



Perancangan Aplikasi Pelaporan Tempat Sampah Liar dengan Integrasi Peta Interaktif Menggunakan Metode Rapid Application Development

M Zafid Affan*, Irma Handayani

Fakultas Sains & Teknologi, Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: ^{1,*}mzafidaffan@gmail.com, ²irma.handayani@staff.uty.ac.id

Email Penulis Korespondensi: mzafidaffan@gmail.com

Abstrak—Penelitian ini membahas perancangan aplikasi pelaporan tempat sampah liar dengan integrasi peta interaktif sebagai solusi atas permasalahan pengelolaan sampah di Kabupaten Majalengka. Sebelum diterapkannya sistem digital, proses pelaporan dilakukan secara manual, di mana masyarakat harus mengunggah foto temuan TPS liar ke Google Drive milik Dinas Lingkungan Hidup (DLH), kemudian admin memverifikasi secara satu per satu dan berkoordinasi dengan petugas lapangan secara manual. Proses ini menimbulkan keterlambatan tindak lanjut, duplikasi laporan, serta tidak adanya basis data yang terstruktur mengenai titik sampah ilegal. Metode pengembangan yang digunakan adalah Rapid Application Development (RAD), karena memungkinkan proses iteratif dan fleksibel berdasarkan kebutuhan pengguna. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan pihak DLH serta observasi lapangan untuk memetakan alur pelaporan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar. Sistem yang dikembangkan terdiri dari dua platform, yaitu aplikasi mobile untuk pelapor (masyarakat) dan juga petugas, serta website dashboard untuk admin DLH. Aplikasi mobile memungkinkan pengguna melaporkan lokasi TPS liar dengan foto, deskripsi, serta titik koordinat melalui integrasi OpenStreetMap. Sementara itu, aplikasi mobile bagi petugas menerima tugas dari admin dan memantau status penanganan secara langsung. Dashboard web berfungsi bagi admin untuk melakukan verifikasi laporan, menugaskan petugas, dan memantau status penanganan secara real-time. Hasil pengujian menggunakan metode Black Box Testing menunjukkan seluruh fitur utama, seperti autentikasi pengguna, pengiriman laporan, verifikasi admin, dan unggahan bukti penyelesaian, telah berjalan sesuai kebutuhan sistem. Uji coba terbatas menunjukkan bahwa implementasi sistem ini mampu meningkatkan efisiensi waktu pelaporan dan penanganan TPS liar secara signifikan, dengan rata-rata peningkatan efisiensi waktu mencapai sekitar 66% pada seluruh tahapan proses, mulai dari pelaporan warga, verifikasi admin, penugasan petugas, hingga pelaporan penyelesaian. Selain percepatan waktu, sistem ini juga terbukti memperkuat transparansi proses karena setiap laporan, status, dan riwayat penanganan tercatat secara digital dan dapat dipantau secara real-time.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis (SIG); Pelaporan TPS Liar; Peta Interaktif; Sistem Informasi Lingkungan; Rapid Application Development (RAD)

Abstract—This study discusses the design of a digital application for reporting illegal waste disposal sites with interactive map integration as a solution to urban waste management issues. Before the implementation of the digital system, reporting was conducted manually, where citizens had to upload photos of illegal waste sites to the Google Drive managed by the Environmental Agency (DLH), and admins verified each report individually while coordinating with field officers manually. This process caused delays in follow-up actions, duplicate reports, and lacked a structured database of illegal waste locations. The system was developed using the Rapid Application Development (RAD) methodology, which allows iterative and flexible processes based on user needs. Data were collected through interviews with DLH officials and field observations to map the reporting workflow of illegal waste disposal sites. The system consists of two platforms: a mobile application for citizens (reporters) and field officers, and a web dashboard for DLH admins. The mobile application for citizens allows reporting illegal waste sites with photos, descriptions, and coordinates through OpenStreetMap integration. The mobile application for field officers receives tasks from admins and monitors the handling status in real-time. The web dashboard enables admins to verify reports, assign tasks to officers, and monitor the overall handling process in real-time. Black Box Testing showed that all main features, such as user authentication, report submission, admin verification, task assignment, and submission of completion proof, functioned according to system requirements. Limited testing indicated that the implementation of the system increased reporting efficiency by 62.5% and strengthened the transparency of the reporting process. Thus, the system is considered effective in facilitating citizens to report illegal waste locations and enabling admins to monitor and follow up reports in real-time.

Keywords: Geographic Information System (GIS); Illegal Waste Site Reporting; Interactive Maps; Environmental Information Systems; Rapid Application Development (RAD)

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu persoalan lingkungan yang kompleks dan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk serta aktivitas ekonomi masyarakat. Permasalahan pengelolaan sampah tidak hanya berkaitan dengan volume timbulan yang tinggi, tetapi juga dengan sistem penanganan yang belum efisien serta rendahnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan. Kondisi ini diperburuk oleh ketidakjelasan lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) yang menyebabkan akumulasi sampah sulit terpantau dan ditangani secara optimal. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat membantu memetakan TPS sehingga mempermudah identifikasi lokasi pembuangan dan mendukung pengelolaan yang lebih efektif oleh pemerintah daerah (Suherman et al., 2024). Kabupaten Majalengka, sebagai salah satu wilayah berkembang di Provinsi Jawa Barat, menghadapi tantangan serupa. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Majalengka, setiap harinya wilayah ini menghasilkan lebih dari 100 ton sampah, namun hanya sebagian kecil yang berhasil diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), menunjukkan adanya ketimpangan antara kapasitas pengelolaan dan jumlah sampah yang dihasilkan (data hasil wawancara, 2025).



Kepala Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Majalengka menyebutkan bahwa sebagian besar masyarakat masih memiliki tingkat kesadaran yang rendah terhadap dampak lingkungan dari pembuangan sampah sembarangan. Fenomena munculnya Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar menjadi salah satu masalah utama yang memicu pencemaran tanah dan air, serta berpotensi menjadi sumber penyakit. Proses pelaporan TPS liar di lapangan saat ini masih dilakukan secara manual melalui komunikasi informal tanpa sistem pelacakan yang terintegrasi. Data pelaporan seringkali disimpan secara tidak teratur, misalnya melalui Google Drive atau media sosial, sehingga rawan hilang dan sulit diverifikasi.

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa penerapan teknologi digital dapat menjadi solusi terhadap permasalahan pengelolaan sampah. Wijaya et al. (2024) melalui penelitian Digital Trash Management di TPS3R Gosari menunjukkan bahwa aplikasi daring dapat meningkatkan efisiensi pencatatan dan pelaporan kegiatan pengelolaan sampah berbasis partisipasi masyarakat. Temuan serupa juga disampaikan oleh Fadhil et al. (2022) yang mengembangkan aplikasi pelaporan berbasis web dengan integrasi basis data MySQL untuk mempercepat proses tindak lanjut laporan masyarakat. Penelitian lainnya seperti oleh Simbolon & Maulany (2024) dan Uncollected Solid Waste Detection and Reporting (2024) juga memanfaatkan machine learning dan geotagging untuk mendeteksi serta melaporkan lokasi penumpukan sampah secara otomatis berbasis ponsel pintar. Selain itu, hasil penelitian (Mulasari et al., 2024), Indonesia menegaskan bahwa pendekatan berbasis masyarakat dapat meningkatkan kualitas pengelolaan sampah, karena warga menjadi aktor utama dalam pelaporan, pengawasan, dan pengambilan keputusan terhadap permasalahan sampah di lingkungannya.

Selain itu, Kannan et al. (2024) menekankan bahwa transformasi menuju Smart Waste Management 4.0 menjadi langkah penting dalam membangun sistem pengelolaan lingkungan yang adaptif dan efisien melalui integrasi Internet of Things (IoT) dan sistem berbasis data. Ibrahim et al. (2024) juga menegaskan pentingnya pengembangan Smart Environmental Management sebagai bagian dari pengelolaan kota berkelanjutan. Pada konteks lokal, penelitian Community Based Waste Management (2023) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis masyarakat mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah di tingkat daerah.

Meskipun berbagai penelitian tersebut memberikan kontribusi penting terhadap pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan sampah, sebagian besar masih berfokus pada wilayah perkotaan besar dengan infrastruktur digital yang relatif baik. Hal ini berbeda dengan kondisi di Kabupaten Majalengka, di mana selain keterbatasan infrastruktur teknologi dan kapasitas operasional petugas, model integrasi sistem pelaporan masih bersifat manual dan terpisah, sehingga menyebabkan proses verifikasi, penugasan, dan pemantauan laporan TPS liar tidak terstruktur dan kurang efisien dibandingkan pendekatan sistem digital yang terintegrasi. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengembangkan sistem pelaporan dan pemantauan TPS liar berbasis web dan mobile yang terintegrasi dengan peta interaktif (OpenStreetMap) dan basis data MySQL.

OpenStreetMap dipilih karena bersifat open source dan mudah diimplementasikan tanpa biaya lisensi, sehingga sesuai dengan kebutuhan pemerintah daerah yang memiliki keterbatasan anggaran (Zhang et al., 2024). Selain itu, penggunaan teknologi Location-Based Service (LBS) pada sistem pelaporan sampah telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi lokasi dan efisiensi penanganan laporan (Umar et al., 2025; Vita Dewi & Yahdin, 2020). Penelitian Ardianti et al. (2025) serta penelitian Suherman et al. (2024) menunjukkan bahwa pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis dapat membantu instansi memantau persebaran titik pembuangan sampah dan meningkatkan efektivitas penanganan. Aplikasi Sistem Informasi Geografis telah digunakan dalam tata kelola persampahan di Kecamatan Cileungsi, Bogor dan terbukti membantu pemerintah daerah dalam memetakan titik-titik TPS secara lebih terstruktur serta memudahkan pengambilan keputusan (Nurkholis et al., 2022).

Dalam konteks sosial, menurut Wildan et al. (2025) menegaskan pentingnya partisipasi masyarakat dalam penerapan sistem pelaporan lingkungan agar aplikasi yang dikembangkan dapat diterima dan digunakan secara berkelanjutan. Temuan ini mendukung urgensi penelitian ini untuk menghadirkan sistem pelaporan TPS liar yang user-friendly, transparan, serta mampu meningkatkan kolaborasi antara masyarakat dan pemerintah daerah.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi efektif terhadap permasalahan pelaporan dan penanganan TPS liar di Kabupaten Majalengka. Melalui pengembangan aplikasi berbasis peta interaktif, masyarakat dapat mengirim laporan disertai foto dan koordinat secara langsung, sedangkan pihak DLH dapat memverifikasi, memantau, dan menindaklanjuti laporan secara real-time. Penelitian ini juga diharapkan berkontribusi dalam mendukung transformasi digital tata kelola lingkungan serta memperkuat implementasi smart environmental management di tingkat daerah. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem aplikasi pelaporan TPS liar berbasis peta interaktif yang dapat meningkatkan efisiensi pelaporan dan transparansi penanganan sampah ilegal.

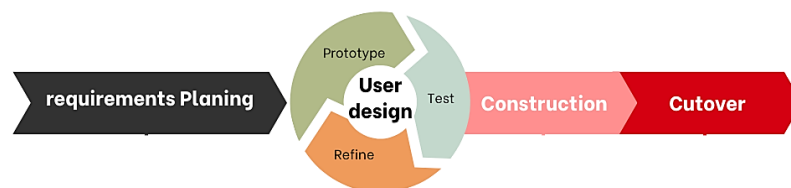
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode pengembangan sistem Rapid Application Development (RAD). Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode pengembangan sistem Rapid Application Development (RAD). Sejumlah penelitian terdahulu menggunakan pendekatan pengembangan sistem yang bersifat agile. Misalnya, Saraswati & Ali (2024) menerapkan Extreme Programming (XP) dalam

pengembangan sistem informasi pengelolaan sampah dengan fokus pada iterasi cepat dan pengujian berkelanjutan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode pengembangan sistem Rapid Application Development (RAD). Pendekatan kualitatif deskriptif dipilih karena memungkinkan peneliti memperoleh gambaran mendalam mengenai kebutuhan, pengalaman, dan alur kerja pengguna melalui wawancara dan observasi. Informasi kualitatif ini kemudian digunakan untuk menginformasikan iterasi desain dan pengembangan sistem RAD, sehingga setiap tahap pengembangan aplikasi dapat disesuaikan dengan masukan pengguna secara cepat dan fleksibel. Penelitian dilakukan di Kabupaten Majalengka, dengan fokus pada wilayah yang memiliki tingkat munculnya Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar yang cukup tinggi. Adapun responden dalam penelitian ini berjumlah 10 orang, terdiri dari masyarakat sekitar, serta pihak Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Majalengka sebagai pemangku kepentingan utama dalam pengelolaan sampah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi pelaporan dan pengelolaan TPS liar berbasis web dan mobile yang dapat memfasilitasi masyarakat dalam melaporkan keberadaan TPS liar secara langsung, sekaligus membantu pihak DLH dalam melakukan verifikasi, tindak lanjut, serta pemantauan laporan secara terpusat dan real-time. Model pengembangan sistem serupa telah digunakan pada penelitian aplikasi lingkungan digital (Khairul et al., 2022; Nuraini & Sutopo, 2023). Tahapan metode RAD ditunjukkan pada Gambar 1, yang memuat alur proses dari perumusan kebutuhan hingga implementasi.



Gambar 1. Rapid Application Development (RAD)

Berdasarkan Gambar 1, metode RAD dalam penelitian ini diterapkan melalui empat tahapan utama yang saling berkesinambungan. Tahap pertama adalah Requirements Planning, yaitu proses pengumpulan kebutuhan sistem yang dilakukan melalui wawancara dan observasi terhadap masyarakat serta pihak Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Majalengka. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai alur pelaporan dan pengelolaan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar, sehingga fitur yang dikembangkan dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna lapangan.

Tahap berikutnya adalah User Design, yang berfokus pada perancangan antarmuka aplikasi secara interaktif melalui pembuatan prototype. Desain ini disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, kemudian dikembangkan untuk memberikan gambaran visual kepada pengguna tentang cara kerja aplikasi yang akan diimplementasikan.

Tahap ketiga adalah Construction, yakni proses pengkodean dan pengujian sistem. Pada tahap ini, aplikasi dikembangkan menggunakan Node.js sebagai backend untuk menangani permintaan data dan logika bisnis, serta MySQL sebagai basis data utama untuk menyimpan informasi laporan dan pengguna. Di sisi lain, Flutter digunakan untuk membangun aplikasi mobile, sedangkan React.js digunakan untuk antarmuka web dashboard bagi admin. Integrasi antarplatform dilakukan agar proses pelaporan, pemantauan, dan pengelolaan data dapat berlangsung secara sinkron dan efisien.

Tahap terakhir adalah Cutover, yaitu proses implementasi dan evaluasi sistem berdasarkan umpan balik dari pengguna. Evaluasi dilakukan untuk menilai sejauh mana sistem telah memenuhi kebutuhan dan mempermudah proses pelaporan serta pengelolaan sampah di lapangan sebelum diterapkan secara penuh.

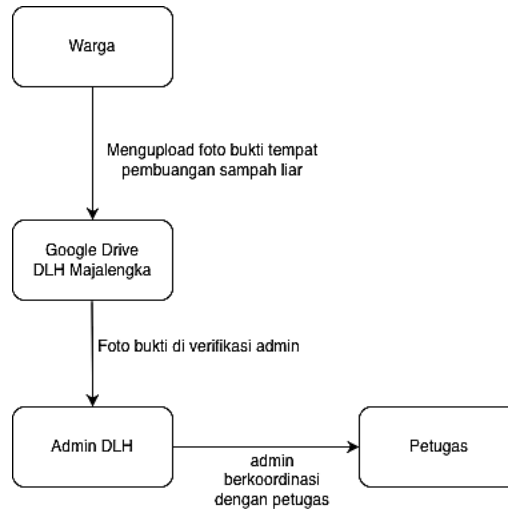
Dalam penelitian ini, variabel utama yang menjadi fokus meliputi tiga aspek, yaitu kemudahan pelaporan TPS liar oleh masyarakat, efektivitas pengelolaan laporan oleh pihak DLH, serta peningkatan transparansi dan kecepatan respon dalam penanganan laporan.

Kerangka pemikiran penelitian menggambarkan bahwa permasalahan utama dalam pengelolaan TPS liar di Kabupaten Majalengka adalah keterbatasan sistem pelaporan dan kurangnya keterlibatan masyarakat dalam proses pengawasan lingkungan. Dengan penerapan metode RAD, diharapkan solusi aplikasi ini mampu menjembatani kebutuhan tersebut melalui sistem pelaporan digital yang cepat, responsif, dan terintegrasi.

2.2 Arsitektur Model Sistem

Arsitektur model dalam penelitian ini berfungsi untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai rancangan sistem yang akan dikembangkan serta menjelaskan hubungan, alur kerja, dan peran dari setiap komponen yang terlibat dalam aplikasi pelaporan titik sampah ilegal. Penyusunan arsitektur dimulai dengan melakukan analisis terhadap prosedur pelaporan yang saat ini berjalan secara manual di lapangan. Pada kondisi eksisting, masyarakat biasanya melaporkan keberadaan timbunan sampah melalui media sosial, pesan instan, atau melakukan kontak langsung ke petugas Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Mekanisme tersebut tidak hanya memakan waktu, namun juga menyulitkan proses pengumpulan data karena informasi yang diterima sering kali tidak terstruktur, tidak terdokumentasi dengan baik, dan tidak memiliki koordinat lokasi yang jelas.

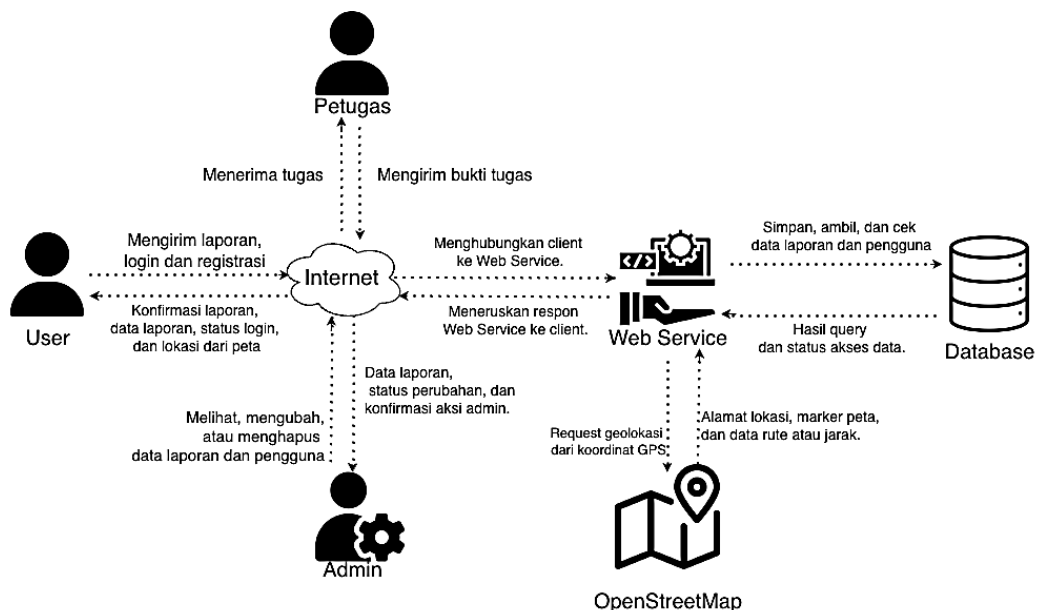
Keterbatasan pada sistem manual ini menyebabkan terjadinya keterlambatan dalam tindak lanjut penanganan lapangan, terutama ketika laporan tidak diteruskan secara sistematis atau tidak tercatat dalam basis data yang dapat diakses oleh pihak berwenang. Selain itu, tidak adanya sistem terintegrasi menyebabkan informasi mengenai titik sampah tidak dapat dipetakan secara real-time sehingga menyulitkan proses prioritas penanganan dan penyusunan perencanaan pengelolaan sampah jangka panjang. Oleh karena itu, rancangan arsitektur sistem berbasis digital ini menjadi penting sebagai fondasi awal untuk menciptakan alur pelaporan yang lebih efisien, transparan, dan berbasis data. Alur perancangan tersebut divisualisasikan secara lengkap pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Pelaporan Saat Ini

Berdasarkan Gambar 2, Sebelum diterapkannya sistem digital berbasis aplikasi, proses pelaporan titik sampah ilegal di Kabupaten Majalengka masih dilakukan secara manual. Masyarakat atau warga yang menemukan lokasi pembuangan sampah liar akan mengambil foto sebagai bukti dan mengunggahnya ke Google Drive milik Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Majalengka. Setelah laporan diunggah, admin DLH akan memverifikasi setiap foto yang masuk secara manual. Apabila laporan dianggap valid, admin kemudian berkoordinasi dengan petugas lapangan untuk menindaklanjuti dan membersihkan titik sampah tersebut.

Proses tersebut tergambar pada arsitektur sistem lama, di mana warga bertindak sebagai pelapor, Google Drive berfungsi sebagai media penyimpanan data, dan admin berperan sebagai penghubung antara laporan masyarakat dengan tindakan petugas lapangan. Meskipun mekanisme ini memungkinkan pelaporan dilakukan, sistem manual tersebut memiliki sejumlah keterbatasan. Proses verifikasi membutuhkan waktu yang lama karena dilakukan secara terpisah dari media pelaporan, tidak terdapat sistem notifikasi atau pelacakan status laporan secara real-time, serta koordinasi antara admin dan petugas masih bergantung pada komunikasi manual. Kondisi ini menunjukkan perlunya sebuah sistem pelaporan digital yang lebih efisien, terintegrasi, dan mampu mempercepat proses tindak lanjut di lapangan, arsitektur model sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Arsitektur Model Sistem



Berdasarkan Gambar 3, arsitektur sistem yang diusulkan dalam penelitian ini dirancang untuk mengatasi permasalahan pelaporan sampah ilegal yang sebelumnya masih dilakukan secara manual. Sistem baru ini berbasis digital dan terintegrasi melalui layanan Web Service dengan backend menggunakan Node.js serta database sebagai pusat penyimpanan data. Arsitektur ini menghubungkan tiga peran utama, yaitu user (warga), admin DLH, dan petugas lapangan, dengan dukungan teknologi peta interaktif dari OpenStreetMap.

Dalam sistem yang diusulkan, warga dapat melakukan registrasi, login, dan mengirim laporan mengenai lokasi pembuangan sampah liar langsung melalui aplikasi. Data laporan yang dikirim, termasuk foto, deskripsi, dan koordinat lokasi, diteruskan ke Web Service melalui koneksi internet. Web Service kemudian menyimpan data ke dalam Database serta mengirimkan status dan konfirmasi kembali kepada pengguna.

Admin DLH memiliki akses untuk melihat, memverifikasi, serta memperbarui status laporan melalui antarmuka sistem. Admin juga dapat menugaskan petugas lapangan berdasarkan lokasi laporan yang masuk. Setelah menerima tugas, petugas akan menuju lokasi sesuai titik koordinat yang tertera di peta dan mengunggah bukti penyelesaian tugas ke dalam sistem.

Komponen OpenStreetMap berperan dalam menyediakan data geolokasi, marker lokasi, serta rute jarak antara titik pelapor dan titik penugasan. Sementara itu, Database menyimpan seluruh informasi pengguna, laporan, serta riwayat tindakan untuk memastikan integritas dan kemudahan akses data.

Melalui arsitektur ini, proses pelaporan, verifikasi, hingga penanganan sampah ilegal dapat dilakukan secara real-time, efisien, dan transparan. Sistem ini juga mempermudah koordinasi antara warga, admin, dan petugas melalui platform digital yang saling terhubung dalam satu ekosistem pengelolaan laporan sampah ilegal.

2.3 Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pengujian dan evaluasi sistem bertujuan untuk menilai sejauh mana aplikasi pelaporan dan pengelolaan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar berbasis web dan mobile mampu meningkatkan efisiensi proses pelaporan dibandingkan dengan metode manual. Fokus pengujian dalam penelitian ini adalah efisiensi waktu penyelesaian laporan, yang diukur dengan membandingkan durasi yang dibutuhkan untuk menangani laporan TPS liar secara manual dan menggunakan sistem digital.

2.3.1 Metode Pengukuran

Pengukuran efisiensi waktu penyelesaian laporan dilakukan melalui simulasi perbandingan antara metode manual dan sistem digital. Pada metode manual, simulasi dilakukan dengan mengikuti alur pelaporan yang biasa diterapkan di lapangan, di mana masyarakat melaporkan keberadaan TPS liar melalui media sosial atau mengunggah foto ke Google Drive milik Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Majalengka. Setelah laporan diterima, admin melakukan verifikasi secara manual untuk memastikan kebenaran laporan, kemudian berkoordinasi dengan petugas lapangan untuk menindaklanjuti laporan tersebut. Proses ini mencakup penentuan lokasi, penugasan petugas, hingga petugas melakukan pembersihan titik TPS liar. Berdasarkan simulasi, proses manual ini membutuhkan waktu yang relatif lebih lama karena bergantung pada komunikasi manual dan tidak adanya sistem pelacakan status laporan secara real-time.

Sementara itu, simulasi proses pada sistem digital menunjukkan alur yang lebih efisien. Masyarakat dapat langsung mengirim laporan melalui aplikasi berbasis web atau mobile, lengkap dengan foto dan koordinat lokasi. Sistem secara otomatis menyalurkan notifikasi kepada admin DLH dan petugas yang bertugas sesuai lokasi laporan. Admin dapat segera memverifikasi laporan melalui dashboard, menugaskan petugas lapangan, dan memantau progres secara real-time. Petugas kemudian menindaklanjuti laporan sesuai koordinat yang tercatat dalam sistem dan mengunggah bukti penyelesaian tugas. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem digital dapat mempercepat proses pelaporan, meningkatkan efisiensi koordinasi, dan memberikan transparansi yang lebih baik dibandingkan metode manual.

2.3.2 Tujuan Evaluasi

Evaluasi sistem dilakukan untuk menilai sejauh mana penerapan aplikasi pelaporan dan pengelolaan TPS liar berbasis web dan mobile dapat mempercepat proses pelaporan dibandingkan dengan metode manual. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk memperoleh data kuantitatif mengenai efisiensi waktu yang dicapai oleh sistem digital dalam setiap tahap pelaporan, mulai dari pengiriman laporan oleh masyarakat hingga tindak lanjut oleh petugas lapangan. Hasil evaluasi diharapkan menunjukkan bahwa sistem digital mampu mempersingkat waktu penyampaian laporan dan mempercepat proses penanganan TPS liar, sehingga pelaporan menjadi lebih cepat, efisien, dan transparan dibandingkan dengan proses manual sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

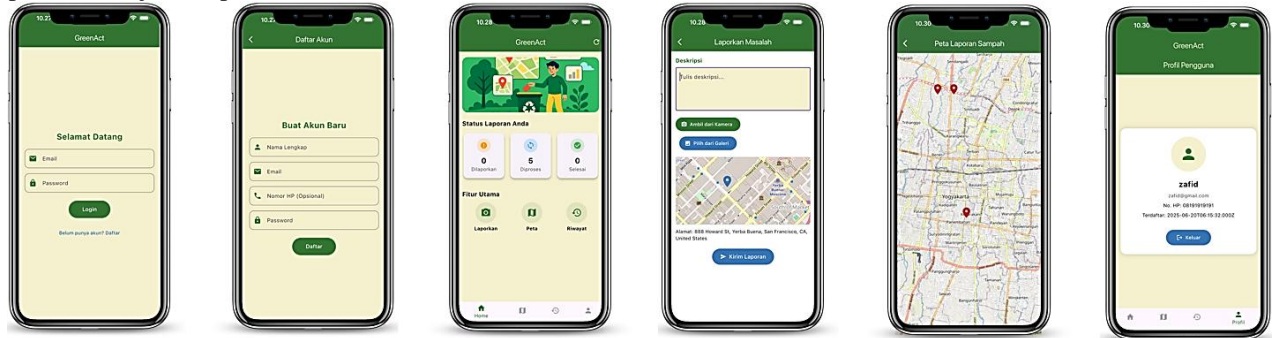
3.1 Implementasi Antarmuka Mobile

Aplikasi pelaporan sampah ilegal ini dirancang untuk mendukung tiga jenis pengguna utama, yaitu warga (user), admin DLH, dan petugas lapangan. Setiap peran memiliki antarmuka dan fitur yang disesuaikan dengan fungsi serta tanggung jawabnya dalam sistem.

Bagi warga, aplikasi menyediakan antarmuka sederhana yang memungkinkan pengguna untuk melaporkan lokasi pembuangan sampah ilegal dengan mengunggah foto, menambahkan deskripsi, serta menentukan titik lokasi melalui peta interaktif berbasis OpenStreetMap.

Sementara itu, admin DLH memiliki antarmuka yang berfungsi untuk memverifikasi laporan yang masuk, memantau status laporan, serta menugaskan petugas lapangan melalui sistem yang terintegrasi dengan layanan web (Web Service) berbasis Node.js.

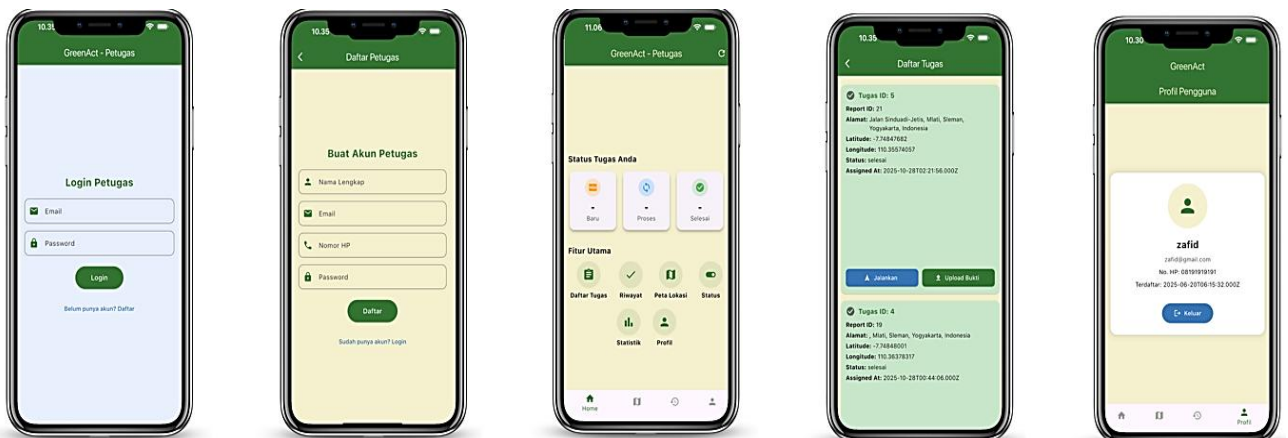
Untuk petugas lapangan, antarmuka aplikasi dirancang agar memudahkan mereka dalam menerima tugas, menampilkan detail lokasi laporan, serta mengunggah bukti penyelesaian tugas setelah tindakan di lapangan dilakukan. Implementasi antarmuka mobile pada aplikasi ini menekankan aspek kemudahan penggunaan, efisiensi proses pelaporan, serta keterhubungan real-time antara warga, admin, dan petugas. Beberapa tampilan utama dari antarmuka aplikasi ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut.



Gambar 4. Implementasi Aplikasi Warga, Halaman Login, Registrasi, Beranda, Laporan, Peta Penyebaran, Profile

Berdasarkan Gambar 4, tampilan awal terdiri dari halaman Login yang memungkinkan pengguna masuk menggunakan email dan kata sandi, serta tautan untuk membuat akun baru. Halaman Daftar Akun menyediakan form pendaftaran bagi pengguna baru dengan kolom nama lengkap, email, nomor telepon, dan kata sandi. Setelah berhasil masuk, pengguna diarahkan ke halaman Beranda, yang menampilkan ringkasan status laporan (dilaporkan, diproses, dan selesai) serta tiga fitur utama, yaitu Laporkan, Peta, dan Riwayat.

Halaman Laporkan Masalah memungkinkan pengguna melaporkan lokasi pembuangan sampah ilegal dengan menulis deskripsi, menambahkan foto dari kamera atau galeri, serta menentukan titik lokasi melalui peta interaktif berbasis OpenStreetMap. Pada halaman Peta Laporan Sampah, pengguna dapat melihat persebaran lokasi laporan yang ditandai dengan marker sesuai koordinat. Terakhir, halaman Profil Pengguna menampilkan informasi akun seperti nama, email, nomor telepon, serta tombol untuk logout. Sedangkan Gambar 5 dibawah ini merupakan tampilan utama dari antarmuka aplikasi petugas



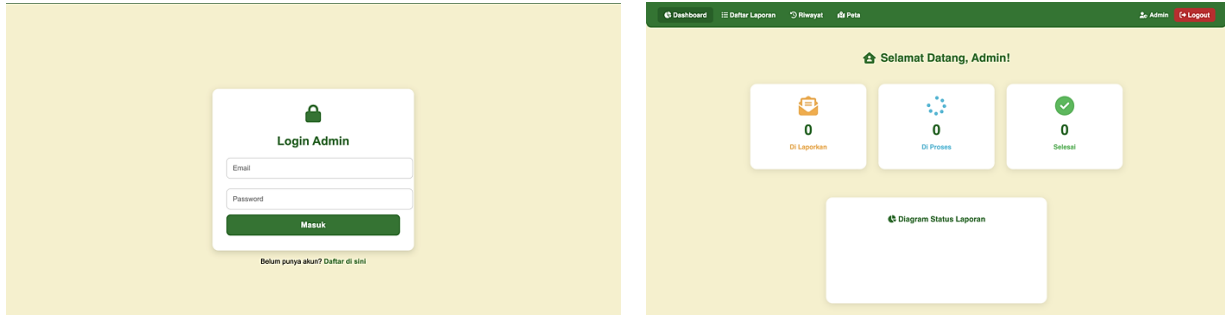
Gambar 5. Implementasi Aplikasi Petugas, Halaman Login, Registrasi, Beranda, Daftar Tugas, Profile

Berdasarkan Gambar 5, halaman Login Petugas digunakan untuk masuk ke sistem dengan email dan kata sandi yang telah terdaftar. Jika belum memiliki akun, petugas dapat melakukan pendaftaran melalui halaman Daftar Akun Petugas, dengan mengisi nama lengkap, email, nomor telepon, dan kata sandi. Setelah berhasil login, petugas diarahkan ke halaman Beranda, yang menampilkan status tugas (baru, diproses, dan selesai) serta fitur utama seperti Daftar Tugas, Riwayat, Peta Lokasi, dan Statistik.

Pada halaman Daftar Tugas, petugas dapat melihat detail laporan yang telah ditugaskan oleh admin DLH, termasuk informasi lokasi, deskripsi masalah, serta waktu penugasan. Petugas juga dapat menandai tugas yang telah diselesaikan dan mengunggah bukti berupa foto hasil penanganan di lapangan. Terakhir, halaman Profil Pengguna menampilkan informasi akun petugas seperti nama, email, nomor telepon, serta tombol untuk logout.

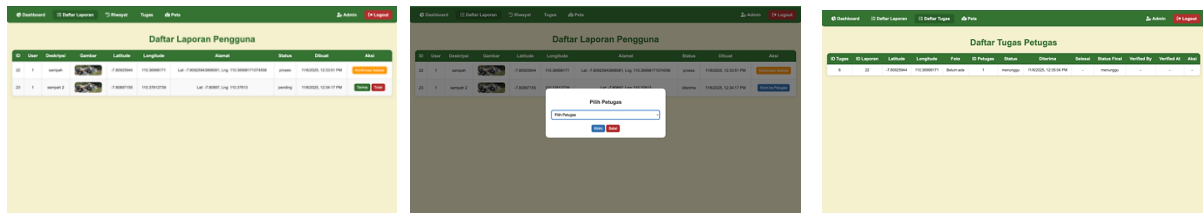
3.2 Implementasi Antarmuka Website

Antarmuka website pada aplikasi pelaporan sampah ilegal berbasis peta interaktif dirancang untuk digunakan oleh pihak Dinas Lingkungan Hidup (DLH) sebagai admin dalam melakukan verifikasi laporan, memantau status penanganan, serta mengelola data pengguna dan petugas lapangan. Tampilan antarmuka dibuat sederhana dan responsif agar mudah diakses melalui berbagai perangkat, baik komputer maupun tablet, dengan tetap menonjolkan aspek kemudahan navigasi dan keterbacaan informasi., sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7



Gambar 6 Implementasi Web Admin Halaman Login, Beranda,

Gambar 6 menunjukkan dua tampilan utama dari antarmuka website. Gambar pertama menampilkan halaman Login Admin, yang berfungsi sebagai gerbang masuk bagi pengguna dengan hak akses admin. Pada halaman ini, admin harus memasukkan email dan kata sandi yang telah terdaftar untuk dapat mengakses sistem. Setelah proses autentikasi berhasil, admin akan diarahkan ke halaman Dashboard Utama sebagaimana ditunjukkan pada gambar kedua. Dashboard ini menampilkan ringkasan status laporan yang terbagi menjadi tiga kategori, yaitu Dilaporkan, Diproses, dan Selesai. Selain itu, terdapat diagram visual yang menyajikan statistik laporan secara real-time untuk membantu admin memantau perkembangan penanganan sampah di berbagai lokasi.



Gambar 7. Implementasi Web Admin Halaman Daftar Laporan Pengguna

Berdasarkan Gambar 7, setiap laporan yang masuk dapat diverifikasi langsung oleh admin melalui tombol aksi yang tersedia. Admin dapat meninjau bukti foto dan lokasi laporan sebelum menentukan tindakan selanjutnya, seperti pada gambar kedua, admin dapat mengirim laporan ke petugas untuk ditindaklanjuti di lapangan atau menolak laporan apabila data yang diterima tidak valid. Status laporan akan diperbarui secara otomatis setelah tindakan dipilih, misalnya menjadi diterima, pending, atau selesai. Selanjutnya berdasarkan gambar ketiga admin dapat memantau status dan bukti tugas yang telah di kirimkan petugas kemudian memverifikasi bukti tugas. Implementasi halaman ini membantu mempercepat proses verifikasi dan distribusi tugas secara digital, menggantikan metode manual yang sebelumnya memerlukan koordinasi melalui pesan atau pencatatan terpisah. Dengan demikian, sistem ini meningkatkan efisiensi, akurasi, serta transparansi dalam pengelolaan laporan sampah ilegal oleh pihak DLH.

3.3 Hasil Pengujian Sistem

3.3.1 Hasil Pengujian Black Box Testing

Pada tahap ini, penelitian melakukan pengujian sistem menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam aplikasi pelaporan TPS liar berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan dengan memberikan input pada masing-masing fitur dan membandingkan keluaran aktual dengan keluaran yang diharapkan tanpa memeriksa proses internal sistem. Proses pengujian melibatkan tiga jenis pengguna, yaitu masyarakat sebagai pelapor, admin sebagai verifikator laporan, dan petugas lapangan sebagai pihak yang menangani tugas di lapangan. Tabel 1 menyajikan hasil pengujian black box untuk pengguna pelapor, Tabel 2 menampilkan hasil pengujian yang dilakukan pada fitur-fitur yang digunakan oleh admin, dan Tabel 3 memuat hasil pengujian black box untuk fitur yang digunakan oleh petugas lapangan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Warga

Skenario Uji	Input/Action	Hasil	Kesimpulan
Register Pengguna	Pengguna mengisi nama, email, nomor telepon, dan kata sandi, lalu klik Daftar	Akun berhasil dibuat dan data tersimpan di database melalui Web	Berhasil



Skenario Uji	Input/Action	Service	
		Hasil	Kesimpulan
Login Pengguna	Pengguna memasukkan email dan kata sandi yang valid lalu klik Login	Sistem memverifikasi kredensial, menyimpan data sesi, dan menampilkan halaman beranda	Berhasil
Kirim Laporan Sampah	Pengguna mengisi deskripsi, mengunggah foto, memilih titik lokasi di peta, lalu klik Kirim Laporan	Laporan tersimpan di database, menampilkan notifikasi “Laporan berhasil dikirim”	Berhasil
Lihat Peta Laporan	Pengguna membuka menu Peta untuk melihat sebaran titik laporan	Sistem menampilkan marker lokasi laporan pada peta interaktif berbasis OpenStreetMap	Berhasil
Lihat Riwayat Laporan	Pengguna membuka menu Riwayat untuk melihat laporan sebelumnya	Sistem menampilkan daftar laporan lengkap dengan status (diproses/selesai)	Berhasil

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian terhadap fitur-fitur yang digunakan oleh pengguna (warga) pada aplikasi GreenAct. Berdasarkan hasil uji coba, seluruh fungsi utama seperti registrasi akun, login, pengiriman laporan, serta penampilan data peta dan riwayat laporan dapat berjalan dengan baik. Data laporan berhasil dikirim ke server melalui Web Service dan ditampilkan kembali pada peta interaktif berbasis OpenStreetMap. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu memfasilitasi warga dalam melaporkan lokasi pembuangan sampah ilegal secara efisien dan real-time.

Tabel 2 dibawah ini menyajikan hasil pengujian Black Box yang dilakukan pada fitur-fitur yang digunakan oleh petugas lapangan. Pengujian ini mencakup seluruh proses operasional yang menjadi tanggung jawab petugas, mulai dari penerimaan tugas yang dikirimkan oleh admin, pembaruan status penanganan laporan di lapangan, pengunggahan dokumentasi penyelesaian, hingga proses penyelesaian dan konfirmasi tugas.

Tabel 2. Hasil Pengujian Petugas

Skenario Uji	Input/Action	Hasil	Kesimpulan
Register Petugas	Petugas mengisi nama, email, nomor telepon, dan kata sandi, lalu klik Daftar	Akun berhasil dibuat dan data tersimpan di database melalui Web Service	Berhasil
Login Petugas	Petugas memasukkan email dan kata sandi yang valid lalu klik Login	Sistem memverifikasi kredensial, menyimpan data sesi, dan menampilkan halaman beranda	Berhasil
Lihat Daftar Tugas	Petugas membuka menu “Daftar Tugas”	Sistem menampilkan daftar laporan yang telah ditugaskan oleh admin	Berhasil
Navigasi ke Titik TPS Liar	Petugas membuka salah satu tugas, lalu klik tombol “Jalankan”	Sistem otomatis membuka Google Maps menggunakan koordinat latitude & longitude dari laporan TPS liar	Berhasil
Unggah Bukti Selesai	Petugas memilih tugas, menambahkan foto bukti, lalu klik Upload Bukti	Sistem memperbarui status laporan menjadi “Selesai” dan menyimpan bukti di database	Berhasil

Tabel 2 menampilkan hasil pengujian pada antarmuka petugas lapangan. Berdasarkan hasil uji, seluruh proses mulai dari login, penerimaan daftar tugas, hingga pengunggahan bukti penyelesaian tugas dapat dilakukan tanpa kendala. Sistem berhasil memperbarui status laporan menjadi “Selesai” setelah petugas mengirimkan bukti foto ke server. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara antarmuka petugas dan sistem backend telah berjalan dengan baik, serta mendukung proses verifikasi lapangan secara langsung.

Tabel 3 menampilkan hasil pengujian yang dilakukan pada berbagai fitur yang digunakan oleh admin, mulai dari proses verifikasi laporan, pengelolaan data pengguna dan petugas, hingga proses pembuatan dan pengiriman tugas kepada petugas lapangan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi administratif dapat dijalankan dengan benar, responsif, serta konsisten dengan alur bisnis yang telah ditetapkan dalam sistem.

Tabel 3. Hasil Pengujian Admin

Skenario Uji	Input/Action	Hasil	Kesimpulan
Verifikasi Laporan	Admin membuka menu Daftar Laporan dan klik tombol Kirim ke Petugas	Sistem memperbarui status laporan menjadi “Diproses” dan menugaskan petugas	Berhasil
Mengirimkan Tugas ke Petugas	Admin memilih salah satu laporan dan klik tombol “Tugaskan Petugas”, kemudian	Sistem menyimpan penugasan petugas dan status laporan berubah menjadi “Ditugaskan ke [Nama Petugas]”	Berhasil



Skenario Uji	Input/Action	Hasil	Kesimpulan
Konfirmasi Selesai	memilih nama petugas dari daftar Admin meninjau bukti tugas selesai dari petugas dan klik Konfirmasi Selesai	Status laporan berubah menjadi “Selesai” dan tersimpan di database	Berhasil
Lihat Peta Laporan	Admin membuka menu Peta	Sistem menampilkan seluruh laporan pengguna dengan marker pada peta interaktif	Berhasil

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian terhadap antarmuka admin DLH yang berfungsi mengelola dan memverifikasi laporan dari warga. Berdasarkan pengujian, admin dapat melihat daftar laporan, menugaskan petugas melalui tombol Kirim ke Petugas, serta mengubah status laporan menjadi “Selesai” setelah proses penanganan dilakukan. Selain itu, fitur peta laporan juga berfungsi dengan baik dalam menampilkan sebaran titik laporan dari seluruh pengguna. Hasil ini membuktikan bahwa sistem admin dapat beroperasi secara optimal dalam memantau dan mengoordinasikan proses penanganan laporan sampah ilegal.

3.5.2 Pengujian Efisiensi Waktu pada Sistem Pelaporan Sampah Liar

Untuk mengukur peningkatan efisiensi yang dihasilkan oleh sistem pelaporan sampah yang dikembangkan, dilakukan perbandingan antara waktu yang dibutuhkan pada proses manual dengan waktu yang dibutuhkan saat menggunakan sistem. Perbandingan ini meliputi seluruh alur pelaporan, mulai dari pelaporan warga, verifikasi admin, penugasan petugas, hingga pelaporan penyelesaian. Pengukuran waktu dilakukan melalui uji coba terbatas yang disimulasikan oleh peneliti, dengan memperkirakan durasi setiap aktivitas berdasarkan skenario nyata di lapangan. Hasil perbandingan waktu tersebut ditampilkan pada Tabel 4, yang menunjukkan besarnya penghematan waktu serta persentase peningkatan efisiensi pada setiap aktivitas.

Tabel 4. Perbandingan Waktu Proses Manual dan Sistem Pelaporan Sampah Liar

Aktivitas	Proses Manual	Dengan Sistem	Penghematan Waktu	Peningkatan Efisiensi
Pelaporan oleh Warga	± 5 menit (foto lokasi pakai aplikasi berkoodinat → upload ke Google Drive)	± 2 menit (isi form + unggah foto + titik lokasi otomatis)	3 menit lebih cepat	60%
Verifikasi Admin	5–7 menit (admin membuka link foto warga di Google Drive, mengecek koordinat secara manual di Google Maps)	± 2 menit (verifikasi otomatis dengan foto & koordinat)	3–5 menit lebih cepat	66.7%
Penugasan Petugas	± 10 menit (hubungi petugas satu per satu melalui chat)	± 2 menit (assign tugas via sistem + notifikasi otomatis)	8 menit lebih cepat	80%
Pelaporan Penyelesaian oleh Petugas	± 5 menit (ambil foto, kirim manual, update status secara lisan)	± 2 menit (unggah foto + status selesai di aplikasi)	3 menit lebih cepat	60%

Pada Tabel 4 menunjukkan perbandingan waktu antara proses manual dan proses menggunakan sistem pada setiap tahapan pengelolaan laporan sampah ilegal. Meskipun pada beberapa aktivitas selisih waktu terlihat hanya berkisar 2–3 menit, penghematan ini tetap memberikan dampak yang sangat signifikan ketika dikalikan dengan jumlah laporan yang diterima oleh DLH dalam jangka waktu tertentu. Misalnya, pada skenario di mana terdapat puluhan hingga ratusan laporan per bulan, efisiensi waktu yang kecil pada satu proses akan terakumulasi dan menghasilkan penghematan waktu operasional yang besar. Selain itu, percepatan proses di setiap tahap juga mengurangi potensi keterlambatan, meningkatkan responsivitas petugas, serta mempercepat penyelesaian kasus di lapangan. Dengan demikian, implementasi sistem pelaporan berbasis aplikasi terbukti tidak hanya mempercepat alur kerja, tetapi juga meningkatkan efektivitas koordinasi dan kualitas layanan secara keseluruhan. Selain itu, percepatan waktu pada setiap tahapan turut meningkatkan kejelasan alur penyampaian informasi antar pihak yang terlibat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem digital mampu meminimalkan hambatan komunikasi dan mengurangi risiko penumpukan laporan yang sering terjadi pada mekanisme manual.

3.5.3 Analisis Potensi Dampak Sistem terhadap Efisiensi Penanganan Sampah Liar

Meskipun hasil pengujian menggunakan metode Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi pelaporan sampah ilegal berbasis peta interaktif berfungsi dengan baik, pengujian tersebut hanya menilai aspek fungsionalitas sistem. Untuk memastikan kontribusi aplikasi terhadap tujuan penelitian, diperlukan analisis lanjutan yang menilai peningkatan efisiensi proses pelaporan, verifikasi, dan penanganan laporan setelah sistem diterapkan.

Berdasarkan data efisiensi waktu yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, seluruh tahapan kerja menunjukkan pengurangan waktu proses yang signifikan dibandingkan metode manual. Penggunaan fitur seperti



pelaporan dengan koordinat otomatis, verifikasi berbasis data terintegrasi, penugasan petugas melalui notifikasi sistem, serta pelacakan status laporan terbukti mempercepat alur kerja dan mengurangi hambatan koordinasi. Temuan ini memperkuat bahwa sistem tidak hanya meningkatkan kemudahan operasional, tetapi juga memberikan dampak langsung terhadap percepatan penanganan kasus.

Dengan mempertimbangkan perbedaan sebelum dan sesudah penerapan sistem serta data efisiensi yang dihasilkan, analisis berikutnya meninjau bagaimana fitur utama seperti peta interaktif, integrasi web service, dan notifikasi real-time mendukung peningkatan efektivitas pengelolaan laporan. Tabel 5 berikut menyajikan ringkasan potensi dampak sistem terhadap efisiensi proses pengelolaan sampah ilegal.

Tabel 5. Analisis Potensi Dampak Sistem terhadap Efisiensi Penanganan Sampah Ilegal

Indikator	Kondisi Sebelum Sistem	Kondisi Sesudah Sistem	Peningkatan Efisiensi
Proses Pelaporan	Manual melalui prosesupload ke google drive DLH	Digital melalui aplikasi unggah foto, deskripsi, dan titik lokasi di peta	Kecepatan dan akurasi pelaporan meningkat
Verifikasi Laporan	Mengandalkan laporan manual dan verifikasi pengecekan koordinat secara manual di Google Map	Admin dapat memverifikasi laporan dengan bukti foto dan koordinat dari sistem	Waktu verifikasi lebih singkat
Penugasan Petugas	Dilakukan secara lisan atau melalui pesan pribadi	Terotomatisasi melalui web service dengan notifikasi tugas ke akun petugas	Koordinasi penugasan lebih cepat dan terstruktur
Pemantauan Lokasi	Tidak ada peta lokasi terintegrasi, sulit melacak titik laporan	Menggunakan peta interaktif (OpenStreetMap) dengan marker dan rute lokasi	Monitoring lokasi lebih mudah dan visual
Pelaporan Hasil Tugas	Dilakukan melalui pesan atau laporan fisik	Petugas mengunggah bukti penyelesaian (foto & status) langsung di aplikasi	Transparansi hasil pekerjaan meningkat
Komunikasi Antar Pihak	Terbatas dan tidak terdokumentasi	Notifikasi otomatis dan status laporan real-time antar warga, admin, dan petugas	Komunikasi lebih cepat dan terdokumentasi
Akses Data dan Riwayat	Data laporan tersebar dan sulit diakses kembali	Data tersimpan di database terpusat dan mudah diakses kapan saja	Kemudahan akses dan integritas data meningkat

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa sistem pelaporan sampah ilegal yang dikembangkan memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi dan transparansi dalam proses pengelolaan sampah. Dalam hal verifikasi dan penugasan, admin DLH kini dapat meninjau laporan dengan bukti visual dan langsung mengirimkan tugas kepada petugas tanpa perlu melalui proses komunikasi berulang, sehingga waktu penanganan dapat dipersingkat. Integrasi peta interaktif OpenStreetMap juga membantu petugas dalam menavigasi lokasi dengan rute yang optimal, sekaligus memudahkan admin dalam memantau sebaran laporan secara menyeluruh. Selain itu, proses pelaporan hasil tugas yang terdokumentasi dalam sistem meningkatkan transparansi karena setiap tindakan memiliki bukti digital yang tersimpan di database. Sistem notifikasi dan pembaruan status secara real-time turut memperlancar komunikasi antar pihak, memastikan laporan tidak terabaikan dan selalu terpantau perkembangannya. Bagi pihak DLH sebagai pengawas, dashboard berbasis web yang disediakan mampu menampilkan visualisasi data laporan dan status penyelesaian secara komprehensif sehingga proses pengawasan dapat dilakukan lebih efisien tanpa memerlukan pemeriksaan lapangan secara langsung.

Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menekankan pentingnya digitalisasi proses pelaporan lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Yusup et al. (2025) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Sampah Berbasis Digital untuk Meningkatkan Efisiensi Layanan Kebersihan di Desa Pematang Serai” menunjukkan bahwa pelaporan berbasis aplikasi mampu meningkatkan responsivitas instansi pemerintah, sedangkan. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Rusdhianto dan Imanda (2025) mengenai Perancangan Sistem Pengaduan Masyarakat Berbasis Web yang Terintegrasi GIS menunjukkan bahwa penggunaan peta interaktif dalam sistem pelaporan publik mampu mempercepat proses validasi lokasi. Hal ini disebabkan karena koordinat dan titik kejadian dapat diverifikasi secara langsung melalui antarmuka peta digital tanpa memerlukan pengecekan manual menggunakan aplikasi terpisah, sehingga proses identifikasi lokasi menjadi lebih cepat dan akurat. Namun, berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut yang umumnya hanya menitikberatkan pada satu aspek, seperti pelaporan atau pemetaan posisi, penelitian ini menggabungkan beberapa komponen pelaporan warga, verifikasi admin, penugasan



petugas, dan pelaporan hasil pekerjaan dalam satu alur sistem yang terintegrasi. Hal ini menjadikan sistem yang dikembangkan lebih komprehensif dan operasional dibandingkan model sebelumnya. Selain itu, penerapan web service dan notifikasi real-time memberikan nilai tambah yang tidak banyak ditemukan pada penelitian lain, terutama dalam konteks pengolahan sampah ilegal di tingkat daerah. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya relevan dengan literatur yang ada, tetapi juga memperluas pendekatan yang digunakan sebelumnya dengan menyediakan sistem yang lebih efisien, transparan, dan adaptif terhadap kebutuhan operasional lapangan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem pelaporan sampah ilegal berbasis aplikasi mobile dan web yang terintegrasi dengan peta interaktif untuk mendukung proses pelaporan, verifikasi, dan penanganan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar secara lebih cepat dan akurat. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi operasional, transparansi data, dan akurasi validasi lokasi melalui pemanfaatan koordinat geografis berbasis OpenStreetMap serta alur kerja digital yang terdokumentasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peningkatan efisiensi waktu yang signifikan pada seluruh tahapan proses pelaporan jika dibandingkan dengan metode manual yang sebelumnya digunakan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Pengukuran efisiensi waktu menunjukkan bahwa proses pelaporan warga menjadi 60% lebih cepat, verifikasi laporan oleh admin meningkat efisiensinya hingga 66,7%, penugasan petugas dipercepat sebesar 80%, dan pelaporan penyelesaian di lapangan menjadi 60% lebih cepat. Penghematan waktu ini memberikan dampak yang semakin besar ketika jumlah laporan meningkat, sehingga sistem berpotensi memperbaiki responsivitas dan kualitas layanan secara keseluruhan. Selain efisiensi waktu, integrasi peta interaktif juga membantu meningkatkan akurasi informasi lokasi dan mempercepat proses validasi titik kejadian karena koordinat laporan dapat diverifikasi secara langsung tanpa pemeriksaan manual melalui aplikasi terpisah. Digitalisasi alur komunikasi antara warga, admin, dan petugas turut mengurangi potensi kehilangan data, meningkatkan transparansi proses, serta menyediakan riwayat penanganan yang dapat dipantau secara real-time melalui dashboard web. Berdasarkan pengujian menggunakan metode Black Box Testing, seluruh fitur inti sistem telah berjalan sesuai kebutuhan fungsional. Namun, pengujian masih terbatas pada aspek teknis dan belum mencakup evaluasi tingkat kepuasan atau penerimaan pengguna secara langsung di lapangan. Meski demikian, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi besar untuk mendukung percepatan penanganan TPS liar dan meningkatkan koordinasi antar pemangku kepentingan dalam pengelolaan lingkungan berbasis digital. Dengan demikian, sistem ini dapat dijadikan landasan untuk implementasi skala lebih luas serta penelitian lanjutan yang mencakup uji coba lapangan, analisis usability, peningkatan fitur keamanan data, dan integrasi dengan sistem informasi lingkungan daerah dalam rangka mendorong pengembangan smart city yang berkelanjutan.

REFERENCES

- Ardianti, M., Suakanto, S., & Zulkarnaen, R. Z. (2025). Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi Development of Waste Management Application using GIS. *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, 14(6), 3020–3027. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v14i6.5680>
- Aulia, W., Santosa, I., Ihsan DRSAS, M., & Nugraha, A. (2025). Designing For Adoption: Participatory Approaches To Waste Processing Solutions In Bekasi, Indonesia. *Proceedings of SIIDEF 2024 — Sewon International Industrial Design Fair (Act Locally Design Globally, Empathy in Local Innovation)*, 34–57. <https://digilib.isi.ac.id/21656/1/3%20Wildan%20DESIGNING%20FOR%20ADOPTION%2034-57.pdf>
- Fadhil, A., Gusman, D., & Setiawan, B. (2022). Web-Based Waste Reporting Application Programming in Kampar District. *Journal Of Engineering Science And Technology Management*, 2(2), 10–16. <https://doi.org/10.31004/jestm.v2i1.19>
- Isa Ali Ibrahim, M. A. B. (2024). A Comprehensive Review of How the Smart Waste Management System Works. *Global Journal of Research in Engineering & Computer Sciences (GJRECS)*, 4. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13754149>
- Kannan, D., Khademolqorani, S., Janatyan, N., & Alavi, S. (2024). Smart waste management 4.0: The transition from a systematic review to an integrated framework. *Waste Management*, 174, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.08.041>
- Khairul, A., Gusman, D., & Adeswastoto, H. (2022). Web-Based Waste Reporting Application Analysis in Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kampar. *Journal of Engineering Science and Technology Management*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.31004/jestm.v2i1.18>
- Mulasari, S. A., Husodo, A. H., Sulistyawati, S., Sukesu, T. W., & Tentama, F. (2024). Community-driven Waste Management: Insights from an Action Research Trial in Yogyakarta, Indonesia. *The Open Public Health Journal*, 17(1). <https://doi.org/10.2174/0118749445334410241122102430>
- Nuraini, F., & Sutopo, J. (2023). Pengembangan Sistem Informasi Bank Sampah untuk Optimalisasi Pengelolaan Data. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 5(3), 249–261. <https://doi.org/10.35746/jtim.v5i3.409>
- Nurkholis, N., Iskandar, & Pria Sukamto. (2022). Tata kelola persampahan di kecamatan Cileungsi kabupaten Bogor menggunakan aplikasi sistem informasi geografis. *INFOTECH: Jurnal Informatika Teknologi*, 3(1), 12–19. <https://doi.org/10.37373/infotech.v3i1.239>



- Puspasari Wijaya, D., Subhan Yazid, A., Heksaputra, D., Satria Wicaksana, R., & Febriana Dewi, P. (2024). APLIKASIA: Jurnal Aplikasi Ilmu-ilmu Agama Implementasi Aplikasi Digital Trash Management Di Tps3r Go-Sari Dengan Metode Participatory Action Research. *Jurnal Aplikasi Ilmu-Ilmu Agama*, 24(2), 121–132. <https://doi.org/10.14421/aplikasia.v24i2.3969>
- Ratni JAR, N. (2023). Community Based Waste Management For Quality Improvement Economy And Environment. *Tamansiswa Management Journal International (TMJI)*, 9(1). <https://doi.org/10.54204/TMJI/Vol912023011>
- Rusdhianto, F., & Imanda, R. (2025). Perancangan Sistem Pengaduan Masyarakat Berbasis Web Dengan Terintegrasi GIS Studi Kasus Muara Baru Jakarta Utara. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 14(2), 371–382. <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v14i2.8592>
- Saraswati, G. W., & Ali, M. A. (2024). Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Pengelolaan Sampah Menggunakan Metode Extreme Programming. *Jurnal Manajemen Informatika & Sistem Informasi (MISI)*, 7(2), 81–93. <https://doi.org/10.36595/misi.v5i2>
- Simbolon, S. P., & Maulany, R. (2024). Perancangan Aplikasi Pendeteksi Jenis-jenis Sampah Berbasis Android (English: Development of an Android-Based Waste Type Detection). *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(3), 926–935. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i3.1337>
- Suherman, Sigit, H. T., & Aditia, M. (2024). Sistem Pemetaan Tempat Pembuangan Sampah Sementara Menggunakan Teknologi Sistem Informasi Geografis. *JSiI (Jurnal Sistem Informasi)*, 11(2), 21–26. <https://doi.org/10.30656/jsii.v11i2.9164>
- Umar, N., William Asrul, B. E., & Wabula, Y. (2025). Evaluating the Performance of an LBS-Based Waste Reporting Application for Digital Waste Management. *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, 9(4), 1730–1739. <https://doi.org/10.30871/jaic.v9i4.9945>
- Vita Dewi, S., & Yahdin, R. (2020). Reporting The Location Of Waste Collection In Android Bases System In Banda Aceh City. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(2), 94–103. <https://doi.org/10.22373/cj.v4i2.7853>
- Yusup, M., Siahaan, M. D. L., & Raihan, M. (2025). Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Sampah Berbasis Digital untuk Meningkatkan Efisiensi Layanan Kebersihan di Desa Pematang Serai. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, 4(2), 1377–1386. <https://doi.org/10.62712/juktisi.v4i2.674>
- Zhang, X., An, J., Zhou, Y., Yang, M., & Zhao, X. (2024). How sustainable is OpenStreetMap? Tracking individual trajectories of editing behavior. *International Journal of Digital Earth*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2311320>
- Zhou, P., Ndlovu, B. M., Dube, S., & Maguraushe, K. (2024). Uncollected Solid Waste Detection and Reporting Using Machine-learning and Geotagging. *Paper Pada European Conference on Innovation and Entrepreneurship (ECIE)*, 19(1). <https://doi.org/10.34190/ecie.19.1.2581>