



Perancangan dan Implementasi Aplikasi Bank Sampah untuk Penjadwalan Pengangkutan dan Transaksi Sampah Menggunakan Metode Extreme Programming

Febrilia Putri Inzani*, Taufik Nur Adi, Elvira Lailatuth Thohiroh

Fakultas Rekayasa Industri, Program Studi S1 Sistem Informasi, Universitas Telkom, Bandung

Jl. Telekomunikasi. 1, Terusan Buahbatu - Bojongsoang, Telkom University, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email: ^{1,*}febriliaputri@student.telkomuniversity.ac.id, ²taufikna@telkomuniversity.ac.id, ³elvira@telkomuniversity.ac.id

Email Penulis Korespondensi: febriliaputri@student.telkomuniversity.ac.id

Submitted: 29/08/2024; Accepted: 31/10/2024; Published: 31/10/2024

Abstrak—Bank sampah adalah sebuah fasilitas yang berfungsi untuk mengelola sampah dengan menerapkan prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle) guna mendukung program lingkungan yang berkelanjutan dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat. Bank Sampah Capetang, yang terletak di Kelurahan Sekejati, Kecamatan Buah Batu, Kota Bandung, menghadapi beberapa permasalahan dalam pengelolaan operasionalnya, terutama dalam hal pencatatan transaksi dan penjadwalan pengangkutan sampah yang sering kali terlewat. Permasalahan ini berdampak pada ketidakpastian operasional harian serta potensi kehilangan data penting, seperti data transaksi dan informasi warga. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi berupa pengembangan sistem informasi berbasis web yang dapat mengintegrasikan penjadwalan pengangkutan sampah dan pencatatan transaksi, serta menyediakan satu wadah yang sama bagi pengelola Bank Pusat dan Bank Unit dalam menjalankan operasional bank sampah. Sistem ini dikembangkan dengan menggunakan metode Extreme Programming (XP), yang dikenal dengan pendekatan iteratif dalam pengembangan perangkat lunak. Teknologi yang diterapkan dalam sistem ini meliputi penggunaan Unified Modeling Language (UML) untuk pemodelan sistem, framework Laravel untuk pengembangan aplikasi, MySQL sebagai sistem manajemen basis data, serta Black Box Testing dan User Acceptance Testing (UAT) sebagai pengujian aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 100% pengujian berhasil ("Passed") dengan beberapa perbaikan kecil yang telah diselesaikan. Dengan demikian, sistem informasi yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan Bank Sampah Capetang, dengan semua fitur utama seperti penjadwalan dan pencatatan transaksi berfungsi dengan baik. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi serta kinerja dalam pengelolaan bank sampah.

Kata Kunci: Bank Sampah; Sistem Informasi; Penjadwalan; Transaksi; Extreme Programming; Black Box Testing; User Acceptance Testing

Abstract—A waste bank is a facility that functions to manage waste by applying the principles of 3R (Reduce, Reuse, Recycle) to support sustainable environmental programs and provide economic benefits to the community. Bank Sampah Capetang, located in Kelurahan Sekejati, Kecamatan Buah Batu, Kota Bandung, faces several operational management issues, particularly in transaction recording and waste transportation scheduling, which are often missed. These issues impact daily operational uncertainty and the potential loss of important data. This study aims to provide a solution by developing a web-based information system that integrates waste transportation scheduling and transaction recording, as well as providing a unified platform for Bank Pusat and Bank Unit managers to operate the waste bank. The system was developed using the Extreme Programming (XP) method, known for its iterative approach in software development. The technologies implemented in this system include the use of Unified Modeling Language (UML) for system modeling, the Laravel framework for application development, MySQL for database management, as well as Black Box Testing and User Acceptance Testing (UAT) for application testing. The testing results show that most tests were successful ("Passed") with some minor improvements that have been addressed. Thus, the developed information system meets the needs of Bank Sampah Capetang, with all key features such as scheduling and transaction recording functioning well. This study is expected to improve efficiency and performance in waste bank management.

Keywords: Waste Bank; Information System; Scheduling; Transaction; Extreme Programming; User Acceptance Testing; Black Box Testing.

1. PENDAHULUAN

Sampah sekarang menjadi masalah besar di beberapa negara, termasuk Indonesia. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), jumlah timbunan sampah nasional mencapai angka 21,1 juta ton dan di antaranya terdapat 7,2 juta ton sampah yang masih belum terkelola dengan baik[1]. Kurang meratanya kesadaran warga dalam mengelola limbah menjadi salah satu alasan dari banyaknya sampah yang terkubur di pinggir jalan dan selokan.

Komposisi sampah yang bersumber dari rumah tangga paling banyak dihasilkan, yaitu sebanyak hampir 40 persen dari total sampah[2]. Tingginya volume sampah ini akan mencemari, merusak lingkungan, bahkan menimbulkan penyakit apabila dibiarkan. Pengelolaan sampah perlu dibagi menjadi dua kategori agar tidak menimbulkan efek samping yang merugikan baik bagi lingkungan maupun kesehatan. Dua kategori tersebut adalah sampah organik dan sampah anorganik. Sampah anorganik adalah sampah yang memerlukan pengelolaan khusus dibandingkan dengan sampah organik karena membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai secara alami, seperti botol plastik, botol kaca, dan kain bekas[3]. Sedangkan, sampah organik adalah sampah yang dapat mengalami proses dekomposisi oleh bantuan mikroba atau biota.



Berdasarkan riset dari IndonesiaBaik, sampah anorganik memiliki waktu puluhan hingga ribuan tahun untuk dapat terurai sehingga perlu dibedakan pengolahannya dengan sampah organik[3]. Dalam mengatasi masalah ini, negara-negara maju pun telah melakukan berbagai upaya. Salah satunya adalah negara Korea. Negara ini menerapkan metode VBWF (Volume-based Waste Fee)[4], yaitu metode pengolahan sampah dengan membayar sejumlah biaya pembuangan sampah berdasarkan ukuran volume. Aturan pengelolaan sampah mereka juga dikenal sangat ketat sehingga warga yang tidak mematuhi aturan ini akan dikenakan denda dan hukuman. Sedangkan, di Indonesia, upaya yang dilakukan oleh pemerintah dalam menanggulangi masalah sampah adalah dengan mengadakan program Bank Sampah di tiap daerah.

Menurut Permen LH Nomor 13 tahun 2012, Bank Sampah adalah tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang atau diguna ulang yang memiliki nilai ekonomi dan dilakukan dengan kegiatan 3R (Reduce, Reuse, dan Recycle)[5]. Bank Sampah merupakan program pengelolaan sampah yang mengikutsertakan warga dalam pelaksanaannya. Program ini bertujuan untuk meningkatkan pengelolaan sampah secara berkelanjutan dengan mengurangi jumlah sampah yang masuk ke tempat pembuangan akhir (TPA), mendorong praktik daur ulang, dan secara keseluruhan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Bank Sampah Capetang yang berlokasi di Kelurahan Sekejati, Bandung, merupakan salah satu contoh program pemerintah yang telah disebutkan sebelumnya. Bank Sampah Capetang memiliki 6 buah Bank Unit yang tersebar di beberapa RW. Proses pengangkutan sampah anorganik di Sekejati dilakukan dalam satu minggu sekali per Bank Unit sehingga apabila dalam satu minggu tersebut terdapat RW yang terlewat, maka penjemputan akan dilakukan di minggu setelahnya. Sedangkan, pemilahan sampah anorganik dilakukan setiap satu bulan sekali oleh pengelola Bank Pusat. Sampah yang disortir untuk ditimbang adalah sampah-sampah anorganik yang menghasilkan harga jual sesuai dengan beratnya.

Adanya Bank Sampah Capetang ini memberikan sumber pendapatan tambahan bagi warga dan sangat membantu dalam terjaganya kebersihan lingkungan sekitar dari kumpulan sampah. Meskipun demikian, tidak dapat dihindari bahwa program ini masih memiliki kekurangan dalam pelaksanaannya. Pertama, permintaan jadwal pengangkutan yang dilakukan dengan komunikasi manual menyebabkan sering terlewatnya pengangkutan di beberapa RW sehingga terjadi penumpukan sampah yang berisiko terhadap lingkungan dan kesehatan. Kedua, pencatatan pendapatan dan pengarsipan dokumen fisik secara manual yang dapat menimbulkan risiko kehilangan data pencatatan transaksi. Selain itu, pencarian data akan memakan waktu lama yang berefek kepada penambahan beban kerja pengelola bank sampah.

Solusi dari permasalahan tersebut adalah perlunya perancangan aplikasi pengelolaan bank sampah dengan fitur penjadwalan dan transaksi untuk mencapai manfaat yang diinginkan, antara lain adalah membantu pengelola bank sampah dalam mengelola data terkait bank sampah. Khususnya, mengacu pada pendokumentasian jadwal pengangkutan, transaksi data sampah anorganik di tiap Bank Unit, serta rincian pendapatan warga. Penelitian ini akan menggunakan metode Extreme Programming. Penggunaan metode ini dirasa tepat dalam penelitian ini sesuai dengan kebutuhan yang ada. Penelitian ini membutuhkan metode yang fleksibel dalam pendefinisian requirement-nya karena aplikasi ini terbilang baru bagi Bank Sampah Capetang sehingga requirement-nya masih dapat berubah sewaktu-waktu. Selain itu, waktu pengerjaan penelitian ini termasuk singkat, ditambah dengan skala tim pengembang yang kecil. Oleh karena itu, metode Extreme Programming sangat memenuhi kemampuan sistem pengembang.

Penelitian terkait pengembangan sistem informasi pengelolaan bank sampah telah banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan metodologi dan fokus pada aspek yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Nur Intan Sari mengembangkan sebuah sistem informasi untuk pengelolaan proses transaksi di Bank Sampah Bersinar menggunakan metode Extreme Programming yang menghasilkan sebuah website sebagai platform pengelolaan transaksi bank sampah[6]. Alsha Nabilla Hernawan juga menggunakan metode yang sama untuk merancang sistem penjadwalan penjemputan sampah di Bank Sampah Bersinar, yang kemudian menghasilkan sebuah sistem informasi berbasis web untuk mempermudah proses penjadwalan tersebut [7]. Sementara itu, Aisyah Fitri fokus pada pengembangan dashboard operasional yang terintegrasi dengan sistem informasi pengelolaan bank sampah, yang memungkinkan monitoring target dan pelaporan yang lebih efisien kepada manajer melalui sebuah website[8].

Penelitian terdahulu lainnya juga menunjukkan keberhasilan penerapan teknologi informasi dalam pengelolaan bank sampah. Misalnya, Ari Muhammad et al. merancang sistem informasi berbasis web bernama "E-Trash" yang ditujukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan melalui integrasi informasi terkait bank sampah [9]. Penelitian oleh Hery, Helena et al menghasilkan perancangan aplikasi bank sampah bernama "SAMPAHQU" berbasis mobile di Tangerang Selatan menggunakan metode Rapid Application Development yang dirancang untuk meningkatkan efektifitas dalam mengelola data dan meningkatkan kesadaran masyarakat untuk mendukung kebersihan lingkungan di Kota Tangerang Selatan[10].

Selain itu, penelitian oleh Muhammad Ferdian meskipun tidak secara langsung berhubungan dengan bank sampah, menunjukkan bagaimana metode Scrum dapat digunakan dalam perancangan sistem informasi manajemen pengelolaan persediaan barang dan keuangan pada sebuah fashion retail yang dapat menjadi referensi berharga untuk pengembangan sistem serupa di sektor lain[11].

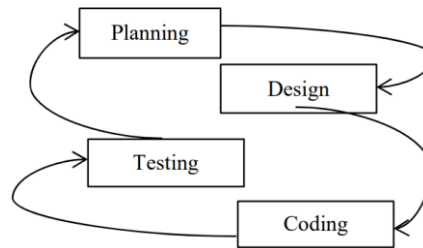
Dengan demikian, penelitian ini diharapkan akan membantu Bank Sampah Capetang dalam proses pencatatan data-data terkait bank sampah yang sebelumnya berbasis buku manual akan digantikan oleh aplikasi

pengelolaan bank sampah dalam melakukan pencatatan transaksi dan riwayat transaksi warga. Selain itu, proses penjadwalan pengangkutan juga akan berganti dari sistem telepon manual menjadi input tanggal angkut yang menjadi satu dengan proses input transaksi warga sehingga hanya perlu melakukan satu proses untuk mencapai proses transaksi dan proses penjadwalan. Aplikasi pengelolaan ini akan berbasis web sehingga pengelola Bank Pusat, Bank Unit, dan warga dapat mengaksesnya kapan saja melalui internet yang akan mengurangi risiko kemungkinan kehilangan data transaksi yang akan berakibat pada operasional bank sampah dan meningkatkan transparansi data terhadap warga.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Menurut Don Wells[12], metode XP adalah metode yang sangat produktif karena dapat menghemat waktu dari estimasi waktu yang seharusnya. Menurut I Gusti Ngurah Suryantara[13], metodologi ini menerapkan praktik, seperti pengujian otomatis dan pengembangan tersebar dengan pendekatan iteratif. Tujuannya adalah untuk menciptakan perangkat lunak yang berkualitas, merespons perubahan dengan cepat, dan memaksimalkan kepuasan pelanggan. Sebagai salah satu pendekatan yang populer dalam pengembangan perangkat lunak, Extreme Programming telah memainkan peran penting dalam memajukan kualitas dan produktivitas dalam industri IT.



Gambar 1. Tahapan Proses Metode Extreme Programming

Pada Gambar 1 menunjukkan tahapan yang dilakukan dalam metode Extreme Programming, diantaranya adalah tahap Planning, Design, Coding, dan Testing.[14]

1. Planning

Pada tahap perencanaan (Planning), peneliti menentukan kebutuhan bersama pengguna, menentukan fitur aplikasi, dan merencanakan jadwal realisasi. Dalam tahap ini, dibutuhkan data wawancara terhadap pengguna dan diskusi antar tim terkait penentuan fitur yang dibutuhkan. Selain itu, untuk merealisasikan pengembangan, perlu adanya rencana jadwal pelaksanaan agar proses penelitian dapat lebih tertata dan selesai dengan tepat waktu[15]

2. Design

Pada tahap design, dilakukannya perancangan Unified Modeling Language (UML) dan perancangan antarmuka, seperti Use Case diagram, Activity diagram, Entity Relationship diagram, Sequence Diagram, dan Deployment Diagram[16] Tahap ini bertujuan untuk menciptakan blueprint sebagai acuan tim pengembang dalam memahami struktur sistem.[17]

3. Coding

Pada tahap coding atau pemrograman, dilakukannya penulisan kode program dan integrasi antar kode berdasarkan desain yang telah dirancang untuk implementasi kebutuhan pengguna. Selain itu, tahap ini berfokus pada penciptaan fungsionalitas fitur yang mencakup pembuatan database dan pembuatan kode program. Tahap ini menghasilkan aplikasi dalam bentuk nyata.

4. Testing

Pada tahap testing atau pengujian, dilakukan setelah fitur dikodekan dengan menguji integrasi sistem, fitur program, dan penerimaan fitur kepada pengguna yang akan menghasilkan sebuah feedback untuk menentukan perbaikan fitur sehingga dapat memenuhi persyaratan pengguna. Pada tahap ini, akan dilakukannya iterasi perbaikan apabila hasil testing masih belum sesuai dengan fungsi yang ada. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian Black Box Testing dan User Acceptance Testing.

a. Black Box Testing

Metode Black Box Testing adalah salah satu metode yang menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk mengetahui fungsi, masukan, dan keluaran sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan[18]. Menurut Adriyan, dkk.[19], Black Box testing memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

- 1) Penguji tidak harus familiar dengan kode internal program.
- 2) Efektif pada source code yang panjang.
- 3) Dapat mengurangi jumlah test case.

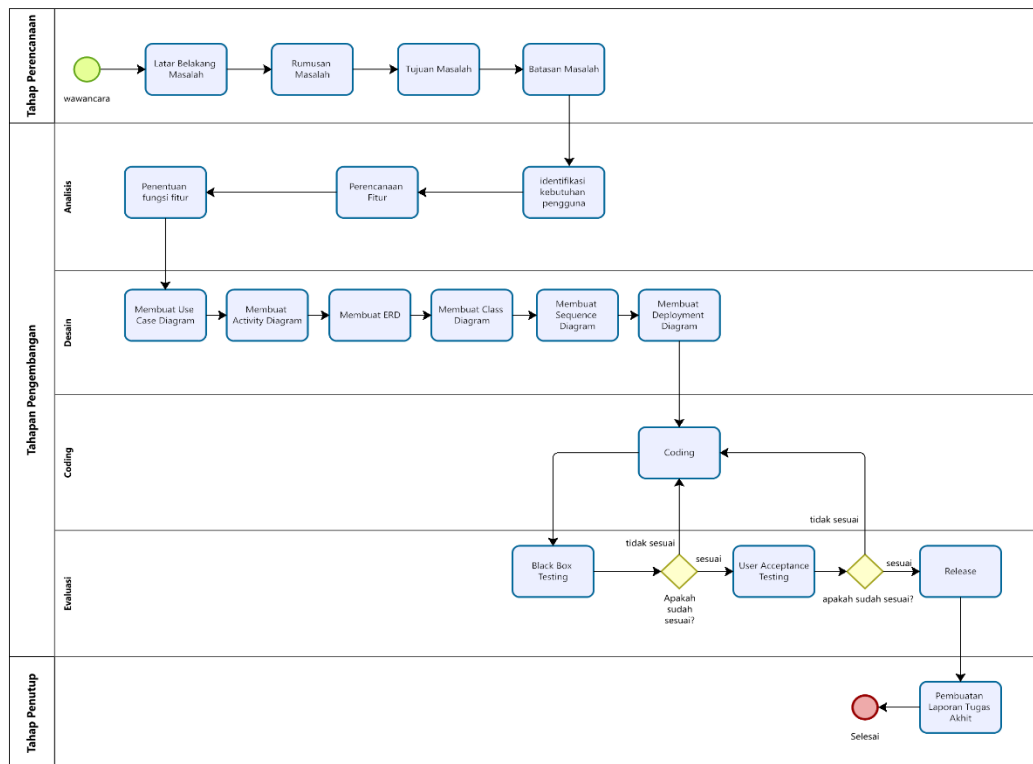
4) Programmer dan penguji berdiri sendiri.

b. User Acceptance Testing

User Acceptance Testing (UAT) berfokus pada pengujian interaksi antara pengguna dan sistem sebagai pemenuhan syarat kebutuhan fungsionalitas. Pengujian ini merupakan tahap akhir dari proses pengembangan sistem. Manfaat dilakukannya User Acceptance Testing, antara lain adalah untuk meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan, mendapatkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, dan mendapatkan feedback untuk perbaikan ataupun pengembangan selanjutnya[20].

2.2 Sistematika Penyelesaian Masalah

Untuk mendapatkan solusi dari permasalahan penelitian, dibutuhkan tahap-tahap dalam pelaksanaannya dengan menyusun sistematika penyelesaian masalah yang disajikan dalam gambar 2.



Gambar 2. Sistematika penyelesaian masalah

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa sistematika penyelesaian masalah yang dilakukan terdapat tiga bagian, yaitu tahap perencanaan, pengembangan, dan penutup. Pada tahap perencanaan, dimulai dengan wawancara yang dilanjutkan dengan penentuan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, dan batasan masalah. Pada tahap pengembangan dibagi menjadi tahapan analisis, desain, coding, dan evaluasi. Analisis yang dilakukan adalah identifikasi kebutuhan pengguna, perencanaan fitur, dan penentuan fungsi fitur. Kemudian, pada bagian desain, dilakukan perancangan desain sistem, dapat dilaksanakannya tahap coding, yaitu tahap membuat kode program dengan menerapkan teknologi framework Laravel sehingga menghasilkan bentuk aplikasi yang nyata. Selanjutnya, dilakukan evaluasi dengan melakukan pengujian perangkat lunak menggunakan metode Black Box Testing dan User Acceptance Test untuk mengetahui kesesuaian fungsi aplikasi dengan kebutuhan pengguna. Apabila fungsi aplikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna, selanjutnya akan dilakukan proses Release agar aplikasi dapat digunakan oleh pengguna. Namun, apabila belum sesuai, akan dilakukannya tahap coding kembali hingga hasil pengujian sesuai dengan kebutuhan pengguna. Terakhir, dilakukannya tahap penutup. Tahap ini adalah tahap pembuatan laporan akhir mengenai hasil perancangan, implementasi penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses penerapan dan integrasi sistem "Sampah Saku" sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Pada tahap ini, kode program diimplementasikan, lingkungan kerja dikonfigurasi, dan

komponen sistem diintegrasikan untuk memastikan fungsionalitas sesuai dengan kebutuhan pengguna. Implementasi juga mencakup uji coba untuk memastikan sistem siap digunakan secara operasional.

3.1.1 Tahap Perencanaan

Langkah pertama dalam tahap perencanaan adalah mengidentifikasi semua fungsi utama yang akan diimplementasikan dalam sistem. Setiap fungsi diidentifikasi berdasarkan kebutuhan pengguna yang telah dikumpulkan selama tahap analisis. Tabel 1 di bawah ini, menunjukkan daftar fungsi yang telah diidentifikasi beserta aktor yang terlibat dalam setiap fungsi.

Tabel 1. Tahap Perencanaan

No.	Fungsi	Keterangan	Aktor
1.	Login	Proses untuk mengakses ke dalam website dengan memasukkan username dan password.	Bank Pusat, Bank Unit, dan Warga
2.	Logout	Proses untuk keluar dari sistem.	Bank Pusat, Bank Unit, dan Warga
3.	Lihat status dan jadwal penjemputan	Proses untuk melihat status dan jadwal penjemputan yang ada pada website.	Bank Pusat, Bank Unit
4.	Tambah Transaksi dan Jadwal	Proses untuk menambahkan transaksi dan jadwal dengan menginput detail transaksi dan tanggal pengangkutan.	Bank Pusat, Bank Unit
5.	Lihat Data Transaksi Bank Unit	Proses untuk melihat data transaksi yang dilakukan oleh suatu bank unit.	Bank Pusat, Bank Unit
6.	Lihat Data Warga	Proses untuk melihat data warga yang ada pada bank sampah.	Bank Pusat, Bank Unit
7.	Lihat Data Transaksi Warga	Proses untuk melihat data transaksi yang dilakukan oleh warga.	Bank Pusat, Bank Unit
8.	Lihat Data Bank Unit	Proses untuk melihat data bank unit yang ada pada bank sampah.	Bank Pusat, Bank Unit
9.	Kelola Akun	Proses untuk mengedit, menghapus, atau melihat akun yang ada pada sistem.	Bank Pusat
10.	Edit Transaksi	Proses untuk mengedit transaksi yang ada pada sistem	Bank Pusat
11.	Edit Status Penjadwalan	Proses untuk mengedit status penjadwalan dengan kondisi-kondisi tertentu.	Bank Pusat
12.	Hapus Jadwal	Proses menghapus jadwal yang tersedia.	Bank Pusat
13.	Tambah Data Warga	Proses menambahkan data warga dari fungsi Tambah akun	Bank Pusat
14.	Edit Warga	Proses mengedit data warga pada halaman Daftar Warga.	Bank Pusat
15.	Hapus User	Proses menghapus data dari sistem.	Bank Pusat
16.	Tambah Bank Unit	Proses menambahkan data bank unit dari fungsi tambah akun.	Bank Pusat
17.	Edit Bank Unit	Proses mengedit data Bank Unit yang ada pada sistem.	Bank Pusat
18.	Hapus Bank Unit	Proses menghapus data Bank Unit dari sistem.	Bank Pusat
19.	Lihat Riwayat Transaksi	Proses untuk melihat riwayat transaksi seorang warga.	Warga
20.	Lihat Profil	Proses untuk melihat detail informasi terkait akun warga tersebut.	Warga
21.	Lihat Dashboard Bank Unit	Proses untuk melihat dashboard Bank Unit	Bank Unit
22.	Dashboard Pusat	Proses untuk melihat dashboard Bank Pusat berisi beberapa ringkasan data.	Bank Pusat
23.	Buat Jadwal	Proses untuk membuat rute dengan jadwal yang ada sesuai dengan tanggal pengangkutan.	Bank Pusat
24.	Tambah Akun	Proses untuk menambahkan atau mendaftarkan akun.	Bank Pusat
25.	Lihat Landing Page	Proses untuk melihat tampilan awal website sebelum login.	Bank Pusat, Bank Unit, dan Warga
26.	Lihat Konten	Proses untuk melihat konten yang ada pada landing page website.	Bank Pusat, Bank Unit, dan Warga
27.	Tambah Konten	Proses menambahkan konten untuk ditampilkan di Landing page.	Bank Pusat
28.	Edit Konten	Proses mengedit konten yang ada.	Bank Pusat
29.	Hapus Konten	Proses menghapus konten dari sistem.	Bank Pusat

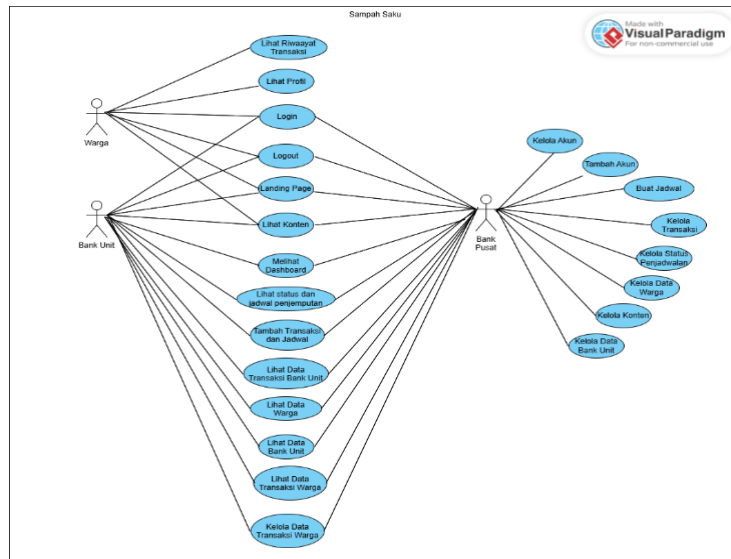
Setelah mengidentifikasi semua fungsi yang diinginkan pengguna dalam sistem, selanjutnya akan dilakukan perencanaan iterasi. Perencanaan iterasi yang dilakukan akan berupa iterasi perbaikan yang berfokus pada penyesuaian dan penyempurnaan fungsi-fungsi yang sudah ada berdasarkan feedback yang diperoleh selama UAT. Pada tahap ini, fungsi-fungsi yang telah diuji akan ditinjau kembali, dan segala perbaikan atau peningkatan yang diperlukan akan diterapkan. Iterasi perbaikan dilakukan secara berulang hingga seluruh masalah terselesaikan dan sistem siap untuk digunakan secara penuh oleh pengguna.

3.1.2 Tahap Design

Tahap design atau perancangan merupakan tahap kedua dari tahap pengembangan. Tahap ini dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan pada tahap Planning dan menghasilkan beberapa diagram UML, yaitu Use Case Diagram, ERD, Class Diagram, dan Deployment Diagram.

a. Use Case Diagram

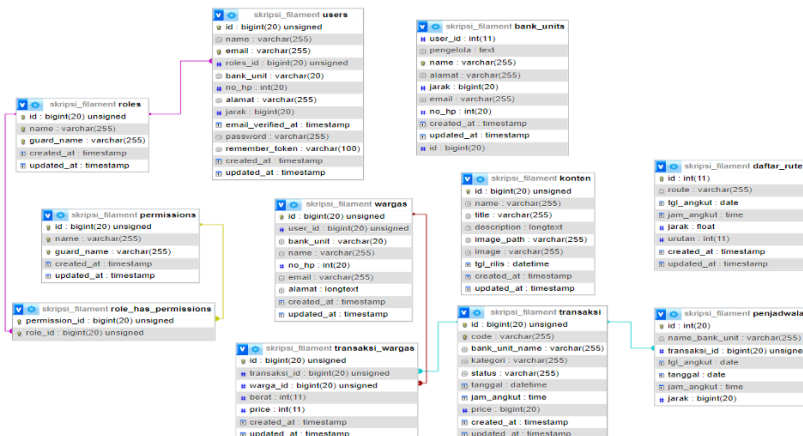
Pada Gambar 3, menggambarkan use case diagram yang memperlihatkan hubungan antara aktor dengan fungsi-fungsi sistem yang akan digunakan. Diagram ini membantu memvisualisasikan dan memahami interaksi antara Bank Pusat, Bank Unit, dan Warga dengan berbagai fitur yang disediakan oleh website sehingga memudahkan dalam menganalisis alur kerja dan memastikan setiap pihak dapat berfungsi secara efektif dalam sistem.



Gambar 3. Use Case Diagram

b. Entity Relationship Diagram (ERD)

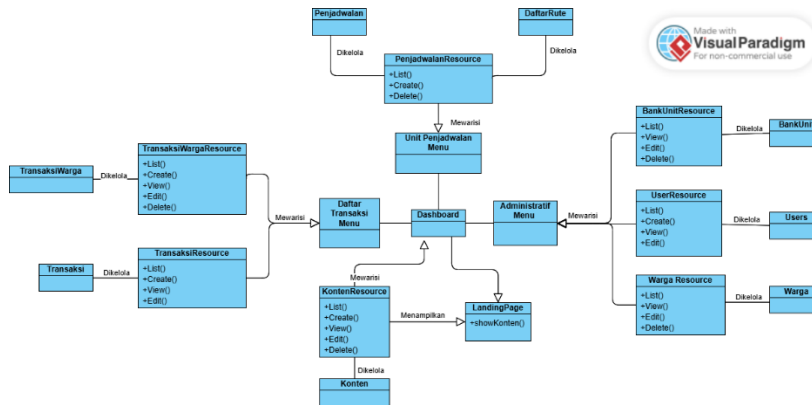
Entity Relationship Diagram (ERD) pada Gambar 4, menunjukkan struktur basis data untuk aplikasi "Sampah Saku" yang terdiri dari tabel-tabel, seperti users, roles, permissions, bank_units, wargas, transaksi_wargas, transaksi, konten, daftar_rute, dan penjadwalan. Tabel-tabel ini saling terhubung untuk mengelola data pengguna, peran, izin akses, unit bank, warga, transaksi, konten, rute, dan penjadwalan pengangkutan sampah. Hubungan antar tabel memastikan bahwa data terorganisir dengan baik dan mendukung operasional aplikasi dengan setiap entitas berfungsi sesuai dengan perannya dalam sistem.



Gambar 4. Entity Relationship Diagram (ERD)

c. Class Diagram

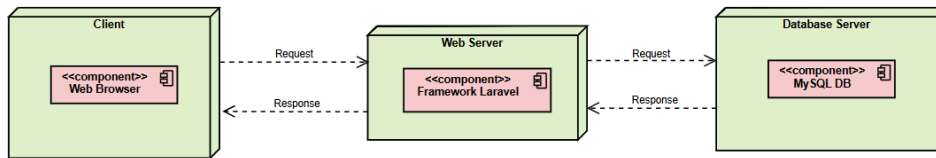
Class diagram pada gambar 5, menggambarkan struktur dan hubungan antar kelas dalam sistem aplikasi "Sampah Saku". Diagram ini menunjukkan bagaimana LandingPage berfungsi sebagai halaman awal yang menampilkan konten yang dikelola oleh KontenResource. Dashboard menjadi pusat kendali aplikasi yang menghubungkan pengguna ke fitur utama melalui Daftar Transaksi Menu dan Administratif Menu. Daftar Transaksi Menu mengelola transaksi melalui TransaksiResource dan TransaksiWargaResource, sementara Administratif Menu menangani pengelolaan data unit bank, pengguna, dan warga melalui BankUnitResource, UserResource, dan WargaResource. Selain itu, Unit Penjadwalan Menu mengelola penjadwalan operasional dengan bantuan PenjadwalanResource.



Gambar 5. Class Diagram

d. Deployment Diagram

Pada Gambar 6, menunjukkan alur kerja Deployment diagram yang dimulai dari klien yang mengirimkan request ke web server. Web server kemudian memproses request tersebut dengan bantuan Laravel dan, jika diperlukan, akan mengirimkan request ke database server. Database server merespons dengan data yang sesuai, yang kemudian dikirim kembali oleh web server ke klien sebagai response.



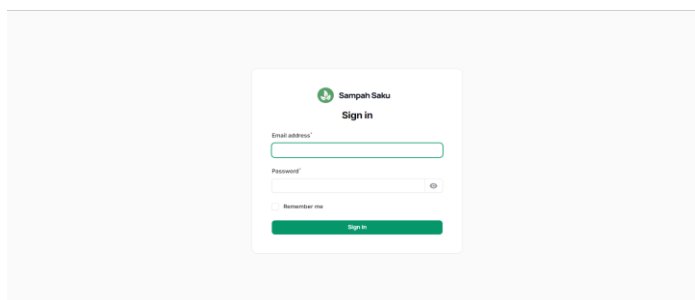
Gambar 6. Deployment Diagram

3.1.3 Tahap Coding

Tahap coding atau pengkodean merupakan tahap ketiga dari tahap pengembangan. Tahap ini merupakan implementasi kode program dari desain sistem UML yang telah dibuat sebelumnya. Proses ini mencakup pembuatan dan penulisan kode untuk semua fungsi dan fitur yang direncanakan, serta pengintegrasian berbagai komponen sistem untuk membentuk aplikasi yang utuh. Hasil yang didapatkan dari tahap ini adalah aplikasi yang secara fungsional sudah dapat diuji dan dinilai.

1. Fitur Autentikasi

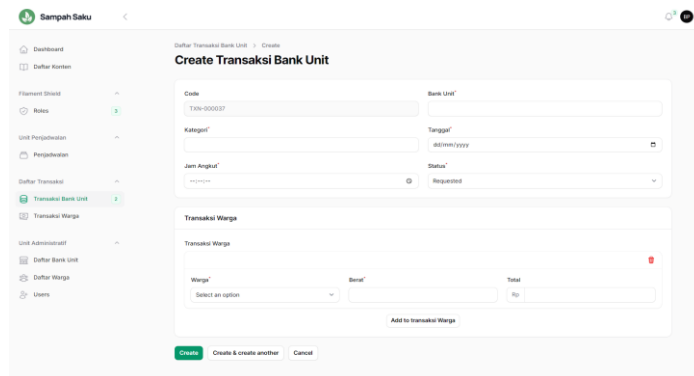
Pada Gambar 7, dapat dilihat tampilan dari salah satu fitur autentikasi, yaitu fungsi Sign in dengan kolom Email dan Password.



Gambar 7. Tampilan fitur Autentikasi

2. Fitur Transaksi

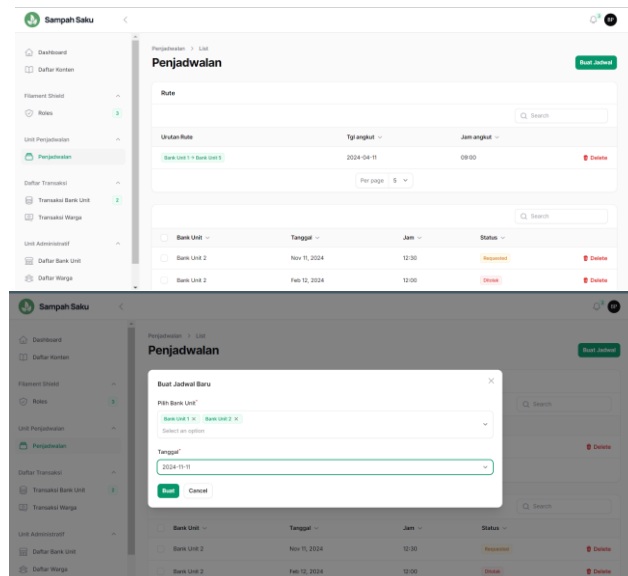
Pada Gambar 8, dapat dilihat tampilan dari salah satu fitur transaksi, yaitu fungsi transaksi bank unit dengan kolom yang dibutuhkan untuk sebuah transaksi.



Gambar 8. Tampilan fitur Transaksi

3. Fitur Penjadwalan

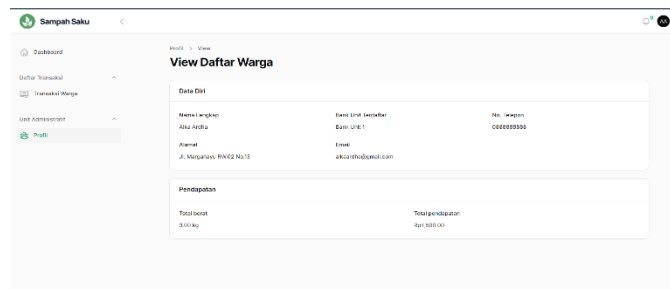
Pada Gambar 9, dapat dilihat tampilan dari salah satu fitur penjadwalan, yaitu fungsi pembuatan rute dan daftar penjadwalan.



Gambar 9. Tampilan fitur Penjadwalan

4. Fitur Profil

Pada Gambar 10, dapat dilihat tampilan dari fitur profil oleh warga dengan kolom data diri dan informasi pendapatan warga.



Gambar 10. Tampilan fitur Profil

3.1.4 Tahap Pengujian

Pada tahap testing atau pengujian, sistem Aplikasi Pengelolaan Bank Sampah diuji untuk memastikan bahwa semua fungsionalitas bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dua metode pengujian yang digunakan adalah Black Box Testing dan User Acceptance Testing (UAT).

1. Black Box Testing

Pada bagian ini, pengujian dilakukan dengan metode Black Box Testing oleh tim internal pengembang untuk memastikan bahwa semua fungsi dari sistem yang dikembangkan berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Setiap fitur diuji menggunakan berbagai skenario test case yang telah dirancang. Pengujian dilakukan terhadap berbagai peran pengguna, yaitu Bank Pusat, Bank Unit, dan Warga.

Tabel 2. Skenario test case Black Box Testing

Kode Test Case	Role	Fungsi	Case
TC01.	Bank Pusat, Bank Unit, Warga	Login	1. Pengguna meng-input alamat email dan password dengan benar
TC02.			2. Pengguna meng-klik tombol ‘Sign in’.
TC03.		Logout	1. Pengguna meng-input alamat email dan password, tetapi salah satu input dengan isian yang salah.
TC04.		Melihat Transaksi	2. Pengguna meng-klik tombol ‘Sign in’.
			1. Pengguna meng-klik tombol ‘Sign out’.
			1. Pengguna mengakses dashboard.
			2. Pengguna meng-klik menu Transaksi Bank Unit.

Tabel 3. Hasil Black Box Testing

Kode Test Case	Hasil Ekspektasi	Hasil Aktual	Status
TC01.	Pengguna berhasil mengakses laman dashboard pengguna.	Pengguna berhasil mengakses laman dashboard pengguna.	Sesuai.
TC02.	Pengguna tidak berhasil mengakses laman dashboard pengguna.	Pengguna tidak berhasil mengakses laman dashboard pengguna.	Sesuai
TC03.	Pengguna berhasil mengakhiri sesi pengguna	Pengguna berhasil mengakhiri sesi pengguna	Sesuai
TC04.	Pengguna berhasil melihat detail konten	Pengguna berhasil melihat detail konten	Sesuai

2. User Acceptance Testing

User Acceptance Testing (UAT) ini dilakukan dengan melibatkan pengguna pengganti karena adanya kendala waktu yang menghalangi keterlibatan langsung dari klien utama. Pengguna pengganti dipilih untuk mewakili perspektif dan kebutuhan klien dengan tujuan memastikan bahwa fitur-fitur aplikasi diuji secara menyeluruh sesuai dengan skenario penggunaan yang telah ditentukan. Meskipun tidak dilakukan oleh klien secara langsung, pengujian ini tetap dirancang untuk mengevaluasi sejauh mana aplikasi memenuhi ekspektasi pengguna akhir dan sesuai dengan requirement yang telah ditetapkan.

Tabel 4. Hasil pengujian User Acceptance Test (UAT)

ID	Kebutuhan	Uji Coba	Hasil Uji Coba	Status	Catatan
1	Login	Pengguna berhasil melakukan login.	Pengguna berhasil melakukan login.	Passed	-
2.	Logout	Pengguna berhasil melakukan logout.	Pengguna berhasil melakukan logout.	Passed	-
3.	Melihat Detail Konten	Pengguna berhasil melihat detail konten	Pengguna berhasil melihat detail konten	Passed	-
4.	Tambah Akun Pengguna	Pengguna berhasil menambahkan akun pengguna.	Pengguna berhasil menambahkan akun pengguna.	Passed	-
5.	Melihat daftar pengguna	Pengguna berhasil melihat daftar pengguna.	Pengguna berhasil melihat daftar pengguna.	Passed	-
7.	Membuat rute jadwal.	Pengguna berhasil membuat rute jadwal	Pengguna berhasil membuat rute jadwal	Failed	Tidak menghasilkan rute, hanya loading.
8.	Melihat daftar Penjadwalan	Pengguna berhasil melihat daftar Penjadwalan.	Pengguna berhasil melihat daftar Penjadwalan.	Passed	-

ID	Kebutuhan	Uji Coba	Hasil Uji Coba	Status	Catatan
9.	Menghapus data Penjadwalan.	Pengguna berhasil menghapus data Penjadwalan.	Pengguna berhasil menghapus data Penjadwalan.	Passed	-
10.	Menambahkan transaksi dan jadwal Bank Unit.	Pengguna berhasil menambahkan transaksi dan jadwal Bank Unit.	Pengguna berhasil menambahkan transaksi dan jadwal Bank Unit.	Passed	-
11.	Menambahkan Transaksi Warga	Pengguna berhasil menambahkan Transaksi Warga.	Pengguna tidak berhasil menambahkan Transaksi Warga.	Failed	Terdapat error
12.	Mengedit detail Transaksi Warga.	Pengguna berhasil mengedit detail Transaksi Warga.	Pengguna berhasil mengedit detail Transaksi Warga.	Passed	-

Selain catatan yang ada pada tabel, terdapat feedback terkait aspek antarmuka pengguna (UI) dari aplikasi ini. Feedback yang diberikan adalah terkait inkonsistensi penggunaan bahasa dalam antarmuka pengguna (UI) aplikasi. Bahasa yang digunakan pada aplikasi harus konsisten di seluruh aplikasi agar memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dan mudah dipahami.

3. User Acceptance Testing Perbaikan

Langkah selanjutnya adalah melaksanakan User Acceptance Test perbaikan. User Acceptance Test perbaikan ini akan difokuskan pada pengujian ulang fitur-fitur yang telah diperbaiki dan penyesuaian antarmuka untuk memastikan bahwa semua masalah sebelumnya telah terselesaikan. Di bawah ini merupakan tabel hasil User Acceptance Test perbaikan yang dilakukan oleh responden yang sama seperti sebelumnya.

Tabel 5. Hasil User Acceptance Testing perbaikan

ID	Kebutuhan	Uji Coba	Hasil Uji Coba	Status	Catatan
7	Membuat rute jadwal.	Pengguna berhasil membuat rute jadwal	Pengguna berhasil membuat rute jadwal	Passed	-
11	Menambahkan transaksi warga	Pengguna berhasil menambahkan transaksi warga	Pengguna berhasil menambahkan transaksi warga	Passed	-

3.2 Evaluasi

Berdasarkan hasil pengujian Black Box Testing yang telah dilakukan terhadap seluruh fitur sistem dengan total jumlah test case, yaitu 57 test case, didapat bahwa semua tests case 100% berhasil sesuai dengan fungsi yang diharapkan dan tidak ada masalah besar yang ditemukan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan untuk masing-masing peran pengguna. Tidak ada masalah besar yang ditemukan dan semua fitur utama berjalan dengan baik selama pengujian Black Box Testing.

Kemudian, untuk hasil awal User Acceptance Testing (UAT) menunjukkan bahwa dari 33 pengujian, 30 pengujian berhasil ("Passed") dan 2 pengujian gagal ("Failed") yang menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 93.94%. Meskipun sebagian besar fitur berfungsi dengan baik dan sesuai dengan persyaratan, terdapat kegagalan pada fitur pembuatan rute jadwal dan penambahan transaksi warga. Berdasarkan catatan pengguna, pembuatan rute mengalami kegagalan karena tidak menghasilkan rute yang diharapkan dan hanya menampilkan proses loading. Sedangkan, untuk fitur penambahan transaksi warga, mengalami error saat proses berlangsung.

Setelah evaluasi, dilakukan analisis dan perbaikan kode, ditemukan bahwa kegagalan yang terjadi pada pembuatan rute disebabkan oleh kesalahan pemilihan data. Sedangkan, pada penambahan transaksi warga terdapat kesalahan penulisan pada Model Transaksi Warga. Hasil UAT perbaikan menunjukkan bahwa kedua fitur tersebut telah 100% berfungsi dengan baik dan telah diuji dengan status "Passed". Selain itu, masalah inkonsistensi bahasa dalam antarmuka pengguna juga telah berhasil diperbaiki.

Secara keseluruhan, hasil dari kedua jenis pengujian ini menunjukkan bahwa sistem telah mencapai tingkat kinerja dan kesesuaian yang diharapkan untuk diimplementasikan. Semua fitur utama telah berhasil diuji dan diperbaiki berdasarkan feedback dari pengguna, memastikan bahwa sistem siap untuk masuk ke tahap release. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna, serta memberikan pengalaman pengguna yang optimal saat dirilis dan digunakan dengan baik.

4. KESIMPULAN

Setelah melalui tahap perancangan, pengembangan, dan pengujian, aplikasi pengelolaan bank sampah berhasil diimplementasikan sesuai tujuan yang ditetapkan. Penelitian ini merancang model fitur aplikasi menggunakan Unified Modeling Language (UML) untuk memvisualisasikan alur sistem, membantu pengembang



mengembangkan aplikasi sesuai tujuan pengelolaan sampah, baik dalam transaksi maupun penjadwalan pengangkutan. Aplikasi ini dikembangkan dan diimplementasikan menggunakan framework Laravel, memenuhi kebutuhan pengguna terkait pencatatan transaksi sampah dan penjadwalan pengangkutan, serta mencakup integrasi antara Bank Unit dan Bank Pusat yang mempermudah koordinasi operasional. Pengujian antarmuka dilakukan menggunakan teknik Black Box Testing dan User Acceptance Testing (UAT), dan hasil menunjukkan aplikasi berfungsi sesuai spesifikasi dan memenuhi kebutuhan fungsional bank sampah. Beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu mengintegrasikan aplikasi dengan sistem pembayaran digital, seperti e-wallet, untuk memudahkan penerimaan insentif warga secara elektronik sehingga meningkatkan kenyamanan, partisipasi, dan transparansi transaksi. Kedua, mengembangkan fitur membuat Rute Pengangkutan dengan menerapkan algoritma Travelling Salesman Problem (TSP) untuk menyusun rute lebih efisien yang dapat membantu menghemat biaya operasional, bahan bakar, dan waktu pengangkutan.

REFERENCES

- [1] “7.2 Juta Ton Sampah di Indonesia Belum Terkelola Dengan Baik,” Kemenko PMK. Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: <https://www.kemenkopmk.go.id/72-juta-ton-sampah-di-indonesia-belum-terkelola-dengan-baik>
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah,” Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- [3] IndonesiaBaik.id, “Berapa lama sampah plastik bisa terurai.” Accessed: Aug. 04, 2024. [Online]. Available: <https://indonesiabaik.id/infografis/berapa-lama-sampah-plastik-bisa-terurai#:~:text=Selain%20itu%2C%20kaleng%20aluminium%20butuh,waktu%20%20hingga%206%20minggu>
- [4] Global Delivery Initiative, “How the Volume Based Waste Fee Policy Increased Household Recycling Rates in the Republic of Korea (1995-2009),” 2021.
- [5] S. Nurbaya, “BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA,” 2021. [Online]. Available: www.peraturan.go.id
- [6] N. I. Sari, “Penerapan Metode Extreme Programming pada Pembangunan Sistem Informasi Pengelolaan Bank Sampah Proses Transaksi (Studi Kasus : Bank Sampah Bersinar),” 2023.
- [7] A. N. Hermawan, “Pembangunan Sistem Informasi Pengelolaan Bank Sampah pada Proses Penjadwalan Penjemputan Sampah Menggunakan Extreme Programming (Studi Kasus: Bank Sampah Bersinar),” 2023.
- [8] A. Fitri, “PEMBANGUNAN DASHBOARD OPERASIONAL PADA SISTEM INFORMASI PENGELOLAAN BANK SAMPAH MENGGUNAKAN METODE EXTREME PROGRAMMING (STUDI KASUS BANK SAMPAH BERSINAR),” 2023.
- [9] Ari Muhammad Al Amin, Eka Yusti Reza Saputra, and Farid Al Hafiz, “Sistem Informasi Berbasis Web Aplikasi E-Trash Bank Sampah,” 2020.
- [10] H. Juliana Kristina, E. Jobiliong, and A. Christiani, “PERANCANGAN APLIKASI BANK SAMPAH ‘SAMPAHQU’ BERBASIS MOBILE DI TANGERANG SELATAN MENGGUNAKAN RAPID APPLICATION DEVELOPMENT,” *Jurnal Ilmiah Matrik*, vol. 25, no. 2, 2023.
- [11] M. Ferdian, A. A. Rumanti, and A. F. Rizana, “PERANCANGAN SISTEM MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM DESIGN FOR INVENTORY AND FINANCE MANAGEMENT ON SALES USING SCRUM METHOD IN MAGNA KOMUNAL FASHION RETAIL,” 2021.
- [12] Don Wells, “Extreme Programming.” Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <http://www.extremeprogramming.org/donwells.html>
- [13] I. G. Suryantara, *Merancang Aplikasi dengan Metodologi Extreme Programmings*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017.
- [14] S. Dhina Pohan and I. Firdaus, “IMPLEMENTATION OF EXTREME PROGRAMMING METHOD IN THE DEVELOPMENT OF PEKANBARU COMMUNITY TRAINING INFORMATION SYSTEM,” 2022.
- [15] A. Andriani and J. Fernandes Andry, “Designing a Web-Based Inventory Application at General Steel Supplier Using Extreme Programming Method Perancangan Aplikasi Inventory Berbasis Web pada General Steel Supplier Menggunakan Metode Extreme Programming,” *Cogito Smart Journal*, vol. 9, no. 1, 2023.
- [16] A. Sabbrina, A. Oktavia Sufa, D. Putra Ritonga, and E. Rahma Sari Siregar, “Pengenalan Konsep Dasar Dan Penggunaan Database Manajemen Sistem (Dbms),” *Jurnal Jurnal Sains Dan Teknologi (JSIT)*, vol. 3, no. 3, 2023.
- [17] Dennis Alan, Wixom Barbara, and Tegarden David, *System Analysis & Design An Object-Oriented Approach with UML*, 7th ed. 2021.
- [18] S. L. Kekurangan et al., “LITERATURE STUDY OF THE LACK AND EXCESS OF TESTING THE BLACK BOX,” *TEKNOMATIKA*, vol. 10, no. 02, pp. 1–5, 2020.
- [19] Adriyan Abdi Arbeit, Dea Ramadhanti, and Rayhan Alief Rizky Akbar, “Black Box Testing On Best Sales Selection System Application Using Equivalence Partitions Techniques. Black Box Testing On Best Sales Selection System Application Using Equivalence Partitions Techniques,” *TEKNOBIS : Jurnal Teknologi, Bisnis Dan Pendidikan*, pp. 101–106, 2023.
- [20] E. L. Hady, K. Haryono, and N. W. Rahayu, “User Acceptance Testing (UAT) pada Purwarupa Sistem Tabungan Santri (Studi Kasus: Pondok Pesantren Al-Mawaddah) User Acceptance Testing (UAT) of the Prototype of Students’ Savings Information System (Case Study: Al-Mawaddah Islamic Boarding School),” 2020.