

Sistem Informasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Berbasis Web dengan Pemetaan Geografis untuk Deteksi Bahaya dan Pelaporan Insiden di Kampus

Adhwa Nabi*, Ruminto Subekti, Cepi Ramdani

Program Studi Teknologi Rekayasa Informatika Industri, Politeknik Manufaktur Bandung, Bandung

Jl. Kanayakan No.21, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email: ^{1,*}222443002@mhs.polman-bandung.ac.id, ²ruminto@ae.polman-bandung.ac.id,

³cepi.ramdani@polman-bandung.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 222443002@mhs.polman-bandung.ac.id

Submitted: 01/06/2026; Accepted: 04/07/2026; Published: 05/07/2026

Abstrak—Pengelolaan K3L di kampus vokasi masih berjalan manual. Laporan insiden diisi di formulir kertas, data potensi bahaya tersimpan di spreadsheet yang berbeda-beda tiap unit, dan tidak ada satu pun tampilan yang memperlihatkan di mana saja bahaya itu berada. Penelitian ini membangun sistem informasi K3L berbasis web untuk Politeknik Manufaktur Bandung menggunakan Laravel 12, MySQL, dan Leaflet.js sebagai mesin peta GIS interaktif. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan delapan tahapan. Sistem memiliki fitur utama: (1) pemetaan GIS interaktif Leaflet.js dengan marker potensi bahaya di peta OpenStreetMap; (2) pelaporan insiden berbasis GPS menggunakan Web Geolocation API dengan validasi koordinat dalam batas polygon kampus dan tampilan akurasi dalam meter; (3) pelaporan potensi bahaya dengan GPS wajib dan integrasi floorplan gedung; (4) voice-to-text menggunakan Web Speech API bahasa Indonesia pada empat field teks (kronologi, penyebab, tindakan awal, dan catatan bahaya); (5) notifikasi WhatsApp otomatis ke pelapor dan satgas saat laporan baru masuk atau status diperbarui; (6) verifikasi lokasi GPS oleh satgas pada laporan insiden; serta (7) knowledge center dan emergency center yang dapat diakses tanpa login. Pengujian menggunakan black box testing via Newman (79 request, 237 assertion, 0 kegagalan), UI smoke test (22 skenario, 0 kegagalan), dan User Acceptance Test (14 skenario dari tiga aktor, seluruhnya diterima). Sistem mengubah alur K3L yang sebelumnya manual menjadi satu platform digital terpusat yang dapat dipantau secara real-time. Penelitian ini berkontribusi secara praktis melalui sistem informasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja berbasis web yang mengintegrasikan pemetaan GIS interaktif, Global Positioning System, dan voice-to-text dalam satu platform terpusat sebagai model pengelolaan K3L digital di kampus vokasi yang dapat diadaptasi institusi pendidikan lain.

Kata Kunci: Sistem Informasi K3L; GIS; Leaflet.js; Pelaporan Insiden; Potensi Bahaya; Laravel; Voice-to-Text; GPS

Abstract—K3L management in vocational campuses still runs manually. Incident reports are filled out on paper forms, hazard data is stored in separate spreadsheets across units, and there is no single view showing where hazards are located. This study develops a web-based K3L information system for Politeknik Manufaktur Bandung using Laravel 12, MySQL, and Leaflet.js as an interactive GIS map engine, following a Research and Development (R&D) method across eight stages. The system has seven main features: (1) interactive GIS mapping with hazard markers on OpenStreetMap; (2) GPS-based incident reporting via Web Geolocation API with campus polygon boundary validation and accuracy display in meters; (3) hazard reporting with mandatory GPS and building floorplan overlay; (4) voice-to-text using Web Speech API in Bahasa Indonesia across four text fields (chronology, cause, first aid action, and hazard notes); (5) automatic WhatsApp notifications to reporters and task force when reports are submitted or status is updated; (6) GPS location verification by task force on incident reports; and (7) a knowledge center and emergency center accessible without login. Testing used black box testing via Newman (79 requests, 237 assertions, 0 failures), UI smoke testing (22 scenarios, 0 failures), and User Acceptance Testing (14 scenarios from three actors, all accepted). The system transforms the previously fragmented manual K3L workflow into a single centralized digital platform monitored in real-time. This study contributes a practical model through a web-based occupational health and safety information system that integrates interactive GIS mapping, GPS, and voice-to-text in one centralized platform, serving as a replicable reference for K3L digitalization in vocational campuses that can be adapted by other educational institutions.

Keywords: K3L Information System; GIS; Leaflet.js; Incident Reporting; Potential Hazard; Laravel; Voice-to-Text; GPS

1. PENDAHULUAN

Politeknik Manufaktur Bandung mengoperasikan bengkel CNC, mesin bubut, mesin freis, instalasi otomasi industri, dan laboratorium. Setiap sesi praktikum membawa potensi bahaya yang riil: kerusakan mesin, kabel terbelit, atau lantai tangga licin. Ketika insiden terjadi, proses yang seharusnya dimulai dengan pelaporan cepat justru terhambat oleh formulir kertas, dan data yang tersebar di berbagai arsip.

Kementerian Ketenagakerjaan RI mencatat tren kecelakaan kerja yang masih tinggi dan memerlukan perhatian serius. Sepanjang 2025, tercatat 319.224 kasus kecelakaan kerja, dengan 9.834 kasus berujung kematian dan 4.133 kasus mengakibatkan cacat permanen. Pada periode Januari–April 2025 saja, sudah terdapat 47.300 kasus, meningkat 12% dibanding periode yang sama tahun sebelumnya, dengan 29% berasal dari sektor konstruksi dan 26% dari sektor manufaktur [1]. Keterlambatan pelaporan dan data yang tersebar di dokumen terpisah merupakan penyebab utama insiden serupa berulang di tempat yang sama [2]. Artinya, bukan hanya bahayanya yang perlu ditangani, tetapi juga cara datanya dicatat dan diakses. Permendikbud Ristek No. 53 Tahun 2023 mewajibkan perguruan tinggi vokasi menerapkan sistem K3L berbasis teknologi informasi [3].

Di Polman Bandung, tiga masalah konkret terjadi bersamaan. Pertama, tidak ada satu pun tampilan yang memperlihatkan di mana saja titik bahaya tersebar di kampus data hanya ada di spreadsheet tanpa informasi posisi.

Kedua, proses pelaporan insiden tergantung pada ketersediaan formulir fisik dan kehadiran satgas. Ketiga, satgas tidak punya dasbor terpusat untuk memantau status seluruh laporan yang masuk dari berbagai unit.

Penelitian ini menjawab ketiga masalah itu dengan membangun sistem informasi K3L berbasis web yang mengintegrasikan GIS Leaflet.js, pelaporan insiden berbasis GPS, voice-to-text untuk mempercepat pengisian form, notifikasi WhatsApp otomatis, dan floorplan gedung. Geographic Information System berbasis Leaflet.js dipilih karena ringan, open-source, kompatibel dengan OpenStreetMap, dan tidak memerlukan lisensi perangkat lunak GIS komersial [4]. Fitur GPS menggunakan Web Geolocation API browser untuk menangkap koordinat lokasi kejadian secara langsung, termasuk validasi apakah koordinat tersebut berada dalam batas polygon kampus [5]. Fitur Voice-to-text menggunakan Web Speech API sehingga pelapor dapat mendiktekan kronologi kejadian, mengetiknya dan memangkas waktu pengisian form[6].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem informasi berbasis web untuk pengelolaan K3. Sholihah.dkk membangun sistem informasi K3 berbasis Android untuk Universitas Brawijaya, namun sistem tersebut terbatas pada platform mobile dan belum mengintegrasikan pemetaan GIS [7] yang merancang sistem informasi K3 di lingkungan industri manufaktur dengan fitur pelaporan digital, tetapi belum mencakup visualisasi spasial berbasis peta interaktif [8]. Yulisman.dkk mengembangkan sistem data kecelakaan kerja berbasis web dengan notifikasi otomatis, namun tidak menyertakan fitur penentuan lokasi berbasis GPS maupun integrasi denah gedung [9]. Implementasi manajemen K3 digital pada bengkel vokasi dan menemukan bahwa sistem berbasis web mampu menekan angka insiden, meski belum mengintegrasikan GIS dengan data koordinat spasial [10]. Kesenjangan (gap) yang teridentifikasi adalah belum adanya sistem K3L kampus yang mengintegrasikan GIS interaktif, GPS berbasis polygon kampus, integrasi floorplan gedung, dan voice-to-text dalam satu platform terpadu.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem informasi K3L berbasis web yang mengintegrasikan pemetaan GIS Leaflet.js, pelaporan insiden berbasis GPS dengan validasi batas polygon kampus, integrasi floorplan gedung, voice-to-text, dan notifikasi WhatsApp otomatis untuk Politeknik Manufaktur Bandung. Kontribusi penelitian ini adalah model implementasi sistem K3L digital terpadu yang dapat diadopsi oleh institusi pendidikan vokasi lain dengan karakteristik serupa, sekaligus menjadi bukti empiris bahwa integrasi GIS dan GPS dalam sistem K3L kampus mampu meningkatkan efisiensi pelaporan dan pemantauan bahaya secara nyata. Kontribusi penelitian ini adalah mengembangkan model sistem informasi K3L berbasis web yang mengintegrasikan GIS (Leaflet.js) dengan validasi polygon kampus, pelaporan insiden berbasis GPS dan voice-to-text, integrasi floorplan gedung, serta notifikasi WhatsApp otomatis, sehingga mempercepat pelaporan, memudahkan identifikasi titik bahaya, dan menyediakan dashboard pemantauan terpusat yang dapat diadopsi oleh perguruan tinggi vokasi lain.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan delapan tahapan: identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, evaluasi/revisi, dan kesimpulan. Gambar 1 memperlihatkan alur lengkap setiap tahapan[11].



Gambar 1. Alur Metodologi R&D Sistem Informasi K3L

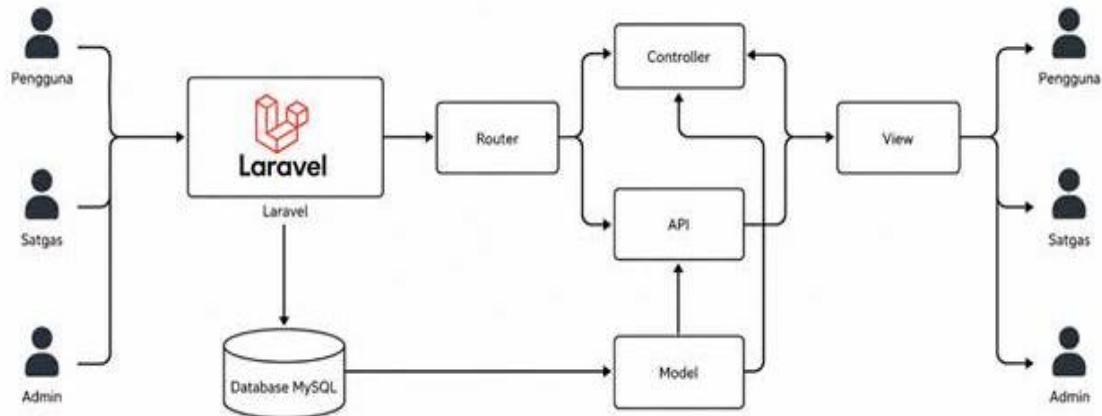
Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan ketua Satgas K3L Polman Bandung. Pengumpulan data mencakup tiga jalur: wawancara terstruktur tentang alur kerja K3L yang berjalan, studi dokumen terhadap formulir HIRADC dan laporan insiden lama, dan kajian literatur. Analisis kebutuhan menghasilkan daftar kebutuhan fungsional dan nonfungsional dari perspektif tiga kelompok pengguna: pengguna umum, Satgas K3L, dan admin.

Tahap perancangan menghasilkan arsitektur sistem MVC, use case diagram, Entity Relationship Diagram (ERD) 17 tabel, rancangan antarmuka, dan spesifikasi komponen GIS. Implementasi menggunakan Laravel 12, MySQL, Leaflet.js, Tailwind CSS, dan REST API JSON. Pengujian menggunakan tiga metode: black box testing

via Newman, UI smoke test, dan User Acceptance Test. Setelah evaluasi dan revisi, hasil didokumentasikan beserta rekomendasi pengembangan lanjutan.

2.2 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem pada penelitian ini dirancang menggunakan framework Laravel dengan menerapkan arsitektur Model–View–Controller (MVC). Arsitektur ini bertujuan untuk memisahkan logika aplikasi, pengolahan data, dan tampilan antarmuka sehingga sistem lebih terstruktur, mudah dikembangkan, serta mudah dalam pemeliharaan[12].



Gambar 2. Arsitektur Sistem Informasi K3L

Pada arsitektur tersebut, setiap permintaan dari pengguna akan diterima oleh sistem Laravel, kemudian diarahkan melalui router. Router berfungsi menentukan jalur atau alamat yang diakses pengguna dan meneruskannya ke bagian controller atau API sesuai kebutuhan proses. Controller berperan sebagai pengatur logika aplikasi, seperti memproses login, mengelola laporan insiden, mengelola laporan potensi bahaya, menampilkan data GIS, serta mengatur data panduan K3L. Bagian model digunakan untuk menghubungkan aplikasi dengan basis data MySQL. Model berfungsi mengambil, menyimpan, memperbarui, dan menghapus data yang berkaitan dengan pengguna, laporan insiden, laporan potensi bahaya, lokasi, artikel panduan, serta data pendukung lainnya.

Data yang telah diproses kemudian dikirimkan ke view untuk ditampilkan kembali kepada pengguna dalam bentuk halaman web. Dengan arsitektur ini, sistem dapat memisahkan antara tampilan, logika aplikasi, dan pengelolaan data[13]. Pemisahan tersebut membuat sistem lebih terstruktur, mudah dikembangkan, dan lebih mudah dikelola sesuai kebutuhan pengelolaan K3L di Politeknik Manufaktur Bandung. Fitur GIS diimplementasikan menggunakan Leaflet.js yang berkomunikasi dengan backend melalui endpoint API untuk mengambil data koordinat lokasi bahaya[14].

2.3 Kebutuhan Fungsional Sistem

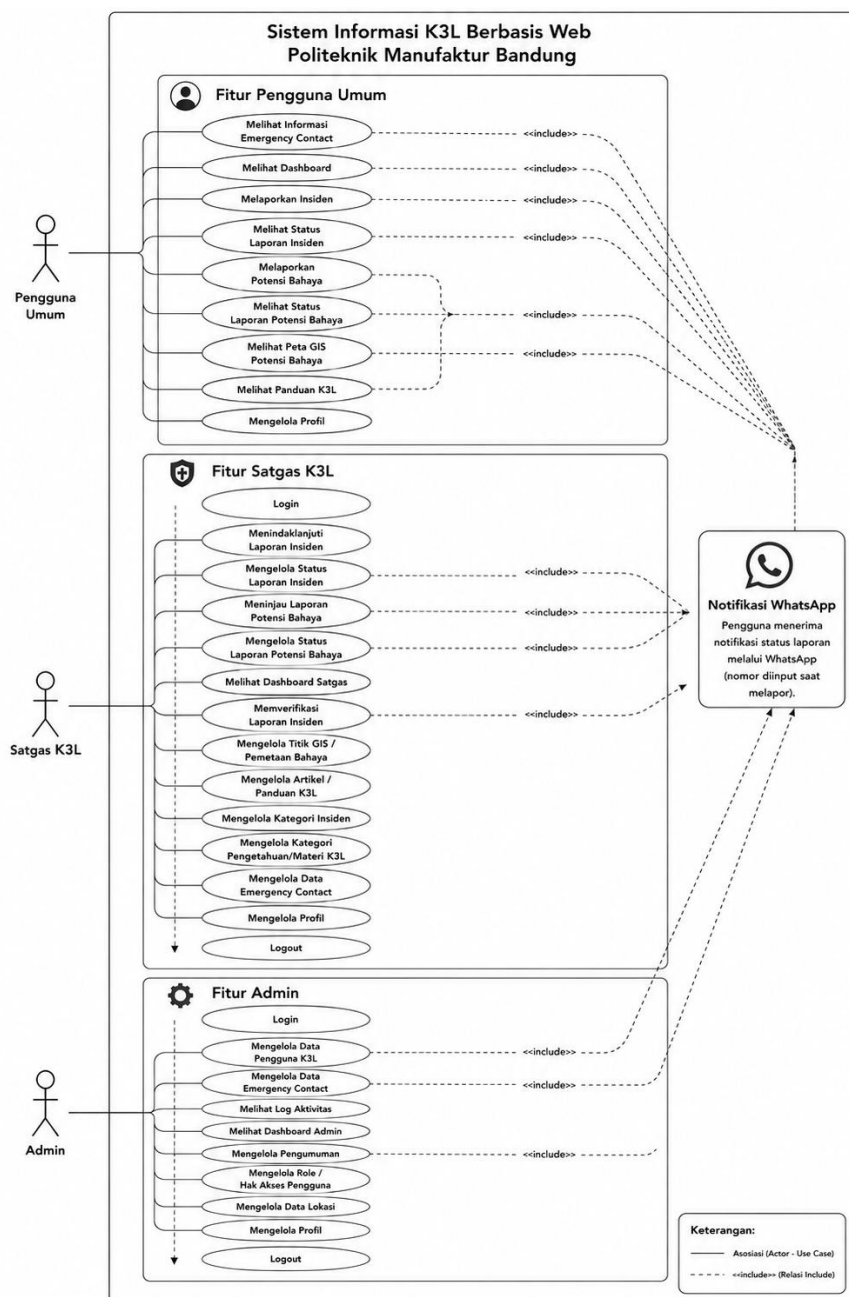
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sistem dirancang untuk melayani tiga kelompok aktor: pengguna umum, satgas K3L, dan admin[15]. Pengguna umum dapat mengakses informasi K3L, melaporkan insiden dan potensi bahaya, memantau status laporan, melihat peta GIS, serta mengakses knowledge center dan emergency center tanpa login. Satgas K3L bertugas memverifikasi laporan insiden, meninjau laporan potensi bahaya, memperbarui status laporan, dan mengelola titik pemetaan bahaya di peta GIS. Admin memiliki hak pengelolaan penuh terhadap data pengguna, data lokasi, kategori insiden, konten panduan K3L, data emergency center, dan pengaturan floorplan gedung. Alur penelitian secara keseluruhan dari identifikasi masalah hingga kesimpulan digambarkan dalam Gambar 1, sementara rancangan arsitektur sistem divisualisasikan pada Gambar 2.

2.4 Use Case Diagram

Pada sistem informasi K3L berbasis web ini, use case diagram digunakan untuk menjelaskan hubungan antara pengguna, satgas K3L, dan admin dengan fitur-fitur yang tersedia pada sistem[16].

Aktor dalam sistem terdiri dari tiga jenis, yaitu pengguna, satgas K3L, dan admin. Pengguna merupakan aktor yang dapat mengakses informasi K3L, melaporkan insiden, melaporkan potensi bahaya, melihat status laporan, melihat peta GIS, serta mengakses panduan dan informasi emergency center. Satgas K3L merupakan aktor yang bertugas melakukan pengelolaan dan tindak lanjut terhadap laporan yang masuk, seperti memverifikasi laporan insiden, meninjau laporan potensi bahaya, mengubah status laporan, serta mengelola titik pemetaan bahaya. Admin merupakan aktor yang memiliki hak akses lebih luas untuk mengelola data pengguna, data lokasi, kategori insiden, konten panduan K3L, data emergency center, serta melakukan pemantauan terhadap data sistem. Dengan adanya use case diagram, kebutuhan fungsional sistem dapat digambarkan secara lebih jelas berdasarkan peran masing-masing aktor[14].

Diagram ini juga menjadi acuan dalam proses perancangan dan implementasi sistem agar setiap fitur yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 3. Usecase Diagram Sistem Informasi K3L

2.5 Implementasi GIS Berbasis Leaflet.js

Komponen GIS diimplementasikan menggunakan Leaflet.js yang terintegrasi dengan backend Laravel melalui endpoint REST API[17]. Fitur pemetaan diperkaya dengan integrasi floorplan gedung yang memungkinkan titik bahaya ditandai tidak hanya pada koordinat GPS peta kota, tetapi juga pada posisi spesifik dalam denah gedung (koordinat canvas). Denah gedung diunggah oleh admin dalam tabel floorplans beserta data `campus_rooms` yang mendeskripsikan setiap ruangan per lantai. Mekanisme ini membuat sistem mampu menjawab pertanyaan "di mana tepatnya dalam gedung X, lantai Y, ruang Z" yang tidak dapat dijawab oleh koordinat GPS semata[12].

Tabel 1. Komponen Leaflet.js dan Fungsinya dalam Sistem Informasi K3L

No	Komponen Leaflet.js	Fungsi dalam Sistem K3L	Sumber Data
1	Tile Base Map	Peta dasar area kampus dari OpenStreetMap yang dimuat on-demand	OpenStreetMap tile server

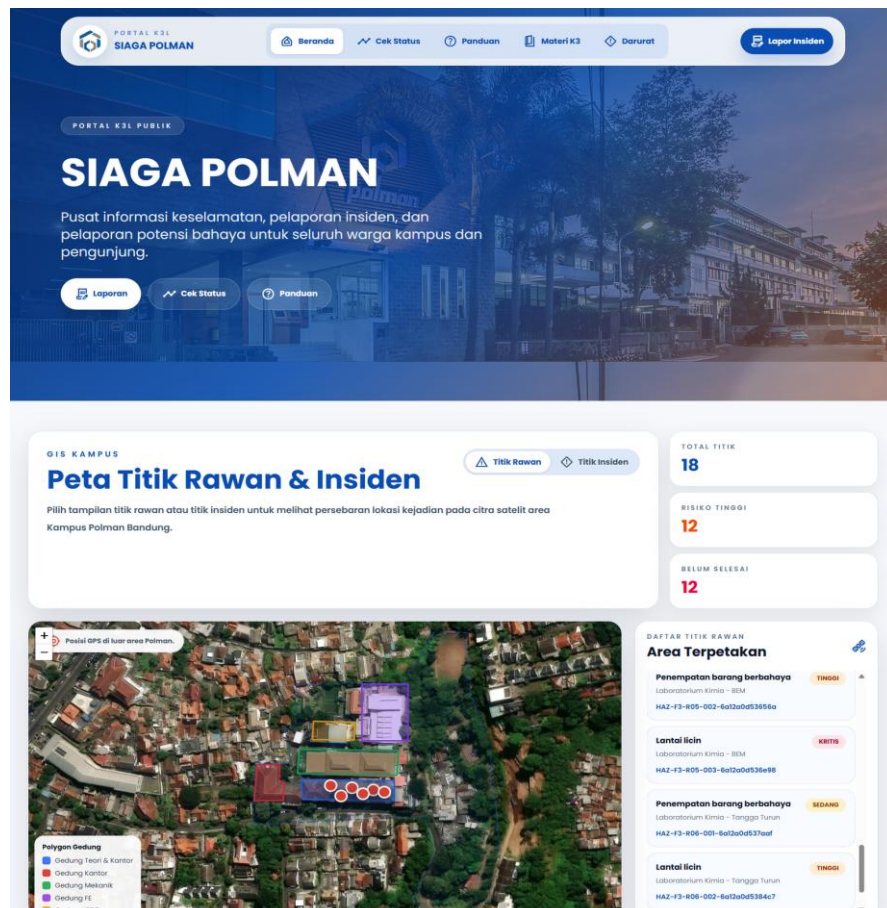
No	Komponen Leaflet.js	Fungsi dalam Sistem K3L	Sumber Data
2	Marker Interaktif	Menandai titik potensi bahaya dengan ikon berdasarkan kategori dan tingkat keparahan	hazard_map_points (lat, lng)
3	Pop-up Informasi	Detail laporan saat marker diklik: kategori, lokasi gedung/ruang, status penanganan	REST API JSON response
4	Layer Control	Filter tampilan marker berdasarkan kategori bahaya atau status	Kategori dari DB
5	Canvas Floorplan	Overlay titik bahaya di atas denah gedung kampus per lantai	floorplans + hazard_reports

Tabel 1 menunjukkan lima komponen utama Leaflet.js yang diimplementasikan dalam sistem K3L. Komponen pertama adalah tile base map yang berfungsi sebagai peta dasar area kampus berbasis OpenStreetMap, dimuat secara on-demand sehingga efisien dari segi bandwidth. Komponen kedua adalah marker interaktif untuk menandai setiap titik potensi bahaya berdasarkan kategori dan tingkat keparahan, sedangkan komponen ketiga yaitu pop-up menampilkan detail laporan saat marker diklik. Komponen keempat adalah layer control yang memungkinkan penyaringan tampilan berdasarkan kategori bahaya atau status penanganan. Komponen kelima yaitu canvas floorplan merupakan komponen yang membedakan sistem ini dari penelitian sejenis, memungkinkan penandaan posisi bahaya langsung di atas denah gedung kampus per lantai sehingga lokasi bahaya dapat diidentifikasi hingga level ruangan spesifik, tidak sekadar koordinat GPS di peta kota.

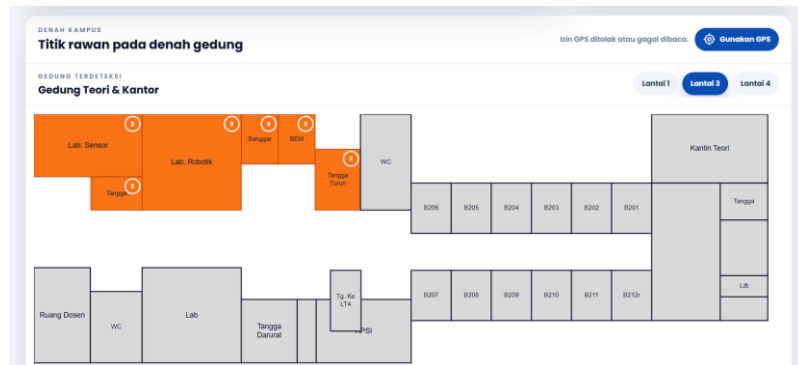
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Antarmuka Sistem yang Diimplementasikan

Sistem Informasi K3L berhasil diimplementasikan sebagai platform web yang dapat diakses melalui browser tanpa memerlukan instalasi aplikasi. Gambar 4 menampilkan dasbor publik yang menjadi halaman utama bagi seluruh sivitas akademika. Dasbor ini menyediakan akses cepat ke semua fitur melalui navigasi yang intuitif, menampilkan peta GIS ringkas dengan distribusi titik potensi bahaya terkini, dan menyediakan tombol pelaporan insiden serta potensi bahaya yang dapat digunakan tanpa harus login.



Gambar 4. Beranda Portal Publik dan Peta GIS Sistem Informasi K3L

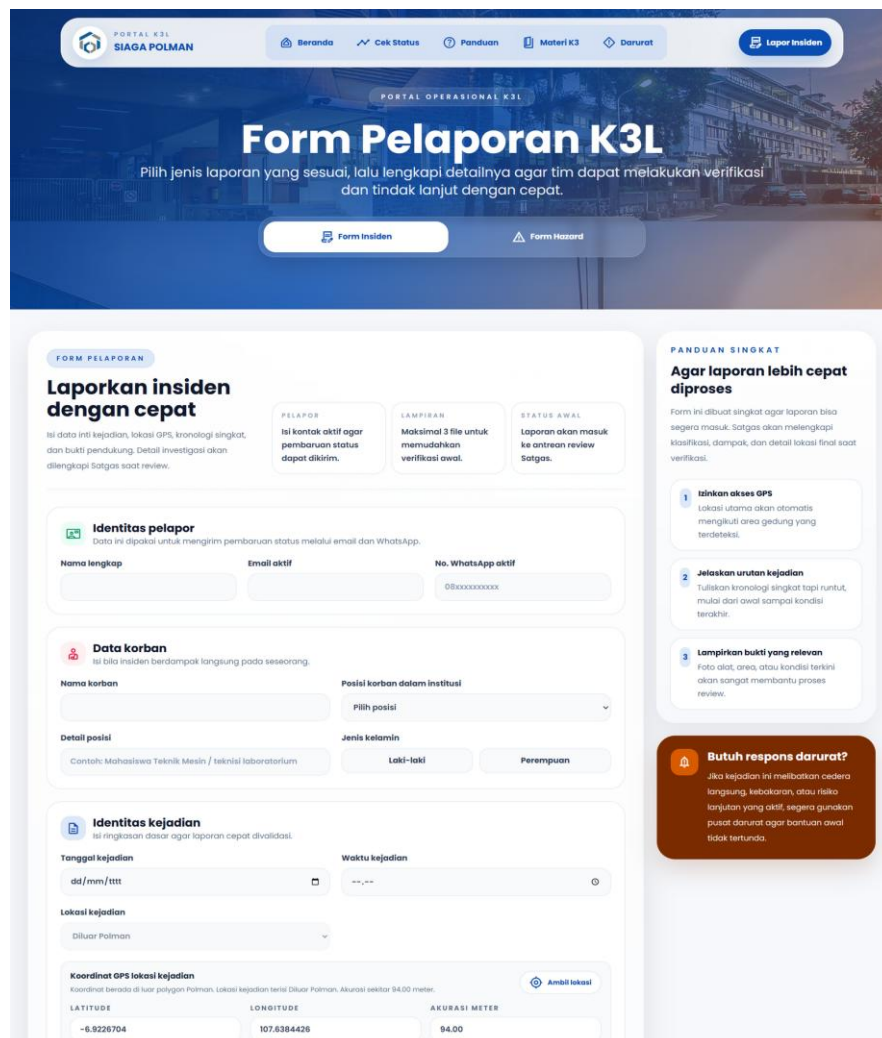


Gambar 5. Visualisasi Titik Rawan pada Denah Gedung (Floorplan) per Lantai

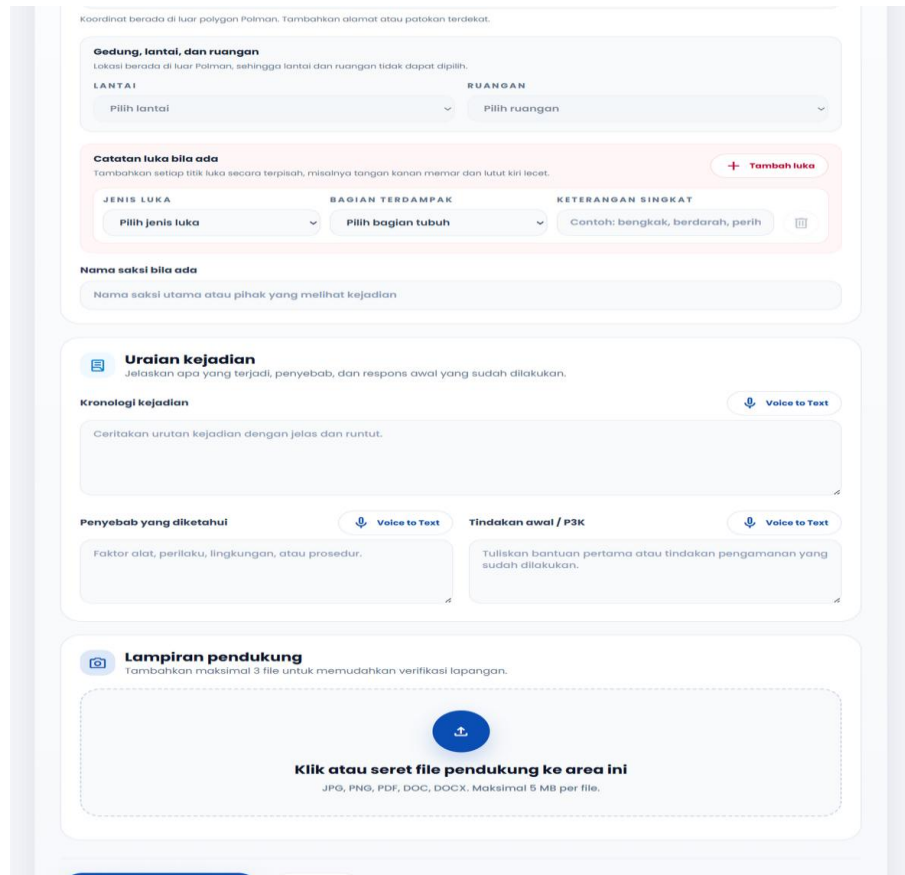
Fitur utama yang membedakan sistem ini dari penelitian terdahulu adalah peta GIS interaktif berbasis Leaflet.js (Gambar 4). Peta ini menampilkan distribusi spasial seluruh titik potensi bahaya yang telah dicatat Satgas K3L di seluruh area kampus. Setiap marker merepresentasikan satu laporan potensi bahaya yang telah diverifikasi dan ditambahkan ke peta oleh satgas. Pengguna dapat mengklik marker untuk melihat pop-up yang berisi detail kategori bahaya, deskripsi, lokasi gedung/ruangan, dan status penanganan.

3.2 Modul Pelaporan Insiden dan Potensi Bahaya

Pelaporan insiden (Gambar 6 dan Gambar 7) menggunakan formulir berbasis web yang mendukung pengisian detail kronologi kejadian, klasifikasi insiden sesuai kategori yang ditentukan admin, data cedera (bagian tubuh dan jenis cedera), koordinat GPS lokasi kejadian (dapat diambil otomatis dari perangkat), serta unggahan foto sebagai bukti. Setelah dikirim, laporan masuk ke antrian Satgas K3L untuk diverifikasi sebelum mendapat nomor referensi (kode INC-xxxx) yang dapat digunakan pengguna untuk memantau status penanganan.

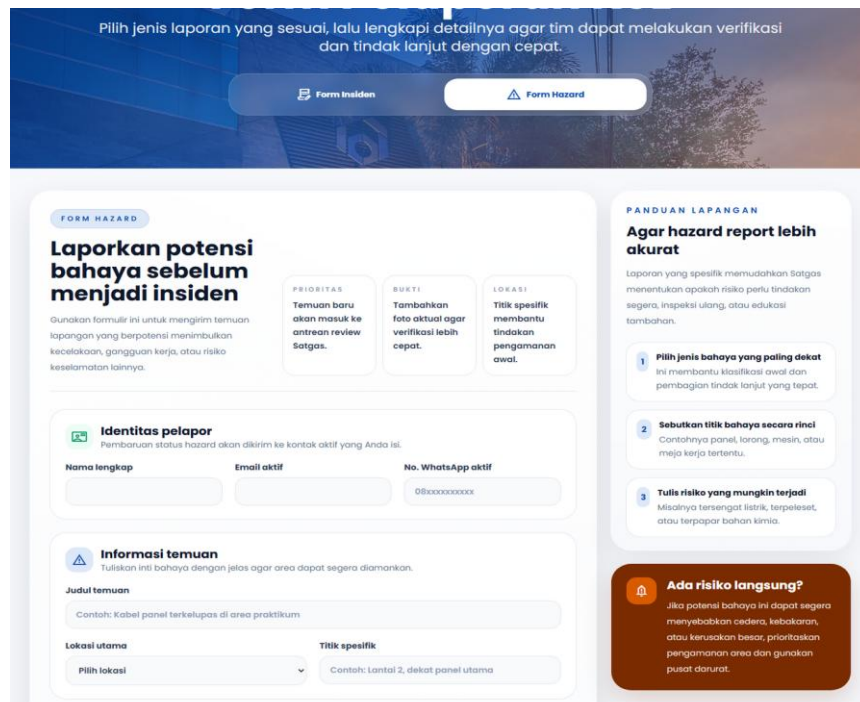


Gambar 6. Formulir Pelaporan Insiden — Identitas Pelapor, Data Korban, dan Koordinat GPS Lokasi Kejadian



Gambar 7. Uraian Kejadian dengan Voice-to-Text dan Lampiran Bukti Foto

Formulir pelaporan potensi bahaya (Gambar 8) mengintegrasikan dua metode penentuan lokasi secara bersamaan: koordinat GPS dari perangkat pengguna, dan penandaan posisi pada floorplan gedung kampus. Integrasi ganda ini memungkinkan bahaya terlokalisasi baik pada peta kota (untuk navigasi ke area kampus) maupun pada denah gedung (untuk navigasi ke ruangan spesifik). Satgas dapat langsung menambahkan titik bahaya ke peta GIS setelah memverifikasi laporan.

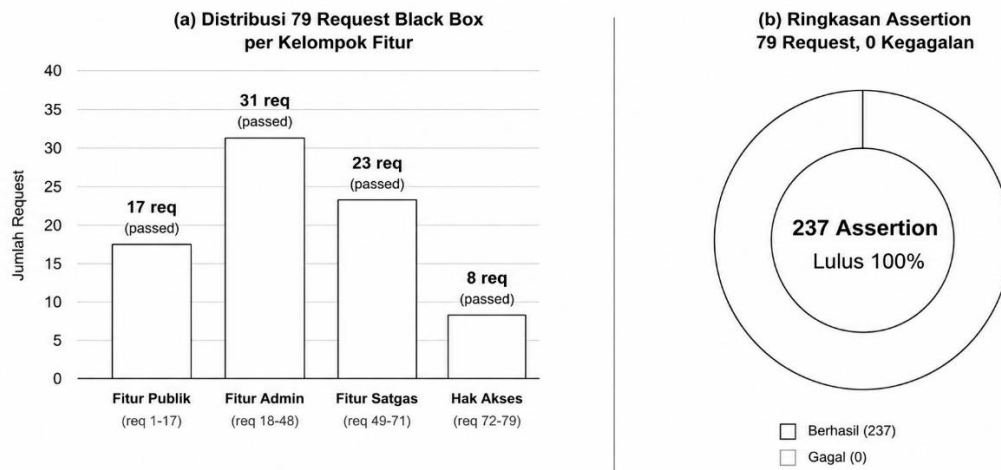


Gambar 8. Formulir Pelaporan Potensi Bahaya dengan Klasifikasi Jenis Bahaya dan Integrasi Floorplan Gedung

Fitur pelacakan status memungkinkan pengguna umum memantau perkembangan laporan insiden yang dikirimnya menggunakan nomor referensi INC-xxxx. Status ditampilkan dalam alur kronologis: Masuk → Diverifikasi → Dalam Penanganan → Selesai. Transparansi alur ini mengurangi pertanyaan berulang dari pelapor dan meningkatkan kepercayaan terhadap sistem K3L kampus.

3.3 Hasil Pengujian Black Box

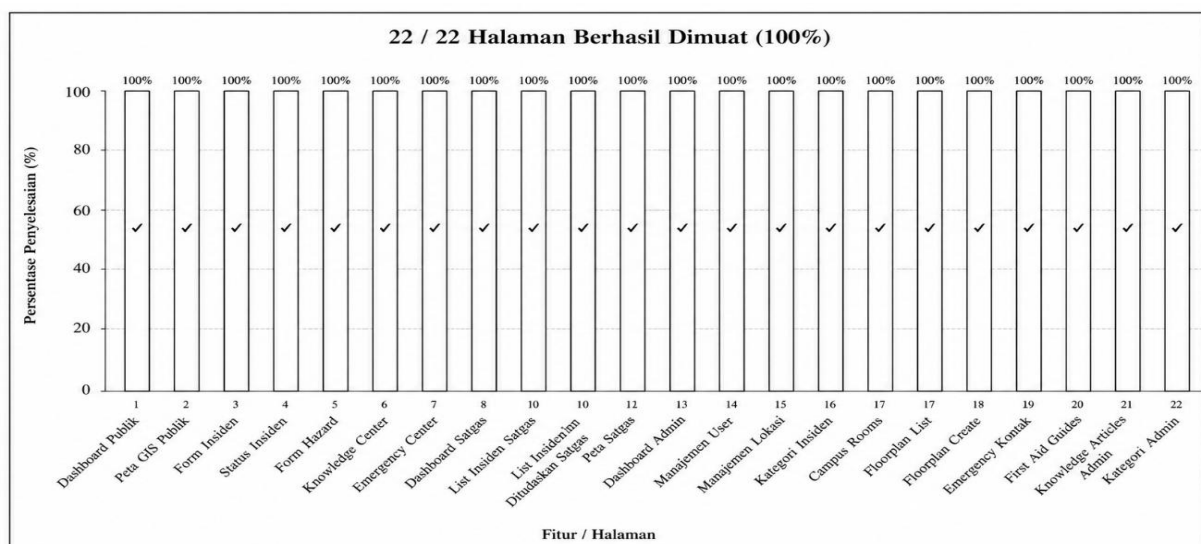
Pengujian black box via Newman menjalankan 79 request dalam 37,5 detik, menghasilkan 237 assertion dengan tingkat keberhasilan 100% dan 0 kegagalan. Pengujian hak akses (request 72–79) secara khusus memverifikasi bahwa mekanisme RBAC berfungsi benar: request ke /admin/dashboard tanpa autentikasi mengembalikan redirect ke halaman login, sementara pengguna dengan role mahasiswa mendapat respon HTTP 403 saat mencoba mengakses /admin/dashboard (request 76) dan /satgas/dashboard (request 77).



Gambar 9. Distribusi 79 Request per Kelompok Fitur dan Ringkasan 237 Assertion

3.7 Hasil UI Smoke Test

UI smoke test memverifikasi 22 halaman sistem bertambah dari perencanaan awal karena adanya penambahan halaman admin-campus-rooms, admin-floorplan-create, dan admin-emergency-response-steps selama proses pengembangan. Seluruh 22 halaman berhasil dimuat dan menampilkan elemen antarmuka kunci sesuai peran pengguna yang sedang aktif. Laporan smoke test (Gambar 10) mencatat 0 kegagalan dari 22 skenario yang dijalankan.

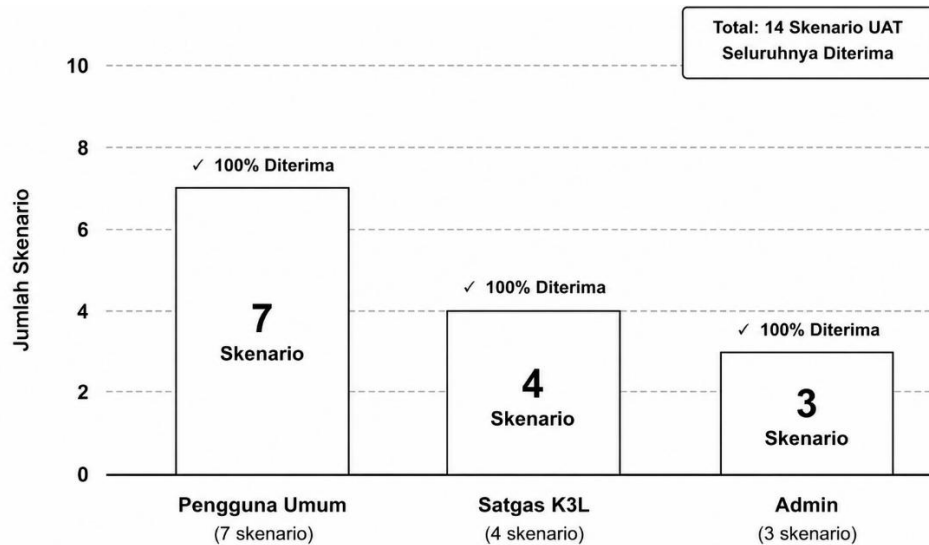


Gambar 10. Distribusi Hasil UI Smoke Test per Halaman Seluruh Skenario Berhasil

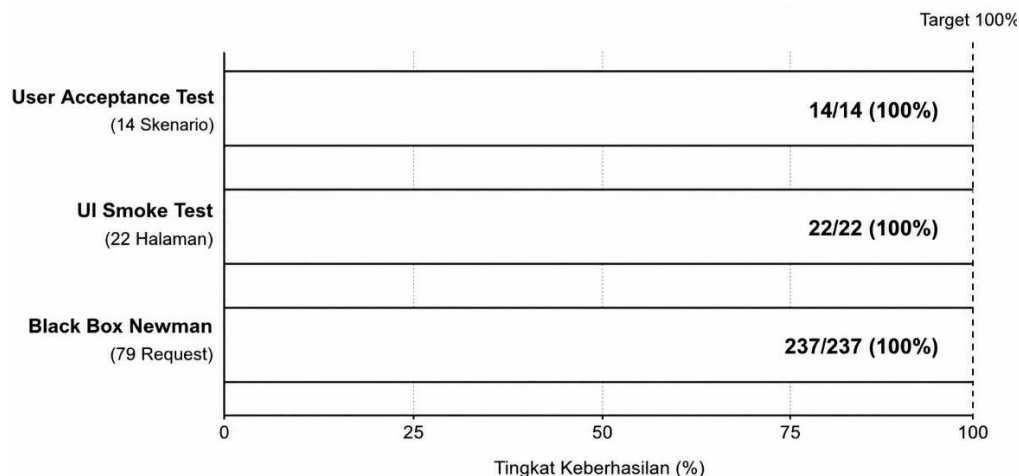
3.8 Hasil User Acceptance Test (UAT)

UAT dilakukan terhadap 14 skenario yang mencakup ketiga aktor sistem. Pengguna umum diuji pada 7 skenario meliputi akses dashboard, pengiriman laporan insiden, pelaporan potensi bahaya, pemantauan status laporan, akses peta GIS, penggunaan knowledge center, dan emergency center. Satgas K3L diuji pada 4 skenario: login dan akses

dashboard, pengelolaan laporan insiden, pengelolaan laporan dan peta potensi bahaya, serta pengelolaan artikel knowledge. Admin diuji pada 3 skenario: login dan dashboard, manajemen pengguna dan data master, serta manajemen floorplan. Seluruh 14 skenario memperoleh status Diterima tanpa catatan signifikan yang mensyaratkan revisi.



Gambar 11. Hasil User Acceptance Test 14 Skenario, 100% Diterima oleh 3 Kelompok Pengguna



Gambar 12. Ringkasan Hasil Seluruh Pengujian Black Box, UI Smoke Test, dan UAT Mencapai 100%

Tabel 2. Ringkasan Hasil Pengujian Sistem Informasi K3L

No	Metode Pengujian	Jumlah	Berhasil	Gagal	Keterangan
1	Black Box (Newman)	79 req / 237 assertion	237 (100%)	0	37,5 detik; seluruh route merespons sesuai skenario
2	UI Smoke Test	22 halaman	22 (100%)	0	Seluruh halaman dimuat dengan elemen kunci sesuai peran
3	User Acceptance Test	14 skenario	14 (100%)	0	3 aktor: 7 user, 4 satgas, 3 admin seluruhnya diterima

Pengujian sistem dilakukan lewat tiga metode. Black Box Testing (Newman) menguji 79 request dengan total 237 assertion — tidak ada yang gagal, dan semua route merespons dalam rata-rata 37,5 detik. UI Smoke Test memeriksa 22 halaman; semuanya berhasil dimuat dengan elemen yang muncul sesuai hak akses tiap peran. Untuk User Acceptance Test, 14 skenario diuji bersama tiga kelompok pengguna: 7 user biasa, 4 satgas, dan 3 admin. Hasilnya, seluruh skenario diterima tanpa revisi.

3.10 Pembahasan

Sistem yang dibangun berhasil mengatasi tiga persoalan utama yang diidentifikasi pada tahap analisis. Pertama, ketiadaan visualisasi spasial titik bahaya kini teratasi melalui peta GIS interaktif Leaflet.js yang menampilkan

distribusi seluruh bahaya yang tercatat dalam satu tampilan tanpa perlu mencocokkan data di dokumen terpisah[17],[18]. Kedua, alur pelaporan insiden yang sebelumnya bergantung pada formulir kertas kini berjalan melalui antarmuka digital yang dapat diakses dari perangkat apapun, dilengkapi dengan pelacakan status real-time[19],[20]. Ketiga, satgas K3L kini memiliki dasbor terpusat yang menggabungkan pemantauan laporan, pengelolaan peta, dan manajemen konten edukasi dalam satu platform[21].

Fitur floorplan gedung merupakan elemen yang membedakan sistem ini secara signifikan dari penelitian sejenis. Integrasi koordinat GPS (peta kota Leaflet.js) dengan koordinat kanvas (denah gedung) memungkinkan lokasi bahaya ditentukan pada dua level resolusi: area kampus secara umum dan ruangan spesifik dalam gedung. Kemampuan ini tidak tersedia pada sistem-sistem K3 yang dikaji dalam Tabel 1, dan relevan khususnya untuk kampus politeknik dengan bengkel-bengkel berisiko tinggi yang berlokasi dalam gedung yang sama.

Hasil pengujian yang menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada ketiga metode yang berbeda menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga diterima oleh pengguna. Penerimaan UAT pada seluruh skenario pengguna umum secara khusus mengonfirmasi bahwa antarmuka cukup intuitif digunakan tanpa pelatihan khusus, sejalan dengan kebutuhan nonfungsional usability. Hasil ini konsisten dengan temuan [22] dan bahwa sistem K3L berbasis web dapat diimplementasikan tanpa menambah beban operasional yang signifikan.

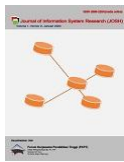
Tiga keterbatasan utama perlu dicatat untuk menjadi referensi pengembangan lanjutan. Pertama, sistem belum menyediakan notifikasi otomatis (WhatsApp/email) saat laporan baru masuk, sehingga satgas perlu aktif memeriksa dashboard. Kedua, koordinat marker peta GIS saat ini di input manual oleh satgas belum ada mekanisme otomatis untuk mengonversi GPS laporan pengguna menjadi marker terverifikasi. Ketiga, sistem belum terintegrasi dengan sistem informasi akademik atau kepegawaian internal Polman Bandung, sehingga data pengguna dikelola secara independen.

4. KESIMPULAN

Sistem informasi K3L berbasis web yang dibangun menggunakan Laravel 12, MySQL, dan Leaflet.js berhasil menjawab tiga permasalahan utama: ketiadaan visualisasi spasial bahaya diatasi dengan peta GIS interaktif yang menampilkan distribusi potensi bahaya dan insiden secara real-time; alur pelaporan manual digantikan dengan delapan modul digital berbasis GPS dan voice-to-text; dan ketiadaan dasbor terpusat diselesaikan dengan panel pemantauan yang dapat diakses seluruh sivitas akademika melalui browser. Kualitas sistem terbukti melalui tiga tahap pengujian: black box testing via Newman mencatat 237 dari 237 assertion berhasil dari 79 request; UI smoke test memverifikasi 22 halaman tanpa kegagalan; dan User Acceptance Test menerima seluruh 14 skenario dari tiga kelompok pengguna. Pengembangan lanjutan disarankan mencakup analisis tren bahaya berbasis data historis, integrasi dengan sistem informasi akademik internal, dan perluasan pengujian dengan sampel lebih besar guna memperkuat validitas temuan di lingkungan operasional nyata. Kontribusi penelitian ini adalah pengembangan dan validasi model sistem informasi K3L yang mengatasi ketiadaan visualisasi spasial, alur pelaporan manual, dan dasbor terpusat di Politeknik Manufaktur Bandung, dibuktikan oleh hasil pengujian fungsional dan penerimaan pengguna; model ini dapat diadopsi oleh institusi vokasi lain dan dikembangkan lebih lanjut melalui analisis tren historis, integrasi dengan sistem internal, serta pengujian skala lebih besar.

REFERENCES

- [1] M. Anjeli, Zudarmi, and W. T. Yuliza, "Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kecelakaan Kerja pada Petugas Pemadam Kebakaran di Kota Padang Tahun 2025," *Gudang Jurnal Ilmu Kesehatan*, vol. 4, no. 1, 2026 doi: 10.59435/gjik.v4i1.1819.
- [2] S. B. Dodie, S. N. Rumokoy, C. H. Simanjuntak, and L. A. Wenno, "Evaluasi Penerapan Sistem K3 dalam Pembelajaran Praktek: Studi Kasus pada Prodi Sarjana Terapan Teknik Listrik," *Jurnal Kajian Ilmiah*, vol. 25, no. 2, 2025, pp. 141–156. [Online]. Available: <https://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JKI/article/view/3611>
- [3] Kemendikbudristek RI, "Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023," Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, no. 638, 2023, pp. 1–45. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/265158/permendikbudristek-no-53-tahun-2023>
- [4] B. U. Interface, "Perancangan Aplikasi Digital Bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan User Interface Berbasis Android," *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 12, no. 1, 2023, pp. 257–268. [Online]. Available: <https://sistemasi.ftik.unisi.ac.id/index.php/stmsi/article/download/2446/522>
- [5] H. A. Lubis, R. Darni, and D. Novaliendry, "Perancangan Sistem Informasi Kuliah Umum Terintegrasi dengan Presensi Geolokasi Berbasis Algoritma Haversine dan Geofencing," *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 5, no. 2, 2026, doi: 10.36312/1qfa7g03.
- [6] G. Swapurba and I. Pratama, "Implementasi Voice to Text pada Invoice Checking Berbasis Web," *Intechno Journal*, vol. 5, no. 2, 2023, pp. 65–74. [Online]. Available: <https://jurnal.amikom.ac.id/index.php/intechno/article/download/1391/627>
- [7] Q. Sholihah, E. Yafanedi, A. Mohamad, A. Stephan, and R. D. Galisong, "Design and Build an Android-Based Occupational Health and Safety Information System Application for Universitas Brawijaya," in *Proc. Int. Conf. Bus. Eng. (BIC 2023)*, Atlantis Press International BV, 2024, doi: 10.2991/978-94-6463-525-6.
- [8] A. Al Ambiyah, L. Ode, P. Aqsan, and J. Nangi, "Pengembangan WebGIS Interaktif untuk Pemetaan dan Analisis Spasial



- Fasilitas Umum di Kota Kendari Menggunakan Leaflet.js,” vol. 9, no. 5, 2025, pp. 7682–7689. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/394140668>
- [9] J. Mustafa, S. No, T. Selatan, and P. Riau, “Sistem Informasi Data Kecelakaan Kerja Berbasis Web pada PT. Adimulia Agrolestari di Kuantan Singingi,” vol. 13, no. 2, 2021, pp. 61–73. [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/415036-none-3d59eb6b.pdf>
- [10] N. Rusi, R. P. Sari, D. Prawira, N. Mutiah, and F. Febriyanto, “Pelatihan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Dalam Pengelolaan Aset Pada Dinas Perhubungan Kota Singkawang,” *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 3, 2021, pp. 1025–1034, doi: 10.24198/kumawula.v4i3.31054
- [11] A. Rachman, E. Yochanan, A. Samanlangi, and H. Purnomo, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/377469385>
- [12] T. S. Huynh, D. T. Tran, Q. H. Vu, L. Anh, and T. Nguyen, “Design and Implementation of Web Application Based on MVC Laravel Architecture,” vol. 6, no. 4, 2022, pp. 23–29. doi: <https://doi.org/10.24018/ejece.2022.6.4.448>
- [13] K. S. Węgrzecki and M. Dzieńkowski, “Performance Analysis of Laravel and Yii2 Frameworks Based on the MVC Architectural Pattern and PHP Language,” *Journal of Computer Science Institute*, vol. 24, 2022, pp. 265–272, doi: 10.35784/jcsi.3002.
- [14] M. Z. Abdillah, D. A. Nawangnugraeni, and A. H. P. Yuniarto, “Geographic Information System (GIS) for Mapping Green Park Using Leaflet JS,” *JTIK: Jurnal Teknik Informatika Kaputama*, vol. 5, no. 2, 2021, pp. 259–266, doi: 10.59697/jtik.v5i2.552.
- [15] Siking, A., Koniyo, M. H., and Yassin, R. M. T., “Unified Modelling Language (UML) Dalam Perancangan Sistem Informasi Pelayanan Pengujian Material Berbasis Web Pada Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Gorontalo,” *Diffusion: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 3, no. 2, 2023, pp. 205–214, doi: <https://doi.org/10.37031/diffusion.v3i2.20543>
- [16] P. Leloudas, “The Importance of Software Testing,” in *Introduction to Software Testing*, Berkeley: Apress, 2023, pp. 1–4. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9514-4_1
- [17] B. H. Putra, S. Rahayu, and M. R. Nashrulloh, “Implementasi Geographic Information System Pemetaan Apotek Berbasis Web Menggunakan Leaflet.js,” *Jurnal Algoritma*, vol. 21, no. 1, 2024, pp. 57–67, doi: 10.33364/algoritma/v.21-1.1426.
- [18] H. Teixeira, A. Magalhaes, A. L. C. Ramalho, M. Pina, and H. Gonçalves, “Indoor Environments and Geographical Information Systems: A Systematic Literature Review,” *SAGE Open*, vol. 11, 2021, p. 215824402110503, doi: 10.1177/21582440211050379.
- [19] R. J. Másmela Olivar, E. A. Rodríguez, E. A. Rozo Moreno, and P. A. ..., “Digital Tools For Occupational Health And Safety: A Systematic Review,” *Publicaciones e Investigación*, vol. 15, no. 4, 2021, doi: 10.22490/25394088.5594
- [20] S. Oppegaard et al., *The Working Environment of the Future: Digitalization and OSH Challenges in the Nordics*. 2024, doi: 10.6027/temanord2024-531.
- [21] A. Turseno, A. Y. Pribadi, O. W. Nugroho, and T. Mawar, “Perancangan Sistem Informasi Manajemen Untuk Pengawasan Kinerja K3 Pada Proyek Konstruksi,” 2025, [Online]. Available: <http://jurnal.sttmileungsi.ac.id/index.php/jenius/article/download/1983/903/>.
- [22] O. Adikwu, A. A. Esiri, and O. Aderamo, “Leveraging Digital Technologies for Health, Safety, and Environmental (HSE) Management in Industrial Operations,” *Engineering Science & Technology Journal*, vol. 5, no. 5, 2024, pp. 1611–1630, doi: 10.51594/estj.v5i5.1122.