

Model Sistem Digital Bank Sampah Mustika Melati Melalui Pendekatan Gamifikasi dan SIG

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v15i1.3489>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)

Yoga Bagus Fahriza^{1*}, Ahmad Jazuli², Esti Wijayanti³

Teknik Informatika, Universitas Muria Kudus, Kudus, Indonesia

*e-mail Corresponding Author: yogabagusfahriza@gmail.com

Abstract

Waste bank management at the village level still faces challenges such as manual recording, limited data transparency, unintegrated monitoring of slum areas, and low community participation. The Mustika Melati Waste Bank in Getas Pejaten Village is one such waste bank that still uses a manual system, resulting in suboptimal management. This research aims to develop a website-based digital waste bank system with integrated gamification and a Geographic Information System (GIS). GIS is used to map slum areas based on validated and accurate coordinates, allowing them to be accurately displayed on a digital map. Gamification is implemented to increase community engagement. Black Box testing results indicate that all features function as intended. Attendance data shows an increase in community participation from 6 people before the system was implemented to 16 people after the system was implemented, and this remained stable in the following month. This system supports more participatory and data-driven waste bank management.

Keywords: Digital Waste Bank; Gamification; Geographic Information System; Waste Management; Website

Abstrak

Pengelolaan bank sampah di tingkat desa masih menghadapi kendala berupa pencatatan manual, keterbatasan transparansi data, belum terintegrasinya pemantauan lokasi kumuh, serta rendahnya partisipasi masyarakat. Bank Sampah Mustika Melati di Desa Getas Pejaten merupakan salah satu bank sampah yang masih menggunakan sistem manual sehingga pengelolaannya belum optimal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem bank sampah digital berbasis website dengan integrasi gamifikasi dan Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG digunakan untuk memetakan lokasi kumuh berdasarkan titik koordinat yang telah divalidasi dan dinyatakan akurat, sehingga dapat ditampilkan secara tepat pada peta digital. Gamifikasi diterapkan untuk meningkatkan keterlibatan warga. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai fungsi. Data kehadiran menunjukkan peningkatan partisipasi warga dari 6 orang sebelum sistem diterapkan menjadi 16 orang setelah sistem digunakan, serta tetap stabil pada bulan berikutnya. Sistem ini mendukung pengelolaan bank sampah yang lebih partisipatif dan berbasis data.

Kata kunci: Bank Sampah Digital; Gamifikasi; Sistem Informasi Geografis; Pengelolaan Sampah; Website.

1. Pendahuluan

Pengelolaan sampah menjadi isu lingkungan yang semakin rumit sejalan dengan bertambahnya jumlah sampah yang dihasilkan oleh masyarakat. Kondisi ini tidak hanya dialami oleh daerah perkotaan, tetapi juga terjadi di wilayah pedesaan yang pada umumnya masih menghadapi keterbatasan dalam sistem pengelolaan, serta rendahnya tingkat kesadaran dan keterlibatan warga[1]. Pengelolaan sampah yang tidak optimal berpotensi menimbulkan dampak lingkungan dan kesehatan, sehingga diperlukan sistem pengelolaan yang efektif, terstruktur, dan berkelanjutan [2].

Di tingkat desa, bank sampah berperan sebagai sarana pengelolaan sampah berbasis partisipasi masyarakat. Namun, dalam praktiknya, efektivitas pengelolaan bank sampah masih

menghadapi berbagai kendala. Bank Sampah Mustika Melati di Desa Getas Pejaten, misalnya, masih menerapkan pencatatan transaksi dan pelaporan secara manual[3]. Kondisi ini menyebabkan rendahnya transparansi data, potensi kesalahan pencatatan, serta kurang optimalnya keterlibatan warga, terutama dari kalangan generasi muda. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa rendahnya partisipasi masyarakat berpengaruh langsung terhadap kinerja dan keberlanjutan bank sampah desa [4].

Kemajuan teknologi informasi memberikan peluang dalam meningkatkan efektivitas dan kualitas pengelolaan bank sampah melalui penerapan sistem digital. Sistem berbasis website atau aplikasi memungkinkan pengelolaan data dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan mudah diakses [3]. Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem pengelolaan sampah digital berbasis web yang terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan pemantauan secara *real time*, seperti yang dilakukan oleh Febrianto dan Yulianto [5], Nuraini dan Sutopo [3], serta Wijaya et al. [6]. Namun, sistem-sistem tersebut umumnya masih berfokus pada aspek administrasi dan transaksi, tanpa pendekatan khusus untuk meningkatkan motivasi dan partisipasi warga secara berkelanjutan.

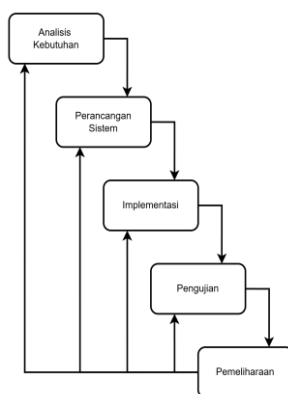
Pendekatan gamifikasi mulai diterapkan dalam beberapa penelitian sebagai upaya meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sampah dan perilaku berkelanjutan. Sya'bani dan Utami [7] serta Lathifah dan Ramadhan [8] menunjukkan bahwa penerapan sistem poin, *leaderboard*, dan elemen permainan lainnya mampu meningkatkan motivasi serta partisipasi pengguna dalam aplikasi bank sampah. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa gamifikasi menjadi strategi yang efektif dalam perancangan aplikasi pengelolaan sampah berbasis website untuk mendorong keterlibatan komunitas, melalui penerapan misi harian, sistem poin, dan mekanisme penghargaan yang dapat meningkatkan motivasi intrinsik maupun ekstrinsik pengguna [9]. Selain itu, studi terbaru yang mengembangkan aplikasi pengelolaan sampah berbasis gamifikasi dengan fitur poin, level, dan hadiah terbukti mampu meningkatkan partisipasi masyarakat serta kesadaran terhadap pengelolaan sampah [10][11].

Di sisi lain, pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah digunakan untuk pemetaan dan visualisasi data spasial terkait pengelolaan sampah. Penelitian oleh Latif et al. [11], Subana et al. [12], serta Mardalius dan Dristyan [13] menunjukkan bahwa SIG mampu menyajikan informasi lokasi secara akurat dan mendukung pemantauan lingkungan. Namun, penerapan SIG pada penelitian-penelitian tersebut masih berdiri sendiri dan belum terintegrasi dengan sistem bank sampah digital maupun pendekatan gamifikasi.

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan bank sampah digital masih menghadapi keterbatasan dalam integrasi aspek administrasi, motivasi partisipasi, dan pemantauan spasial. Hingga saat ini, penelitian yang mengintegrasikan gamifikasi dan Sistem Informasi Geografis dalam satu sistem bank sampah digital di tingkat desa masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pengembangan sistem bank sampah digital berbasis website pada Bank Sampah Mustika Melati di Desa Getas Pejaten yang mengintegrasikan gamifikasi untuk meningkatkan partisipasi warga serta SIG untuk pemetaan lokasi rawan sampah secara *real time*, guna mendukung pengelolaan sampah desa yang lebih efektif, transparan, dan berkelanjutan.

2. Metodologi

2.1. Metode Pengembangan Sistem



Gambar 1. Metode Waterfall

Metode pengembangan sistem yang diterapkan dalam penelitian ini mengacu pada model Waterfall, yang dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang saling berurutan

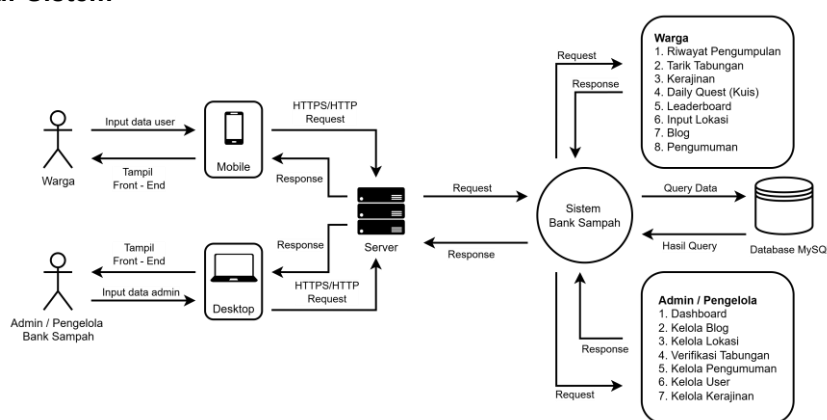
1) Analisis Kebutuhan

Tahap ini dilakukan untuk menentukan kebutuhan sistem berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Analisis difokuskan pada kebutuhan fungsional sistem, seperti pengelolaan data bank sampah, pencatatan transaksi, penerapan elemen gamifikasi, serta pemetaan lokasi rawan sampah berbasis Sistem Informasi Geografis, serta aspek nonfungsional yang mencakup kemudahan dalam penggunaan sistem dan perlindungan terhadap data pengguna.

2) Perancangan Sistem

Pada tahap ini, hasil analisis kebutuhan sistem diwujudkan ke dalam rancangan sistem yang terstruktur. Proses perancangan mencakup penyusunan arsitektur sistem, perancangan alur kerja atau proses sistem, serta desain basis data yang digunakan untuk mengelola data bank sampah dan informasi lokasi rawan sampah.

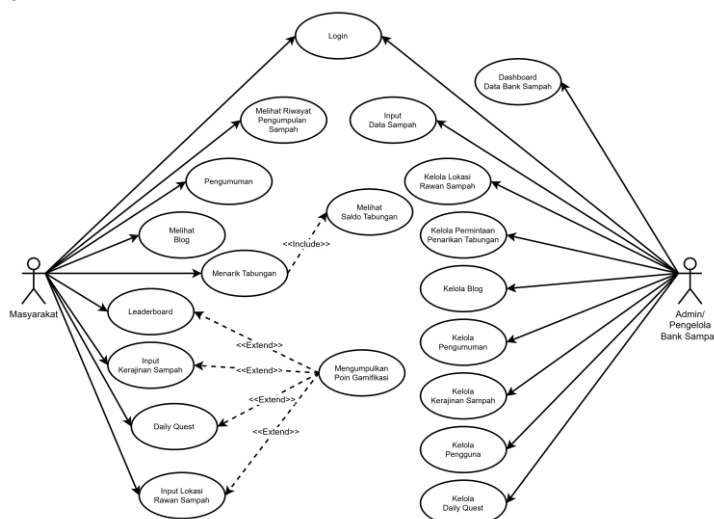
a. Arsitektur Sistem



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Gambar arsitektur sistem menampilkan alur kerja Sistem Bank Sampah berbasis website bagi warga dan admin. Setelah login, warga dapat mengelola aktivitas seperti kerajinan sampah, titik rawan, *daily quest*, tabungan, dan *leaderboard*, sedangkan admin mengatur data melalui dashboard (tambah, ubah, hapus). Semua proses berjalan via HTTP/HTTPS, dengan data disimpan di MySQL dan ditampilkan kembali ke pengguna.

b. Usecase Diagram



Gambar 3. Use Case Diagram

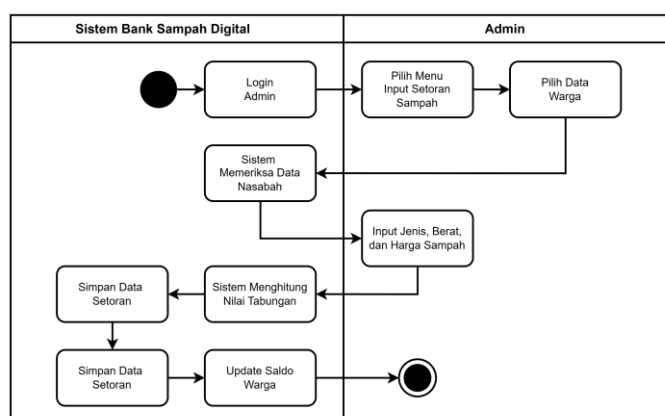
Use Case Diagram pada UML digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara pengguna dan sistem. Diagram ini menampilkan aktor sebagai pengguna sistem, fungsi sistem sebagai use case, serta hubungan di antaranya yang menunjukkan interaksi yang terjadi[14].

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara Warga dan Admin/Pengelola dengan sistem Bank Sampah digital berbasis website yang dilengkapi gamifikasi dan pemetaan lokasi rawan sampah. Warga dapat login untuk mengakses riwayat pengumpulan, saldo dan penarikan tabungan, pengumuman, blog, *leaderboard*, *daily quest*, serta melakukan input lokasi rawan sampah dan kerajinan sampah untuk memperoleh poin. Admin bertugas mengelola sistem melalui *dashboard*, meliputi pengelolaan data sampah, lokasi, penarikan tabungan, blog, pengumuman, pengguna, kerajinan, dan *daily quest* agar data sistem tetap akurat dan terkelola dengan baik.

c. Activity Diagram

Activity diagram berfungsi untuk memodelkan alur kegiatan suatu sistem secara dinamis, yang menggambarkan rangkaian proses dari tahap awal hingga tahap akhir. Dalam Sistem Bank Sampah Digital, activity diagram digunakan untuk menjelaskan keterkaitan aktivitas antara masyarakat dan admin dalam satu alur sistem yang saling terintegrasi[5].

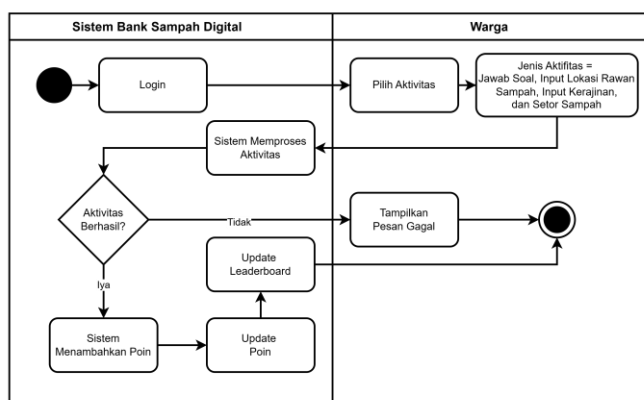
• Input Setoran Sampah (Admin)



Gambar 4. Activity Diagram (Input Setoran Sampah)

Activity diagram input setoran sampah oleh admin menggambarkan proses pencatatan setoran sampah warga pada Sistem Bank Sampah Digital. Proses dimulai dengan admin login, memilih menu input setoran, dan memilih data warga. Admin kemudian memasukkan informasi setoran, seperti jenis, berat, dan harga sampah. Sistem menghitung nilai tabungan, menyimpan data setoran, serta memperbarui saldo tabungan warga, kemudian proses berakhir.

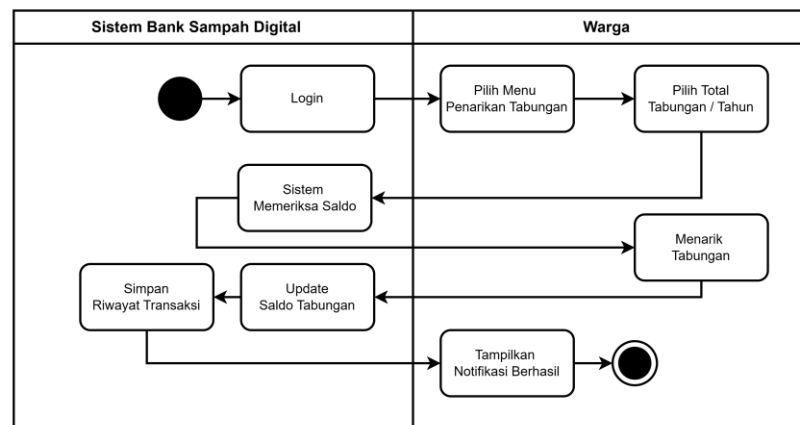
• Gamifikasi



Gambar 5. Activity Diagram (Gamifikasi)

Activity diagram gamifikasi menggambarkan alur aktivitas warga saat mengikuti fitur gamifikasi pada Sistem Bank Sampah Digital. Proses dimulai ketika warga login dan memilih aktivitas gamifikasi, seperti menjawab soal, menginput lokasi rawan sampah, mengunggah kerajinan daur ulang, dan setor sampah. Sistem kemudian memeriksa apakah aktivitas yang dilakukan berhasil atau sesuai ketentuan. Jika berhasil, sistem akan memberikan poin dan memperbarui total poin pengguna, sedangkan jika tidak berhasil, sistem menampilkan pesan gagal. Seluruh aktivitas dan perolehan poin disimpan oleh sistem dan hasilnya ditampilkan kepada warga pada *leaderboard*.

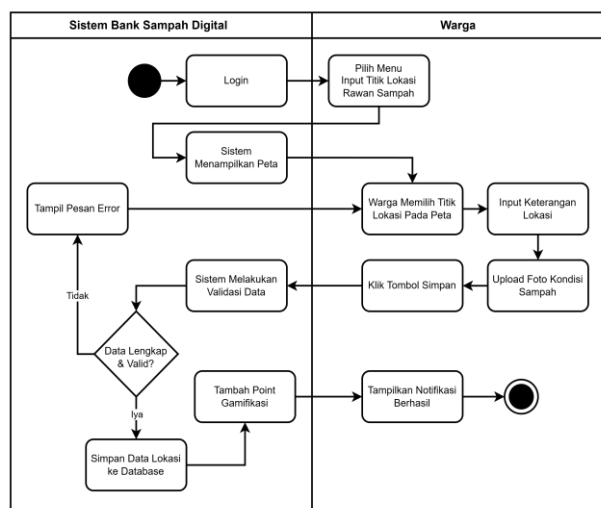
- **Penarikan Tabungan**



Gambar 6. Activity Diagram (Penarikan Tabungan)

Activity diagram penarikan tabungan menjelaskan alur penarikan saldo tabungan oleh warga dalam Sistem Bank Sampah Digital. Proses dimulai ketika warga login ke sistem, lalu memilih menu penarikan tabungan. Sistem menampilkan saldo/tahun yang dimiliki, kemudian warga memilih saldo/tahun yang ingin ditarik. Sistem akan memeriksa apakah sesuai dengan saldo yang tersedia. Jika valid, sistem memproses penarikan, memperbarui saldo tabungan, dan menyimpan data transaksi.

- **Input Lokasi Titik Rawan Sampah**



Gambar 7. Activity Diagram (Input Titik Rawan Sampah)

Activity diagram input titik rawan sampah menggambarkan proses saat warga melaporkan lokasi yang dianggap rawan sampah melalui Sistem Bank Sampah Digital. Proses dimulai ketika warga login dan memilih menu input titik rawan sampah, lalu menentukan lokasi pada peta serta mengisi keterangan yang diperlukan. Sistem kemudian

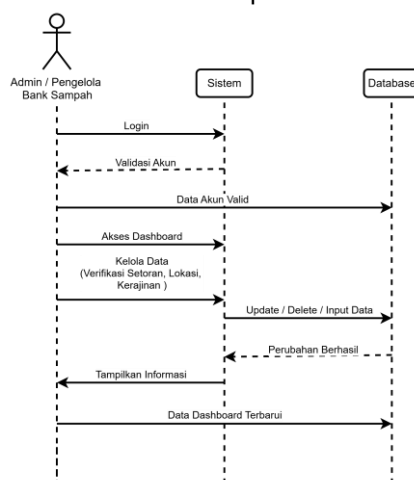
memeriksa kelengkapan data yang dimasukkan. Jika data belum lengkap, sistem akan meminta pengguna untuk melengkapi kembali, sedangkan jika data sudah lengkap, sistem menyimpan informasi lokasi ke dalam sistem dan menampilkan pemberitahuan bahwa laporan berhasil disimpan.

d. Sequence Diagram

Sequence diagram merupakan diagram yang digunakan untuk menjelaskan urutan interaksi antara pengguna dan sistem berdasarkan alur waktu. Diagram ini memperlihatkan proses pertukaran pesan secara bertahap dari awal hingga akhir, sehingga alur kerja sistem dapat dipahami dengan lebih jelas dan sederhana[15].

• Admin / Pengelola Bank Sampah

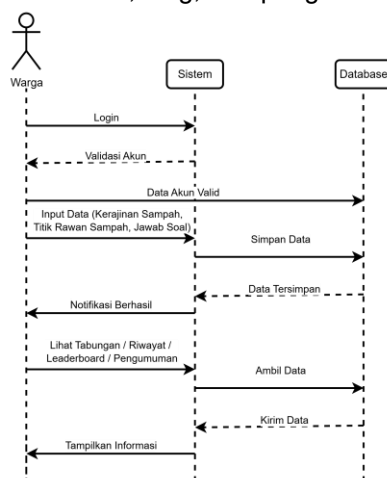
Sequence diagram admin menggambarkan proses admin login ke sistem untuk masuk ke *dashboard*. Setelah akun tervalidasi, admin dapat mengelola dan memeriksa data seperti setoran sampah, lokasi, kerajinan, pengguna, dan konten. Setiap perubahan disimpan ke database, kemudian sistem menampilkan data terbaru pada *dashboard* agar admin dapat memantau seluruh aktivitas bank sampah.



Gambar 8. Sequence Diagram Admin

• Warga

Sequence diagram warga menunjukkan alur ketika warga login ke sistem, lalu melakukan kegiatan utama seperti menyeton sampah, melaporkan titik rawan sampah, mengunggah kerajinan, dan menjawab soal. Data yang ditambahkan akan masuk sistem ke database. Jika berhasil, warga mendapat notifikasi serta pembaruan poin dan riwayat, lalu bisa melihat tabungan, riwayat, *leaderboard*, blog, dan pengumuman.



Gambar 9. Sequence Diagram Warga

3) Implementasi

Pada tahap ini, sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP sebagai server-side, serta HTML, CSS, dan JavaScript untuk pengembangan antarmuka pengguna, dengan Bootstrap sebagai framework untuk menghasilkan tampilan yang responsif. Pengelolaan basis data menggunakan MySQL, sedangkan proses pengembangan dan pengujian sistem dijalankan melalui website server Apache pada lingkungan XAMPP. Selanjutnya, penerapan mekanisme gamifikasi diwujudkan melalui fitur perolehan poin, *leaderboard*, serta pencatatan aktivitas pengguna yang bertujuan untuk meningkatkan partisipasi warga dalam pengelolaan bank sampah. Integrasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dilakukan dengan memanfaatkan Leaflet.js guna menampilkan visualisasi peta lokasi rawan sampah dan titik pelaporan secara *real time*. Seluruh komponen tersebut diintegrasikan dalam satu sistem terpadu untuk mendukung pengelolaan bank sampah desa yang lebih efektif, transparan, dan berkelanjutan.

4) Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap fitur beroperasi sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang. Metode yang diterapkan menggunakan pengujian *black box*, yang menitikberatkan pada pemeriksaan fungsi utama sistem, meliputi pengelolaan data, penerapan fitur gamifikasi, serta pemetaan lokasi berbasis sistem informasi geografis.

5) Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan merupakan tahapan yang dilakukan setelah sistem diterapkan dengan tujuan menjaga kinerja sistem agar tetap optimal, melalui kegiatan perbaikan kesalahan, penyesuaian terhadap kebutuhan pengguna, serta pembaruan sistem apabila diperlukan. Namun, dalam penelitian ini tahap pemeliharaan tidak dilaksanakan, karena fokus penelitian dibatasi pada tahap perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Dengan demikian, proses pemeliharaan sistem disarankan untuk dilakukan pada tahap pengembangan selanjutnya setelah sistem digunakan secara berkelanjutan oleh pengelola bank sampah.

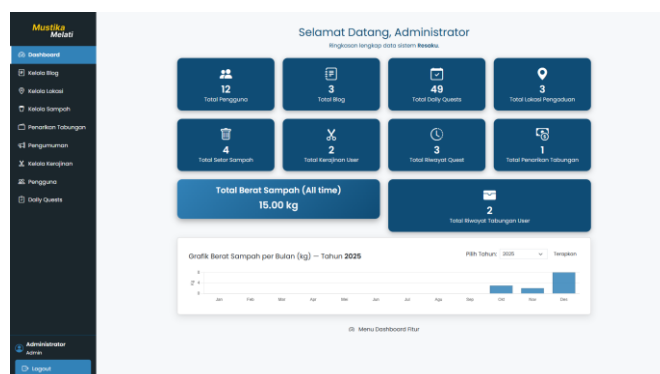
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan tahapan pengembangan sistem yang telah dijelaskan, bagian hasil dan pembahasan ini memaparkan implementasi sistem Bank Sampah Digital berbasis website dengan pendekatan gamifikasi dan sistem informasi geografis. Implementasi dilakukan dengan merealisasikan rancangan sistem ke dalam aplikasi yang mencakup pencatatan transaksi, pengelolaan data pengguna, penerapan gamifikasi, serta pemetaan lokasi rawan sampah berbasis SIG. Pengujian fungsional sistem selanjutnya dilakukan menggunakan metode *black box* untuk memastikan semua fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan dan skenario yang telah dirancang.

3.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan mengubah rancangan bank sampah menjadi aplikasi berbasis website yang dapat digunakan oleh pengelola dan masyarakat.

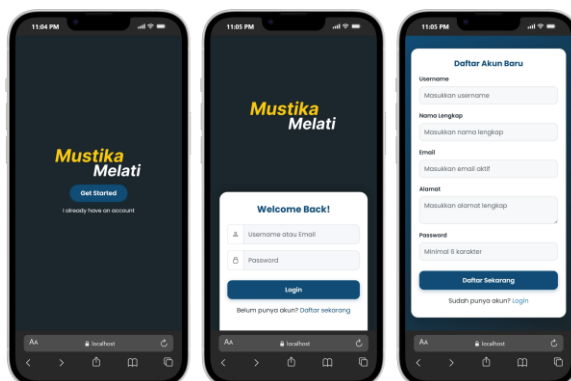
1) Halaman Dashboard Admin



Gambar 10. Halaman Dashboard Admin

Halaman *dashboard* bagi admin/pengelola bank sampah berfungsi sebagai pusat pengelolaan seluruh data dan aktivitas sistem. Melalui menu *dashboard* seluruh data bank sampah, admin dapat memantau data secara keseluruhan. Menu kelola blog dan pengumuman digunakan untuk menyampaikan informasi dan edukasi kepada warga. Fitur kelola lokasi membantu admin memantau dan menindaklanjuti titik lokasi terkait permasalahan sampah. Menu kelola setor sampah dan kelola penarikan tabungan digunakan untuk mengelola transaksi warga. Selain itu, admin dapat mengelola kerajinan sampah, pengguna, serta *daily quest* untuk mendukung partisipasi, kreativitas, dan keterlibatan warga dalam sistem bank sampah digital.

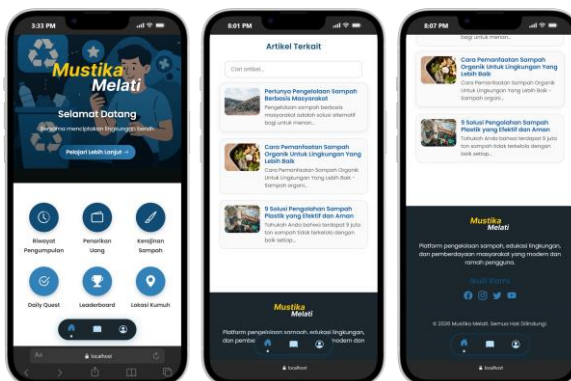
2) Halaman login dan Register



Gambar 11. Halaman Login dan Register

Halaman login dan register menjadi pintu awal sistem untuk admin dan warga. Warga mendaftarkan melalui register, kemudian login dengan username dan kata sandi untuk diverifikasi dan diarahkan ke fitur sesuai hak akses, memastikan keamanan dan pengelolaan sistem.

3) Halaman Menu Utama



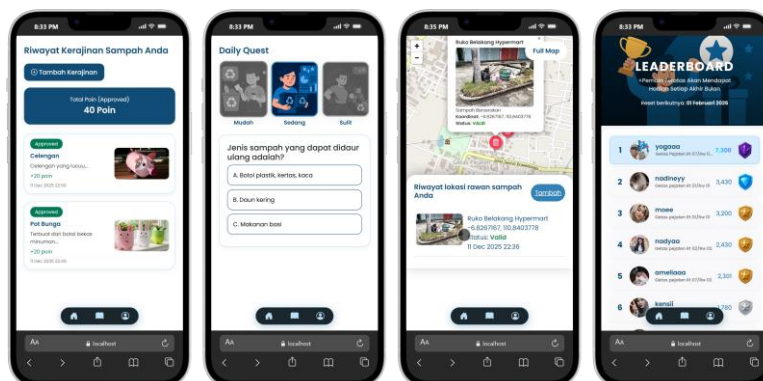
Gambar 12. Halaman Menu Utama

Halaman menu utama berfungsi sebagai pusat navigasi untuk mengakses seluruh fitur sistem bank sampah digital. Warga dapat melihat riwayat setoran, mengajukan penarikan tabungan, serta mengunggah dan melihat kerajinan sampah. Selain itu, tersedia fitur *daily quest* dan *leaderboard* untuk mendorong partisipasi warga, serta menu lokasi kumuh untuk melaporkan dan memantau titik permasalahan sampah di lingkungan sekitar.

4) Halaman Gamifikasi & SIG

Halaman menu gamifikasi dan SIG disediakan untuk meningkatkan keterlibatan warga dalam pengelolaan sampah secara interaktif dan berbasis lokasi. Menu kerajinan sampah memungkinkan warga membagikan hasil kreativitas pengolahan sampah. Fitur *daily quest* dan *leaderboard* digunakan untuk mendorong partisipasi aktif warga melalui tantangan harian dan

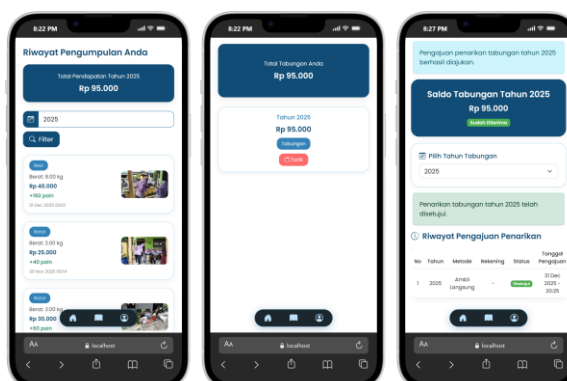
sistem peringkat. Sementara itu, menu lokasi kumuh memanfaatkan SIG untuk menampilkan dan melaporkan titik-titik wilayah yang membutuhkan perhatian terkait permasalahan sampah di lingkungan sekitar.



Gambar 13. Halaman Gamifikasi dan SIG

5) Halaman Catatan Setoran Sampah dan Penarikan Tabungan

Halaman catatan setoran sampah dan penarikan tabungan bagi warga digunakan untuk menampilkan riwayat transaksi yang telah dilakukan oleh warga. Pada halaman ini, warga dapat melihat detail setoran sampah yang meliputi jenis, jumlah, dan tanggal penyetoran, serta informasi penarikan tabungan yang pernah diajukan. Fitur ini membantu warga memantau saldo dan aktivitas tabungan sampah secara transparan dan mudah dipahami.



Gambar 14. Halaman Catatan Setoran Sampah dan Penarikan Tabungan

3.2. Pengujian *Black Box*

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk mengonfirmasi semua fitur pada sistem bank sampah digital berjalan dengan baik dengan menguji hasil keluaran berdasarkan masukan yang diberikan, tanpa melihat kode program. Pengujian ini diterapkan pada pengguna warga dan admin agar setiap fitur berfungsi sesuai dengan hak akses masing-masing.

1) Pengujian *Black Box* Halaman Warga

Tabel 1. Pengujian *Black Box* Halaman Warga

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Registrasi	Warga mengisi data pendaftaran dengan benar	Akun berhasil dibuat	Berhasil
2	Login	Warga login dengan username dan password benar	Berhasil masuk ke menu warga	Berhasil
3	Riwayat Setoran	Warga membuka menu riwayat	Data setoran	Berhasil

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
4	Sampah Penarikan Tabungan	setoran Warga mengajukan penarikan tabungan	tampil Pengajuan tersimpan	Berhasil
5	Kerajinan Sampah	Warga menambahkan data kerajinan	Data kerajinan tersimpan	Berhasil
6	<i>Daily Quest</i>	Warga menyelesaikan <i>quest</i> harian	Poin bertambah	Berhasil
7	<i>Leaderboard</i>	Warga melihat peringkat	Data peringkat tampil	Berhasil
8	Lokasi Kumuh	Warga menambahkan lokasi kumuh	Lokasi tersimpan dan tampil di peta	Berhasil

2) Pengujian Black Box Halaman Admin

Tabel 2. Pengujian *Black Box* Halaman Admin

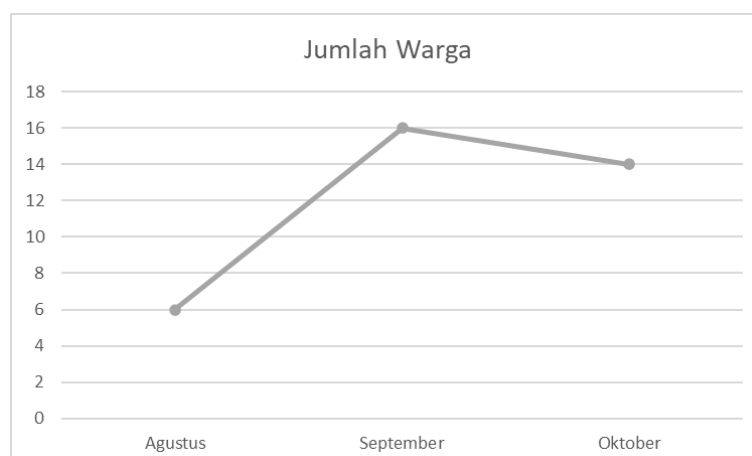
No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Login Admin	Admin login dengan data valid	Masuk ke <i>dashboard</i> admin	Berhasil
2	<i>Dashboard</i> Data	Admin membuka <i>dashboard</i>	Data bank sampah tampil	Berhasil
3	Kelola Blog	Admin menambah/mengedit blog	Blog tersimpan	Berhasil
4	Kelola Lokasi	Admin melihat & mengelola lokasi kumuh	Data lokasi terkelola	Berhasil
5	Kelola Setor Sampah	Admin memverifikasi setoran	Status setoran diperbarui	Berhasil
6	Kelola Penarikan Tabungan	Admin menyetujui penarikan	Status penarikan diperbarui	Berhasil
7	Pengumuman	Admin menambahkan pengumuman	Pengumuman tampil	Berhasil
8	Kelola Kerajinan	Admin mengelola data kerajinan	Data tersimpan/terhapus	Berhasil
9	Kelola Pengguna	Admin mengelola akun pengguna	Perubahan tersimpan	Berhasil
10	Kelola <i>Daily Quest</i>	Admin menambah/mengubah <i>quest</i>	<i>Quest</i> tersimpan	Berhasil

Hasil pengujian Black Box menunjukkan bahwa seluruh fitur pada sistem bank sampah digital dapat berjalan dengan baik, baik pada sisi warga maupun admin. Setiap menu mampu memproses masukan dan menampilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan tanpa ditemukan kendala fungsi yang berarti. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan dinilai layak digunakan untuk mendukung pengelolaan bank sampah secara digital dan lebih efektif.

3.3. Analisis Data

1) Gamifikasi Peningkatan Partisipasi Warga

Berdasarkan data kehadiran warga pada kegiatan bank sampah, terlihat perbedaan partisipasi sebelum dan setelah sistem digunakan. Pada bulan Agustus, saat sistem belum diterapkan, jumlah warga yang hadir hanya sebanyak 6 orang. Setelah sistem mulai digunakan pada bulan September, jumlah kehadiran meningkat signifikan menjadi 16 orang, yang menunjukkan adanya peningkatan minat dan keterlibatan warga. Pada bulan Oktober, kehadiran sedikit menurun menjadi 14 orang, namun tetap lebih tinggi dibandingkan sebelum penggunaan sistem. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa penerapan sistem bank sampah digital mampu meningkatkan partisipasi warga dalam kegiatan bank sampah.



Gambar 15. Grafik Gamifikasi Peningkatan Partisipasi Warga

2) Sistem Informasi Geografis

Berdasarkan hasil analisis data Sistem Informasi Geografis (SIG), titik koordinat lokasi kumuh yang diperoleh telah divalidasi dan dinyatakan akurat. Lokasi tersebut tersebar di beberapa area strategis, seperti permukiman warga, bantaran sungai, dan area aktivitas masyarakat. Data koordinat yang valid ini memungkinkan sistem menampilkan lokasi secara tepat pada peta digital, sehingga memudahkan admin dalam pemantauan kondisi lingkungan serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam penanganan permasalahan sampah.

Tabel 3. Data Sistem Informasi Geografis

No	Latitude	Longitude	Keterangan	Hasil
1	-6.8180772	110.8405709	Sampah Berserakan	Koordinat Benar
2	-6.8194355	110.8431888	Pembuangan Sampah Sembarangan	Koordinat Benar
3	-6.8247513	110.8454043	Penumpukan Sampah pada Sungai	Koordinat Benar

3.4. Pembahasan

Hasil pengujian fungsional sistem dengan metode *black box* memperlihatkan seluruh fitur utama pada sistem bank sampah digital berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan. Fitur *login* dan *registrasi* memungkinkan pengelompokan hak akses pengguna, pencatatan transaksi sampah dan pemantauan saldo tabungan mendukung transparansi dan akurasi data, sementara pengelolaan data oleh admin mempermudah proses monitoring dan pengambilan keputusan. Dengan demikian, fitur-fitur fungsional yang diuji secara langsung menjawab permasalahan utama yang diidentifikasi pada awal penelitian, yaitu pencatatan manual, rendahnya transparansi informasi, serta keterbatasan pengawasan pengelolaan bank sampah di tingkat desa. Hal ini menunjukkan bahwa konsep sistem yang diusulkan berpotensi efektif dalam mencapai tujuan penelitian, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan akuntabilitas pengelolaan sampah berbasis masyarakat.

Lebih lanjut, penerapan fitur gamifikasi terbukti berkontribusi terhadap peningkatan partisipasi warga dalam kegiatan bank sampah[4]. Peningkatan jumlah kehadiran setelah sistem diterapkan menunjukkan bahwa elemen gamifikasi, seperti pengumpulan poin dan aktivitas harian, mampu berfungsi sebagai mekanisme motivasional yang mendorong keterlibatan pengguna. Meskipun terjadi fluktuasi partisipasi pada periode berikutnya, tingkat kehadiran tetap lebih tinggi dibandingkan sebelum sistem digunakan. Hal ini mengindikasikan bahwa gamifikasi tidak hanya bersifat menarik secara visual, tetapi juga berperan dalam membangun keterlibatan berkelanjutan. Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya

yang menyatakan bahwa gamifikasi efektif dalam meningkatkan partisipasi dan keterlibatan pengguna pada sistem berbasis sosial dan lingkungan[7], [10].

Selain aspek partisipasi, integrasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam sistem bank sampah digital memberikan kontribusi penting dalam pemantauan kondisi lingkungan. Validasi dan pemetaan titik lokasi rawan sampah memungkinkan visualisasi spasial yang akurat, sehingga memudahkan pengelola dan pemerintah desa dalam menentukan prioritas penanganan. Dibandingkan pendekatan manual, pemanfaatan SIG memungkinkan proses pemantauan yang lebih sistematis dan berbasis data. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan peran SIG dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan lingkungan dan perencanaan kebijakan berbasis lokasi[11], [12], [13].

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dengan mengintegrasikan tiga pendekatan utama, yaitu sistem informasi bank sampah digital, gamifikasi, dan SIG, dalam satu kesatuan sistem yang saling mendukung. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya berfokus pada salah satu aspek secara terpisah, temuan dalam penelitian ini memperkuat dan menyatukan hasil-hasil penelitian sebelumnya ke dalam pendekatan terintegrasi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat aplikatif, tetapi juga memberikan kontribusi konseptual dalam pengembangan sistem informasi berbasis masyarakat dan lingkungan, serta memperluas pemahaman mengenai pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan partisipasi dan efektivitas pengelolaan sampah di tingkat desa.

4. Simpulan

Sistem bank sampah digital berbasis gamifikasi dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu mengatasi permasalahan pencatatan manual, keterbatasan transparansi data, dan rendahnya partisipasi warga dalam pengelolaan sampah desa. Pengujian Hasil *Black Box Testing* mengonfirmasi bahwa seluruh fungsionalitas sistem telah berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. pada sisi warga maupun admin. Hasil analisis partisipasi warga menunjukkan peningkatan keterlibatan masyarakat setelah sistem diterapkan. Selain itu, pemanfaatan SIG melalui pencatatan koordinat lokasi kumuh memungkinkan pemantauan permasalahan sampah secara lebih terstruktur. Integrasi gamifikasi dan SIG ini dinilai efektif dalam mendukung pengelolaan bank sampah yang partisipatif dan berbasis data, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut melalui penambahan fitur analisis spasial, dukungan perangkat mobile, dan perluasan wilayah penerapan.

Meskipun sistem yang dikembangkan menunjukkan hasil yang positif, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian sistem dilakukan dalam skala terbatas dengan jumlah pengguna dan data yang masih relatif sedikit, sehingga hasil peningkatan partisipasi warga belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi jangka panjang. Selain itu, pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) masih terbatas pada pencatatan dan visualisasi titik lokasi rawan sampah, tanpa analisis spasial lanjutan seperti pola persebaran atau prediksi wilayah berisiko. Sistem juga masih berbasis web dan belum dioptimalkan untuk penggunaan pada perangkat mobile, yang berpotensi membatasi aksesibilitas bagi sebagian warga.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mengembangkan sistem dengan cakupan pengguna dan wilayah yang lebih luas. Pengembangan fitur analisis spasial berbasis SIG, seperti pemetaan tren lokasi rawan sampah dan integrasi data temporal, juga dapat meningkatkan nilai analitis sistem. Selain itu, pengembangan aplikasi berbasis mobile serta integrasi notifikasi dan reward gamifikasi yang lebih adaptif diharapkan mampu meningkatkan kenyamanan penggunaan dan partisipasi masyarakat secara berkelanjutan.

Daftar Referensi

- [1] S. R. Wulan, "Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Ecovillage," *J. Penelit. Ilmu-Ilmu Sos.*, vol. 3, no. 1, pp. 987–990, 2025.
- [2] E. Ahda, "Hubungan Antara Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Kualitas Kesehatan Lingkungan Permukiman," *OBAT J. Ris. Ilmu Farm. dan Kesehat.*, vol. 3, no. 4, pp. 101–111, 2025.
- [3] J. S. F. Nuraini, "Pengembangan Sistem Informasi Bank Sampah untuk Optimalisasi Pengelolaan Data," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 5, no. 3, pp. 249–261, 2023.
- [4] D. A. R. Ariescy, D. Sholihah, "Peningkatan Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Bank Sampah untuk Mewujudkan Ekonomi Berkelanjutan," *Al - Khidmah J. Pengabd.*

- Masy.*, vol. 5, no. 1, pp. 287–298, 2025.
- [5] A. Febrianto and D. Yulianto, "Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Kabupaten Bantul Berbasis Website Menggunakan Model Modified Waterfall," *Technomedia J.*, vol. 9, no. 3, pp. 309–320, 2025.
 - [6] D. Wijaya, R. Wicaksana, D. Heksaputra, and P. Dewi, "Perancangan Aplikasi Digital Trash Management Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 13, no. 3, pp. 103–110, 2024.
 - [7] T. Sya'bani and W. S. Utami, "Pengembangan Fitur Gamifikasi Leaderboard pada Aplikasi Penukaran Sampah dengan Sistem Point Reward," *J. Impresi Indones.*, vol. 4, no. 11, pp. 4057–4071, 2025.
 - [8] S. J. Lathifah and V. P. Ramadhan, "Perancangan Prototipe UI/UX untuk Website Pengelolaan Sampah Berbasis Gamifikasi dengan Menggunakan Metode User Centered Design," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 2, pp. 1827–1835, 2025.
 - [9] N. Latif, R. Arifin, and Ratnawati, "Aplikasi Pencarian Lokasi Bank Sampah Aktif Berbasis Web di Kota Makassar," *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 3, pp. 550–561, 2024.
 - [10] A. A. Yudhanto, D. P. Kartikasari, and R. A. Siregar, "Perancangan dan Pengembangan Aplikasi Berbasis Gamification untuk Meningkatkan Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2025.
 - [11] N. Latif, R. Arifin, and S. Rezki, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan dan Pengelolaan Bank Sampah Berbasis Web," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 46–50, 2023.
 - [12] A. K. B. Subana, "Inovasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat Di Kabupaten Majalengka," *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 2, no. 3, pp. 521–525, 2024.
 - [13] Mardalius and F. Dristyan, "Pemanfaatan Library Leaflet Pada GIS Sekolah Di Dinas Pendidikan Kabupaten Asahan Menggunakan Framework Codeigniter 4," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TG*, vol. 6, no. 1, pp. 157–163, 2023.
 - [14] R. F. T. Ahmadi, A. Jazuli, "Website Technology Implementation in Stock Management for Enhanced Operational Efficiency : Bismika Tani Case Study," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 14, no. 1, pp. 429–441, 2025.
 - [15] A. R. Putri, N. M. Iswanto, E. F. Ihsan, J. R. Madya, and G. Anyar, "Perancangan Desain Sistem Pengelolaan Pantai Berbasis Website dengan Metode UML," *Merkurius J. Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 77–90, 2025.