

Implementasi Model V dalam Pengembangan Aplikasi Bank Sampah Berbasis Web

Anis Mirza¹, Melani Dewi Lusita^{2*}, Yudi Irawan Chandra³

¹Universitas Pamulang

Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia 15417

^{2,3}STMIK Jakarta STI&K

Jalan BRI No.17 Radio Dalam, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan,
Indonesia 12140

¹dosen00289@unpam.ac.id, ²melanilusita@gmail.com, ³yirawanc@gmail.com

Intisari— Pengelolaan sampah merupakan salah satu tantangan lingkungan yang semakin kompleks, terutama di wilayah perkotaan. Salah satu pendekatan yang berkembang adalah penerapan konsep bank sampah yang berfungsi sebagai sarana pengelolaan sampah berbasis partisipasi masyarakat. Namun, sistem administrasi bank sampah pada umumnya masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan pencatatan transaksi, kesalahan penghitungan saldo, dan kurangnya transparansi dalam distribusi manfaat. Permasalahan ini menunjukkan perlunya sebuah sistem informasi yang mampu mendukung operasional bank sampah secara efektif, terintegrasi, dan mudah diakses oleh pengguna. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan aplikasi bank sampah berbasis web dengan menerapkan model V sebagai kerangka pengembangan perangkat lunak. Model V dipilih karena memberikan pendekatan yang sistematis dalam memetakan tahap perancangan dengan tahap pengujian, sehingga kualitas perangkat lunak dapat terjamin sejak fase awal pengembangan. Batasan penelitian mencakup perancangan dan implementasi fitur utama, antara lain manajemen data nasabah, pencatatan transaksi setoran maupun penarikan sampah, serta penyajian laporan saldo secara real-time. Aspek di luar ruang lingkup, seperti integrasi dengan sistem pembayaran digital atau aplikasi pihak ketiga, tidak dibahas dalam penelitian ini. Tujuan penelitian adalah menghasilkan aplikasi bank sampah berbasis web yang mampu meningkatkan efisiensi administrasi, akurasi data transaksi, serta transparansi layanan bagi nasabah maupun pengelola. Proses pengujian dilakukan menggunakan metode black-box testing yang difokuskan pada validasi fungsionalitas sistem sesuai kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh skenario uji yang dirancang melalui black-box testing berhasil dijalankan sesuai harapan tanpa ditemukan kesalahan fungsional yang signifikan. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah memenuhi spesifikasi kebutuhan dan layak digunakan sebagai solusi untuk mendukung operasional bank sampah. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada penyediaan sistem informasi yang andal untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah berbasis masyarakat.

Kata kunci— Bank Sampah, Aplikasi Berbasis Web, Model V, Black-Box Testing, Sistem Informasi

Abstract— Waste management has become an increasingly complicated environmental issue, particularly in urban settings. One approach that has been introduced to address this challenge is the waste bank concept, which enables communities to actively participate in managing their own waste. Despite its potential, most waste bank operations are still managed manually, leading to common problems such as transaction recording delays, miscalculations of balances, and limited transparency in benefit distribution. These limitations underline the importance of developing an integrated and user-friendly information system to optimize waste bank performance. This research discusses the design and development of a web-based waste bank system by applying the V-model framework in software engineering. The V-model was selected because it systematically aligns each design stage with corresponding testing activities, thereby ensuring software reliability from the beginning of development. The system is equipped with essential features, including customer information management, transaction recording for both deposits and withdrawals, as well as real-time balance reporting. Features beyond this scope—such as digital payment integration or external application connectivity—are excluded from the discussion. The main goal of this study is to produce a web-based platform capable of improving administrative efficiency, accuracy of transaction data, and service transparency for both users and managers. System evaluation was carried out using the black-box testing method, focusing on verifying the application's functionality based on user requirements. The testing confirmed that all defined scenarios ran successfully without major functional issues. Therefore, the resulting application fulfills the specified requirements and is considered feasible to support waste bank activities. In conclusion, this study contributes to strengthening community-based waste management through the provision of a dependable information system.

Keywords— Waste Bank, Web-Based Application, Model V, Black-Box Testing, Information System.

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah merupakan permasalahan yang terus berkembang seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas masyarakat [1], [2], [3]. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif adalah program bank sampah, yaitu sistem pengelolaan berbasis partisipasi masyarakat melalui mekanisme tabungan sampah yang memiliki nilai ekonomi [4], [5], [6]. Meskipun konsep ini telah banyak diterapkan di berbagai daerah, pengelolaan

administrasi dan pencatatan transaksi masih sering dilakukan secara manual. Hal ini menimbulkan berbagai kendala, seperti risiko kehilangan data, keterlambatan laporan, dan keterbatasan akses informasi bagi mitra terkait, khususnya Dinas Lingkungan Hidup (DLH) yang memiliki peran dalam pengawasan serta evaluasi [7], [8], [9].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan solusi berbasis teknologi informasi yang mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi.

Pengembangan aplikasi bank sampah berbasis web dipandang tepat karena mampu menyediakan sistem yang terintegrasi, mudah diakses, dan dapat digunakan oleh berbagai pihak. Namun, dalam proses pengembangannya diperlukan metode yang sistematis agar menghasilkan perangkat lunak yang sesuai kebutuhan. Model V digunakan sebagai pendekatan karena menekankan pada keterkaitan antara tahapan perancangan dengan pengujian, sehingga setiap fungsionalitas dapat divalidasi secara menyeluruh.

Batasan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada pengembangan aplikasi bank sampah berbasis web dengan implementasi model V dan pengujian menggunakan metode black-box testing. Integrasi dengan mitra Dinas Lingkungan Hidup menjadi aspek penting, sehingga data transaksi dapat dipantau secara real-time oleh pihak terkait. Studi kasus dilakukan di Kelurahan Buaran, yang dipilih karena memiliki program bank sampah aktif namun masih menghadapi keterbatasan dalam pengelolaan digital.

Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan model V dalam pengembangan aplikasi bank sampah berbasis web yang terintegrasi dengan mitra Dinas Lingkungan Hidup. Aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pencatatan, mempercepat akses data, serta memberikan dukungan dalam pengambilan keputusan berbasis informasi yang akurat. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada penguatan sistem pengelolaan sampah yang lebih modern dan berkelanjutan.

II. LATAR BELAKANG

Pengelolaan sampah merupakan salah satu isu lingkungan yang semakin mendesak di Indonesia. Pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi masyarakat menyebabkan volume sampah meningkat secara signifikan setiap tahunnya. Apabila tidak ditangani dengan baik, kondisi ini dapat menimbulkan permasalahan serius, mulai dari pencemaran lingkungan hingga menurunnya kualitas kesehatan masyarakat. Pemerintah telah mendorong berbagai program pengelolaan sampah, salah satunya melalui pembentukan bank sampah yang bertujuan untuk mengedukasi masyarakat sekaligus memberikan nilai ekonomi dari aktivitas daur ulang. Namun demikian, implementasi di lapangan masih menghadapi kendala, terutama pada aspek administrasi, transparansi, dan efektivitas pengelolaan data [10], [11].

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, digitalisasi bank sampah menjadi solusi yang relevan untuk mengatasi berbagai keterbatasan tersebut. Sistem berbasis web dinilai lebih efisien dalam mengelola transaksi, mencatat jumlah sampah yang disetorkan, serta memudahkan monitoring oleh pihak pengelola maupun mitra terkait, termasuk Dinas Lingkungan Hidup. Integrasi langsung dengan instansi tersebut diharapkan mampu meningkatkan akurasi data, memperkuat akuntabilitas, serta mendukung kebijakan pemerintah dalam mewujudkan pengelolaan sampah yang berkelanjutan [12], [13].

Dalam konteks pengembangan perangkat lunak, pemilihan metodologi yang tepat berperan penting untuk menghasilkan sistem yang sesuai kebutuhan. Model V merupakan salah satu pendekatan pengembangan perangkat lunak yang menekankan keterkaitan antara tahap perancangan dan tahap pengujian, sehingga kualitas aplikasi dapat lebih terjamin. Untuk memastikan fungsionalitas aplikasi berjalan dengan baik, pengujian dilakukan menggunakan metode black-box testing, yang fokus pada kesesuaian keluaran dengan kebutuhan pengguna tanpa melihat kode program.

Permana dkk. (2023) menerapkan pendekatan V-Model dalam rekayasa perangkat lunak karena mampu menghubungkan tahap pengembangan dengan proses verifikasi dan validasi secara sistematis. Analisis kebutuhan dilakukan menggunakan metode PIECES untuk memastikan solusi yang dihasilkan relevan dengan permasalahan teknis di lapangan. Hasil penelitian tersebut berupa aplikasi E-Logbook MSAN berbasis web dengan framework Laravel [14].

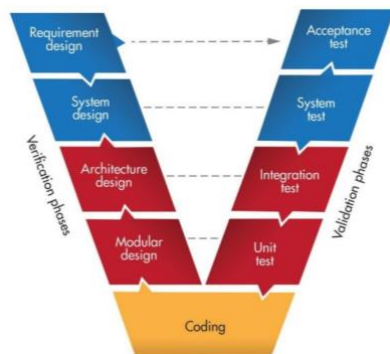
Selanjutnya, Susilowati dkk. (2022) mengembangkan aplikasi bank sampah dengan V-Model yang terbukti berjalan stabil pada berbagai versi Android, mulai dari KitKat hingga versi terbaru. Hal ini menunjukkan bahwa metode tersebut tidak hanya meningkatkan kualitas perangkat lunak, tetapi juga menjamin kompatibilitas serta keterjangkauan pengguna [15]. Dharmawan dkk. (2022) merancang sistem informasi berbasis web untuk pengelolaan event dan diskon dengan pendekatan SDLC menggunakan V-Shaped Model. Pendekatan ini menekankan keterhubungan antara perancangan dan pengujian sehingga menghasilkan sistem yang lebih efisien dan sesuai kebutuhan perusahaan [16]. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, penelitian ini mengadopsi model serupa dengan fokus pada pengembangan aplikasi bank sampah berbasis web yang terintegrasi dengan mitra, guna meningkatkan keandalan, efisiensi, serta relevansi implementasi di lingkungan masyarakat.

Penelitian ini mengambil studi kasus di Kelurahan Buaran, di mana permasalahan pengelolaan bank sampah masih dihadapkan pada pencatatan manual dan kurangnya integrasi dengan instansi terkait. Melalui pengembangan aplikasi bank sampah berbasis web dengan implementasi Model V serta integrasi dengan Dinas Lingkungan Hidup, diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif, efisien, dan berkelanjutan dalam mendukung program pengelolaan sampah berbasis masyarakat.

Teori Model V

Model V merupakan salah satu metode dalam Software Development Life Cycle (SDLC) yang menekankan keterkaitan erat antara tahap pengembangan sistem dengan tahap pengujiannya [17], [18]. Model ini dikembangkan sebagai penyempurnaan dari Waterfall Model, dengan penekanan pada proses verifikasi dan validasi di setiap fase. Bentuk huruf "V" melambangkan hubungan langsung antara tahapan perancangan di sisi kiri

dan tahapan pengujian di sisi kanan, sehingga setiap langkah pengembangan memiliki pasangan uji yang relevan seperti terlihat pada gambar 1 [19], [20].



Gambar 1. Bagan Model V

Tahapan utama dalam Model V dimulai dari analisis kebutuhan, yang berfokus pada pengumpulan informasi dari pengguna dan pemangku kepentingan untuk memastikan sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya adalah tahap perancangan sistem yang menghasilkan arsitektur perangkat lunak secara umum. Tahap berikutnya ialah perancangan detail yang merumuskan struktur modul, antarmuka, serta logika pemrograman. Setelah perancangan selesai, dilakukan proses implementasi berupa penulisan kode program sesuai desain yang telah disusun [21].

Tahapan di sisi kanan Model V berorientasi pada pengujian. Pengujian unit dilakukan untuk memastikan setiap modul berjalan sesuai spesifikasi. Pengujian integrasi dilakukan guna menilai interaksi antar modul agar tidak terjadi kesalahan komunikasi data. Setelah itu, pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian sistem secara keseluruhan dengan kebutuhan yang didefinisikan di awal [22]. Tahap akhir adalah pengujian penerimaan (acceptance testing), yang melibatkan pengguna atau mitra terkait untuk memastikan sistem layak digunakan dalam lingkungan nyata.

Kelebihan utama Model V terletak pada struktur pengembangan yang sistematis dan keterhubungan yang jelas antara desain dan pengujian. Pendekatan ini meminimalkan risiko terjadinya kesalahan yang baru ditemukan di tahap akhir, karena setiap fase telah diverifikasi sejak awal. Selain itu, Model V memberikan dokumentasi yang lebih komprehensif, memudahkan pelacakan kesalahan, serta mendukung keterlibatan pengguna melalui uji penerimaan. Dengan demikian, model ini sangat sesuai digunakan dalam pengembangan aplikasi yang menuntut akurasi, keandalan, dan keterlibatan pemangku kepentingan, termasuk pada kasus pengembangan aplikasi bank sampah berbasis web yang terintegrasi dengan mitra dinas lingkungan hidup [23].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikelola dalam sistem bank sampah meliputi catatan mengenai berat sampah yang ditimbang

oleh petugas. Setiap kategori sampah memiliki harga sesuai jenis material, sehingga nilai ekonomis dari setoran nasabah dapat dihitung secara otomatis berdasarkan hasil timbangan. Setelah penimbangan individu selesai, petugas menyusun rekapitulasi yang memuat total volume sampah yang terkumpul serta akumulasi nilai finansial dari seluruh nasabah pada periode tertentu. Rekapitulasi tersebut kemudian dirangkum menjadi laporan keseluruhan yang tidak hanya menampilkan jumlah sampah, tetapi juga nilai ekonominya. Laporan akhir ini selanjutnya dikirimkan kepada Dinas Lingkungan Hidup (DLH) sebagai mitra dalam pengelolaan program.

Analisis Kebutuhan

Aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini berbasis web dan berfungsi untuk mendukung proses pencatatan, pengelolaan, serta pelaporan data bank sampah di Kelurahan Buaran. Sistem dirancang agar pemantauan laporan dapat dilakukan secara terpusat, terstruktur, dan periodik, sehingga informasi yang dihasilkan lebih akurat dan mudah diakses oleh pihak terkait. Alur kerja aplikasi yang diusulkan akan dipaparkan secara detail pada bagian berikutnya.

1. Kebutuhan Perangkat Keras (Hardware)

Untuk mendukung pengembangan serta implementasi aplikasi bank sampah berbasis web, diperlukan perangkat keras dengan spesifikasi yang memadai agar proses dapat berjalan stabil dan efisien. Pada sisi server, spesifikasi minimal yang direkomendasikan mencakup prosesor multi-core setara Intel i5 atau lebih tinggi, kapasitas RAM minimal 8 GB, ruang penyimpanan 500 GB berbasis SSD, serta konektivitas jaringan yang stabil. Spesifikasi tersebut bertujuan agar server mampu menangani proses komputasi, penyimpanan basis data, serta akses simultan dari beberapa pengguna.

Pada sisi client, perangkat keras yang digunakan relatif lebih sederhana. Pengguna cukup menggunakan komputer atau laptop dengan prosesor dual-core, RAM minimal 4 GB, ruang penyimpanan 256 GB, dan layar dengan resolusi standar. Selain itu, sistem juga dapat diakses melalui perangkat bergerak (smartphone) yang memiliki spesifikasi menengah dengan dukungan browser modern. Dengan demikian, aplikasi tetap dapat dijalankan secara fleksibel baik pada perangkat desktop maupun mobile.

2. Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

Dari aspek perangkat lunak, pengembangan aplikasi memerlukan sistem operasi server yang andal, misalnya Linux Ubuntu Server atau Windows Server. Untuk sistem manajemen basis data, dapat digunakan MySQL maupun PostgreSQL. Proses pengembangan aplikasi berbasis web biasanya menggunakan PHP atau framework serupa, yang dipadukan dengan HTML, CSS, dan JavaScript sebagai komponen antarmuka pengguna. Selain itu, web server seperti Apache atau Nginx dibutuhkan guna memproses permintaan dari pengguna, sementara di sisi klien akses dilakukan melalui peramban

modern seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, atau Microsoft Edge. Pada tahap pengujian, software pendukung—misalnya alat uji black-box—dimanfaatkan untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai spesifikasi.

Rancangan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak tersebut ditetapkan agar aplikasi bank sampah mampu beroperasi secara efisien, baik dalam pengolahan data maupun dalam penyajian informasi bagi para mitra, termasuk Dinas Lingkungan Hidup selaku pengelola utama.

Perancangan Sistem

Sistem yang berjalan saat ini dimulai dengan kegiatan nasabah yang mengumpulkan sampah rumah tangga dan memilahnya sesuai jenis material. Setelah itu, nasabah membawa sampah yang telah dipisahkan beserta buku tabungan ke lokasi bank sampah. Sampah yang diserahkan kemudian ditimbang oleh petugas, dan hasil penimbangan dicatat sebagai data sementara. Data tersebut selanjutnya diserahkan kepada admin untuk dihitung nilai ekonomisnya berdasarkan kategori sampah. Nilai hasil perhitungan kemudian dicatat dalam buku tabungan nasabah sebagai bentuk saldo yang dapat ditarik atau ditukar sesuai ketentuan. Setelah seluruh proses selesai, buku tabungan dikembalikan kepada nasabah sebagai bukti transaksi.

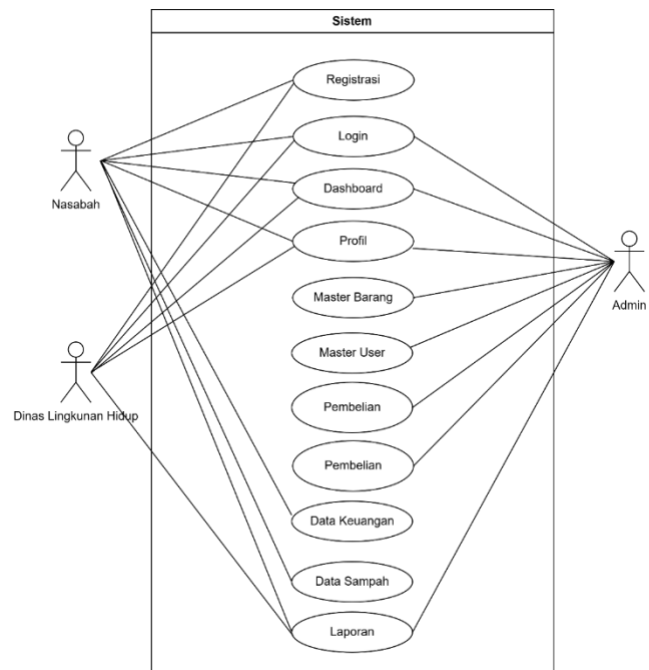
Namun, mekanisme yang masih bersifat manual ini memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan pengolahan data, akurasi perhitungan, serta penyusunan laporan yang terintegrasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sebuah aplikasi berbasis web yang berfungsi untuk mendukung pengelolaan data bank sampah di Kelurahan Buaran. Sistem ini dirancang agar proses pencatatan, perhitungan, dan pelaporan dapat dilakukan secara otomatis, terpusat, serta dapat dipantau secara berkala. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengelolaan bank sampah menjadi lebih efisien, transparan, dan mudah diakses oleh pihak terkait, termasuk Dinas Lingkungan Hidup sebagai mitra pengelola.

1. Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan representasi visual yang menunjukkan interaksi antara aktor (pengguna) dengan sistem melalui fungsi-fungsi yang tersedia. Diagram ini menampilkan peran setiap aktor, tingkat otorisasi yang dimiliki, serta aktivitas yang bisa dilakukan. Pada penelitian ini, terdapat dua aktor utama, yaitu Administrator dan User, dengan tanggung jawab yang berbeda. Administrator memiliki kewenangan untuk melakukan autentikasi, mengelola data, serta menyusun laporan, sedangkan User hanya diberikan hak terbatas, yakni melakukan login dan mengakses informasi tertentu sesuai otorisasinya.

Penyusunan Use Case Diagram menjadi langkah penting sebelum proses implementasi dimulai, karena berfungsi untuk memetakan kebutuhan fungsional sistem secara visual dan terstruktur. Dengan demikian, diagram ini membantu perancang maupun pengembang dalam

memahami interaksi antar pengguna dan sistem. Gambaran alur interaksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



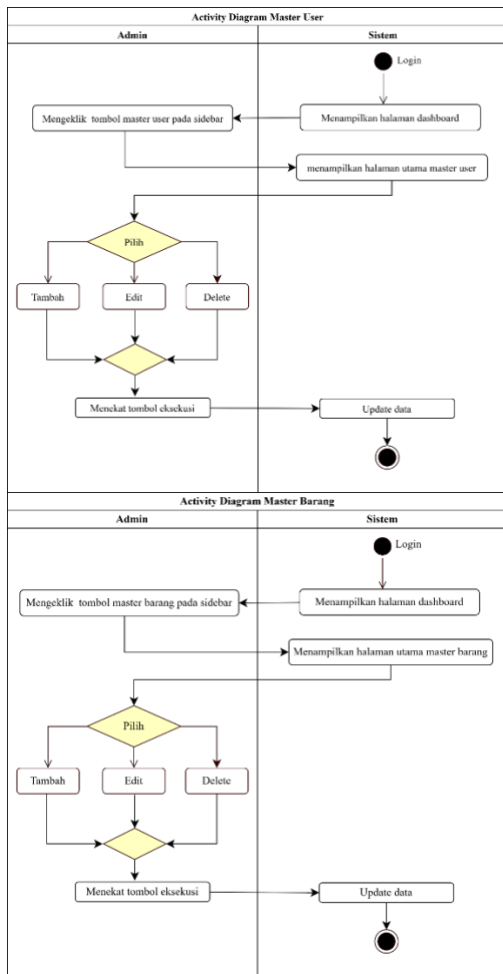
Gambar 2. Use Case Diagram

2. Activity Diagram

Activity Diagram merupakan salah satu diagram dalam Unified Modeling Language (UML) yang digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas atau proses bisnis dalam suatu sistem. Diagram ini menampilkan urutan langkah yang dilakukan oleh aktor maupun sistem, serta memperlihatkan bagaimana interaksi antar aktivitas berlangsung secara terstruktur. Dengan adanya activity diagram, alur kerja dapat dipahami dengan lebih jelas, terutama dalam mengidentifikasi proses yang berjalan secara paralel maupun sekuensial.

Pada penelitian ini, activity diagram disusun untuk memodelkan alur kerja aplikasi bank sampah berbasis web yang dikembangkan. Diagram tersebut menjelaskan interaksi utama mulai dari proses penimbangan sampah oleh petugas, pencatatan hasil timbangan ke dalam sistem, perhitungan nilai ekonomi berdasarkan kategori sampah, hingga pembuatan laporan yang nantinya dapat diakses oleh Dinas Lingkungan Hidup sebagai mitra pengelola. Dengan pemodelan ini, setiap peran dan aktivitas yang terlibat dapat ditelusuri dengan jelas sehingga memudahkan proses pengembangan maupun evaluasi sistem.

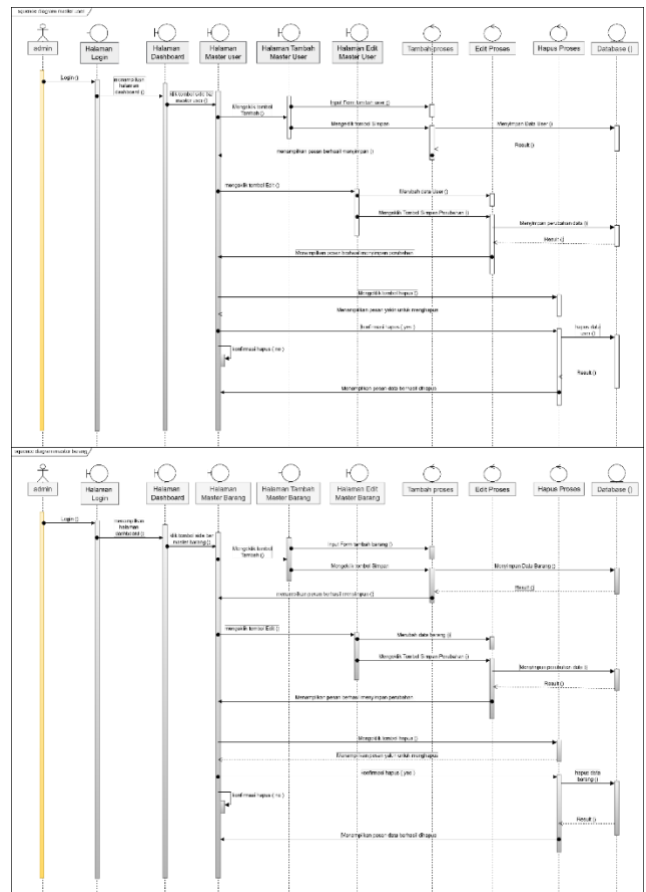
Secara visual, rancangan activity diagram yang menggambarkan alur kerja sistem ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Activity Diagram

3. Sequence Diagram

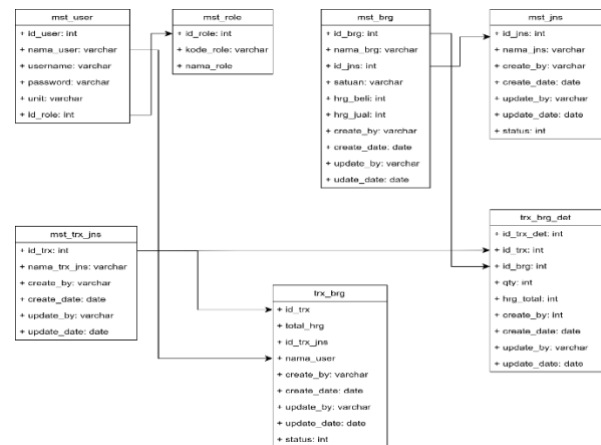
Sequence Diagram digunakan untuk memperlihatkan urutan interaksi antara aktor dan sistem dalam suatu proses. Diagram ini menampilkan alur komunikasi mulai dari masukan yang diberikan pengguna, pemrosesan oleh sistem, hingga keluaran berupa informasi atau laporan. Pada aplikasi bank sampah berbasis web, Sequence Diagram menjelaskan bagaimana nasabah maupun petugas berinteraksi dengan sistem. Proses dimulai ketika aktor memberikan data atau perintah, kemudian sistem memproses masukan tersebut, mengakses basis data, dan menampilkan hasil sesuai kebutuhan. Secara keseluruhan, diagram ini membantu memperjelas hubungan antar langkah dalam aplikasi, sehingga alur kerja dapat dipahami dengan lebih mudah. Representasi urutan komunikasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sequence Diagram

4. Class Diagram

Diagram ini memuat kelas-kelas yang terlibat beserta atribut dan metode yang dimilikinya. Perannya penting karena membantu menunjukkan bagaimana data dan fungsi diatur serta saling berhubungan. Setiap kelas merepresentasikan entitas tertentu, seperti pengguna, transaksi, barang, atau modul lain yang dibutuhkan aplikasi. Dengan adanya diagram kelas, pengembang dapat memahami struktur sistem dengan lebih jelas, sehingga proses implementasi menjadi lebih terarah. Visualisasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Class Diagram

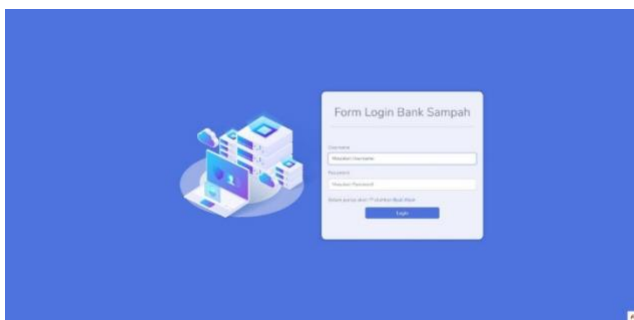
Implementasi

Implementasi sistem merupakan tahap realisasi dari rancangan yang telah disusun sebelumnya. Pada penelitian ini, proses implementasi dilakukan dengan memanfaatkan bahasa pemrograman PHP sebagai media utama pengembangan aplikasi, karena sifatnya yang dinamis serta mendukung integrasi dengan berbagai layanan web. Untuk pengelolaan data, digunakan MySQL sebagai Database Management System (DBMS) yang handal dalam menyimpan, mengolah, dan mengelola data secara terstruktur. Kombinasi antara PHP dan MySQL dipilih karena keduanya bersifat open source, relatif ringan, mudah diintegrasikan, serta memiliki dukungan komunitas yang luas, sehingga memudahkan dalam proses pengembangan maupun pemeliharaan sistem.

Tahap implementasi ini mencakup penulisan kode program berdasarkan rancangan yang telah dibuat, penghubungan aplikasi dengan basis data, serta pengaturan alur kerja sistem agar seluruh fungsi dapat berjalan sesuai kebutuhan. Melalui pendekatan ini, aplikasi bank sampah yang dibangun diharapkan mampu menyediakan pengolahan data secara lebih efisien, akurat, dan terintegrasi, sehingga mendukung peningkatan kualitas pengelolaan sampah di lingkungan masyarakat.

1. Tampilan Halaman Login

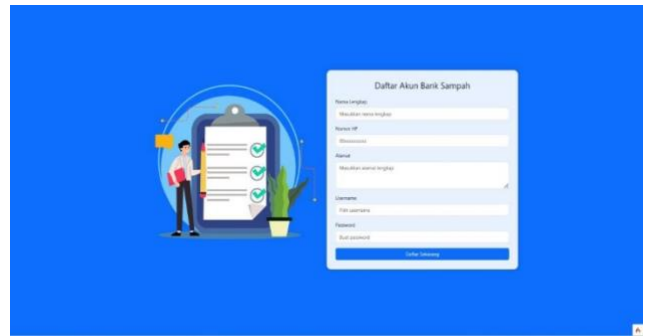
Halaman login admin berfungsi sebagai gerbang awal untuk mengakses sistem. Pada halaman ini disediakan sebuah formulir yang mengharuskan administrator memasukkan alamat email dan kata sandi yang telah terdaftar sebelumnya. Setelah data autentikasi diisi dengan benar, admin dapat menekan tombol login untuk masuk ke dalam sistem. Ilustrasi tampilan halaman login ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Halaman Login

2. Tampilan Halaman Registrasi

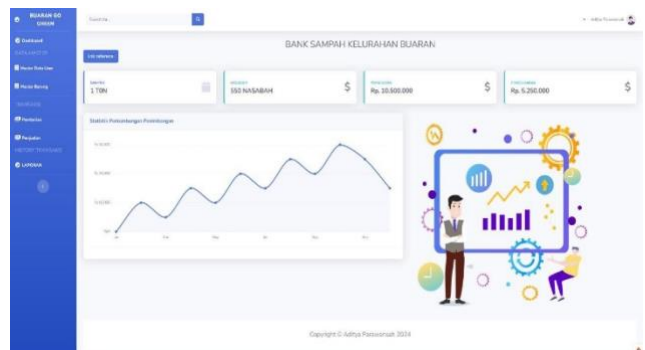
Halaman registrasi berfungsi sebagai sarana bagi pengguna baru untuk melakukan pendaftaran agar memperoleh hak akses ke dalam aplikasi bank sampah. Melalui halaman ini, pengguna dapat memasukkan data identitas yang diperlukan sebagai syarat penggunaan sistem. Adapun rancangan antarmuka halaman registrasi ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Halaman Registrasi

3. Tampilan Halaman Dashboard

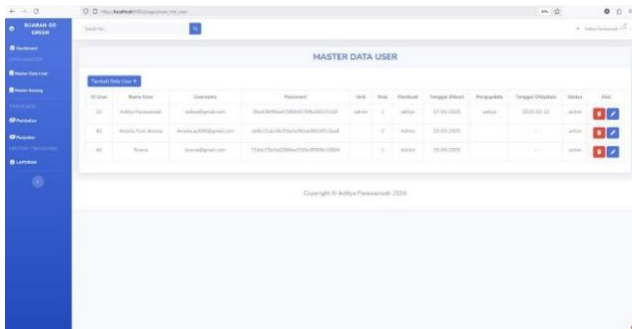
Halaman ini berfungsi sebagai tampilan utama setelah pengguna masuk ke sistem, di mana informasi penting seperti data transaksi, jumlah sampah yang terkumpul, serta nilai ekonomisnya disajikan secara ringkas dalam bentuk tabel maupun grafik. Tampilan ini dirancang sebagai pusat navigasi yang memudahkan pengelola untuk memantau kinerja program bank sampah, sekaligus memberikan akses cepat menuju fitur lain seperti pencatatan, pengelolaan nasabah, dan penyusunan laporan seperti terlihat pada gambar 8



Gambar 8. Tampilan Halaman Dashboard

4. Tampilan Halaman Master User

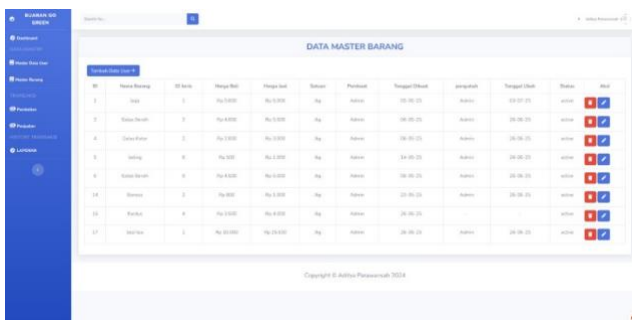
Halaman Master User berfungsi untuk mengelola data pengguna yang memiliki hak akses ke dalam sistem. Melalui halaman ini, admin dapat menambahkan, mengubah, maupun menghapus akun sesuai kebutuhan operasional. Informasi yang ditampilkan meliputi identitas pengguna, peran atau level akses, serta status keaktifan akun. Dengan adanya fitur ini, pengelolaan hak akses menjadi lebih terstruktur dan aman, sehingga setiap pengguna hanya dapat menggunakan sistem sesuai dengan kewenangannya ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Halaman Master User

5. Tampilan Halaman Master Barang

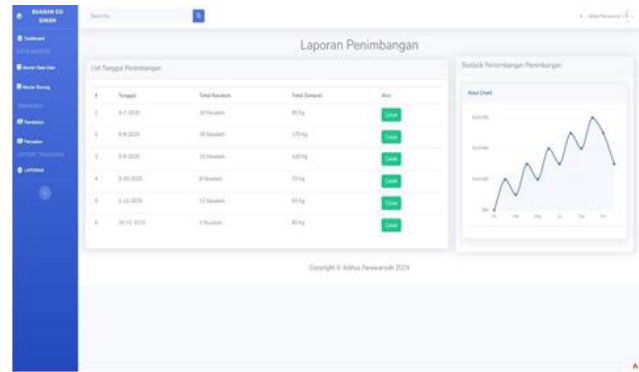
Halaman Master Barang digunakan untuk mengelola data jenis sampah atau barang yang diterima dalam program bank sampah. Pada halaman ini, admin dapat menambahkan kategori baru, memperbarui informasi barang, serta menetapkan harga sesuai dengan jenis material yang berlaku. Data yang disajikan mencakup kode barang, nama barang, satuan, dan nilai harga per kilogram, sehingga memudahkan proses transaksi serta perhitungan nilai ekonomis sampah yang disetorkan. Dengan adanya halaman ini, pengelolaan data barang menjadi lebih terorganisir dan konsisten terlihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Halaman Master Barang

6. Tampilan Halaman Laporan

Halaman Laporan berfungsi untuk menyajikan rekapitulasi data hasil pengelolaan bank sampah dalam periode tertentu. Informasi yang ditampilkan meliputi jumlah transaksi, total volume sampah yang berhasil dikumpulkan, serta nilai ekonomis yang dihasilkan. Laporan dapat diakses secara terstruktur dalam bentuk tabel maupun grafik, sehingga memudahkan pengelola maupun mitra terkait dalam melakukan evaluasi program. Selain itu, halaman ini juga menyediakan fitur cetak atau ekspor data, sehingga laporan dapat disimpan sebagai dokumen resmi yang digunakan untuk pelaporan kepada Dinas Lingkungan Hidup maupun kebutuhan administrasi internal terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Halaman Laporan

Pengujian

Pengujian kotak hitam (black-box testing) merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada evaluasi fungsi sistem berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan. Pendekatan ini tidak menitikberatkan pada struktur kode program, melainkan pada keluaran yang dihasilkan dari setiap masukan yang diberikan. Tujuannya adalah memastikan bahwa setiap fungsi dalam sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dirumuskan sebelumnya. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan metode black-box testing pada sepuluh skenario utama, dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Setiap kasus uji yang meliputi proses autentikasi pengguna, pengelolaan data master (nasabah dan barang), hingga transaksi pembelian, penjualan, dan pencetakan laporan menunjukkan hasil yang konsisten antara keluaran yang diharapkan dengan keluaran aktual. Seluruh skenario pengujian memperoleh status positif, yang menandakan tidak ditemukan kesalahan fungsional pada sistem.

Secara lebih rinci, fitur login berhasil memvalidasi akses pengguna dan menampilkan dashboard dengan benar. Proses manajemen data nasabah meliputi penambahan, perubahan, dan penghapusan, semuanya dapat dijalankan sesuai prosedur. Hal serupa juga berlaku untuk pengelolaan data master barang yang berfungsi dengan baik, termasuk dalam hal validasi data pada saat perubahan maupun penghapusan. Selain itu, pengujian pada transaksi pembelian dan penjualan menunjukkan sistem mampu mengolah data dengan benar, mulai dari input, validasi, hingga penyimpanan ke basis data. Fitur pencetakan laporan pun berhasil menampilkan data sesuai periode yang dipilih dan dapat dicetak tanpa kendala.

Hasil keseluruhan mengindikasikan bahwa aplikasi bank sampah berbasis web yang dikembangkan telah memenuhi aspek fungsionalitas sesuai kebutuhan pengguna dan mitra pengelola, dalam hal ini Dinas Lingkungan Hidup. Dengan demikian, sistem dapat dinyatakan layak untuk diimplementasikan sebagai sarana pengelolaan data dan transaksi pada program bank sampah di Kelurahan Buaran.

Acceptance Testing

Acceptance testing merupakan tahapan akhir dalam proses pengujian perangkat lunak yang bertujuan untuk memastikan sistem telah sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Pada tahap ini, fokus utama bukan hanya pada aspek teknis, tetapi juga pada kesesuaian fungsi sistem dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sejak awal pengembangan. Pengujian dilakukan bersama pengguna akhir atau pihak pemangku kepentingan agar sistem yang dibangun benar-benar layak digunakan dalam lingkungan operasional nyata.

Secara umum, acceptance testing terbagi menjadi dua bentuk utama, yaitu alpha testing dan beta testing. Alpha testing dilakukan di lingkungan pengembang dengan melibatkan pengguna terbatas untuk menemukan potensi kesalahan sebelum sistem dirilis. Sementara itu, beta testing dilaksanakan pada lingkungan pengguna sesungguhnya, di mana sistem diuji secara langsung untuk menilai performa, keandalan, serta kenyamanan pengguna.

Keberhasilan acceptance testing ditentukan oleh sejauh mana sistem mampu menjawab kebutuhan yang telah didefinisikan pada tahap analisis. Jika sistem dinyatakan memenuhi kriteria, maka aplikasi dapat diimplementasikan secara penuh. Namun, apabila masih ditemukan kekurangan, pengembang perlu melakukan perbaikan sesuai umpan balik yang diberikan. Dengan demikian, acceptance testing berperan penting sebagai langkah validasi akhir yang memastikan kualitas, fungsionalitas, dan kelayakan sistem sebelum benar-benar diterapkan di lapangan terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. User Response

No	Pertanyaan	Keterangan				
		SP	P	CP	TP	STP
1	Apakah Anda merasa sistem bank sampah ini mudah digunakan?	16	8	1	-	-
2	apakah aplikasi bank sampah ini mempermudah pencatatan transaksi sampah ?	16	7	2	-	-
3	Seberapa puas website yang disajikan memberikan kemudahan untuk membantu mengelola data keuangan dan data sampah ?	16	8	1	-	-
4	Apakah aplikasi bank sampah ini mempermudah dalam pembuatan laporan penimbangan ?	16	6	3	-	-
5	Apakah website ini sudah sesuai dengan kebutuhan pendataan bank sampah ?	3	10	2	-	-
6	Apakah ada kesulitan saat mengoperasikan aplikasi ini ?	16	7	2	-	-
7	Seberapa puas anda dengan tampilan antarmuka sistem bank sampah ini ?	17	7	1	-	-

Keterangan :

SP : Sangat Puas

P : Puas

CP : Cukup Puas

TP : Tidak Puas

STP : Sangat Tidak Puas

Jumlah responden : 25 orang

Jumlah pertanyaan : 7 pertanyaan

Responden yang menjawab sangat puas (skor 5) = $16 \times 5 = 80$

Responden yang menjawab puas (skor 4) = $8 \times 4 = 32$

Responden yang menjawab cukup puas (skor 3) = $2 \times 3 = 6$

Responden yang menjawab tidak puas (skor 2) = $0 \times 2 = 0$

Responden yang menjawab sangat tidak puas (skor 1) = $0 \times 1 = 0$ Maka total skor = 118

Interpretasi skor perhitungan

$Y = \text{Skor tertinggi likert} \times \text{jumlah responden}$

= 5×25

= 125

$X = \text{Skor terendah likert} \times \text{jumlah responden} = 1 \times 25$

Rumus interval

$I = 100/\text{jumlah skor}$

Maka = $100/5 = 20$ (interval dari jarak terendah 0% hingga tertinggi 100%)

Berikut kriteria interpretasi skor berdasarkan interval

Angka 0% - 19,99% sangat tidak puas

Angka 20% - 39,99% tidak puas

Angka 40% - 59,99% cukup puas

Angka 60% - 79,99% puas

Angka 80% - 100% sangat puas

Penyelesaian akhir

Rumus Index % = $\text{total skor} / Y \times 100$

= $118/125 \times 100$

= 94,4%

Berdasarkan hasil perhitungan kuesioner menggunakan skala Likert, diperoleh total skor sebesar 118 dari skor maksimum 125. Apabila dikonversikan ke dalam indeks persentase, nilai yang dihasilkan adalah 94,4%. Mengacu pada kriteria interpretasi skor, persentase tersebut berada pada rentang 80%–100%, yang termasuk dalam kategori “sangat puas”. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden merasa sangat puas terhadap sistem atau layanan yang diuji dalam penelitian ini. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik, baik dari aspek fungsionalitas maupun kemudahan penggunaan. Temuan tersebut juga memberikan indikasi positif bahwa sistem layak untuk diimplementasikan lebih luas dalam konteks operasional sebenarnya.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan rekayasa perangkat lunak melalui Model V efektif dalam membangun sistem yang terstruktur serta mampu memenuhi kebutuhan pengguna. Tahapan pengembangan meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, hingga verifikasi dan validasi, di mana setiap fase saling terkait sehingga kualitas perangkat lunak dapat terjaga sejak awal proses. Aplikasi bank sampah berbasis

web yang dikembangkan memiliki fungsi utama untuk memfasilitasi transaksi penyeteroran dan penarikan sampah, pencatatan saldo nasabah, serta pemantauan data secara real-time oleh pengelola. Integrasi dengan Dinas Lingkungan Hidup memberikan nilai tambah berupa transparansi data, efisiensi administrasi, dan dukungan pengawasan yang lebih sistematis. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi tidak hanya bermanfaat bagi nasabah dan pengelola, tetapi juga relevan bagi pemerintah daerah dalam mendukung tata kelola lingkungan berbasis digital.

Hasil pengujian menggunakan metode black-box testing menunjukkan bahwa seluruh fitur inti berjalan sesuai dengan perancangan tanpa ditemui kesalahan yang signifikan. Fitur-fitur utama seperti pencatatan transaksi, pembuatan laporan, autentikasi pengguna, dan integrasi data dengan sistem mitra berfungsi dengan baik dan konsisten. Temuan ini menegaskan bahwa aplikasi layak digunakan sebagai solusi digital dalam pengelolaan bank sampah pada tingkat kelurahan. Studi kasus di Kelurahan Buaran memperlihatkan penerimaan yang positif dari masyarakat dan pengelola bank sampah. Aplikasi ini mempermudah proses administrasi yang sebelumnya dilakukan secara manual, mengurangi potensi kesalahan pencatatan, serta meningkatkan keteraturan dan integrasi data. Dengan sistem berbasis web, data transaksi lebih mudah diakses untuk kepentingan monitoring dan evaluasi. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam mendukung program pemerintah terkait pengelolaan sampah berkelanjutan melalui pemanfaatan teknologi informasi.

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa rekomendasi pengembangan lebih lanjut. Pertama, dari sisi fungsionalitas, aplikasi dapat dilengkapi dengan fitur analitik data untuk menghasilkan visualisasi mengenai volume sampah, tren transaksi, dan kontribusi nasabah. Informasi tersebut penting bagi pengelola maupun pemerintah dalam merumuskan kebijakan pengelolaan sampah yang lebih efektif. Aspek keamanan sistem perlu diperkuat, terutama terkait perlindungan data pengguna dan transaksi. Penerapan enkripsi, autentikasi berlapis, serta pencadangan berkala menjadi langkah penting guna menjaga integritas dan kerahasiaan informasi. Upaya ini sejalan dengan kebutuhan keamanan data pada aplikasi berbasis web. Meskipun pengujian black-box membuktikan fungsionalitas sistem berjalan baik, uji coba lapangan berskala lebih luas tetap diperlukan. Evaluasi tersebut akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai keandalan, performa, dan skalabilitas sistem dalam menghadapi jumlah pengguna yang lebih besar.

Agar aplikasi berkelanjutan, pelatihan bagi pengelola serta sosialisasi kepada masyarakat perlu digencarkan. Pemahaman yang baik akan membantu pengguna memanfaatkan aplikasi secara optimal dan memungkinkan pengelola melakukan perawatan maupun pengembangan lanjutan secara mandiri. Dari perspektif kebijakan, kolaborasi dengan instansi pemerintah dan lembaga terkait sebaiknya diperluas sehingga aplikasi tidak terbatas pada satu wilayah saja, melainkan dapat direplikasi

di daerah lain. Dengan demikian, aplikasi bank sampah berbasis web yang dikembangkan dengan Model V berpotensi menjadi instrumen strategis dalam mendorong tata kelola lingkungan yang lebih terintegrasi, efisien, dan berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] L. B. Tarigan and O. M. Dukabain, *Pengelolaan Sampah Kreatif*. Rena Cipta Mandiri, 2023.
- [2] A. Saleh, M. Mujahiddin, and S. Hardiyanto, "Komunikasi Pemberdayaan Masyarakat Desa Pematang Johar dalam Pengelolaan Sampah Plastik Berbasis Ecobrick," *J. Interak. J. Ilmu Komun.*, vol. 7, no. 2, pp. 358–367, Jun. 2023, doi: 10.30596/ji.v7i2.15449.
- [3] A. Komarudin, A. Rosmajudi, and A. Hilman, "Implementasi Kebijakan Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Indihiang Kota Tasikmalaya," *Indones. J. Educ. Humanity*, vol. 3, no. 4, pp. 41–49, Oct. 2023.
- [4] D. H. A. P. Eldo *et al.*, "Pembentukan Bank Sampah sebagai Solusi Pengelolaan Sampah di Desa," *J. Abdi Masy. Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–22, 2024, doi: 10.54082/jamsi.1009.
- [5] Sukmaniar, W. Saputra, M. H. Hermansyah, and P. Anggraini, "Bank Sampah Sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Di Perkotaan," *Environ. Sci. J. Esjo J. Ilmu Lingkung.*, pp. 61–67, Jun. 2023, doi: 10.31851/esjo.v1i2.11960.
- [6] A. Kusumawati and G. Ramayanti, "Pengelolaan Sampah Untuk Menanggulangi Permasalahan Sampah Di Desa Sasahan Kecamatan Waringin Kurung Kabupaten Serang," *J. Hum. Educ. JAHE*, vol. 3, no. 2, pp. 613–618, Sep. 2023, doi: 10.31004/jh.v3i2.302.
- [7] L. M. Ivakdalam, "Peningkatan Partisipasi Masyarakat dalam Keberlanjutan Pengelolaan Sampah melalui Bank Sampah," vol. 15, no. 1, 2022.
- [8] S. Raudah, R. Amalia, and K. Nida, "Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Masyarakat Di Kelurahan Batu Piring Kecamatan Parangin Selatan Kabupaten Balangan," *Al Iidara Balad*, vol. 4, no. 1, pp. 49–58, 2022, doi: 10.36658/aliidarabalad.4.1.42.
- [9] C. W. Purnomo, *Solusi Pengelolaan Sampah Kota*. UGM Press, 2021.
- [10] B. D. Cahyono and K. S. Budi, "Pelatihan Pengelolaan Sampah Melalui Bank Sampah di Desa Madyopuro Malang," *J. Abdi Masy. Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 401–406, Nov. 2021, doi: 10.54082/jamsi.136.
- [11] N. Eprianti, N. D. Himayasari, I. Mujahid, and P. Srisusilawati, "Analisis Implementasi 3R Pada Pengelolaan Sampah," *J. Ecoment Glob.*, vol. 6, no. 2, pp. 179–184, Aug. 2021, doi: 10.35908/jeg.v6i2.1437.
- [12] S. B. Santoso, S. Margowati, K. Dyah, U. Pujiyanti, P. E. Pudyawati, and S. Prihatiningtyas, "Pengelolaan Sampah Anorganik Sebagai Upaya Pemberdayaan Nasabah Bank Sampah," *Community Empower.*, vol. 6, no. 1, pp. 18–23, 2021, doi: 10.31603/ce.4045.

- [13] D. Apriliani and M. Maesaroh, "Efektivitas Pengelolaan Sampah Kota Semarang Melalui Program Silampah (Sistem Lapor Sampah)," *J. Public Policy Manag. Rev.*, vol. 10, no. 1, pp. 272–285, Jan. 2021, doi: 10.14710/jppmr.v10i1.29869.
- [14] A. A. Permana, B. Fadillah, and R. Taufiq, "Penggunaan Metode V-Model Untuk merancang Sistem Informasi E-Logbook Berbasis Website," *J. Minfo Polgan*, vol. 12, no. 1, pp. 297–304, Apr. 2023, doi: 10.33395/jmp.v12i1.12347.
- [15] A. G. Susilowati, A. S. Budi, A. S. Budi, and D. Puspita, "Aplikasi Bank Sampah Berbasis Android Menggunakan Metode V-Model," vol. 7, no. 2, 2022.
- [16] W. S. Dharmawan and A. Ardiyansyah, "Pengembangan Sistem Informasi Event dan Diskon dengan Menggunakan Metode V-Shaped," *J. Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 71–76, Jun. 2022, doi: 10.36294/jurti.v6i1.2595.
- [17] N. Dwivedi, D. Katiyar, and G. Goel, "A Comparative Study of Various Software Development Life Cycle (SDLC) Models," *Int. J. Res. Eng. Sci. Manag.*, vol. 5, no. 3, Art. no. 3, Mar. 2022.
- [18] N. Kumar, A. S. Zadgaonkar, and A. Shukla, "Evolving a New Software Development Life Cycle Model SDLC-2013 with Client Satisfaction," vol. 3, no. 1, 2013.
- [19] Y. I. Chandra, "Rancang Bangun Purwarupa Alat Pengatur Jarak Kendaraan Dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Metode V-Model," vol. 4, 2020.
- [20] Y. I. Chandra, K. Kosdiana, and M. Riastuti, "Penerapan Model V Dalam Merancang Aplikasi Reservasi Dan Rekam Medis Hewan Di Pusat Kesehatan Hewan Berbasis Web," *IKRA-ITH Inform. J. Komput. Dan Inform.*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, 2022.
- [21] M. Muhlisin, A. Purbayanti, A. Yulianto, M. Rosita, and A. Puziah, "Perancangan Sistem Rekam Medis Elektronik (Rme) Guna Pelaporan Imunisasi Vaksin Bayi Baru Lahir Dengan Metode V-Model," *J. Aisyiyah Med.*, vol. 10, no. 1, 2025, doi: 10.36729/jam.v10i1.1322.
- [22] M. R. Romadhoni, "Rancang Bangun Sistem Inventory Gudang Berbasis Website Menggunakan Metode V-Model (Studi Kasus: Cv. Cahaya Mulya Abadi)," undergraduate, UPN Veteran Jawa Timur, 2025. Accessed: Aug. 21, 2025. [Online]. Available: <https://repository.upnjatim.ac.id/36458/>
- [23] M. Ruswiansari, A. F. Farozzi, and S. R. Wardhana, "Pengembangan Sistem Pegawai (Simpeg) Berbasis Mobile Menggunakan Metode V-Model," *INTEGER J. Inf. Technol.*, vol. 9, no. 1, Apr. 2024, doi: 10.31284/j.integer.0.v9i1.5791.