



Aplikasi Mobile Untuk Pengelolaan Sampah dengan Pengenalan Jenis Sampah Menggunakan Teknologi Computer Vision

Abhirama Garda Nagara Hakh*, Rr Hajar Puji Sejati

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: ^{1,*}garama133456@gmail.com, ²hajarsejati@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: garama133456@gmail.com

Abstrak—Peningkatan volume timbulan sampah rumah tangga yang tidak terkelola secara efektif di Indonesia menimbulkan masalah lingkungan serius, terutama karena rendahnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah berdasarkan jenisnya. Bank Sampah konvensional menghadapi kendala operasional seperti proses pencatatan manual dan inefisiensi penjemputan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi terintegrasi berupa aplikasi mobile yang menggabungkan fitur pengelolaan Bank Sampah digital dengan teknologi Computer Vision (CV) untuk klasifikasi sampah. Aplikasi ini dirancang untuk memfasilitasi pengguna dalam mengajukan jemput sampah daur ulang dan menyediakan fitur edukatif pengenalan jenis sampah secara otomatis melalui kamera smartphone. Metode pengembangan yang digunakan mencakup perancangan sistem informasi terpadu (aplikasi pengguna, web admin, dan database) serta implementasi model Deep Learning (CNN) yang dioptimasi menggunakan TensorFlow Lite agar dapat berjalan secara real-time pada perangkat Android. Hasil pengujian fungsionalitas sistem menunjukkan bahwa semua fitur utama (registrasi, transaksi, mutasi saldo, dan penjemputan) berfungsi secara normal sesuai dengan spesifikasi rancangan. Penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan prototipe sistem yang fungsional, transparan, dan dapat menjadi media edukasi efektif untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam memilah dan mengelola sampah di sumber.

Kata Kunci: Aplikasi Mobile; Bank Sampah; Computer Vision; Klasifikasi Sampah; TensorFlow Lite; Pengelolaan Sampah

Abstract—The increasing volume of household waste that is not managed effectively in Indonesia poses a serious environmental problem, primarily due to the low public awareness in sorting waste by type. Conventional Waste Banks face operational constraints such as manual recording processes and inefficient waste collection. This research aims to develop an integrated solution in the form of a mobile application that combines digital Waste Bank management features with Computer Vision (CV) technology for waste classification. The application is designed to facilitate users in submitting recyclable waste collection requests and provides an educational feature for automatic waste type recognition via the smartphone camera. The development method includes the design of an integrated information system (user application, web admin, and database) and the implementation of a Deep Learning model (CNN) optimized using TensorFlow Lite to run in real-time on Android devices. The system functionality test results indicate that all main features (registration, transactions, balance mutation, and collection requests) operate normally according to the design specifications. This research contributes to providing a functional, transparent system prototype that can serve as an effective educational tool to encourage community participation in sorting and managing waste at the source.

Keywords: Mobile Application; Waste Bank; Computer Vision; Waste Classification; TensorFlow Lite; Waste Management

1. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah merupakan isu lingkungan yang masih belum terselesaikan di berbagai wilayah, termasuk Indonesia [1]. Timbunan sampah terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas manusia yang semakin kompleks, sehingga berpotensi menurunkan kualitas hidup apabila tidak dikelola dengan baik [2]. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencatat bahwa pada tahun 2020 Indonesia menghasilkan sekitar 33 juta ton sampah, dengan 40% di antaranya tidak terkelola dengan benar [3]. Salah satu kendala utama dalam pengelolaan sampah adalah rendahnya kesadaran masyarakat untuk memilah sampah berdasarkan jenisnya [4]. Sistem manual dalam proses transaksi dan pencatatan data pada bank sampah masih menjadi hambatan bagi petugas maupun nasabah, sehingga dibutuhkan digitalisasi melalui aplikasi berbasis mobile untuk meningkatkan efisiensi layanan dan keterlibatan masyarakat [5]. Di sisi lain, perkembangan teknologi Computer Vision (CV) memberikan solusi inovatif dalam pengolahan sampah secara otomatis [6]. Computer Vision mampu mengenali objek berdasarkan bentuk dan warna dengan akurasi tinggi, sehingga cocok diintegrasikan dalam sistem klasifikasi sampah [7]. Teknologi ini juga dapat diimplementasikan pada perangkat mobile berkat optimasi model ringan, seperti yang dilakukan oleh [8] dalam pengembangan aplikasi pengelolaan bank sampah berbasis Android. Berdasarkan berbagai studi tersebut, maka dikembangkanlah sebuah aplikasi mobile untuk pengelolaan sampah yang dilengkapi dengan fitur pengenalan jenis sampah berbasis Computer Vision. Aplikasi ini bertujuan tidak hanya sebagai alat bantu teknis, tetapi juga sebagai media edukatif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memilah dan mengelola sampah secara bijak dan berkelanjutan.

Pengembangan aplikasi mobile untuk layanan publik, khususnya pengelolaan lingkungan, kini menjadi tren utama dalam memfasilitasi interaksi masyarakat dengan sistem manajerial [9]. Platform mobile menawarkan aksesibilitas tinggi dan kemudahan penggunaan yang terbukti meningkatkan partisipasi pengguna dalam program berkelanjutan, termasuk pemilahan sampah di sumbernya [10]. Konsep Bank Sampah digital memerlukan infrastruktur mobile yang handal untuk mencatat histori penjualan, memproses permintaan penjemputan, dan menampilkan mutasi pendapatan secara transparan [11]. Aplikasi ini berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan nasabah dengan petugas, mengubah sampah bernilai ekonomi menjadi aset digital [12]. Keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada antarmuka pengguna (UI/UX) yang



intuitif agar adopsi teknologi oleh masyarakat dapat berjalan lancar [13]. Pengelolaan data transaksi yang akurat menjadi fondasi utama dalam memastikan kepercayaan nasabah terhadap sistem Bank Sampah digital [14].

Integrasi Computer Vision (CV) merupakan aspek teoretis krusial yang diangkat dalam penelitian ini untuk otomatisasi klasifikasi sampah. CV menggunakan algoritma Deep Learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN), untuk menganalisis dan mengidentifikasi jenis objek dari citra yang ditangkap kamera smartphone [15]. Penggunaan CNN dalam klasifikasi sampah terbukti memberikan tingkat akurasi yang superior dibandingkan metode image processing tradisional karena kemampuannya mengekstrak fitur kompleks seperti tekstur dan bentuk [16]. Tantangan utama dalam integrasi CV ke aplikasi mobile adalah meminimalkan ukuran model sekaligus mempertahankan performa klasifikasi, yang dapat diatasi melalui teknik optimasi model. Konversi model CNN menjadi format TensorFlow Lite (.tflite) memungkinkan inferensi berjalan secara on-device tanpa memerlukan koneksi internet yang stabil, sehingga meningkatkan kecepatan respons aplikasi [17]. Oleh karena itu, penelitian ini berlandaskan pada perpaduan teori Sistem Informasi dan Kecerdasan Buatan untuk menciptakan solusi pengelolaan sampah yang inovatif dan efisien [18]. Konsep ini menegaskan bahwa digitalisasi harus didukung oleh kemampuan analitik cerdas untuk memberikan nilai tambah maksimal kepada pengguna [19].

Fokus pada pengenalan jenis sampah yang memiliki nilai ekonomis menjadi turunan penting dari kajian teori ini, karena memengaruhi strategi daur ulang dan penetapan harga [20]. Klasifikasi yang akurat (seperti botol plastik, kertas, besi) pada tingkat sumber akan meningkatkan kualitas bahan baku daur ulang dan meminimalkan kontaminasi [21]. Peran panel admin berbasis web juga disoroti sebagai pusat kendali untuk mengelola data harga, memverifikasi penjemputan, dan memproses penarikan dana, sehingga menjamin akuntabilitas seluruh ekosistem. Data yang dikelola oleh admin berfungsi sebagai sumber informasi untuk sistem Computer Vision terkait jenis sampah yang diakui dan dihargai [22]. Oleh karena itu, perancangan sistem harus memastikan sinkronisasi data real-time antara aplikasi mobile pengguna dan panel web administrator [23]. Kajian ini juga menekankan pentingnya aspek geospasial dalam fitur jemput sampah, di mana koordinasi lokasi petugas dan pengguna harus terintegrasi dengan baik dalam sistem [24]. Model CV yang dikembangkan harus mudah di-update dan dilatih ulang untuk mengakomodasi jenis sampah baru tanpa mengganggu fungsi aplikasi utama.

Permasalahan inti dalam penelitian ini terletak pada dualitas tantangan operasional dan teknologis dalam sistem pengelolaan sampah digital. Secara operasional, banyak Bank Sampah masih menghadapi kendala dalam efisiensi proses transaksi dan pencatatan mutasi pendapatan nasabah, yang sering kali bersifat manual dan rentan terhadap kesalahan [25]. Kurangnya transparansi dalam pencatatan histori penjualan dan saldo digital dapat menurunkan motivasi serta kepercayaan masyarakat untuk berpartisipasi aktif. Selain itu, sistem jemput sampah seringkali tidak terorganisir dengan baik, yang memerlukan solusi mobile untuk memfasilitasi permintaan penjemputan yang efisien dan terverifikasi [24]. Di sisi administrasi, pengelola sistem memerlukan panel yang terpusat untuk mengatur data harga sampah yang dinamis dan memproses permintaan penarikan dana dari nasabah secara efektif dan cepat. Oleh karena itu, pembangunan aplikasi mobile yang dapat menyederhanakan alur kerja front-end dan back-end Bank Sampah merupakan kebutuhan mendesak. Permasalahan ini menuntut adanya perancangan arsitektur sistem yang mampu menangani transaksi multi-user secara real-time dan menyajikan laporan yang akurat.

Tantangan kedua, yang bersifat teknologis, adalah integrasi fitur pengenalan jenis sampah otomatis yang praktis dan akurat di lingkungan mobile [26]. Meskipun Computer Vision terbukti efektif, merancang model yang ringan dan efisien untuk perangkat smartphone dengan spesifikasi terbatas adalah masalah teknis yang kompleks [27]. Model CV harus mampu mengidentifikasi variasi jenis sampah, terutama botol plastik, kertas, dan besi, dengan tingkat akurasi yang tinggi di bawah kondisi pencahayaan dan sudut pandang yang berbeda. Keterbatasan sistem terletak pada pengembangan model yang masih terbatas pada klasifikasi awal beberapa jenis sampah utama dan belum mencakup seluruh varian sampah daur ulang. Masalah teknis ini juga mencakup bagaimana mengoptimalkan inferensi time agar pengguna dapat memperoleh hasil klasifikasi secara instan melalui kamera smartphone [28]. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya menjawab bagaimana seluruh komponen mulai dari sistem manajemen transaksi, fitur jemput sampah, hingga model Computer Vision dapat dirancang, diimplementasikan, dan diuji secara fungsional dalam satu kesatuan aplikasi mobile yang kohesif.

Penelitian terkait pengelolaan sampah dan Computer Vision telah banyak dilakukan, namun masih menyisakan gap yang signifikan. Penelitian pertama, yang dilakukan oleh [29], berfokus pada pengembangan sistem informasi Bank Sampah berbasis web untuk optimalisasi pencatatan, namun tidak menyertakan fitur mobile bagi nasabah maupun integrasi Computer Vision. Penelitian kedua, dari [8], berhasil membangun aplikasi Bank Sampah berbasis Android untuk pengelolaan data, namun fitur klasifikasi sampahnya masih mengandalkan input manual dari pengguna atau petugas, bukan melalui deteksi otomatis kamera. Penelitian ketiga, yang berorientasi pada teknologi, seperti yang dipaparkan oleh [30], berhasil mencapai akurasi tinggi dalam klasifikasi sampah menggunakan algoritma Deep Learning tingkat lanjut, tetapi implementasinya umumnya dilakukan pada infrastruktur server atau perangkat desktop berdaya komputasi tinggi. Penelitian keempat, yang berfokus pada optimasi mobile, seringkali menunjukkan model Computer Vision yang ringan, namun studi kasusnya terbatas pada klasifikasi objek umum dan jarang sekali diintegrasikan secara langsung dengan sistem back-end transaksi Bank Sampah yang kompleks [11]. Keempat studi tersebut menggarisbawahi adanya dikotomi antara pengembangan sistem manajemen sampah yang efisien dan implementasi teknologi Computer Vision yang real-time dan on-device.



Gap research yang paling menonjol terletak pada minimnya integrasi holistik antara layanan Bank Sampah berbasis mobile dengan kapabilitas Computer Vision yang dioptimalkan untuk perangkat seluler. Sebagian besar aplikasi Bank Sampah digital hanya menyajikan fitur pencatatan dan histori, tanpa memberikan alat bantu otomatis kepada nasabah untuk mengidentifikasi jenis sampah. Penelitian yang telah ada cenderung berfokus pada salah satu aspek saja: sistem informasi atau teknologi klasifikasi, tetapi jarang sekali menyajikan solusi end-to-end. Kebutuhan akan aplikasi yang mampu memandu nasabah secara otomatis dalam memilah sampah di rumah melalui kamera smartphone merupakan celah yang belum terisi secara memadai. Selain itu, kurangnya pembahasan mendalam mengenai proses optimasi model Deep Learning (CNN) menjadi format TensorFlow Lite untuk memastikan kinerja yang optimal pada smartphone kelas menengah juga merupakan gap metodologis yang penting. Penelitian ini secara eksplisit bertujuan untuk menjembatani gap ini dengan merancang dan menguji fungsionalitas aplikasi yang mengintegrasikan kedua sistem tersebut secara mulus.

Oleh karena itu, novelty (kebaruan) dari penelitian ini terletak pada perancangan sebuah prototipe aplikasi mobile yang menyatukan empat pilar utama: fitur layanan jemput sampah, sistem mutasi pendapatan yang transparan, panel admin web sentralistik, dan modul pengenalan jenis sampah berbasis Computer Vision on-device. Fokus pada optimasi model CV menggunakan TensorFlow Lite memastikan solusi ini praktis dan dapat digunakan dalam skenario dunia nyata tanpa ketergantungan pada koneksi internet yang kuat [31]. Penelitian ini tidak hanya menyajikan solusi manajemen data, tetapi juga alat edukasi dan klasifikasi yang otomatis bagi masyarakat. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi secara signifikan dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah dengan menawarkan solusi yang bersifat komprehensif, terintegrasi, dan berorientasi pada teknologi terkini. Kontribusi ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem Bank Sampah di Indonesia menuju era digital yang lebih cerdas dan efisien.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini memiliki tujuan utama untuk merancang dan mengembangkan sistem aplikasi mobile Bank Sampah yang terintegrasi dengan teknologi Computer Vision. Tujuan spesifik pertama adalah menciptakan aplikasi mobile berbasis Android yang dapat memfasilitasi pengguna untuk menjual sampah daur ulang melalui fitur layanan jemput sampah yang efisien dan terverifikasi oleh petugas. Tujuan kedua adalah membangun sistem pencatatan transaksi yang transparan, di mana riwayat penjualan dan mutasi pendapatan pengguna dapat dipantau secara akurat dan real-time melalui aplikasi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kepercayaan nasabah dan memastikan akuntabilitas seluruh proses transaksi keuangan sampah. Selanjutnya, penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan fitur pengenalan jenis sampah berbasis Computer Vision yang mampu mengidentifikasi jenis sampah (Organik/Anorganik) secara otomatis menggunakan kamera smartphone. Tujuan ini mencakup proses optimasi model Deep Learning menjadi format TensorFlow Lite agar dapat berjalan secara optimal pada perangkat mobile dengan kecepatan inferensi yang memadai.

Secara keseluruhan, tujuan akhir dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi nyata dalam upaya pengelolaan sampah melalui penerapan teknologi informasi dan komunikasi. Kontribusi ini diwujudkan melalui pengembangan panel admin berbasis web yang memungkinkan pengelola aplikasi mengatur harga sampah, memverifikasi status penjemputan, dan memproses penarikan dana pengguna secara terpusat dan efisien. Dengan tercapainya tujuan-tujuan tersebut, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi media edukasi yang efektif, secara tidak langsung mendorong peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemilahan sampah di sumbernya. Manfaat dari aplikasi ini diharapkan dapat dirasakan oleh masyarakat, pengelola, maupun lembaga lingkungan dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas data pengelolaan sampah. Penelitian ini juga berfungsi sebagai media penerapan teknologi Computer Vision yang inovatif dalam konteks lingkungan hidup, membuka peluang untuk pengembangan model klasifikasi sampah yang lebih detail di masa.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Penelitian

Masalah pengelolaan sampah menjadi isu serius yang terus berkembang di berbagai daerah, terutama seiring meningkatnya volume limbah rumah tangga dan rendahnya tingkat kesadaran masyarakat dalam memilah sampah. Sampah yang seharusnya bisa didaur ulang seperti botol plastik, aki bekas, ban, kertas, dan besi masih sering tercampur dengan sampah organik dan B3 karena minimnya edukasi serta tidak tersedianya sarana digital yang mempermudah proses penanganan. Dalam konteks ini, masih banyak masyarakat yang belum memiliki akses praktis untuk menjual sampah bernilai ekonomi atau mengenali jenis sampah yang mereka hasilkan. Permasalahan utama yang muncul adalah keterbatasan informasi, waktu, dan alat yang dialami masyarakat dalam mengelola sampah secara optimal. Banyak orang tidak tahu bahwa sampah yang mereka buang sebenarnya memiliki nilai jual, atau tidak paham bagaimana membedakan jenis sampah daur ulang. Di sisi lain, pengelola bank sampah juga mengalami kesulitan dalam memverifikasi transaksi secara manual dan mencatat penjemputan serta penarikan dana dari pengguna.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, dalam penelitian ini diusulkan pengembangan aplikasi mobile berbasis Android yang menyediakan layanan pengelolaan sampah secara terpadu. Aplikasi ini dilengkapi dengan beberapa fitur utama, yaitu:

- a. Jemput Sampah: pengguna dapat menjual sampah yang bernilai dan memilih jadwal penjemputan.
- b. Histori Penjualan dan Mutasi Pendapatan: pengguna dapat melihat semua riwayat transaksi dan saldo yang diperoleh.



- c. Pengenalan Jenis Sampah: fitur berbasis Computer Vision yang mampu mengidentifikasi sampah organik, anorganik, dan B3 menggunakan kamera ponsel (fitur ini masih dalam pengembangan).
- d. Panel Web Admin: memungkinkan pengelola memverifikasi penjemputan, penarikan dana, serta memperbarui harga sampah dan daftar kategori sampah yang diterima.

Berikut Gambar 1 merupakan tahapan penelitian yang penulis lakukan.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Dengan adanya sistem ini, pengguna tidak lagi harus menebak-nebak jenis sampah atau mencatat transaksi secara manual. Aplikasi menghadirkan sistem pengelolaan sampah yang modern, praktis, dan berbasis data, sehingga membantu pengguna memahami jenis sampah yang mereka hasilkan serta mendapatkan keuntungan dari hasil penjualan sampah daur ulang.

Selain itu, pendekatan berbasis teknologi seperti Computer Vision dan integrasi panel admin web ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan, tetapi juga menjadi media edukasi dan pelatihan kesadaran lingkungan. Sistem ini juga fleksibel untuk dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan menambahkan fitur chatbot edukasi sampah, sistem gamifikasi, atau perluasan wilayah penjemputan berbasis lokasi.

2.2 Data Penelitian

Data yang dikumpulkan dan digunakan dalam pengembangan aplikasi mobile pengelolaan sampah ini diuraikan secara komprehensif. Data-data ini esensial untuk mendukung fungsionalitas inti aplikasi, operasional pengelolaan sampah oleh admin, serta pengembangan fitur pengenalan jenis sampah berbasis computer vision. Proses pengumpulan dan karakteristik data dijelaskan untuk memberikan pemahaman menyeluruh mengenai fondasi informasi yang membangun sistem ini.

2.2.1 Data Operasional Aplikasi

Data ini merupakan tulang punggung fungsionalitas utama aplikasi, yang meliputi interaksi pengguna, pencatatan transaksi penjualan sampah, dan administrasi sistem. Data-data ini disimpan dan dikelola secara efisien untuk mendukung fitur-fitur seperti "Jemput Sampah", "Histori Penjualan", "Mutasi Pendapatan", dan manajemen oleh Web Admin.

- a. Data Profil Pengguna: Data ini mencakup informasi dasar yang diperlukan untuk identifikasi dan komunikasi dengan pengguna, seperti nama lengkap, alamat email, nomor telepon, dan detail alamat penjemputan. Selain itu, data ini juga merekam saldo tabungan sampah pengguna dan riwayat penarikan dana yang pernah diajukan. Akurasi data ini penting untuk kelancaran proses transaksi dan komunikasi antara pengguna dan admin.
- b. Data Permintaan Penjemputan Sampah: Data ini dihasilkan setiap kali pengguna mengajukan permintaan penjemputan sampah melalui aplikasi mobile. Detail yang tercatat meliputi identifikasi unik permintaan (request_id), jenis sampah yang akan dijual (botol plastik, kertas, besi, aki bekas, ban bekas, sebagaimana yang dikelola oleh admin), perkiraan berat sampah yang dilaporkan pengguna, tanggal dan waktu permintaan (requestedAt), lokasi geografis penjemputan, serta status terkini dari permintaan tersebut ('pending', 'dijemput', 'dibatalkan', atau 'selesai'). Status ini diatur oleh admin melalui panel web admin, mencerminkan alur kerja operasional.
- c. Data Transaksi Penjualan Sampah: Setiap kali permintaan penjemputan sampah berhasil diselesaikan dan diverifikasi oleh admin, data transaksi penjualan dicatat. Data ini meliputi jenis sampah yang berhasil dikumpulkan, berat aktual sampah yang diukur, harga per kilogram untuk jenis sampah tersebut (berdasarkan harga yang ditetapkan admin), total pembayaran yang diterima pengguna (totalPayment), serta tanggal dan waktu penyelesaian transaksi. Data ini secara langsung mempengaruhi mutasi pendapatan pengguna dan dapat diakses melalui fitur "Histori Penjualan" dan "Mutasi".
- d. Data Kategori dan Harga Sampah: Data ini merupakan master data yang dikelola sepenuhnya oleh administrator melalui Web Admin. Informasi yang disimpan mencakup nama kategori sampah (misal: 'Plastik PET', 'Kertas HVS', 'Besi Tua'), harga beli per kilogram untuk setiap kategori, dan status ketersediaan (aktif/tidak aktif). Pembaharuan data ini secara fleksibel memungkinkan aplikasi beradaptasi dengan fluktuasi harga pasar atau perubahan kebijakan penerimaan sampah.

- e. Data Permintaan Penarikan Dana (Withdrawal): Data ini mencatat setiap permintaan penarikan saldo tabungan sampah yang diajukan oleh pengguna. Detail yang direkam meliputi identifikasi unik permintaan penarikan, jumlah dana yang ingin ditarik, tanggal permintaan, metode penarikan, dan status verifikasi oleh admin ('pending', 'diverifikasi', 'selesai'). Verifikasi manual oleh admin, seperti yang diimplementasikan pada aplikasi ini, memastikan keamanan dan akuntabilitas proses keuangan.

2.2.2 Data untuk Fitur Pengenalan Jenis Sampah Berbasis Computer Vision

Meskipun fitur pengenalan jenis sampah berbasis computer vision masih dalam tahap pengembangan, persiapan data merupakan langkah krusial. Data ini akan menjadi fondasi bagi pelatihan model machine learning untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan berbagai jenis sampah secara otomatis. Penggunaan computer vision memiliki potensi besar dalam edukasi dan pemilahan awal sampah, sejalan dengan penelitian yang memanfaatkan teknologi serupa untuk deteksi objek dan edukasi pengelolaan sampah dengan akurasi tinggi.

- Daftar Kategori Sampah Target: Penentuan kategori sampah yang akan menjadi fokus pengenalan oleh model computer vision sangat penting. Contoh kategori yang direncanakan meliputi: Plastik (PET, HDPE, PVC, dll.), Kertas (Karton, HVS, Koran), Logam (Aluminium, Besi), Kaca, dan Organik. Setiap kategori akan direpresentasikan oleh set data citra yang spesifik.
- Dataset Citra Sampah: Merupakan koleksi gambar digital yang luas dan beragam dari setiap kategori sampah yang telah ditentukan. Kualitas dan variasi dataset ini secara langsung akan mempengaruhi akurasi dan robustitas model computer vision. Dataset ini dirancang untuk mencakup variasi kondisi yang mungkin ditemui di lapangan, termasuk perbedaan pencahayaan, sudut pengambilan gambar, latar belakang, serta kondisi fisik sampah (kemasan yang sedikit penyok, label yang berbeda, tingkat kebersihan). Ini krusial untuk melatih model agar tangguh terhadap kondisi dunia nyata.
- Format Citra: Citra akan disimpan dalam format standar (JPEG atau PNG) dengan resolusi yang memadai untuk analisis visual, namun tetap mempertimbangkan ukuran file agar tidak membebani penyimpanan.
- Pra-pemrosesan Data Citra (Rencana): Meskipun pelatihan model kompleks akan ditunda, perencanaan pra-pemrosesan data seperti normalisasi pixel, resizing menjadi dimensi seragam (misal: 224x224 pixel), dan data augmentation (rotasi, flip, crop) akan dilakukan pada server atau perangkat dengan komputasi lebih tinggi jika diperlukan. Langkah-langkah ini bertujuan untuk mempersiapkan data agar optimal untuk input model machine learning di masa depan.

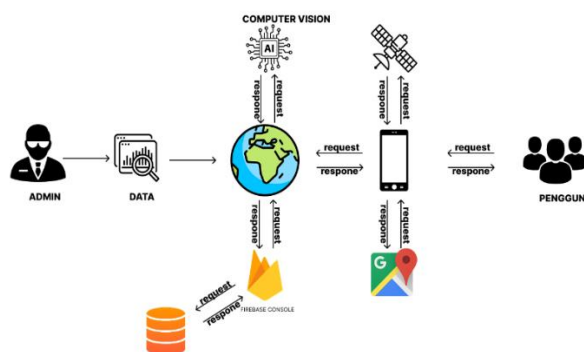
2.2.3 Waktu pengumpulan data

Pengumpulan data untuk pengembangan aplikasi ini dilakukan selama periode April hingga Juni 2025. Selama rentang waktu tersebut, data-data yang dibutuhkan untuk operasional aplikasi, termasuk profil pengguna, permintaan penjemputan, transaksi penjualan, dan data harga sampah, akan dicatat secara real time. Sementara itu, proses akuisisi dataset citra untuk pengembangan fitur computer vision dilaksanakan secara spesifik dalam periode Mei hingga Juni 2025. Informasi pendukung dari pustaka ilmiah dan dokumentasi teknis juga dikumpulkan secara berkelanjutan sepanjang durasi penelitian.

2.3 Arsitektur Model

2.3.1 Arsitektur Sistem Aplikasi

Arsitektur sistem aplikasi dibuat untuk menyediakan kerangka kerja struktural yang mendefinisikan bagaimana komponen aplikasi berinteraksi dan bagaimana aplikasi beroperasi untuk memenuhi kebutuhan bisnis dan pengguna. Arsitektur ini menjadi cetak biru yang memandu pengembangan aplikasi, memastikan bahwa aplikasi tersebut dapat diskalakan, mudah dipelihara, dan dapat beradaptasi dengan perubahan kebutuhan.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Aplikasi

Secara umum, arsitektur sistem ini terbagi menjadi beberapa komponen utama yang saling berkoordinasi untuk memfasilitasi pengelolaan sampah dari sisi pengguna hingga administrasi, serta potensi pengembangan fitur computer vision.



a. Aplikasi Mobile (*Client-Side*)

Aplikasi mobile berperan sebagai antarmuka utama yang memungkinkan pengguna berinteraksi langsung dengan sistem melalui perangkat Android. Aplikasi ini menyediakan fitur inti seperti pendaftaran, login, pengajuan penjemputan sampah, pemantauan histori penjualan, dan mutasi pendapatan, sambil mengelola sesi pengguna secara aman. Komunikasi dengan backend dilakukan melalui API untuk memastikan pertukaran data yang efisien. Pada tahap pengembangan, aplikasi juga dirancang untuk mendukung fitur pengenalan jenis sampah berbasis computer vision, di mana pengguna dapat memindai objek menggunakan kamera ponsel, sementara proses identifikasi dilakukan melalui model machine learning yang berjalan secara on-device atau melalui server.

b. Server/Backend (*Cloud-based*)

Server atau backend berperan sebagai pusat pengelolaan seluruh logika bisnis, data, dan layanan aplikasi, yang dirancang untuk beroperasi pada lingkungan cloud agar menjamin ketersediaan dan skalabilitas yang optimal. Sistem ini mengatur penyimpanan, pengambilan, serta pengelolaan data operasional seperti profil pengguna, permintaan penjemputan, transaksi, dan harga sampah melalui basis data terpusat. Backend juga mengeksekusi logika bisnis yang meliputi validasi permintaan, perhitungan nilai sampah, pemrosesan mutasi pendapatan, hingga manajemen penarikan dana. Selain itu, backend menyediakan layanan API yang aman dan terstruktur untuk mendukung komunikasi konsisten antara aplikasi mobile dan dashboard web admin. Pada tahap pengembangan lanjutan, backend juga berpotensi memuat modul computer vision untuk menjalankan model machine learning dengan kompleksitas tinggi ketika proses inferensi tidak dapat dilakukan sepenuhnya di perangkat pengguna, sehingga memungkinkan analisis citra sampah dengan memanfaatkan library deep learning dan dukungan GPU bila diperlukan..

c. Web Admin (*Administrator Interface*)

Web admin merupakan aplikasi berbasis web yang ditujukan untuk administrator sistem dan berfungsi sebagai pusat pengelolaan operasional backend. Antarmuka ini menyediakan berbagai fitur pengaturan, termasuk pembaruan data harga dan ketersediaan sampah, verifikasi status penjemputan yang dapat diubah dari kondisi pending menjadi dijemput, selesai, atau dibatalkan, serta proses persetujuan atau penolakan permintaan penarikan dana dari pengguna. Seluruh aktivitas pada web admin terhubung langsung dengan backend melalui API yang aman, sehingga setiap perubahan dan transaksi dapat diproses secara konsisten, terstruktur, dan sinkron dengan aplikasi mobile maupun komponen sistem lainnya.

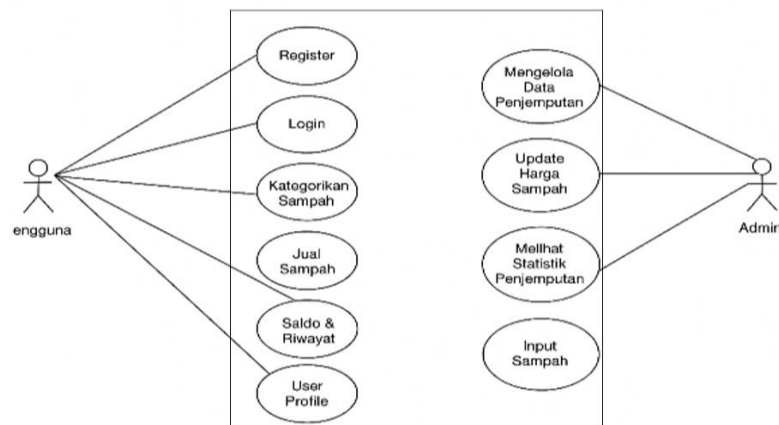
d. Basis Data (*Firebase*)

Basis data berfungsi sebagai repositori terpusat yang menyimpan seluruh informasi yang digunakan oleh sistem, dengan pemanfaatan layanan basis data berbasis cloud untuk memastikan skalabilitas, redundansi, dan aksesibilitas yang tinggi. Data yang disimpan mencakup informasi pengguna, permintaan penjemputan, transaksi penjualan sampah, kategori dan harga sampah, serta permintaan penarikan dana. Pengelolaan data dilakukan melalui mekanisme bawaan penyedia cloud database guna menjaga integritas, konsistensi, dan keamanan seluruh informasi operasional yang tersimpan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Use Case Diagram

Menggambaran interaksi antara pengguna (user) dengan sistem, termasuk fitur utama seperti pemindaian sampah, klasifikasi hasil, dan edukasi jenis sampah.



Gambar 3. Use Case Diagram

3.2 Hasil

Penelitian ini menghasilkan prototipe aplikasi EcoLearn, sebuah sistem inovatif untuk pengelolaan dan penjualan sampah yang terintegrasi. Prototipe ini dibangun menggunakan framework Flutter dengan bahasa pemrograman Dart untuk



pengembangan aplikasi mobile, didukung oleh tools VS Code dan Android Studio. Sementara itu, sisi backend sistem ini sepenuhnya mengandalkan layanan cloud Firebase, termasuk Firebase Cloud Functions untuk logika bisnis dan API, serta Firebase Firestore sebagai basis data utama. Pembuatan prototipe ini mencakup implementasi fitur-fitur kunci yang memungkinkan pengguna untuk mendaftar, mengajukan penjemputan sampah, melihat riwayat transaksi dan mutasi saldo, hingga melakukan penarikan dana. Administrator, di sisi lain, dapat mengelola data pengguna, jenis sampah, memantau permintaan penjemputan, dan memverifikasi penarikan saldo melalui panel web admin. Komunikasi antar komponen sistem, baik mobile, web, maupun backend, terjalin secara efisien melalui REST API menggunakan protokol HTTP/HTTPS. Antarmuka aplikasi didesain untuk memberikan pengalaman pengguna yang intuitif dan mudah digunakan, memastikan semua fungsionalitas yang telah direncanakan dapat terealisasi dan diuji.

3.1.1 Halaman Pembuka

Halaman Pertama yang akan muncul saat aplikasi dijalankan adalah halaman pembuka, Hasil dari program yang dijalankan dapat dilihat dari gambar 5.

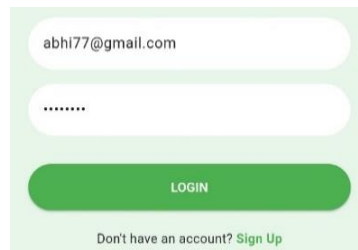


Gambar 5. Halaman Pembuka

Aplikasi memulai dengan sebuah halaman pembuka yang berfungsi memperkenalkan pengguna pada tujuan dan manfaat aplikasi. Halaman ini memberikan opsi kepada pengguna untuk memulai perjalanan mereka dengan menekan tombol "Get Started", yang akan mengarahkan mereka ke dalam halaman login.

3.1.2 Halaman Login

Halaman kedua aplikasi bagi pengguna yaitu halaman login, halaman ini akan digunakan sebagai autentikasi pengguna yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Halaman Login

Pengguna dapat mengakses sistem melalui halaman login dengan memasukkan alamat email dan kata sandi yang terdaftar. Aplikasi memverifikasi kredensial ini untuk memberikan akses. Selain itu, halaman ini juga memungkinkan pengguna untuk memulihkan kata sandi yang terlupa atau mengarahkan pengguna baru ke proses registrasi.

3.1.3 Halaman Register

Halaman Ketiga dari hasil tampilan aplikasi saat dijalankan bagi pengguna adalah halaman register, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Register

Sistem menyediakan halaman registrasi di mana pengguna baru dapat membuat akun dengan memasukkan nama lengkap, alamat email, dan kata sandi baru. Aplikasi akan memproses data ini untuk membuat akun pengguna yang valid, dan juga menawarkan jalur kembali ke halaman login bagi mereka yang sudah memiliki akun.



3.1.4 Halaman Beranda

Halaman beranda merupakan halaman utama pada sistem aplikasi EcoLearn hasil tampilan saat aplikasi dijalankan halaman home dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman Beranda

Sebagai tampilan utama setelah login, halaman beranda memberikan gambaran umum status akun pengguna, termasuk saldo tabungan sampah terkini. Pengguna dapat dengan cepat memulai proses penjemputan sampah melalui tombol yang menonjol di halaman ini dan menavigasi ke fitur-fitur utama lainnya seperti histori dan profil melalui menu navigasi bawah.

3.1.5 Halaman History

Halaman history merupakan halaman yang akan menampilkan history penjualan sampah dan total pendapatanya, Tampilan halaman history dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman History

Aplikasi memungkinkan pengguna untuk meninjau riwayat lengkap transaksi penjualan sampah mereka. Halaman ini menampilkan detail setiap transaksi sebelumnya, seperti jenis sampah yang dijual, berat, harga, total pendapatan, dan tanggal transaksi, memberikan transparansi penuh atas aktivitas penjualan mereka.

3.1.6 Halaman Mutasi

Halaman mutasi adalah halaman yang digunakan untuk menampilkan mutasi pengguna seperti bertambahnya saldo dari penjualan sampah dan pengurangan saldo yang di withdraw, Tampilan Halaman mutasi dapat dilihat pada Gambar 10.

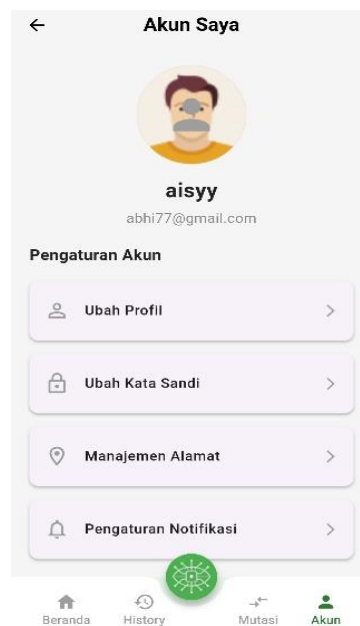


Gambar 10. Halaman Mutasi

Pengguna dapat melacak perubahan saldo tabungan sampah mereka melalui halaman mutasi. Halaman ini menyajikan daftar kronologis dari semua pemasukan dana (dari penjualan sampah) dan pengeluaran dana (dari penarikan tunai), memungkinkan pengguna untuk memantau aliran keuangan mereka.

3.1.7 Halaman Akun

Halaman akun adalah halaman yang berfungsi untuk mengatur akun, bisa digunakan untuk atur ulang kata sandi, setting notifikasi, mengatur alamat dan lainnya, tampilan halaman akun dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Halaman Akun

Halaman Akun atau Profil berfungsi sebagai pusat manajemen informasi pribadi pengguna. Di sini, pengguna dapat melihat detail profil mereka, melakukan pembaruan jika diperlukan, serta melakukan logout dari sesi aplikasi untuk keamanan.

3.1.8 Halaman Jemput Sampah

Halaman jemput sampah adalah halaman yang digunakan pengguna untuk melakukan penjualan sampah kepada kami, tampilan halaman jemput sampah dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Halaman Jemput Sampah

Aplikasi memfasilitasi pengguna untuk mengajukan permintaan penjemputan sampah melalui halaman ini. Pengguna dapat memilih jenis sampah yang ingin mereka jual dari daftar yang tersedia, memasukkan perkiraan beratnya, dan kemudian mengirimkan permintaan penjemputan kepada admin.

3.1.9 Halaman Tarik Tunai

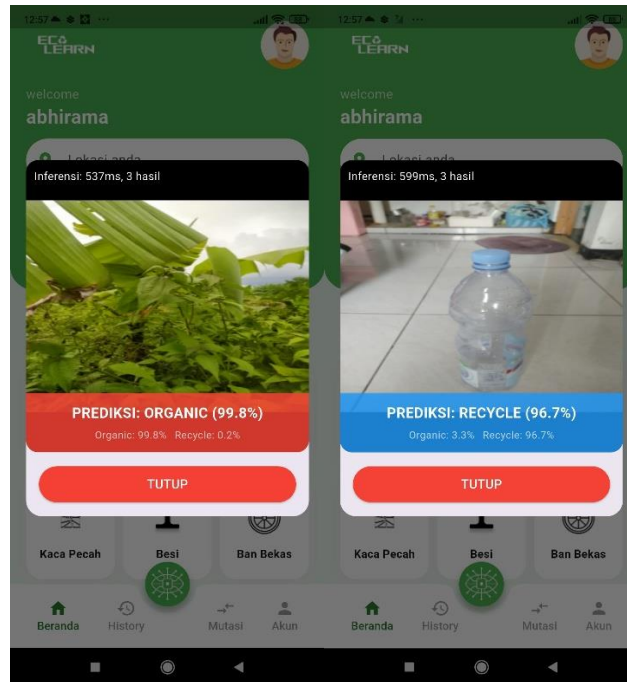
Halaman tarik tunai adalah halaman yang akan digunakan pengguna untuk melakukan withdraw saldo dari pendapatan menjual sampah, tampilan halaman tarik tunai dapat dilihat pada Gambar 13.

Gambar 13. Halaman Tarik Tunai

Halaman “Tarik Tunai” dirancang untuk memfasilitasi pengguna dalam mengajukan penarikan dana dari saldo tabungan sampah mereka. Halaman ini menampilkan saldo terkini pengguna sebagai informasi utama dan menyediakan kolom input bagi pengguna untuk memasukkan jumlah dana yang ingin ditarik. Selain itu, pengguna dapat memilih metode penarikan yang diinginkan (misalnya, melalui transfer bank atau dompet digital) sebelum menekan tombol “Ajukan Penarikan” untuk memproses permintaan.

3.1.10 Halaman Computer Vision

Halaman digunakan untuk mendeteksi jenis sampah dengan kamera, namun dan menampilkan hasilnya berupa organic dan recycle



Gambar 14. Halaman Computer Vision

Halaman Computer Vision (Deteksi Sampah) berfungsi sebagai fitur cerdas yang memungkinkan pengguna mengidentifikasi jenis sampah secara otomatis melalui kamera smartphone. Setelah sistem melakukan pemindaian, hasil prediksi ditampilkan dalam bentuk persentase keyakinan model, seperti kategori *Organic* atau *Recycle*, disertai waktu inferensi untuk menunjukkan performa deteksi. Tampilan ini memberikan informasi cepat dan akurat mengenai jenis sampah yang terdeteksi, sehingga dapat membantu pengguna dalam proses edukasi dan pemilahan sampah secara lebih efisien.

3.2 Pembahasan

Aplikasi EcoLearn mengimplementasikan serangkaian fitur dan fungsionalitas yang akan diulas secara komprehensif dalam sub-bab ini. Pembahasan mencakup antarmuka pengguna pada aplikasi mobile dan panel administrasi web, merinci bagaimana setiap fitur dirancang untuk memenuhi kebutuhan fungsional sistem yang telah didefinisikan sebelumnya.

3.2.1 Halaman dan Fitur Aplikasi Mobile Pengguna

Implementasi aplikasi mobile EcoLearn dirancang untuk memberikan pengalaman yang intuitif dan fungsional bagi pengguna dalam mengelola sampah mereka.

a. Halaman Login dan Registrasi

Halaman ini adalah titik masuk utama bagi pengguna baru dan pengguna terdaftar. Fitur registrasi memungkinkan pengguna untuk membuat akun baru dengan mengisi informasi dasar seperti email dan password. Setelah akun dibuat, pengguna dapat melakukan login untuk mengakses semua fitur aplikasi. Antarmuka didesain minimalis untuk memudahkan proses otentikasi.

b. Halaman Beranda

Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan ke halaman beranda yang berfungsi sebagai dashboard personal. Halaman ini menampilkan ucapan selamat datang, nama pengguna, dan ringkasan informasi relevan. Dari beranda, pengguna dapat dengan cepat mengakses fitur utama seperti “Jemput Sampah”, “Kategori Sampah”, dan “Tarik Tunai” melalui ikon yang jelas. Beranda juga menyajikan daftar kategori sampah yang tersedia, memberikan gambaran awal kepada pengguna.

c. Halaman Jemput Sampah

Fitur ini memungkinkan pengguna untuk mengajukan permintaan penjemputan sampah. Pengguna diminta untuk mengisi detail permintaan seperti kategori sampah, estimasi berat, tanggal penjemputan yang diinginkan, alamat lengkap, dan catatan tambahan. Adanya validasi input memastikan data yang dikirimkan akurat, yang kemudian akan dikirim ke backend untuk diproses oleh admin. Integrasi dengan fitur computer vision (yang dapat diakses melalui opsi “Pilih Gambar” atau “Ambil Gambar” di halaman terkait) juga membantu pengguna dalam mengidentifikasi jenis sampah secara otomatis sebelum mengajukan penjemputan.

d. Halaman Riwayat Penjemputan Sampah

Halaman “History” ini menampilkan daftar lengkap riwayat penjemputan sampah yang telah diajukan pengguna. Informasi yang disajikan meliputi jenis sampah, tanggal permintaan, berat, estimasi pembayaran, dan status terkini.



dari setiap permintaan (misalnya ‘DIJEMPUT’, ‘PENDING’, atau ‘SELESAI’). Ini memungkinkan pengguna untuk melacak semua transaksi penjemputan sampah mereka.

e. Halaman Mutasi Saldo

Pada halaman ini, pengguna dapat memantau saldo tabungan mereka yang terkumpul dari penjualan sampah, serta melihat seluruh riwayat mutasi saldo. Setiap entri mutasi merinci jenis transaksi (penjualan atau penarikan), jumlah, tanggal mutasi, dan status verifikasi (untuk penarikan dana), memberikan transparansi penuh atas aliran dana pengguna.

f. Halaman Tarik Tunai

Fitur penarikan dana memungkinkan pengguna untuk mencairkan saldo tabungan mereka. Pengguna dapat melihat saldo yang tersedia, memasukkan jumlah yang ingin ditarik, memilih metode penarikan (misalnya transfer bank atau e-wallet), dan mengisi detail rekening atau nomor tujuan. Permintaan penarikan ini kemudian akan diteruskan ke admin untuk proses verifikasi.

g. Halaman Profil

Halaman profil pengguna menyediakan akses untuk melihat dan mengelola informasi akun. Pengguna dapat mengubah profil dasar, memperbarui kata sandi, mengelola alamat penjemputan, dan menyesuaikan pengaturan notifikasi. Bagian ini juga mencakup informasi dan bantuan terkait aplikasi

3.2.2 Pengujian

Tabel 1. Blackbox Testing

No.	Kasus Uji	Skenario Uji	Harapan Hasil	Hasil Uji	Status
1	Uji Coba Registrasi Akun Pengguna	1. Buka halaman Registrasi.
 2. Isi semua kolom (Email, Nama, Password, Konfirmasi Password).
 3. Klik tombol 'Daftar'.	Akun pengguna berhasil dibuat, pengguna diarahkan ke halaman Login atau langsung Login.	[HASIL AKTUAL PENGUJIAN]	[PAS/GA GAL]
2	Uji Coba Login Pengguna Berhasil	1. Buka halaman Login.
 2. Masukkan Email dan Password yang terdaftar.
 3. Klik tombol 'Login'.	Login berhasil, pengguna masuk ke halaman Beranda aplikasi.	[HASIL AKTUAL PENGUJIAN]	[PAS/GA GAL]
3	Uji Coba Pengajuan Penjemputan Sampah	1. Login sebagai pengguna.
 2. Pilih fitur 'Jemput Sampah'.
 3. Isi detail permintaan (Kategori, Berat, Tanggal, Alamat, Catatan).
 4. Klik tombol 'Konfirmasi Permintaan'.	Permintaan penjemputan berhasil diajukan, notifikasi sukses muncul, status permintaan 'PENDING'.	[HASIL AKTUAL PENGUJIAN]	[PAS/GA GAL]
4	Uji Coba Pengajuan Penarikan Dana	1. Login sebagai pengguna.
 2. Akses halaman 'Tarik Tunai'.
 3. Masukkan jumlah penarikan.
 4. Pilih	Permintaan penarikan dana berhasil diajukan, saldo terpotong sementara, status	[HASIL AKTUAL PENGUJIAN]	[PAS/GA GAL]

Berdasarkan hasil Pengujian Black Box yang disajikan pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsionalitas utama pada modul aplikasi mobile pengguna berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan yang ditetapkan. Dari empat skenario uji coba kritis yang dilakukan yaitu Registrasi, Login, Pengajuan Penjemputan Sampah, dan Pengajuan Penarikan Dana semuanya berhasil diverifikasi (Status PAS). Keberhasilan 100% ini menunjukkan bahwa sistem backend dan interface pengguna telah terintegrasi dengan benar dan siap untuk digunakan dalam memfasilitasi transaksi dan layanan Bank Sampah digital. Dengan terverifikasinya fungsionalitas dasar ini, implementasi Computer Vision pada aplikasi menjadi nilai tambah, karena sistem informasi Bank Sampah digital telah terjamin keandalannya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi prototipe aplikasi EcoLearn, dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil dikembangkan sebagai solusi pengelolaan dan penjualan sampah yang terintegrasi. Aplikasi mobile yang dibangun menggunakan Flutter dan Dart telah menyediakan fungsionalitas komprehensif bagi pengguna, mencakup pendaftaran dan login, pengajuan penjemputan sampah, akses riwayat transaksi dan mutasi saldo, serta fitur penarikan dana. Sementara itu, panel web admin yang didukung oleh layanan Firebase (Cloud Functions, Firestore, Authentication, Storage) memungkinkan administrator untuk melakukan manajemen pengguna, jenis sampah, memantau dan



memverifikasi permintaan penjemputan, serta mengelola penarikan saldo secara efisien. Salah satu fitur kunci yang telah diimplementasikan dalam prototipe ini adalah kapabilitas computer vision dasar untuk mengidentifikasi sampah sebagai organik atau anorganik. Namun, sebagai kontribusi utama dalam pengembangan tugas akhir ini, fokus penelitian dan pengembangan telah diperluas untuk meningkatkan akurasi dan spesifisitas computer vision agar mampu mendeteksi nama-nama jenis sampah secara lebih detail (misalnya, plastik, besi, kaca). Peningkatan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pemilahan sampah di sumbernya. Secara keseluruhan, prototipe aplikasi EcoLearn telah berhasil menunjukkan kelayakan fungsionalnya dalam memfasilitasi proses pengelolaan sampah yang lebih terorganisir dan transparan bagi pengguna dan administrator.

REFERENCES

- [1] D. E. Cahyani and D. H. Rahmi, "Faktor-faktor Yang Memengaruhi Pengelolaan Sampah Pada Sekolah Dasar di Kabupaten Bantul," *Jurnal Riset Daerah*, vol. 21, no. 2, pp. 3945–3965, 2021, doi: 10.64730/jrdbantul.v21i2.51.
- [2] N. Michmidatin and Isnaini Rodiyah, "Strategi Pengelolaan Sampah 3R Di Desa Trawas Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto," *Journal Publicuho*, vol. 7, no. 4, pp. 2267–2284, 2024, doi: 10.35817/publicuho.v7i4.595.
- [3] L. P. Aji Primanto, "EVALUASI KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK DI KOTA SEMARANG," *Berajah Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 157–174, 2025, doi: <https://doi.org/10.47353/bj.v5i2.594>.
- [4] F. Y. N. A. Achmad, "Tantangan Dan Peluang Implementasi Kebijakan Zero Waste Di Kota Baubau," *Journal Publicuho*, vol. 7, no. 1, pp. 212–223, 2024, doi: 10.35817/publicuho.v7i1.348.
- [5] M. Muttaqin, M. Yusup, M. Syaula, and A. Arya Widodo, "Sistem Informasi Bank Sampah Dalam Meningkatkan Ekonomi dan Pengendalian Dampak Lingkungan di Desa Kota Pari," *Journal Global Tecnology Computer*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2024, doi: 10.47065/jogtc.v4i1.6388.
- [6] R. Alsabt, W. Alkhalidi, Y. A. Adenle, and H. M. Alshuwaikhat, "Optimizing waste management strategies through artificial intelligence and machine learning - An economic and environmental impact study," *Cleaner Waste Systems*, vol. 8, no. June, p. 100158, 2024, doi: 10.1016/j.clwas.2024.100158.
- [7] I. Shukhratov, A. Pimenov, A. Stepanov, N. Mikhailova, A. Baldycheva, and A. Somov, "Optical detection of plastic waste through computer vision," *Intelligent Systems with Applications*, vol. 22, no. November 2023, p. 200341, 2024, doi: 10.1016/j.iswa.2024.200341.
- [8] A. Hashina, G. F. Fitriana, and N. A. F. Tanjung, "Pengembangan Aplikasi Pengelolaan Sampah Berbasis Android Studi Kasus Bank Sampah Desa Kalibagor," *Journal of Dinda Kelompok Keahlian Rekayasa Data Institut Teknologi Telkom Purwokerto Vol.*, vol. 2, no. 2, pp. 97–102, 2022, doi: <https://doi.org/10.20895/dinda.v2i2.741>.
- [9] H. Wijayanto and B. M. Rani, "Pengaduan Publik Berbasis Digital (Studi Layanan Aduan Ulas Di Kota Surakarta)," vol. 10, pp. 98–110, 2024.
- [10] P. P. Shahnaaz *et al.*, "Implementation of Good Corporate Governance Principles in Pt .," pp. 1138–1153, 2024, doi: 10.23920/jphp.v1i2.292.1.
- [11] K. Utami, Z. Rialmi, R. Nugraheni, and F. Ekonomi, "Analisis Perencanaan Aplikasi Bank Sampah Digital Studi Kasus pada Bank Sampah Solusi Hijau," *Jurnal Penelitian Manajemen Terapan (PENATARAN)*, vol. 7, no. 1, pp. 34–49, 2021.
- [12] M. F. Fahmi and Y. O. Odhianto, "SmartReuse : Solusi Digitalisasi Sampah untuk Konversi ke Uang Elektronik," *Seminar Nasional Teknologi Dan Sains*, vol. 4, no. 1, pp. 563–570, 2025.
- [13] S. A. M. Bungo *et al.*, "PERANCANGAN USER INTERFACE (UI) DAN USER EXPERIENCE (UX) WEBSITE PENERIMAAN PESERTA DIDIK BARU (PPDB)," vol. 8, no. 2, pp. 254–265, 2025.
- [14] Edy Siswanto, Migunani, and Fazlina Rira Cipty, "Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Bank Sampah Guyub Rukun Berbasis Web Dengan Metode UCD," *Informatika: Jurnal Teknik Informatika dan Multimedia*, vol. 2, no. 1, pp. 52–61, 2022, doi: 10.51903/informatika.v2i1.144.
- [15] I. Muslim R and T. Johan, "Klasifikasi citra ikan menggunakan algoritma convolutional neural network dengan arsitektur VGG-16," *Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 2, pp. 978–983, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1209.
- [16] T. N. Sari, M. P. Sari, T. A. Putri, and R. Pashya, "Otomatisasi Klasifikasi Sampah Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Sebagai Sistem Pendukung Keputusan," *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, vol. 9, no. 1, pp. 720–729, 2025.
- [17] R. Roslidar, M. R. Syahputra, R. Muharar, and F. Arnia, "Adaptasi Model CNN Terlatih pada Aplikasi Bergerak untuk Klasifikasi Citra Ternal Payudara," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 18, no. 3, pp. 185–192, 2022, doi: 10.17529/jre.v18i3.8754.
- [18] D. B. Olwade *et al.*, "Smart waste management: A paradigm shift enabled by artificial intelligence," *Waste Management Bulletin*, vol. 2, no. 2, pp. 244–263, 2024, doi: 10.1016/j.wmb.2024.05.001.
- [19] D. Sjödin, V. Parida, M. Palmié, and J. Wincent, "How AI capabilities enable business model innovation: Scaling AI through co-evolutionary processes and feedback loops," *J Bus Res*, vol. 134, no. April, pp. 574–587, 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.05.009.
- [20] Fathihani and Muhammad Al Faruq Abdullah, "Pengelolaan Sampah Menjadi Barang Bernilai Ekonomi di Lingkungan Kelurahan Tanjung Duren," *Jurnal Pengabdian Masyarakat (ANDHARA)*, vol. 1, no. 2, pp. 9–18, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jpmk/>
- [21] Z. Yusuf and A. Humaira, "Strategi Pemilahan Bahan Baku Daur Ulang untuk Meningkatkan," vol. X, no. 1, pp. 12532–12537, 2025.
- [22] S. E. Thio and J. Susilo, "Identifikasi Pemilahan Sampah Berbasis Algoritma Transfer Learning CNN Menggunakan MobileNetV2 dan EfficientNetB0," *bit-Tech*, vol. 8, no. 1, pp. 25–32, 2025, doi: 10.32877/bt.v8i1.1900.
- [23] D. Saputra, M. Rafiq, N. R. Setyoningrum, and H. Setiawan, "Prototipe Smart Solar Tracker System dengan Memanfaatkan Internet Of Things dan Monitoring Berbasis Android," *Digital Transformation Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 540–549, 2024, doi: 10.47709/digitech.v4i1.4375.



- [24] A. F. Pramanda, "Pengembangan Sistem Informasi Penjemputan Sampah Menggunakan Global Positioning System (Gps) Berbasis Android Di Yogyakarta," *The Indonesian Journal of Computer Science Research*, vol. 2, no. 2, pp. 9–15, 2023, doi: 10.59095/ijcsr.v2i2.53.
- [25] P. Palahudin *et al.*, "Sistem Manajemen Bank Sampah : Peran Bank Sampah Sebagai Solusi Berkelanjutan Bagi Ekonomi Sirkular," *Archive: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 1, pp. 146–155, 2024, doi: 10.55506/arch.v4i1.145.
- [26] Y. Zhou *et al.*, "Optimization of automated garbage recognition model based on ResNet-50 and weakly supervised CNN for sustainable urban development," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 108, no. June, pp. 415–427, 2024, doi: 10.1016/j.aej.2024.07.066.
- [27] R. Fajri and F. Fitria, "Pengembangan real-time object detection system pada perangkat single-board computer," *Media Online*, vol. 4, no. 2, pp. 1156–1167, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1224.
- [28] Y. Wang *et al.*, "A survey on deploying mobile deep learning applications: A systemic and technical perspective," *Digital Communications and Networks*, vol. 8, no. 1, pp. 1–17, 2022, doi: 10.1016/j.dcan.2021.06.001.
- [29] M. Marzuki, M. Hasibuan, D. T. W. R. Rizal, and W. R. Lestari, "Perancangan Aplikasi Bank Sampah Berbasis Website Untuk Kampus Bebas Sampah," *Journal of Digital Literacy and Volunteering*, vol. 2, no. 1, pp. 23–30, 2024, doi: 10.57119/litdig.v2i1.77.
- [30] M. E. Purba, A. Z. Situmorang, G. L. Br Ginting, M. W. P. Lubis, and F. M. Sinaga, "Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Algoritma CNN," *Jurnal Sifo Mikroskil*, vol. 26, no. 1, pp. 37–54, 2025, doi: 10.55601/jsm.v26i1.1510.
- [31] Y. Sun and Z. Wang, "Intrusion detection in IoT and wireless networks using image-based neural network classification," *Appl Soft Comput*, vol. 177, no. May, p. 113236, 2025, doi: 10.1016/j.asoc.2025.113236.