SpreadsheetService, DriveService, dan LocalStorageManager.



Gambar 8. Class Diagram

5. Struktur Basis Data

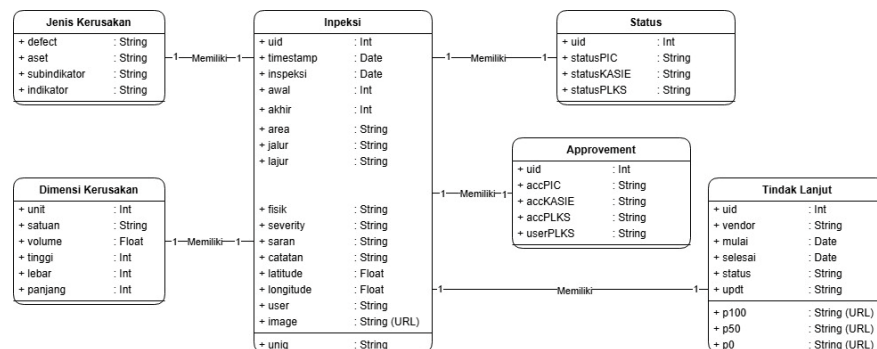
Sistem menggunakan dua penyimpanan:

- Google Spreadsheet* (database utama) — struktur lengkap pada Tabel 8
- RDBMS sebagai cadangan — mencakup tabel inspeksi, area, jalur, lajur, pekerjaan, approvment, aset, dan user.

Tabel 1. Struktur Basis Data Spreasheet

Nama Kolom	Tipe Data	Deskripsi
uid	STRING	ID unik untuk setiap data inspeksi
timestamp	TIMESTAMP	Waktu pencatatan data
inspeksi	STRING	Jenis inspeksi yang dilakukan
awal	NUMBER	Kilometer awal lokasi inspeksi
akhir	NUMBER	Kilometer akhir lokasi inspeksi
area	STRING	Area tempat inspeksi dilakukan
jalur	STRING	Jalur inspeksi (Ambon/Bandung/Utama)
lajur	STRING	Lajur inspeksi
indikator	STRING	Indikator inspeksi
subindikator	STRING	Sub-indikator dari inspeksi
aset	STRING	Jenis aset yang diperiksa
defect	STRING	Jenis kerusakan yang ditemukan
unit	STRING	Unit ukuran untuk data inspeksi
panjang	NUMBER	Panjang kerusakan yang ditemukan
lebar	NUMBER	Lebar kerusakan yang ditemukan

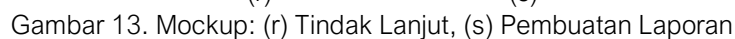
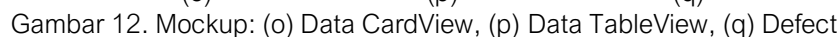
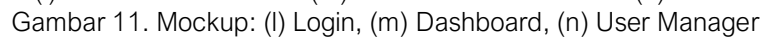
Nama Kolom	Tipe Data	Deskripsi
tinggi	NUMBER	Tinggi kerusakan yang ditemukan (jika ada)
ruas	STRING	Ruas jalan yang diperiksa
kawat	STRING	Informasi terkait kawat (jika ada)
tiang	STRING	Informasi terkait tiang (jika ada)
volume	NUMBER	Volume total dari kerusakan
satuan	STRING	Satuan volume (m ² , m ³ , dll.)
fisik	STRING	Kondisi fisik aset yang diperiksa
severity	STRING	Tingkat keparahan kerusakan
saran	STRING	Saran perbaikan berdasarkan hasil inspeksi
catatan	STRING	Catatan tambahan dari inspeksi
image	STRING (URL)	Link gambar dokumentasi dari <i>Google Drive</i>
latitude	NUMBER	Koordinat lintang lokasi inspeksi
longitude	NUMBER	Koordinat bujur lokasi inspeksi
user	STRING	Nama pengguna yang melakukan inspeksi
accPIC	STRING	Status persetujuan dari PIC
accKASIE	STRING	Status persetujuan dari KASIE
vendor	STRING	Pihak pelaksana pekerjaan perbaikan
mulai	TIMESTAMP	Waktu mulai pekerjaan perbaikan
selesai	TIMESTAMP	Waktu selesai pekerjaan perbaikan
p0	STRING (URL)	Dokumentasi awal perbaikan
p50	STRING (URL)	Dokumentasi progres 50% perbaikan
p100	STRING (URL)	Dokumentasi progres 100% perbaikan
status	STRING	Status pekerjaan (OPEN, CLOSE, UPDT)
updt	TIMESTAMP	Waktu terakhir data diperbarui
uniq	STRING	Kode unik untuk identifikasi data inspeksi
accPLKS	STRING	Status persetujuan dari bagian pelaksana
userPLKS	STRING	Nama pengguna pelaksana pekerjaan
statusPIC	STRING	Status pekerjaan dari PIC
statusKASIE	STRING	Status pekerjaan dari KASIE
statusPLKS	STRING	Status pekerjaan dari bagian pelaksana



Gambar 9. Database Spreadsheet

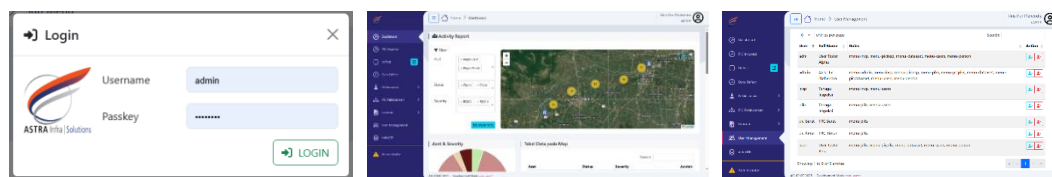


UI dirancang responsif untuk Android dan Web Admin, meliputi halaman login, dashboard GIS, manajemen pengguna, tampilan data (card & table), defect, tindak lanjut, dan laporan.

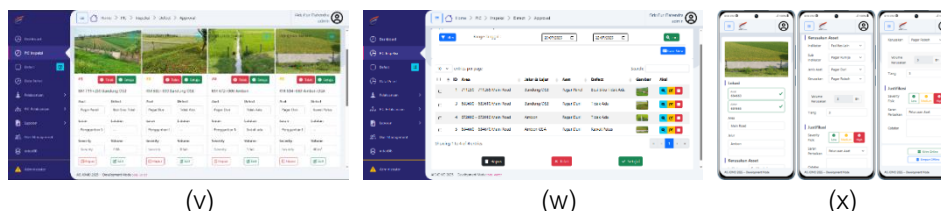


Penelitian ini menghasilkan sistem pelaporan dan manajemen kerusakan jalan tol berbasis web dan *mobile* yang terintegrasi dengan *Google Workspace* melalui *Google Drive*, *Google Spreadsheet*, dan *Google Apps Script*. Sistem dikembangkan untuk mendukung proses inspeksi, tindak lanjut, serta pelaporan pekerjaan secara *real-time* dan terstruktur.

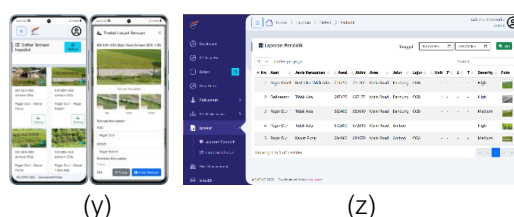
Sistem ePML AIS JOMO berhasil dikembangkan sebagai platform terpadu untuk tiga unit operasional: Inspeksi, Pelaksanaan, dan Data Aset. Sistem menyediakan pelaporan lapangan berbasis GPS dan foto, alur validasi berjenjang, visualisasi spasial dengan *Leaflet*, serta penyimpanan dokumentasi otomatis ke *Google Drive*. Integrasi Apps Script–*Spreadsheet*–*Drive* berjalan stabil selama pengujian, dan seluruh fungsi utama dapat digunakan pada perangkat *mobile* maupun web.



(s) (t) (u)
Gambar 14. Tampilan: (s) Login, (t) Dashboard, (u) User Manager



(v) (w) (x)
Gambar 15. Tampilan: (v) Data CardView, (w) Data TableView, (x) Defect



(y) (z)
Gambar 16. Tampilan: (y) Tindak Lanjut, (z) Pembuatan Laporan

2. Hasil Pengujian Fungsional

Pengujian Blackbox dengan 87 skenario menunjukkan 84 berhasil dan 3 tidak berhasil, sehingga tingkat keberhasilan mencapai 97%. Kesalahan bersifat minor dan tidak mengganggu alur kerja utama.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Pengujian Fungsional

Modul	Test Case	Lulus	Gagal	Keberhasilan	Catatan Ringkas
Login	6	6	0	100%	Validasi berjalan baik
Dashboard	12	12	0	100%	Peta & statistik sesuai rancangan
User Management	13	11	2	85%	Kendala pada validasi input
View Data	24	24	0	100%	Integrasi data stabil
Defect	9	9	0	100%	CRUD & upload berfungsi baik
Tindak Lanjut	13	13	0	100%	Update & sinkronisasi lancar
Pembuatan Laporan	10	9	1	90%	Satu masalah format laporan
TOTAL	87	84	3	97%	Sistem layak digunakan

3. Hasil Pengujian Kepuasan Pengguna

Sebanyak 14 responden memberikan skor rata-rata 4.47/5 (Sangat Baik). Aspek dengan nilai tertinggi adalah keamanan (4.54) dan integrasi *cloud* (4.51), menunjukkan bahwa pengguna merasa nyaman dengan autentikasi *Google Workspace* serta penyimpanan data terpusat.

Tabel 3. Rekapitulasi Rata-Rata Penilaian Pengguna

Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-Rata Nilai
Usability	5	4.42
Reliability	5	4.47
Security	5	4.54
Performance	5	4.41
Cloud Integration	5	4.51
TOTAL RATA-RATA	25	4.47 (Sangat Baik)

4. Hasil Analisis Manfaat Implementasi

Implementasi sistem memberikan peningkatan signifikan pada efisiensi proses pelaporan. Durasi pelaporan turun dari 11 hari menjadi 3 hari (efisiensi 72,73%), disertai penghematan biaya HOK sekitar

76%. Dokumentasi menjadi lebih akurat, seragam, dan mudah ditelusuri untuk audit karena dukungan bukti foto dan lokasi GPS *real-time*.

Tabel 4. Perbandingan Eksisting vs Target vs Aktual Waktu Diterimanya Berkas Pelaporan

Unit Kerja	Eksisting (Hari)	Target (Hari)	Aktual (Hari)
Inspeksi	1	1	1
Data Aset	1	0	0
Pelaksana (Pemberian Info)	1	0	0
Pekerja	6	3	0.5
Pelaksana (Pemantauan)	1	3	0.5
Data Aset (Pelaporan)	1	1	0.5
Total	11 hari	7 hari	3 hari

4.2. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya (State of the Art Positioning)

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan studi sebelumnya terkait penggunaan aplikasi *mobile* untuk pelaporan (Maulidiansyah et al., 2017; Sugihartono et al., 2021), sistem web untuk manajemen data (Nastiar, 2016; Widya & Priawati, 2022), pemetaan lokasi berbasis GIS (Rozi & Zulfikar, 2021), dan penggunaan *cloud storage* (Pratistha et al., 2022; Seputra et al., 2022).

Perbedaan utama penelitian ini terletak pada:

1. Integrasi penuh *Google Workspace* sebagai platform utama, mencakup database *Spreadsheet*, repositori Drive, dan pemrosesan Apps Script.

Penggabungan Android, Web Admin, GIS, dan *Cloud* dalam satu alur terpadu, mulai dari inspeksi hingga pelaporan pekerjaan.

Workflow digital menyeluruh, meliputi inspeksi → validasi → pelaksanaan → laporan akhir, bukan hanya pelaporan kerusakan.

2. Analisis manfaat kuantitatif (efisiensi waktu dan biaya) yang tidak banyak dibahas pada penelitian terdahulu.

4.3. Evaluasi Pencapaian Tujuan Penelitian

Penelitian berhasil memenuhi seluruh tujuan utama, yaitu:

1. Pengembangan sistem pelaporan kerusakan berbasis web yang terintegrasi dengan *Google Spreadsheet* dan Drive, dengan tingkat keberhasilan fungsi mencapai 97%.
2. Implementasi SIG melalui *Leaflet* dan GPS untuk penyajian lokasi kerusakan secara akurat.
3. Validasi data otomatis yang berhasil mengurangi kesalahan input dan duplikasi.

Pemanfaatan *cloud* yang meningkatkan kecepatan, akurasi, dan efisiensi proses lintas divisi.

4.4. Analisis Keberhasilan dan Kegagalan Penelitian

1. Keberhasilan Penelitian
 - a. Keberhasilan sistem sebesar 97% berdasarkan pengujian fungsional.
 - b. Tingkat kepuasan pengguna tinggi (4.47/5).
 - c. Efisiensi operasional meningkat hingga 72% dibandingkan proses manual.
 - d. Dokumentasi lapangan lebih akurat dan mudah ditelusuri.
2. Kegagalan atau Kendala
 - a. Beberapa validasi input pada modul User Management belum sempurna.
 - b. Tampilan laporan kurang optimal pada layar kecil.
 - c. Ketergantungan tinggi pada koneksi internet untuk sinkronisasi.

Google Apps Script memiliki keterbatasan kuota saat volume data meningkat.

4.5. Potensi Pengembangan Selanjutnya

Penelitian ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Penyempurnaan validasi modul User Management dan tampilan laporan responsif.
2. Penggunaan offline map atau mode PWA untuk mengurangi ketergantungan internet.
3. Migrasi parsial ke database non-*Spreadsheet* untuk menangani beban data besar.
4. Integrasi modul inventaris aset, audit, dan analitik spasial (misalnya heatmap kerusakan).
5. Pengembangan algoritma prediksi kerusakan berdasarkan riwayat data.

5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan *Google Workspace* mampu menghasilkan sistem pelaporan kerusakan jalan tol yang efektif dan terintegrasi. Kombinasi *Google Drive*, *Google Spreadsheet*, dan *Google Apps Script* menyediakan arsitektur *cloud* yang mendukung pencatatan *real-time*, konsistensi data, dan transparansi proses lintas unit. Implementasi GIS menggunakan *Leaflet.js* meningkatkan akurasi

visualisasi lokasi kerusakan sehingga memudahkan penentuan prioritas penanganan. Pengujian menunjukkan bahwa validasi otomatis mengurangi kesalahan input, memperbaiki alur kerja, dan mempercepat proses pelaporan. Efisiensi waktu dan peningkatan akurasi dokumentasi turut mendorong percepatan pengambilan keputusan operasional.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada layanan *Google Workspace* dan batas kuota Apps Script, serta cakupan pengujian yang terbatas pada satu wilayah sehingga belum dapat digeneralisasi. Fitur analitik juga masih bersifat deskriptif dan belum mendukung prediksi kerusakan. Secara keseluruhan, integrasi aplikasi Android, web admin, GIS, dan layanan *cloud* terbukti menjadi model yang layak dan efisien untuk digitalisasi pemeliharaan jalan tol, serta berpotensi diterapkan pada manajemen aset infrastruktur lainnya.

Untuk penelitian selanjutnya, kapabilitas analitik perlu ditingkatkan melalui penerapan metode prediktif berbasis *machine learning*. Migrasi bertahap dari *Google Spreadsheet* ke basis data yang lebih skalabel (misalnya MySQL, PostgreSQL, atau Firestore) perlu dipertimbangkan seiring bertambahnya volume data. Implementasi notifikasi otomatis (email, WhatsApp API, atau push notification) serta perluasan pengujian pada berbagai ruas jalan tol akan membantu menguji stabilitas sistem. Integrasi dengan Asset Management System perusahaan dan pengembangan mode offline pada aplikasi Android juga menjadi langkah penting untuk memperkuat operasional di lapangan. Dengan pengembangan tersebut, sistem ePML AIS JOMO berpotensi memberikan dampak yang lebih luas dan berkelanjutan terhadap digitalisasi pemeliharaan infrastruktur jalan tol.

6. Kontribusi Penulis

Moh. Anshori Aris Widya: sebagai pembimbing, memberikan arahan, bimbingan ilmiah, dan masukan yang konstruktif pada setiap tahap pengembangan karya tulis ini, mulai dari pemilihan topik dan metodologi penelitian hingga evaluasi hasil.

Aris Nur Mahendra: sebagai penulis utama, bertanggung jawab penuh atas seluruh proses penelitian, termasuk pengumpulan data, analisis, pengembangan sistem, penyusunan laporan, dan penulisan akhir karya tulis ini.

7. Declaration of Competing Interest

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

8. Referensi

- Adam, S. I., Rotikan, R., Pasombaran, P. S., & Posumah, G. J. (2022). Mobile-Based Road Infrastructure Damage Reporting Service Application. *2022 4th International Conference on Cybernetics and Intelligent System, ICORIS 2022*. <https://doi.org/10.1109/ICORIS56080.2022.10031418>
- Ali, A., Irwansyah, M. A., & Novriando, H. (2021). Aplikasi WebGis Fasilitas Umum Menggunakan Library Leaflet dan OpenStreetMap. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (Justin)*, 9(3), 334. <https://doi.org/10.26418/justin.v9i3.44442>
- Ammar, 'A. Muzacky Naufal, Santoso, F., & Lidimillah, L. F. (2024). Website Based Geographic Information System for Road Damage Mapping in Banyuwangi Regency. *Proceeding of International Conference of Religion, Health, Education, Science and Technology*, 1(1), 357–368. <https://doi.org/10.35316/icorhestech.v1i1.5659>
- Asry, A. I. (2022). Implementation of Google App Script in Cloud-Based Data Search Application. *JEAT : Journal of Electrical and Automation Technology*, 1(2), 88–93. <https://doi.org/10.61844/jeat.v1i2.405>
- Mihelj, J., Pustišek, M., Kos, A., & Sedlar, U. (2020). Crowdsourced Traffic Event Reporting: A Driving Simulator Study. *Procedia Computer Science*, 174(2019), 309–314. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.06.091>
- Nova, L. E., & Rianto, Y. (2025). Real-Time Road Damage Detection on Mobile Devices using TensorFlow Lite and Teachable Machine. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(3), 788–796. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i3.1933>
- Nugroho, K. A., Munawaroh, M., & Hariono, T. (2022). Rancang Bangun Dan Implementasi Web Service Pada Sistem Informasi Akademik Berbasis Mobile Studi Kasus Di Unwaha. *SAINTEKBU*, 12(1), 38–47. <https://doi.org/10.32764/saintekbu.v12i1.909>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 16/PRT/M/2014 Tahun 2014 Tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol, 15 107 (2014). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/128250/permen-pupr-no-16prtm2014-tahun-2014>
- Pratistha, Y., Sukarsa, M., & Buana, W. (2022). Implementasi Google Drive API untuk Upload, Sharing, dan Download Data pada Aplikasi Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 3(1), 1–11.

- PT. XYZ. (2023a). *Instruksi Kerja Inspeksi Aset Rambu Lalu Lintas (PML-IK-004)*. [Dokumen Internal] Layanan Pemeliharaan. Layanan Pemeliharaan
- PT. XYZ. (2023b). *Pemeliharaan Aset Rambu Lalu Lintas (PML-IK-005)*. [Dokumen Internal] Layanan Pemeliharaan. Layanan Pemeliharaan
- PT. XYZ. (2023c). *Prosedur Layanan Pemeliharaan (PML-SOP-001, Revisi 02)*. [Dokumen Internal] Layanan Pemeliharaan. Layanan Pemeliharaan
- Puad, L., Budiarti, R. L., & Zahra, N. (2021). Pembuatan Web Service Dengan Google Spreadsheets Sebagai Solusi Integrasi Aplikasi Multiplatform. *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, 5(2), 295–300. <https://doi.org/10.59697/jik.v5i2.260>
- Putra, B. A. F. H. (2024). *Google App Script Untuk Pengembangan Sistem*. https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/54061/20523232.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com
- Ratnasari, N., Widaningrum, A. H., & Pratiwi, A. H. (2025). Geographic Information System (GIS)-Based Road Damage Mapping in Google Earth for Village Infrastructure Planning. *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 9(2), 1033–1044.
- Rifandi, M., Munti, N. Y. S., & Setiawan, B. (2021). Web-Based Programming of Geographic Information System Programming Of Broken Road Mapping In Kampar Regency. *Journal of Engineering Science and Technology Management (JES-TM)*, 1(1), 28–34. <https://doi.org/10.31004/jestm.v1i1.13>
- Rosanti, R. L., & Swalaganata, G. (2024). Implementasi Google App Script untuk Input Data pada Database Master Data. *Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, 8(1), 117–129. <http://doi.org/10.33395/remik.v8i1.13273>
- Rozi, M. F., & Zulfikar, Z. (2021). Mapping of Mango Trees in Crisis Land With Web-Based GIS Applications. *NEWTON: Networking and Information Technology*, 1(1), 15–22. <https://doi.org/10.32764/newton.v1i1.1701>
- Seputra, K. A., Paramartha, A. A. G. Y., & Wijaya, I. N. S. W. (2022). Implementasi Google Drive Cloud Storage Pada Sistem Repositori AI-Daring. *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 5(1), 49–57. <https://doi.org/10.31598/sintechjournal.v5i1.1000>
- Siregar, F. A., Karim, A., & Rusdi, M. (2022). Penggunaan Leaflet untuk Menyusun Aplikasi WebGIS (Use of Leaflets for Compiling WebGIS Applications). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(4), 1029–1034. www.jim.unsyiah.ac.id/JFP%0Ahttps://jim.usk.ac.id/JFP/article/download/22364/10565
- Sugihartono, T., Sarwindah, Marini, & Antonius, F. R. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Pelaporan Kerusakan Sarana dan Prasarana Fasilitas Mahasiswa Berbasis Android. *INFORMASI (Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi)*, 13(2), 135–145.
- Undang-Undang (UU) Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, 1 (2004). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/40785/uu-no-38-tahun-2004>
- Walad, A., Mandyartha, E. P., & Rizki, A. M. (2024). Sistem Informasi Geografis Pelaporan Kerusakan Jalan Menggunakan Crowdsourcing Berbasis Web Pada Peta Navigasi Berlalu Lintas. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3s1.5341>
- Wardani, A., & Rosyda, M. (2024). *Implementasi Aplikasi Laporanjalku untuk Pemetaan dan Pelaporan Jalan Rusak di Wilayah Kota Tarakan*. 14(1), 1–12.
- Wicakrani, D. C., & Widayanti, A. (2025). *Analisis Kerusakan Jalan dan Penentuan Penanganannya dengan Aplikasi Pada Analysis Of Road Damage and Determination Of Treatments With Application On Link 166 In Jombang Regency*. 3(1), 36–45.
- Widya, M. A. A., & Priawati, I. C. (2022). Web-Based Village Inventory Management Information System. *NEWTON: Networking and Information Technology*, 2(2), 65–71. <https://doi.org/10.32764/newton.v2i2.2066>
- Wijaya, M. (2024). Aplikasi Pelaporan Infrastruktur Jalan Berbasis Web (Studi Kasus Dinas Perhubungan Rokan Hulu). *Riau Jurnal Teknik Informatika*, 3(1), 18–23. <https://doi.org/10.61876/rjti.v3i1.2877>