

Rancang Bangun Sistem Informasi Bank Sampah Digital Menggunakan Metode Waterfall Guna Pengelolaan Laporan Keuangan dan Insentif Tunai Warga

Rizky Aprilianto^{1*}, Firman Noor Hasan²

Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Indonesia¹

Binus University, Indonesia²

Email: rizkyaprilianto17@gmail.com*

KEYWORD

Digital Waste Bank, Financial Reporting, Information System, Waterfall, Resident Incentives

ABSTRACT

Waste bank administration at Karang Taruna RT 13/RW 06 Pulo Gebang is still managed manually using a physical logbook, making it prone to recapitulation errors (human error), financial document damage risk, and cash balance discrepancies that trigger resident complaints and erode trust in the organization. This study aims to design and build a web-based digital waste bank management information system to automate transaction recording and transparent financial reporting. The system was developed using the Waterfall model, comprising requirements analysis, system design, code implementation, and thorough functionality testing prior to launch. Supporting data were collected through direct observation and structured interviews with organization administrators. The research results consist of a digital platform integrating an automatic calculator converting inorganic waste and residue weight into residents' digital balances, and implementing multi-role access restrictions across three levels: Karang Taruna Admin (full data management), Residents (personal savings monitoring), and RT Head (read-only access to monthly reports), to safeguard data security and validity. Black-Box testing, which focuses on validating system outputs without examining the internal code structure, was conducted on seven core scenarios: authentication, credential protection, rate updates, weight-to-balance calculation, withdrawal requests, disbursement authorization, and communal reporting, showing all functions produced valid, expected outputs. Implementation of the system successfully minimized calculation error risks, secured bookkeeping documents within a digital database, improved the accountability of the organization's financial governance, and supported the DKI Jakarta Governor's Instruction on waste sorting at the source, while also serving as a reference model for digitalizing waste banks at other RT/RW levels.

KATA KUNCI

Bank Sampah Digital, Insentif Warga, Laporan Keuangan, Sistem Informasi, Waterfall

ABSTRAK

Pengelolaan administrasi bank sampah pada Karang Taruna RT 13/RW 06 Pulo Gebang saat ini masih dilakukan secara manual menggunakan buku log fisik, sehingga rentan terhadap kesalahan rekapitulasi (human error), risiko kerusakan dokumen keuangan, serta selisih saldo kas yang memicu keluhan warga dan menurunkan kepercayaan terhadap organisasi. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem informasi manajemen bank sampah digital berbasis web guna mengotomatisasi pencatatan transaksi serta pelaporan keuangan secara transparan. Sistem dikembangkan menggunakan model Waterfall yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi kode program, hingga pengujian fungsionalitas secara menyeluruh sebelum peluncuran. Pengumpulan data pendukung dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara terstruktur bersama pengurus organisasi. Hasil penelitian berupa platform digital yang mengintegrasikan fitur kalkulator otomatis untuk mengonversi berat sampah anorganik dan residu menjadi saldo digital warga, serta menerapkan pembatasan hak akses (multi-role) pada tiga level, yaitu Admin Karang Taruna (pengelolaan data penuh), Warga (pemantauan tabungan pribadi), dan Ketua RT (hak akses pantau laporan bulanan/read-only) untuk menjaga keamanan dan validitas data organisasi. Pengujian Black-Box, yang berfokus pada

validasi keluaran sistem tanpa memeriksa struktur kode internal, dilakukan terhadap tujuh skenario inti --- autentikasi, proteksi kredensial, pembaruan tarif, kalkulasi timbangan menjadi saldo, pengajuan penarikan, otorisasi pencairan, dan pelaporan komunal --- dan menunjukkan bahwa seluruh fungsi menghasilkan keluaran valid sesuai harapan. Implementasi sistem berhasil meminimalkan risiko kesalahan perhitungan, mengamankan dokumen pembukuan ke dalam basis data digital, meningkatkan akuntabilitas tata kelola keuangan organisasi, serta mendukung Instruksi Gubernur DKI Jakarta tentang pemilahan sampah dari sumber, sekaligus menjadi model rujukan bagi digitalisasi bank sampah di tingkat RT/RW lainnya.

PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah domestik di wilayah Provinsi DKI Jakarta hingga kini masih berada pada fase kritis yang menuntut penyelesaian berkelanjutan. Volume sampah yang dihasilkan masyarakat perkotaan terus meningkat signifikan dari tahun ke tahun (Mohamad Mulyadin et al., 2018). Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta (2026), pasokan sampah yang diangkut ke Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang berkisar antara 7.500--8.000 ton per hari, dengan akumulasi timbunan yang telah melampaui 55 juta ton sehingga daya tampung TPA utama tersebut berada di ambang batas operasional. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pendekatan konvensional berupa pengangkutan dan penimbunan sampah tidak lagi memadai untuk mengatasi krisis persampahan di ibu kota.

Guna mengatasi persoalan tersebut, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta menerbitkan Instruksi Gubernur Nomor 5 Tahun 2026 tentang Gerakan Pemilahan dan Pengolahan Sampah dari Sumber (Aditya & Nurdin, 2025), yang mewajibkan pemilahan sampah sejak dari rumah tangga ke dalam kategori sampah anorganik daur ulang dan sampah residu. Kebijakan ini sejalan dengan temuan bahwa rumah tangga menjadi penyumbang terbesar sampah nasional, dengan komposisi didominasi sisa makanan sekitar 40 persen dan plastik sekitar 20 persen. Melalui kebijakan ini, sampah organik dapat diolah melalui komposting atau pakan maggot, sampah anorganik diarahkan ke bank sampah sebagai material daur ulang, sedangkan sampah residu diolah menjadi Refuse-Derived Fuel (RDF) atau Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).

Mengimplementasikan kebijakan ini, komunitas kepemudaan Karang Taruna RT 13/RW 06 Kelurahan Pulo Gebang, Kecamatan Cakung, mendirikan unit Bank Sampah Digital berskala mikro yang mengonversi sampah anorganik warga menjadi insentif tunai langsung (Prasetya & Dijaya, 2024; Muttaqin et al., 2012). Keberadaan bank sampah berbasis komunitas ini merupakan bagian dari gerakan pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang semakin marak di berbagai daerah, termasuk di Lombok Tengah melalui Bank Sampah DDOROCARE, di Yogyakarta melalui Bank Sampah Surolaras, serta di berbagai komunitas Karang Taruna lainnya. Namun demikian, operasional program ini terhambat oleh tata kelola administrasi yang masih manual: pencatatan berat timbangan, kalkulasi nominal kas, dan pembukuan laporan bulanan dilakukan di atas kertas log dan dikoordinasikan seadanya melalui grup WhatsApp. Kondisi ini memicu risiko kesalahan rekap (human error), kerusakan fisik dokumen akuntansi, serta selisih saldo kas yang telah menimbulkan keluhan warga --- sejalan dengan temuan bahwa administrasi manual pada organisasi komunitas rentan memicu selisih saldo dan menurunkan kepercayaan nasabah (Muanifah, 2023).

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem informasi bank sampah berbasis web dengan metode Waterfall maupun pendekatan lain. Airudani dan Retnowo (2023) mengimplementasikan sistem informasi bank sampah dengan fitur location based service untuk memudahkan nasabah melacak lokasi unit bank sampah terdekat. Fathasya Meyra Arliansyah dan Bahtiar (2024) mengembangkan aplikasi tabungan bank sampah berbasis web yang mengotomatisasi konversi timbangan menjadi saldo tabungan elektronik di Bank Sampah Indah Makmur Cirebon. Fikri dkk. (2023) merancang sistem pengelolaan bank sampah berbasis digital dengan metode Project Life Cycle untuk meningkatkan akurasi data inventarisasi sampah. Septian dkk. (2025) merancang aplikasi manajemen bank sampah DKM Al-Hikmah berbasis web dengan model Waterfall yang menekan angka kesalahan logika pada modul transaksi. Wirayuda dan Saputri (2026) merancang bangun website Bank Sampah Graha Pena dengan metode Waterfall untuk menyajikan pelaporan data sampah korporat secara transparan dan efisien.

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa digitalisasi bank sampah telah diterapkan di berbagai konteks, termasuk pada Bank Sampah Kembang Telang di Jakarta Selatan yang mengelola data nasabah dan transaksi secara digital, pada Bank Sampah Tunas Mulia di Ciherang, Tasikmalaya, serta pada Bank Sampah DDOROCARE di Lombok Tengah yang menunjukkan peningkatan kecepatan pencatatan dan akurasi data melalui sistem berbasis website. Evaluasi terhadap aplikasi Simbasaras di Bank Sampah Surolaras, Yogyakarta, menunjukkan bahwa sistem berbasis digital telah memenuhi aspek kelayakan fungsional dan meningkatkan kepuasan pengelola maupun nasabah. Namun, mayoritas sistem tersebut belum diselaraskan dengan kebijakan pemilahan sampah hulu tingkat daerah dan belum mengakomodasi mekanisme insentif tunai langsung yang transparan di tingkat rukun tetangga.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Relevan Terdahulu

No	Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	Temuan Utama
1	Airudani & Retnowo (2023)	Implementasi Sistem Informasi Bank Sampah dengan Fitur Location Based Service Menggunakan Metode Waterfall	Waterfall SDLC & LBS	Mempermudah nasabah melacak lokasi unit bank sampah terdekat
2	Fathasya & Bahtiar (2024)	Implementasi Aplikasi Tabungan Bank Sampah Berbasis Web pada Bank Sampah Indah Makmur Cirebon	OOP, PHP, MySQL	Mengotomatisasi konversi timbangan menjadi saldo tabungan elektronik
3	Fikri dkk. (2023)	Sistem Pengelolaan Bank Sampah Berbasis Digital dengan Metode PLC	Project Life Cycle	Meningkatkan akurasi data inventarisasi sampah
4	Septian dkk. (2025)	Perancangan Aplikasi Manajemen Bank Sampah DKM Al-Hikmah Berbasis Web dengan Model Waterfall	Waterfall SDLC, PHP, MySQL	Dokumentasi bertahap menekan angka kesalahan logika pada modul transaksi
5	Wirayuda & Saputri (2026)	Rancang Bangun Website Bank Sampah Graha Pena dengan Metode Waterfall	Waterfall SDLC	Menyajikan pelaporan data sampah korporat secara transparan dan efisien

Sumber: diolah oleh peneliti dari berbagai publikasi (2023–2026)

Berdasarkan pemetaan tersebut, ditemukan celah penelitian (research gap): (1) mayoritas sistem terdahulu belum diselaraskan dengan kebijakan pemilahan sampah hulu tingkat daerah, (2)

klasterisasi jenis sampah belum memisahkan komoditas daur ulang dari komoditas berbasis energi terbarukan (Refuse-Derived Fuel), dan (3) sebagian besar aplikasi hanya mengelola saldo digital pasif, belum mendukung transparansi pendistribusian insentif tunai langsung di tingkat rukun tetangga. Selain itu, penelitian tentang sistem informasi bank sampah di Indonesia masih terbatas pada aspek pengembangan perangkat lunak tanpa mempertimbangkan keselarasan dengan kebijakan pemerintah daerah dan kebutuhan spesifik pengurus Karang Taruna sebagai pengelola komunitas.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada integrasi arsitektur klasterisasi sampah anorganik dan residu yang selaras dengan Instruksi Gubernur DKI Jakarta, serta otomasi modul kalkulator konversi insentif tunai berbasis framework CodeIgniter 4 dan basis data MariaDB transaksional. Penelitian ini juga menghadirkan pembatasan hak akses (multi-role) yang membedakan fungsi Admin Karang Taruna, Warga, dan Ketua RT, sehingga mendukung transparansi pengelolaan keuangan dan akuntabilitas organisasi. Hal ini sejalan dengan kebutuhan penguatan kapasitas kelembagaan Karang Taruna melalui digitalisasi pengelolaan bank sampah.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengembangkan sistem informasi manajemen bank sampah berbasis web menggunakan metode Waterfall pada Karang Taruna RT 13/RW 06 Pulo Gebang, (2) mengotomatisasi konversi berat sampah anorganik dan residu menjadi insentif saldo digital warga melalui fitur kalkulator otomatis, dan (3) mewujudkan modul pelaporan keuangan dengan pembatasan hak akses (multi-role) bagi Admin Karang Taruna, Warga, dan Ketua RT. Kontribusi penelitian ini mencakup kontribusi praktis berupa model implementasi sistem informasi bank sampah tingkat RT yang dapat direplikasi oleh komunitas serupa, serta kontribusi akademis berupa pengayaan kajian integrasi rekayasa perangkat lunak dengan kebijakan lingkungan perkotaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan model pengembangan perangkat lunak Waterfall (System Development Life Cycle) yang bersifat sekuensial linear. Pemilihan model Waterfall didasarkan pada kejelasan kebutuhan sistem dan efisiensi dalam implementasinya, sebagaimana diterapkan dalam berbagai pengembangan sistem informasi bank sampah sebelumnya (Septian et al., 2025; Wirayuda & Saputri, 2026). Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah, yaitu membedah akar penyebab kendala administrasi bank sampah komunitas, berupa kesenjangan antara tuntutan Instruksi Gubernur DKI Jakarta Nomor 5 Tahun 2026 tentang wajib pilah sampah hulu dengan praktik pembukuan manual yang masih berjalan di internal Karang Taruna RT 13 Pulo Gebang.

Data primer dikumpulkan melalui dua teknik. Pertama, observasi langsung terhadap proses operasional harian Bank Sampah Karang Taruna RT 13/RW 06, yang mengungkap bahwa pencatatan data nasabah, kalkulasi timbangan, dan pembukuan kas masih dilakukan secara konvensional menggunakan buku besar fisik. Kedua, wawancara terstruktur bersama Ketua Pengelola Bank Sampah dan perwakilan pengurus Karang Taruna, yang merumuskan kebutuhan akan fitur kalkulator otomatis serta modul pelaporan kas multi-pihak. Kebutuhan fungsional sistem

yang teridentifikasi meliputi: (1) fitur autentikasi yang membedakan hak akses Admin, Warga, dan Ketua RT secara dinamis; (2) kemampuan Admin memanipulasi data kategori harga sampah, profil warga, dan hasil timbangan; (3) kalkulasi otomatis saldo rupiah berdasarkan jenis sampah (anorganik dan residu); serta (4) dasbor personal bagi Warga untuk memantau saldo dan mengajukan penarikan dana.

Perancangan sistem didekonstruksi menjadi tiga sub-proses. Perancangan Unified Modeling Language (UML) berupa Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Sequence Diagram memodelkan pembatasan hak akses dan alur interaksi antar pengguna. Perancangan basis data berupa Entity Relationship Diagram (ERD) mencegah redundansi data dan memastikan integritas relasi antar tabel. Perancangan antarmuka (interface) berupa mockup dasbor yang ramah pengguna (user-friendly) dikembangkan menggunakan framework Bootstrap 5. Tahap implementasi menerjemahkan seluruh rancangan ke dalam baris kode program menggunakan editor Visual Studio Code, dengan logika kueri transaksional PHP CodeIgniter 4 dikoneksikan langsung ke basis data MariaDB 10.4.25 pada server lokal XAMPP (Apache 2.4.54, phpMyAdmin 5.2.0) yang dijalankan pada perangkat dengan prosesor Intel Core i7-1185G7 dan RAM 16 GB berbasis sistem operasi Windows 11 Pro.

Pengujian mutu fungsional dilakukan menggunakan metode Black-Box Testing, yang berfokus pada pengamatan keluaran (output) dari setiap aksi masukan data dan eksekusi tombol pada antarmuka pengguna tanpa menelaah struktur kode internal. Metode ini telah terbukti efektif dalam mengevaluasi fungsionalitas aplikasi bank sampah pada berbagai penelitian sebelumnya (Fikri et al., 2023; Kamardiani et al., 2026). Skenario pengujian mencakup tujuh butir uji inti pada tingkat hak akses Admin, Warga, dan Ketua RT: (1) otentikasi masuk multi-user, (2) proteksi kredensial, (3) pembaruan tarif komoditas, (4) komputasi timbangan menjadi saldo, (5) pengajuan klaim tabungan, (6) otorisasi pencairan finansial, dan (7) sinkronisasi pelaporan komunal. Skenario yang gagal dikembalikan ke tahap pembuatan sistem untuk perbaikan, sedangkan skenario yang lolos dilanjutkan ke tahap pembuatan laporan akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Tahap implementasi menerjemahkan seluruh rancangan UML, ERD, dan mockup antarmuka ke dalam aplikasi web fungsional yang terkoneksi dengan basis data secara aktif. Halaman login multi-user berfungsi menyaring kredensial pengguna dan mengarahkan sesi akses secara otomatis sesuai peran (Admin, Warga, atau Ketua RT) di lingkup RT 013/RW 06 Pulo Gebang. Setelah Admin berhasil masuk, sistem menampilkan dasbor kendali yang merangkum metrik operasional secara real-time, meliputi Total Warga, Total Saldo Warga, Total Transaksi, dan antrian Tarik Saldo Pending, dilengkapi tabel riwayat transaksi terbaru dan menu navigasi ke modul Data Warga, Master Harga, Input Timbangan, Konfirmasi Pencairan, dan Laporan.

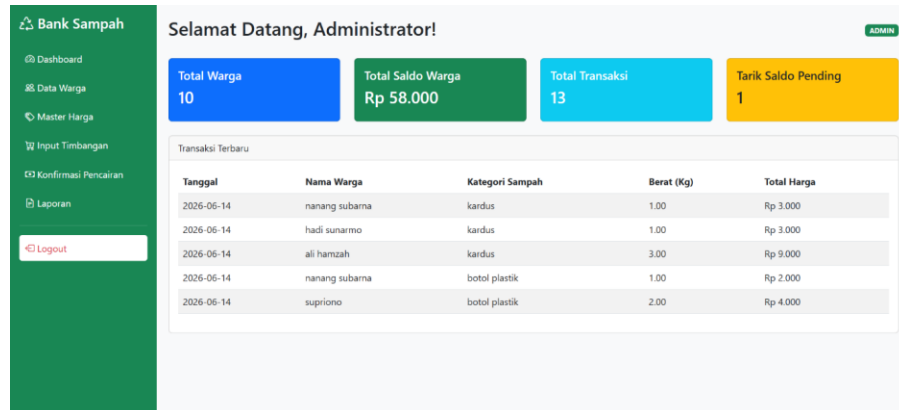
Gambar 1. Tampilan Halaman Login Multi-user



Sumber: Hasil implementasi dan dokumentasi sistem oleh peneliti (2026).

Setelah Admin berhasil masuk, sistem menampilkan dasbor kendali (Gambar 2) yang merangkum metrik operasional secara real-time, meliputi Total Warga, Total Saldo Warga, Total Transaksi, dan antrean Tarik Saldo Pending, dilengkapi tabel riwayat transaksi terbaru dan menu navigasi ke modul Data Warga, Master Harga, Input Timbangan, Konfirmasi Pencairan, dan Laporan.

Gambar 2. Tampilan Halaman Dashboard Admin



Sumber: Hasil implementasi dan dokumentasi sistem oleh peneliti (2026).

Fitur kalkulator otomatis diuji dengan skenario input 1 kg minyak jelantah pada tarif Rp4.000/kg, di mana sistem berhasil menjalankan operasi matematis $\text{Total Saldo Masuk} = 1 \times \text{Rp4.000} = \text{Rp4.000}$ dan langsung memperbarui saldo akun nasabah secara akumulatif melalui operasi update increment pada basis data MariaDB. Pada uji simulasi akhir, kompilasi kas komunal tercatat sebesar Rp62.000 dari total akumulasi berat sampah kardus (10,00 kg), botol plastik (4,00 kg), dan minyak jelantah (6,00 kg) milik 10 warga terdaftar. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem

mampu memproses transaksi secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi, mengeliminasi potensi kesalahan perhitungan yang umum terjadi pada sistem manual (Muanifah, 2023).

Hasil Pengujian Fungsionalitas (Black-Box Testing)

Pengujian Black-Box dilakukan terhadap tujuh skenario inti pada tingkat hak akses Admin, Warga, dan Ketua RT. Seluruh butir uji menunjukkan hasil yang valid dan konsisten dengan hasil yang diharapkan, tanpa ditemukan kesalahan logika (bug) fatal pada modul autentikasi, kalkulator konversi, maupun pelaporan multi-role. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan model Waterfall yang disiplin terhadap dokumentasi bertahap --- mulai dari perancangan Use Case Diagram, Activity Diagram, hingga Sequence Diagram --- berkontribusi pada minimnya cacat logika kueri saat fase implementasi pengodean berlangsung. Hal ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya bahwa ketatnya dokumentasi model Waterfall efektif menekan angka kesalahan logika pada modul transaksi keuangan skala kecil (Septian et al., 2025).

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem dengan Black-Box Testing

No	Fitur / Skenario	Butir Uji	Hasil Diharapkan	Hasil Aktual	Kesimpulan
1	Otentikasi Masuk (Multi-user Login)	Login dengan kombinasi akun yang sah	Sistem mengaktifkan token session dan mengarahkan ke beranda	Pengguna diarahkan ke beranda sesuai peran	Valid (Lolos)
2	Proteksi Kredensial	Login dengan kata sandi acak/salah	Akses ditolak, muncul notifikasi eror	Akses dibatalkan, muncul peringatan keamanan	Valid (Lolos)
3	Pembaruan Tarif Komoditas	Mengubah nominal tarif per kg pada Master Harga	Perubahan tersinkronisasi ke basis data	Nominal harga berubah dinamis (mis. menjadi Rp4.000)	Valid (Lolos)
4	Komputasi Timbangan → Saldo	Input setoran 1 kg minyak jelantah	Sistem mengalikan bobot × tarif dan menambah saldo	Saldo nasabah bertambah sesuai formula	Valid (Lolos)
5	Pengajuan Klaim Tabungan	Warga mengajukan penarikan saldo	Data tersimpan berstatus Pending	Antrean penarikan bertambah dengan status Pending	Valid (Lolos)
6	Otorisasi Pencairan Finansial	Admin memverifikasi pencairan dana	Status berubah selesai, saldo berkurang	Saldo warga berkurang, status selesai	Valid (Lolos)
7	Sinkronisasi Pelaporan Komunal	Menampilkan laporan pada akun Ketua RT	Sistem menarik agregasi kas & volume wilayah	Laporan tersaji sinkron dengan basis data utama	Valid (Lolos)

Sumber: hasil pengujian peneliti

Analisis data penelitian dilakukan dengan menguji seluruh fitur sistem berdasarkan skenario penggunaan yang telah ditentukan. Pada skenario autentikasi, sistem berhasil membedakan hak akses tiga level pengguna dengan mekanisme session-based authentication. Admin memiliki akses penuh terhadap seluruh modul, Warga hanya dapat mengakses dasbor pribadi dan fitur pengajuan penarikan, sedangkan Ketua RT memiliki akses read-only terhadap laporan bulanan. Implementasi multi-role ini sejalan dengan temuan Ramdani dkk. (2026) yang

menyatakan bahwa pembatasan akses berdasarkan peran pengguna merupakan komponen kritis dalam sistem manajemen bank sampah untuk menjaga integritas data dan akuntabilitas.

Pada skenario proteksi kredensial, sistem berhasil menolak akses ketika pengguna memasukkan kombinasi username dan password yang tidak valid, serta menampilkan notifikasi keamanan yang informatif. Mekanisme ini penting mengingat sistem mengelola data keuangan sensitif warga. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ardianysah dan Sinaga (2025) yang menekankan pentingnya keamanan autentikasi dalam sistem bank sampah berbasis web untuk mencegah akses tidak sah dan potensi penyalahgunaan data.

Skenario pembaruan tarif komoditas menunjukkan bahwa perubahan nominal harga per kg pada modul Master Harga dapat tersinkronisasi secara real-time ke basis data dan langsung memengaruhi perhitungan saldo nasabah pada transaksi berikutnya. Fleksibilitas ini penting karena harga komoditas sampah daur ulang sering berfluktuasi mengikuti harga pasar (Muttaqin et al., 2012). Sistem yang dikembangkan memberikan keleluasaan bagi Admin untuk menyesuaikan tarif tanpa harus mengubah kode program, berbeda dengan sistem manual yang memerlukan perhitungan ulang secara keseluruhan.

Skenario komputasi timbangan menjadi saldo merupakan fitur inti sistem. Pengujian dengan input 1 kg minyak jelantah pada tarif Rp4.000/kg menghasilkan penambahan saldo sebesar Rp4.000 pada akun nasabah, dengan pembaruan saldo total yang langsung terlihat pada dasbor warga. Formula perhitungan yang diimplementasikan dalam bahasa pemrograman PHP CodeIgniter 4 terbukti menghasilkan output yang presisi dan konsisten. Penelitian Fathasya Meyra Arliansyah dan Bahtiar (2024) juga melaporkan keberhasilan serupa dalam otomatisasi konversi timbangan menjadi saldo, namun sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menambahkan fitur klasterisasi sampah berdasarkan jenis anorganik dan residu yang selaras dengan kebijakan daerah.

Skenario pengajuan klaim tabungan menguji alur permintaan penarikan dana oleh warga. Sistem berhasil menyimpan data pengajuan dengan status "Pending" yang kemudian muncul dalam antrean penarikan pada dasbor Admin. Mekanisme ini menciptakan transparansi proses pencairan dana, di mana warga dapat memantau status pengajuannya dan Admin memiliki kendali penuh atas otorisasi pencairan. Fitur ini menjawab keluhan warga mengenai ketidakjelasan proses penarikan dana yang sebelumnya terjadi pada sistem manual (Muanifah, 2023).

Skenario otorisasi pencairan finansial menguji kemampuan Admin dalam memverifikasi dan menyetujui permintaan penarikan dana. Ketika Admin mengonfirmasi pencairan, status berubah menjadi "Selesai" dan saldo warga otomatis berkurang sesuai nominal yang dicairkan. Proses ini menciptakan audit trail yang jelas, di mana setiap transaksi tercatat dalam basis data dengan timestamp dan identitas pengguna yang melakukan otorisasi. Hal ini sejalan dengan rekomendasi Suryani dkk. (2025) mengenai pentingnya sistem yang dapat memberikan jejak audit (audit trail) dalam pengelolaan keuangan bank sampah.

Skenario sinkronisasi pelaporan komunal menguji kemampuan sistem dalam menyajikan laporan agregat kepada Ketua RT. Sistem berhasil menarik data agregasi kas dan volume sampah wilayah secara real-time dari basis data utama dan menyajikannya dalam format yang mudah

dipahami. Fitur read-only ini memungkinkan Ketua RT memantau kinerja bank sampah tanpa harus merepotkan Admin, sekaligus mendukung transparansi pengelolaan keuangan di hadapan warga. Penelitian Kamardiani dkk. (2026) dalam evaluasi aplikasi Simbasaras juga menekankan pentingnya fitur pelaporan yang akurat dan transparan untuk meningkatkan kepuasan pengelola maupun nasabah.

Temuan Spesifik

Temuan spesifik penelitian ini adalah keberhasilan mengintegrasikan tiga elemen kunci dalam satu sistem: (1) klasterisasi sampah anorganik dan residu yang selaras dengan Instruksi Gubernur DKI Jakarta Nomor 5 Tahun 2026, (2) kalkulator otomatis untuk konversi berat sampah menjadi insentif tunai, dan (3) pembatasan hak akses multi-role yang memisahkan fungsi Admin, Warga, dan Ketua RT. Integrasi ini belum ditemukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya yang cenderung berfokus pada satu atau dua aspek saja (Airudani & Retnowo, 2023; Fathasya Meyra Arliansyah & Bahtiar, 2024; Fikri et al., 2023).

Selain itu, sistem yang dikembangkan berhasil mengotomatisasi seluruh alur transaksi dari hulu ke hilir, mulai dari input timbangan, kalkulasi saldo, pengajuan penarikan, hingga otorisasi pencairan. Otomatisasi ini memotong birokrasi rekapitulasi manual yang sebelumnya memakan waktu dan rawan kesalahan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rosadi (2025) yang menunjukkan bahwa digitalisasi bank sampah melalui sistem berbasis website dapat meningkatkan kecepatan pencatatan dan akurasi data di Bank Sampah DDOROCARE Lombok Tengah.

Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Dibandingkan dengan penelitian Airudani dan Retnowo (2023) yang berfokus pada fitur pelacakan lokasi bank sampah, sistem yang dikembangkan memberikan kontribusi tambahan berupa transparansi distribusi insentif tunai langsung dan klasterisasi sampah yang selaras dengan kebijakan regional DKI Jakarta. Penelitian Airudani dan Retnowo lebih menekankan pada aspek geospasial untuk memudahkan nasabah menemukan lokasi bank sampah, sementara penelitian ini lebih menekankan pada aspek manajemen transaksi dan pelaporan keuangan.

Dibandingkan dengan penelitian Fathasya Meyra Arliansyah dan Bahtiar (2024) yang berhenti pada otomasi saldo digital pasif, sistem yang dikembangkan menambahkan mekanisme pengajuan dan otorisasi penarikan dana yang terstruktur, serta fitur pelaporan multi-pihak. Penelitian Fathasya dan Bahtiar berhasil mengotomatisasi konversi timbangan menjadi saldo, namun belum mengakomodasi alur pencairan dana yang transparan dan akuntabel.

Dibandingkan dengan penelitian Septian dkk. (2025) yang merancang aplikasi manajemen bank sampah DKM Al-Hikmah, sistem ini memiliki keunggulan pada integrasi kebijakan daerah ke dalam arsitektur sistem dan pembatasan hak akses yang lebih spesifik (tiga level pengguna). Penelitian Septian dkk. berhasil menekan angka kesalahan logika pada modul transaksi melalui model Waterfall, namun belum menyelaraskan klasterisasi sampah dengan kebijakan pemerintah daerah.

Dibandingkan dengan penelitian Wirayuda dan Saputri (2026) yang merancang website Bank Sampah Graha Pena untuk skala korporat, sistem yang dikembangkan dirancang khusus untuk organisasi nirlaba berskala mikro dengan karakteristik dan kebutuhan yang berbeda.

Wirayuda dan Saputri berfokus pada pelaporan data sampah korporat secara transparan dan efisien, sementara penelitian ini lebih menekankan pada pemberdayaan masyarakat dan insentif tunai langsung di tingkat rukun tetangga.

Hubungan dengan Teori dan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini memperkuat teori bahwa digitalisasi administrasi keuangan organisasi komunitas dapat meminimalkan risiko kesalahan perhitungan dan meningkatkan kepercayaan nasabah (Muanifah, 2023). Temuan ini juga konsisten dengan penelitian Firdaus dkk. (2023) yang menunjukkan bahwa optimalisasi bank sampah digital dapat meningkatkan ekonomi masyarakat dan pengendalian dampak lingkungan melalui pengelolaan sampah yang lebih terstruktur.

Penelitian ini juga mendukung temuan Kamardiani dkk. (2026) bahwa sistem berbasis digital pada bank sampah telah memenuhi aspek kelayakan fungsional dan meningkatkan kepuasan pengelola maupun nasabah. Evaluasi terhadap aplikasi Simbasaras di Bank Sampah Surolaras, Yogyakarta, menunjukkan hasil serupa di mana sistem digital mampu meningkatkan efisiensi dan transparansi pengelolaan bank sampah.

Selain itu, penelitian ini sejalan dengan rekomendasi Haidar (2025) dan Nurmar'atish (2025) mengenai pentingnya perancangan sistem informasi pengelolaan bank sampah yang terintegrasi dengan kebutuhan komunitas. Kedua penelitian tersebut menekankan bahwa sistem bank sampah harus dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik pengguna dan konteks sosial masyarakat setempat agar dapat diadopsi dengan baik.

Solusi dan Diskusi

Implementasi sistem ini memberikan solusi atas permasalahan administrasi manual yang dihadapi Karang Taruna RT 13/RW 06 Pulo Gebang. Risiko kesalahan rekapitulasi (human error) dapat diminimalkan melalui otomatisasi perhitungan, risiko kerusakan dokumen keuangan diatasi dengan penyimpanan digital pada basis data, dan selisih saldo kas dapat dicegah melalui pencatatan transaksi yang real-time dan akuntabel. Hal ini sejalan dengan urgensi yang diungkap Muanifah (2023) mengenai pentingnya digitalisasi administrasi bank sampah untuk menjaga kepercayaan nasabah.

Sistem yang dikembangkan juga mendukung implementasi Instruksi Gubernur DKI Jakarta Nomor 5 Tahun 2026 tentang pemilahan sampah dari sumber, dengan menyediakan fitur klasterisasi sampah anorganik dan residu yang sesuai dengan kebijakan tersebut. Aditya dkk. (2025) menekankan bahwa keberhasilan implementasi pengelolaan persampahan Jakarta memerlukan dukungan sistem yang terintegrasi dan partisipasi aktif masyarakat, yang diwujudkan melalui sistem ini.

Penelitian ini memiliki keunggulan pada efisiensi penerapan model Waterfall untuk organisasi nirlaba berskala mikro serta integrasi kebijakan regional ke dalam arsitektur sistem. Dibandingkan dengan penelitian Ardianysah dan Sinaga (2025) yang mengembangkan website bank sampah dengan fitur manajemen data penyeter dan dashboard analitik, penelitian ini menambahkan fitur multi-role yang memungkinkan akses berbeda untuk Admin, Warga, dan Ketua RT, serta mekanisme pencairan dana yang terstruktur. Hal ini penting mengingat

pengelolaan bank sampah komunitas memerlukan transparansi dan akuntabilitas di hadapan warga.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu pengujian baru dilakukan pada skala data simulasi 10 warga dan sistem belum terintegrasi dengan payment gateway sehingga pencairan dana tunai masih dilakukan secara manual oleh bendahara. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa adopsi teknologi pada bank sampah skala komunitas masih menghadapi kendala infrastruktur dan sumber daya manusia (Telkom University, 2026).

Implikasi Praktis

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah tersedianya rujukan model implementasi sistem informasi bank sampah tingkat RT yang dapat direplikasi oleh komunitas serupa di berbagai daerah. Sistem ini dirancang dengan teknologi open-source (PHP, CodeIgniter 4, MariaDB, Bootstrap) yang tidak memerlukan biaya lisensi, sehingga dapat diadopsi oleh organisasi komunitas dengan anggaran terbatas. Selain itu, sistem ini dapat menjadi model bagi pemerintah daerah dalam mendigitalisasi program bank sampah di tingkat komunitas.

Implikasi akademisnya adalah kontribusi terhadap kajian integrasi rekayasa perangkat lunak dengan kebijakan lingkungan perkotaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi tidak hanya harus mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga keselarasan dengan kebijakan pemerintah dan kebutuhan spesifik pengguna. Hal ini membuka peluang bagi penelitian lanjutan di bidang sistem informasi lingkungan dan pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi.

Sistem ini juga mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya Tujuan 11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan) dan Tujuan 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), melalui pengelolaan sampah yang lebih efektif dan pemberdayaan ekonomi masyarakat berbasis daur ulang. Suryani dkk. (2025) juga menekankan bahwa aplikasi bank sampah digital dapat berkontribusi pada kesadaran lingkungan dan pemberdayaan ekonomi masyarakat.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode Waterfall berhasil diterapkan secara sistematis untuk membangun Sistem Informasi Bank Sampah Digital pada Karang Taruna RT 13/RW 06 Pulo Gebang. Penerapan model Waterfall yang disiplin terhadap dokumentasi bertahap --- mulai dari identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan UML dan basis data, implementasi kode program, hingga pengujian fungsional --- berkontribusi pada minimnya cacat logika kueri saat fase implementasi pengodean berlangsung. Hal ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya bahwa ketatnya dokumentasi model Waterfall efektif menekan angka kesalahan logika pada modul transaksi keuangan skala kecil (Septian et al., 2025; Wirayuda & Saputri, 2026). Sistem yang dihasilkan mampu mengotomatisasi konversi berat sampah anorganik dan residu menjadi insentif saldo digital secara presisi dan real-time melalui fitur kalkulator otomatis berbasis framework CodeIgniter 4 dan basis data MariaDB transaksional. Pengujian Black-Box terhadap tujuh skenario inti --- autentikasi, proteksi kredensial, pembaruan tarif, komputasi timbangan menjadi saldo, pengajuan penarikan, otorisasi pencairan, dan pelaporan komunal --- menyatakan

seluruh butir uji valid dan konsisten dengan hasil yang diharapkan, tanpa ditemukan kesalahan logika fatal pada modul autentikasi, kalkulator konversi, maupun pelaporan multi-role.

Sistem yang dikembangkan juga menyediakan modul pelaporan keuangan dengan pembatasan hak akses tiga level (Admin, Warga, dan Ketua RT) yang terbukti valid dan sinkron antar peran. Implementasi multi-role ini sejalan dengan temuan Ramdani dkk. (2026) yang menyatakan bahwa pembatasan akses berdasarkan peran pengguna merupakan komponen kritis dalam sistem manajemen bank sampah untuk menjaga integritas data dan akuntabilitas. Implementasi sistem berhasil meminimalkan risiko kesalahan rekapitulasi manual, mengamankan dokumen pembukuan ke dalam basis data digital, serta meningkatkan akuntabilitas tata kelola keuangan organisasi dan mendukung kebijakan pemilahan sampah Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (Aditya et al., 2025). Implikasi praktis dari penelitian ini adalah tersedianya rujukan model implementasi sistem informasi bank sampah tingkat RT yang dapat direplikasi oleh komunitas serupa, sedangkan implikasi akademisnya adalah kontribusi terhadap kajian integrasi rekayasa perangkat lunak dengan kebijakan lingkungan perkotaan. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada skala pengujian data yang relatif kecil (10 warga simulasi) dan belum terintegrasinya sistem dengan gerbang pembayaran elektronik (payment gateway), sehingga pencairan dana tunai fisik masih bergantung pada proses manual bendahara. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengintegrasikan API payment gateway (seperti Midtrans atau Xendit), mengembangkan ekstensi aplikasi mobile khusus nasabah agar pemantauan saldo dan notifikasi dapat diakses lebih praktis (Suryani et al., 2025), serta memindahkan infrastruktur sistem dari layanan hosting gratis ke Virtual Private Server berbayar dengan sertifikasi SSL guna menjamin keamanan dan skalabilitas data finansial warga saat jumlah nasabah bertambah. Penelitian lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi integrasi sistem dengan platform pengelolaan sampah berbasis masyarakat lainnya serta melakukan uji coba lapangan pada skala yang lebih luas untuk mengukur dampak implementasi sistem terhadap partisipasi masyarakat dan pengurangan volume sampah.

REFERENSI

- Aditya, C., & Nurdin, N. (2025). Strategi Implementasi Pengelolaan Persampahan Jakarta. *Journal of Public Policy and Applied Administration*, 101–118.
- Airudani, P., & Retnowo, M. (2023). Implementasi sistem informasi bank sampah dengan fitur location based service menggunakan metode waterfall. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 5(1), 176–186. <https://doi.org/10.47065/josh.v5i1.4422>
- Brawijaya, H., & Widodo, S. (2018). Penerapan metode waterfall dalam sistem informasi bank sampah berbasis web. *Jurnal Bina Sarana Informatika*, 3. www.bsi.ac.id
- Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta. (2026). Laporan volume sampah dan kapasitas TPST Bantargebang. Portal Resmi Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta. https://silika.jakarta.go.id/dashboard_persampahan
- Fathasya Meyra Arliansyah, & Bahtiar, A. (2024). Implementasi aplikasi tabungan bank sampah berbasis web pada Bank Sampah Indah Makmur Kabupaten Cirebon. *Kopertip: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, 8(1), 26–35. <https://doi.org/10.32485/kopertip.v8i1.241>

- Fikri, I., Hafidh, F., Sirajuddin, H., & Kalimantan, I. (2023). Sistem pengelolaan bank sampah berbasis digital dengan metode PLC (Project Life Circle). *Technologia*, 14(1).
- Firdaus, N. N., Puspitasari, R. H. U., Abdika, M. F., Rahmad, M. A. N., Adrianto, S., & Putra, E. C. (2023). Optimalisasi bank sampah digital Tim PPK Ormawa HIMA Manajemen UPGRIS di Desa Plalangan. *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 75–80. <https://doi.org/10.35877/panrannuangku1964>
- Hasan, F. N., & Nurlalah, E. (2023). Implementasi metode waterfall pada sistem informasi penerimaan mahasiswa baru di STKIP PGRI Jombang. *Jurnal InfoTech*, 5(1). <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech36>
- Irnowati, O., & Darwati, I. (2020). Penerapan model waterfall dalam analisis perancangan sistem informasi inventarisasi berbasis web. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 6(2), 109–116. <https://doi.org/10.33330/jurteks.v6i2.406>
- Khairullah, M., & Sestri, E. (2024). Rancang bangun sistem informasi bank sampah berbasis web menggunakan metode waterfall (Studi kasus: Bank Sampah Desa Pamegarsari). *Jurnal Ilmiah*, 5(1).
- Kurniawan, D. (2023). Pendekatan SDLC model waterfall dalam perancangan aplikasi pendaftaran kursus. *Technologia*, 14(3).
- Mardinata, E., & Khair, S. (2017). Membangun sistem informasi pengelolaan data nasabah berbasis web di Bank Sampah Samawa. *Jurnal Teknik Informatika*.
- Mohamad Mulyadin, R., Ariawan, K., & Iqbal, M. (2018). Conflict of waste management in DKI Jakarta and its recommended solutions. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 15(2), 179–191. <https://doi.org/10.20886/jakk.2018.15.2.179-191>
- Muanifah, S. (2023). Implementasi role model administrasi bank sampah berbasis digital di Kota Tangerang Selatan. *Abdi Laksana: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4. <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JAL>
- Muttaqin, M., Yusup, M., Syaula, M., & Arya Widodo, A. (2012). Sistem informasi bank sampah dalam meningkatkan ekonomi dan pengendalian dampak lingkungan di Desa Kota Pari. *Journal Global Technology Computer*, 4(1). <https://doi.org/10.47065/jogtc.v4i1.6388>
- Septian, F., Ramadhan, S., Zaidan, A. F., & Haryono, W. (2025). Perancangan aplikasi manajemen bank sampah DKM Al-Hikmah berbasis web dengan model waterfall. *Jurnal Wastuloka*, 3(1). <https://ojs.unr.ac.id/index.php/watsuloka>
- Widyastuti, H., Utami, S., & Junadi, B. (2025). Rancang bangun sistem e-library dengan menggunakan metode pendekatan design thinking. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 16(1), 146. <https://doi.org/10.31602/tji.v16i1.17357>
- Wirayuda, M., & Saputri, N. A. O. (2026). Rancang bangun website Bank Sampah Graha Pena pada Sumatera Ekspres dengan menggunakan metode waterfall. *Jurnal Janitra Informatika dan Sistem Informasi*, 6(1), 43–60. <https://doi.org/10.59395/cnhm8n34>