

Rancang Bangun Aplikasi Edukasi Pemilahan Sampah “Pilahn” Berbasis Android Menggunakan Kotlin

Ridwan Albana¹, Herbert Siregar^{2*}

^{1,2}Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Email: ¹ridwanalbana788@upi.edu, ^{2*}herbert@upi.edu

(*Email Corresponding Author: herbert@upi.edu)

Received: 10 Januari 2026 | Revision: 18 Januari 2026 | Accepted: 19 Januari 2026

Abstrak

Pendidikan lingkungan hidup sejak usia sekolah dasar memiliki peran penting dalam membentuk kebiasaan positif, khususnya dalam pengelolaan dan pemilahan sampah. Namun, proses pembelajaran yang masih didominasi metode konvensional sering kali kurang menarik dan sulit dipahami oleh siswa. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi edukasi pemilahan sampah berbasis Android bernama Pilahn sebagai media pembelajaran interaktif bagi siswa sekolah dasar. Aplikasi ini mengintegrasikan teknologi *on-device machine learning* menggunakan arsitektur MobileNetV2 untuk melakukan klasifikasi sampah secara *real-time* ke dalam kategori organik, anorganik, dan berbahaya. Metode pengembangan sistem dilakukan secara sistematis melalui tahapan studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi menggunakan bahasa pemrograman Kotlin, serta pengujian fungsional menggunakan metode *black-box testing*. Selain fitur pemindaian sampah, aplikasi juga dilengkapi modul materi edukasi, kuis *pre-test* dan *post-test*, serta elemen *gamification* berupa poin dan lencana untuk meningkatkan motivasi belajar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan dan dapat digunakan secara optimal dalam kondisi *offline*. Dengan demikian, aplikasi *Pilahn* dinilai efektif sebagai media pendukung pembelajaran edukasi pemilahan sampah berbasis teknologi.

Kata Kunci: Edukasi Lingkungan, Pemilahan Sampah, Android, *On-device machine learning*, MobileNetV2

Abstract

Environmental education at the elementary school level plays an important role in fostering positive habits, particularly in waste management and sorting. However, conventional learning methods are often considered less engaging and difficult for students to understand. This study aims to design and develop an Android-based educational application called Pilahn as an interactive learning medium for waste sorting education. The application integrates on-device machine learning technology using the MobileNetV2 architecture to perform real-time waste classification into organic, inorganic, and hazardous categories. The system development follows a systematic methodology consisting of literature study, requirements analysis, system design, native Android implementation using the Kotlin programming language, and functional testing using the black-box testing method. In addition to the waste scanning feature, the application provides educational materials, pre-test and post-test quizzes, and gamification elements such as points and badges to enhance student engagement and learning motivation. Testing results indicate that all application features function properly according to the defined specifications and operate effectively in an offline-first environment. Therefore, the Pilahn application is considered suitable as a technology-based supporting tool for environmental education and waste sorting learning at the elementary school level.

Keywords: Environmental Education, Waste Sorting, Android Application, *On-device machine learning*, MobileNetV2

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah hingga saat ini masih menjadi tantangan besar bagi bangsa Indonesia, baik di wilayah perkotaan maupun pedesaan. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) melalui Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan pada tahun 2023, total volume sampah nasional mencapai angka signifikan, yakni 38,2 juta ton yang berasal dari 366 kabupaten/kota [1]. Meskipun upaya pengelolaan telah dilakukan, data menunjukkan bahwa hanya sekitar 61,75% atau setara dengan 23,6 juta ton sampah yang berhasil dikelola dengan baik. Sisanya, sebesar 38,25% atau sekitar 14,6 juta ton, masih menjadi beban lingkungan yang belum tertangani secara optimal [1]. Sampah yang tidak terkelola ini pada akhirnya berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), mencemari aliran sungai, hingga merusak ekosistem darat dan laut. Masalah mendasar dalam fenomena ini adalah masih tercampurnya sampah organik, anorganik, dan sampah berbahaya (B3), sehingga mempersulit proses daur ulang (*recycling*) dan penanganan limbah secara efektif di tingkat lanjut. Rendahnya tingkat pemilahan sampah di sumbernya dipicu oleh kurangnya kesadaran dan pengetahuan masyarakat mengenai kategorisasi sampah seperti sampah organik, anorganik, dan B3 sering tercampur sehingga mempersulit proses daur ulang dan pengolahan lanjutan [2]. Konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) sering kali hanya menjadi jargon tanpa implementasi nyata karena masyarakat kesulitan membedakan karakteristik sampah secara instan. Padahal, sampah organik seperti sisa makanan dan dedaunan dapat diolah menjadi kompos, sementara sampah anorganik seperti plastik dan kaleng memiliki nilai ekonomis jika didaur ulang [3]. Di sisi lain, sampah berbahaya seperti baterai bekas dan limbah kimia memerlukan penanganan khusus agar tidak mencemari lingkungan secara permanen dan regulasi nasional dan pedoman teknis mengamankan pemisahan serta pengelolaan khusus untuk jenis ini [4]. Masalah ini diperparah dengan pesatnya

pertumbuhan populasi dan pola konsumsi yang meningkat menyebabkan kenaikan volume sampah sehingga intervensi edukasi sistematis sejak dini menjadi sangat penting untuk mengendalikan laju timbunan. Pendidikan lingkungan hidup pada usia sekolah dasar merupakan langkah strategis untuk menanamkan kebiasaan baik dalam pengelolaan sampah. Anak-anak usia sekolah dasar berada pada fase perkembangan yang sangat baik untuk menerima nilai-nilai karakter, termasuk kepedulian terhadap lingkungan. Sekolah menjadi tempat yang paling krusial dalam membentuk perilaku ini karena sebagian besar waktu aktif anak dihabiskan di lingkungan pendidikan [5]. Namun, metode edukasi konvensional yang hanya mengandalkan penjelasan lisan atau buku teks sering kali dirasa membosankan oleh siswa, sehingga pesan mengenai pentingnya memilah sampah tidak tersampaikan secara maksimal [6]. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi inovatif berbasis teknologi yang mampu memberikan pengalaman belajar yang interaktif, menyenangkan, dan aplikatif bagi siswa.

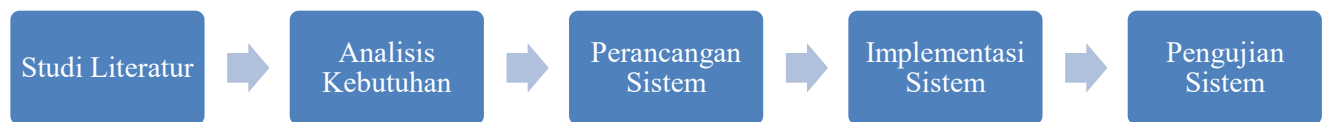
Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan membangun sebuah aplikasi edukasi bernama Pilahin berbasis sistem operasi Android. Aplikasi ini mengimplementasikan teknologi *on-device machine learning* dengan arsitektur MobileNetV2 yang dioptimalkan untuk klasifikasi sampah secara *real-time* [7]. Penggunaan bahasa pemrograman Kotlin dipilih sebagai fondasi pengembangan aplikasi *native* karena menawarkan fitur *null safety* dan dukungan *coroutine* yang efisien untuk menangani proses *asynchronous* saat model melakukan inferensi gambar di latar belakang [8]. Dengan pendekatan *offline-first*, seluruh proses komputasi dan penyimpanan data dilakukan secara lokal, sehingga siswa dapat berinteraksi dengan sistem tanpa kendala konektivitas di lingkungan sekolah [9]. Selain itu, integrasi elemen gamifikasi seperti sistem poin, lencana (*badges*), dan fitur kuis yang diharapkan dapat mendukung alur pembelajaran mandiri siswa dalam memahami kategori sampah organik, anorganik, dan berbahaya [10]. Untuk memperkuat posisi penelitian ini, dilakukan tinjauan terhadap beberapa penelitian terkait. Pertama, penelitian oleh Sudharma dan Putra yang menunjukkan bahwa sosialisasi bahaya sampah kepada siswa sekolah dasar secara manual mampu meningkatkan pengetahuan, namun masih memiliki keterbatasan dalam hal keberlanjutan interaksi siswa dengan materi [2]. Kedua, penelitian oleh Alden dan Sari mengembangkan aplikasi Android menggunakan CNN dengan metode CRISP-DM untuk klasifikasi sampah bagi masyarakat umum [3]. Ketiga, penelitian oleh Cahyani dkk berfokus pada pengembangan aplikasi pemilahan sampah rumah tangga di tingkat desa dengan sasaran ibu rumah tangga [4]. Keempat, beberapa penelitian lokal juga mengimplementasikan arsitektur MobileNetV2 untuk klasifikasi citra sampah pada perangkat *mobile*, yang menunjukkan MobileNetV2 cocok untuk *deployment mobile* karena ringan dan relatif akurat pada dataset lokal [11]. Kelima, literatur mengenai gamifikasi pada aplikasi edukasi anak menunjukkan bukti empiris bahwa elemen gamifikasi mampu meningkatkan engagement dan motivasi belajar peserta didik di level sekolah dasar. Oleh karena itu integrasi gamifikasi dalam aplikasi ini dipandang sebagai strategi yang berbalasan secara pedagogis [12].

Berdasarkan tinjauan tersebut, terdapat celah penelitian di mana integrasi antara model klasifikasi otomatis dengan sistem manajemen edukasi yang komprehensif untuk anak-anak masih terbatas. Sebagian besar aplikasi yang ada hanya berfungsi sebagai alat deteksi tanpa adanya manajemen data pengguna, riwayat yang terorganisir, serta modul edukasi yang terstruktur. Padahal, penerapan mekanisme *event logging systems* pada media pembelajaran sangat krusial untuk merekam jejak aktivitas dan menganalisis perilaku belajar siswa secara objektif [13]. Namun, transformasi digital pada banyak bank sampah dan aplikasi komunitas masih berada pada tahap awal implementasi sehingga fitur manajemen pengguna dan visualisasi data belum konsisten di semua solusi lokal [14]. Selain itu, ketergantungan pada *cloud-based system* menjadi kendala aksesibilitas di lingkungan pendidikan sehingga desain aplikasi yang mampu bekerja secara lokal/*offline* menjadi aspek penting untuk konteks sekolah dengan konektivitas terbatas [15]. Oleh karena itu, aplikasi Pilahin dirancang untuk mengisi celah tersebut dengan mengedepankan sisi fungsionalitas sistem edukasi yang mandiri dan berjalan secara *native*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun aplikasi edukasi pemilahan sampah berbasis Android dengan menggunakan bahasa pemrograman Kotlin. Fokus utama penelitian ini adalah pada arsitektur perangkat lunak yang mengintegrasikan komponen *on-device machine learning* ke dalam alur kerja aplikasi secara *offline* dan didukung dengan arsitektur MobileNetV2 telah terbukti efektif dan ringan untuk tugas klasifikasi sampah sehingga cocok untuk inferensi *on-device* [16]. Penggunaan Kotlin memungkinkan pengembangan aplikasi yang lebih *robust* melalui fitur *null safety* dan *coroutine* untuk menangani proses *asynchronous*, terutama saat menjalankan model klasifikasi di latar belakang agar tidak mengganggu responsivitas antarmuka pengguna (UI). Implementasi *TensorFlow Lite* pada aplikasi Android telah dipakai dalam beberapa studi lokal sebagai pendekatan praktis untuk inferensi *on-device* [17].

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah sebuah sistem manajemen pembelajaran pemilahan sampah yang lengkap, mulai dari manajemen profil siswa, modul materi, hingga sistem evaluasi menggunakan kuis. Implementasi arsitektur MobileNetV2 dalam penelitian ini diposisikan sebagai modul cerdas (*smart feature*) yang terintegrasi secara *native* untuk mendukung fungsi utama klasifikasi citra. Studi lokal tentang performa MobileNetV2 menunjukkan bahwa model ini dapat dioptimalkan melalui *transfer learning* dan *quantization* sehingga mencapai *trade-off* akurasi-latensi yang cocok untuk perangkat *mobile* dengan sumber daya terbatas [18]. Penelitian ini tidak hanya memvalidasi performa model dalam lingkungan *mobile*, tetapi juga memberikan panduan praktis mengenai orkestrasi komponen kecerdasan buatan ke dalam aplikasi Android menggunakan Kotlin. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembang dalam mengatasi tantangan latensi dan efisiensi sumber daya saat membangun sistem edukasi berbasis kecerdasan buatan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan sistematis yang terdiri dari beberapa tahapan utama. Proses penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh landasan teori yang relevan, kemudian dilanjutkan dengan analisis kebutuhan guna menentukan spesifikasi aplikasi. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang mencakup desain arsitektur dan antarmuka aplikasi. Implementasi dilakukan dengan pengembangan aplikasi Android secara *native* menggunakan bahasa pemrograman Kotlin. Tahap akhir adalah pengujian fungsional menggunakan metode *black-box testing* untuk memastikan seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teoritis dan referensi ilmiah yang relevan dengan pengelolaan sampah, pendidikan lingkungan hidup, serta penerapan kecerdasan buatan pada perangkat *mobile*. Literatur yang dikaji meliputi jurnal ilmiah dan dokumen penelitian terkait efektivitas metode edukasi anak, arsitektur *Deep Learning*, serta kendala implementasi teknologi di lingkungan sekolah.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa meskipun sosialisasi manual mampu meningkatkan pengetahuan siswa, metode ini masih memiliki keterbatasan dalam menjaga keberlanjutan interaksi siswa dengan materi pembelajaran [2]. Untuk mengatasi hal tersebut, integrasi elemen gamifikasi dalam aplikasi edukasi dipandang sebagai strategi yang tepat karena terbukti secara empiris mampu meningkatkan *engagement* dan motivasi belajar peserta didik di level sekolah dasar [12].

Dari sisi teknologi, literatur mengenai arsitektur MobileNetV2 menunjukkan bahwa model ini sangat cocok untuk implementasi pada perangkat *mobile* karena karakteristiknya yang ringan dan memiliki akurasi yang relatif tinggi pada dataset lokal [11]. Selain itu, kajian terhadap infrastruktur teknologi di sekolah menyoroti bahwa ketergantungan pada sistem berbasis *cloud* sering menjadi kendala aksesibilitas, sehingga pengembangan aplikasi yang mampu bekerja secara lokal (*offline*) menjadi aspek krusial [14]. Hasil studi literatur ini menjadi dasar utama dalam merancang aplikasi Pilahin sebagai media edukasi mandiri yang menggabungkan deteksi sampah otomatis dan manajemen pembelajaran yang interaktif tanpa bergantung pada koneksi internet.

2.2 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan nonfungsional dari aplikasi yang akan dikembangkan. Analisis ini dilakukan berdasarkan hasil studi literatur dan tujuan penelitian. Kebutuhan fungsional meliputi fitur pemindaian sampah menggunakan kamera, klasifikasi jenis sampah (organik, anorganik, dan berbahaya), penyajian materi edukasi, sistem kuis, serta manajemen profil pengguna. Kebutuhan nonfungsional mencakup kemudahan penggunaan (*user-friendly*), kemampuan aplikasi berjalan secara *offline*, responsivitas antarmuka, dan efisiensi penggunaan sumber daya perangkat.

2.3 Perancangan

Tahap perancangan dilakukan untuk menyusun desain sistem sebelum implementasi. Perancangan meliputi perancangan arsitektur aplikasi, alur kerja sistem, dan desain antarmuka pengguna (*UI*). Pada tahap ini juga dirancang integrasi model *on-device machine learning* ke dalam aplikasi Android, termasuk alur inferensi citra dan pengolahan hasil klasifikasi. Desain dibuat agar aplikasi mudah digunakan oleh siswa sekolah dasar serta mendukung proses pembelajaran yang interaktif.

2.4 Implementasi

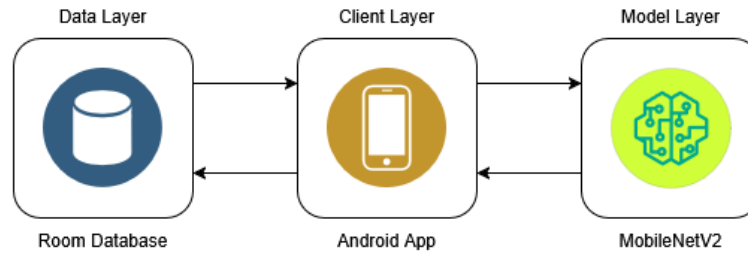
Tahap implementasi merupakan proses pengembangan aplikasi berdasarkan hasil perancangan yang telah dibuat. Aplikasi dikembangkan secara *native* menggunakan bahasa pemrograman Kotlin pada platform Android. Model klasifikasi sampah berbasis MobileNetV2 diintegrasikan ke dalam aplikasi menggunakan pendekatan *on-device machine learning* sehingga proses inferensi dapat dilakukan secara lokal tanpa koneksi internet. Selain itu, fitur edukasi, kuis, dan elemen gamifikasi diimplementasikan untuk mendukung pembelajaran mandiri siswa.

2.5 Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Metode pengujian yang digunakan adalah *black-box testing*, yaitu pengujian yang berfokus pada fungsi aplikasi tanpa melihat struktur kode internal. Pengujian dilakukan pada seluruh fitur utama aplikasi, seperti proses pemindaian sampah, klasifikasi jenis sampah, navigasi antarmuka, serta fitur kuis dan gamifikasi. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi kelayakan dan fungsionalitas aplikasi sebelum digunakan oleh pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

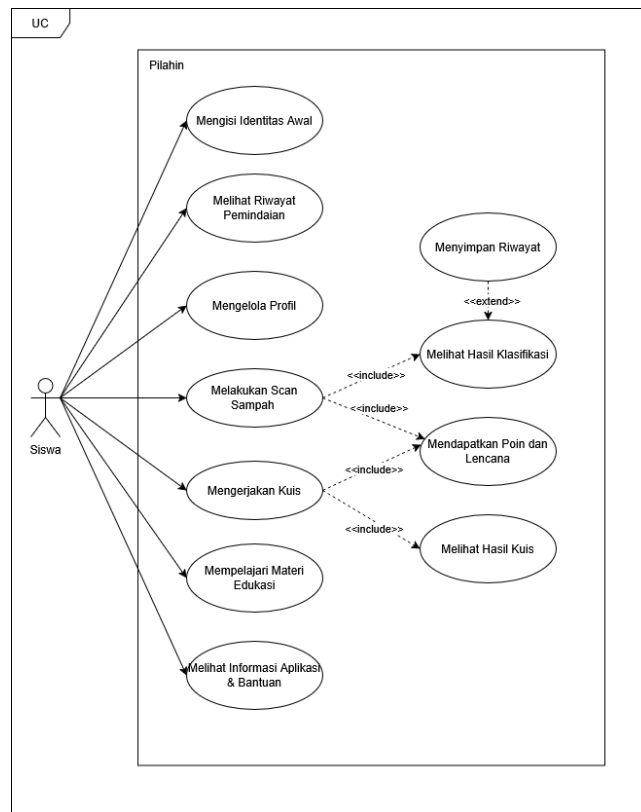
3.1 Arsitektur Sistem



Gambar 2. Arsitektur Sistem Aplikasi Edukasi Pemilahan Sampah

Arsitektur sistem pada penelitian ini menggunakan pendekatan *three-layer architecture* yang terdiri dari *Data Layer*, *Client Layer*, dan *Model Layer*. Pendekatan ini bertujuan untuk memisahkan tanggung jawab setiap komponen agar sistem lebih terstruktur dan mudah dikembangkan. *Data Layer* berfungsi sebagai penyimpanan data lokal menggunakan *Room Database* yang menyimpan data pengguna, materi edukasi, serta riwayat hasil klasifikasi. Lapisan ini mendukung konsep *offline-first* sehingga aplikasi dapat berjalan tanpa koneksi internet. *Client Layer* merupakan aplikasi Android yang dikembangkan secara native menggunakan bahasa pemrograman *Kotlin*. Lapisan ini menangani antarmuka pengguna, logika aplikasi, serta komunikasi antara *Data Layer* dan *Model Layer*. *Model Layer* berisi model *machine learning* dengan arsitektur *MobileNetV2* yang digunakan untuk melakukan klasifikasi citra sampah secara *on-device*. Hasil klasifikasi dikirim ke *Client Layer* untuk ditampilkan kepada pengguna dan disimpan ke *Data Layer* sebagai riwayat.

3.2 Use Case Diagram

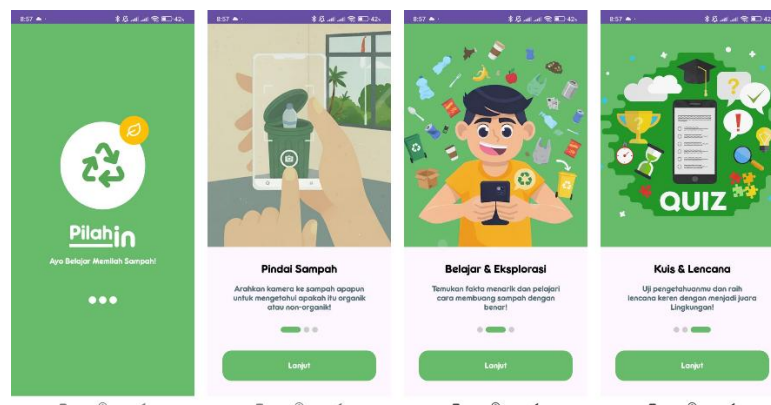


Gambar 3. Use Case Diagram Aplikasi Edukasi Pemilahan Sampah

Use case diagram pada penelitian ini menggambarkan interaksi antara aktor Siswa dengan sistem aplikasi Pilahin. Siswa berperan sebagai pengguna utama yang dapat mengakses seluruh fitur yang tersedia dalam aplikasi. Siswa dapat mengelola profil, mempelajari materi edukasi, melakukan scan sampah, serta mengerjakan kuis. Pada saat siswa melakukan *scan* sampah, sistem secara otomatis menjalankan proses melihat hasil klasifikasi dan menyimpan riwayat, yang direpresentasikan dengan relasi `<<include>>`. Selain itu, aktivitas mengerjakan kuis juga terhubung dengan fitur mendapatkan poin dan lencana sebagai bentuk penerapan *gamification* untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Diagram ini menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem dirancang untuk mendukung proses pembelajaran yang interaktif, mandiri, dan terintegrasi dalam satu aplikasi berbasis Android.

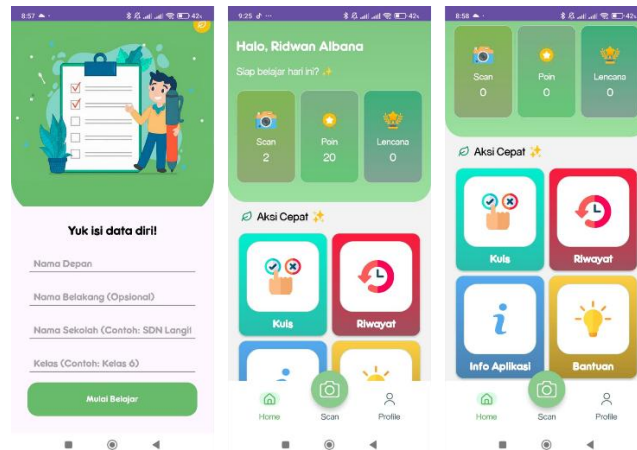
3.3 Hasil Implementasi

Implementasi dilakukan berdasarkan perancangan sistem dan *use case* yang telah ditetapkan, dengan fokus pada fungsionalitas aplikasi, integrasi *on-device machine learning*, serta penerapan elemen edukasi dan *gamification*. Hasil implementasi ini menunjukkan bagaimana setiap fitur direalisasikan secara teknis untuk mendukung proses pembelajaran pemilahan sampah yang interaktif dan berjalan secara *offline* pada perangkat Android.



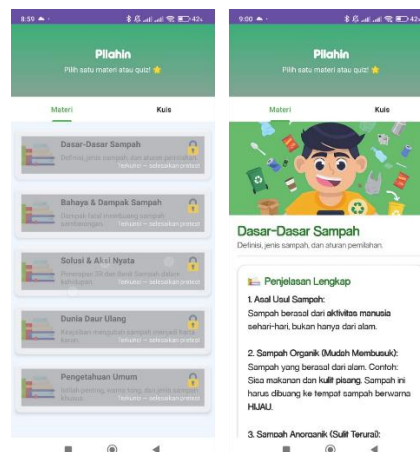
Gambar 4. Splash Screen dan Onboarding Screen

Proses awal penggunaan aplikasi dimulai dengan menampilkan *splash screen* sebagai identitas aplikasi. Selanjutnya, pengguna diarahkan ke serangkaian halaman *Onboarding Screen* yang terdiri dari tiga tampilan dan berisi pengenalan singkat mengenai tiga fitur utama: pindai sampah, belajar dan eksplorasi, kuis dan rencana. Tahapan ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal kepada pengguna sebelum masuk ke halaman utama aplikasi.



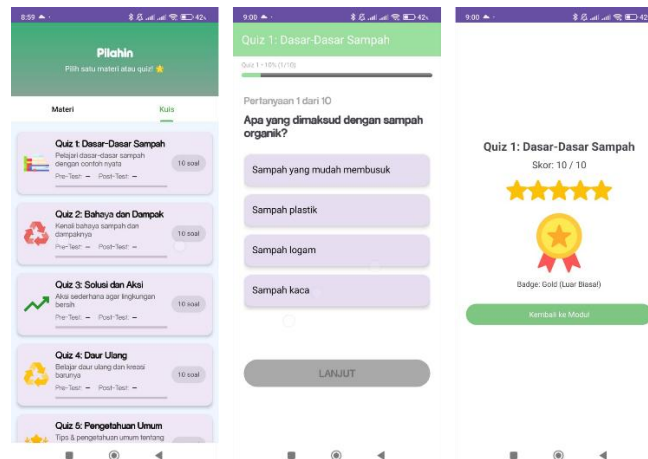
Gambar 5. *Form Screen* dan *Home Screen*

Gambar 5. menampilkan *Form Screen* dan *Home Screen* pada aplikasi. *Form Screen* digunakan untuk menginput data profil pengguna seperti nama, nama sekolah, dan kelas yang berfungsi untuk personalisasi, autentikasi pengguna, serta penyimpanan progres belajar. Setelah data berhasil disimpan, pengguna diarahkan ke *Home Screen* yang berperan sebagai halaman utama aplikasi. *Home Screen* menyediakan akses ke seluruh fitur utama, seperti halaman kuis, pemindaian sampah, dan profil, sehingga memudahkan pengguna dalam bernavigasi dan menggunakan aplikasi.



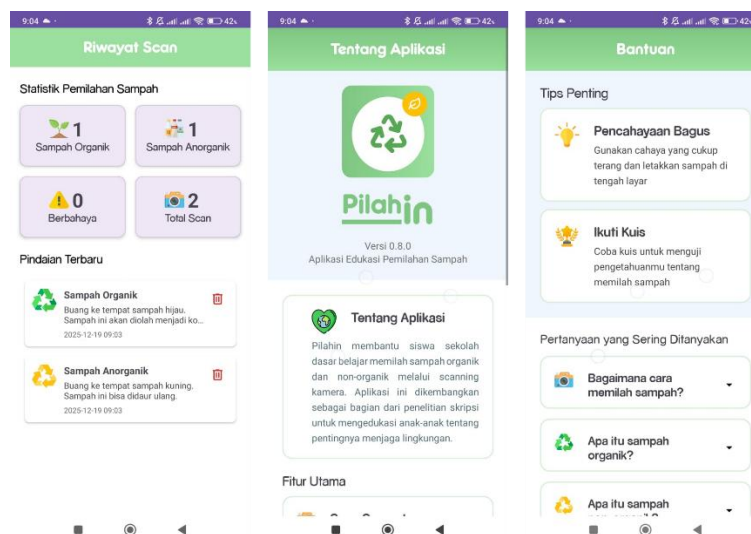
Gambar 6. *Module Screen*

Gambar 6. menampilkan *Module Screen* pada aplikasi yang terdiri dari dua *page layout*, yaitu halaman materi dan halaman kuis. Untuk mengakses halaman materi, pengguna diwajibkan terlebih dahulu mengerjakan kuis awal (*pre-test*) yang bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman awal pengguna terhadap topik pemilahan sampah. Setelah kuis selesai, pengguna dapat membuka halaman materi yang berisi penjelasan terstruktur mengenai jenis-jenis sampah, meliputi sampah organik, anorganik, dan berbahaya, disertai dengan ilustrasi dan penjelasan sederhana yang mudah dipahami oleh siswa sekolah dasar. Materi ini dirancang sebagai media pembelajaran mandiri sebelum pengguna mengerjakan kuis lanjutan (*post-test*) untuk melihat perubahan dan peningkatan pemahaman.



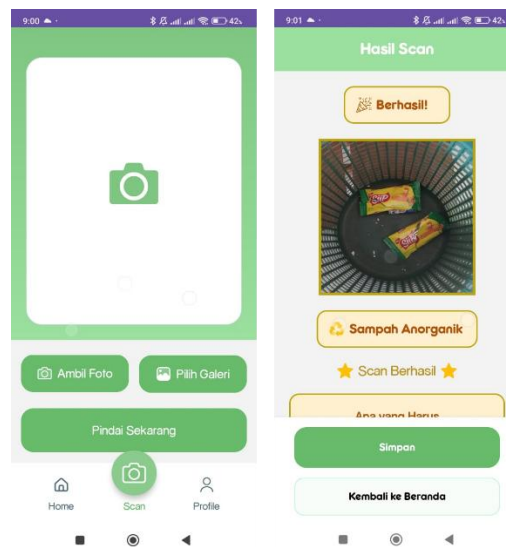
Gambar 7. Quiz Screen

Halaman kuis digunakan sebagai media evaluasi untuk mengukur pemahaman pengguna terhadap materi pemilahan sampah. Kuis disajikan dalam bentuk pertanyaan pilihan ganda yang berkaitan dengan klasifikasi sampah organik, anorganik, dan berbahaya. Setiap jawaban yang diberikan akan langsung diproses oleh sistem untuk menghasilkan nilai akhir. Hasil kuis digunakan sebagai indikator tingkat pemahaman pengguna, baik sebelum mempelajari materi (*pre-test*) maupun setelah mempelajari materi (*post-test*), sehingga dapat diketahui efektivitas pembelajaran yang diberikan oleh aplikasi.



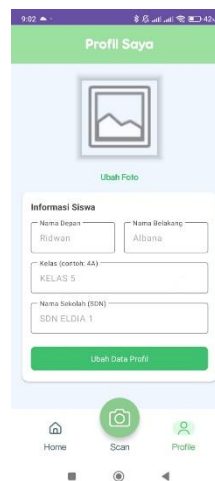
Gambar 8. History, About, dan Help Screen

Halaman-halaman yang ditampilkan pada Gambar 8. meliputi halaman riwayat scan, tentang aplikasi, dan bantuan. Halaman Riwayat *Scan* menampilkan statistik hasil pemilahan sampah yang telah dilakukan pengguna, termasuk jumlah sampah organik, anorganik, berbahaya, serta total pemindaian, disertai daftar hasil pemindaian terbaru sebagai riwayat pembelajaran. Halaman tentang aplikasi berisi informasi umum mengenai aplikasi edukasi pemilahan sampah ini, versi aplikasi, tujuan pengembangan, serta fitur utama yang tersedia sebagai bentuk transparansi dan pengenalan sistem kepada pengguna. Sementara itu, halaman bantuan menyediakan panduan penggunaan aplikasi, tips pemindaian yang benar, serta pertanyaan yang sering diajukan (*FAQ*) untuk membantu pengguna dalam memahami cara kerja aplikasi secara mandiri.



Gambar 9. *Scan Screen*

Gambar 9. ini menampilkan fitur *Scan* dan hasil *scan* pada aplikasi. Pada halaman *scan*, pengguna dapat melakukan pemindaian sampah dengan mengambil foto secara langsung melalui kamera perangkat atau memilih gambar dari galeri. Gambar yang dipilih kemudian diproses secara lokal (*on-device*) oleh model *machine learning* MobileNetV2 untuk melakukan klasifikasi jenis sampah. Model MobileNetV2 dipilih karena memiliki arsitektur yang ringan dan efisien, sehingga mampu melakukan inferensi citra secara *real-time* pada perangkat Android tanpa memerlukan koneksi internet. Setelah proses inferensi selesai, sistem menampilkan halaman hasil *scan* yang menunjukkan kategori sampah hasil klasifikasi, seperti sampah organik, anorganik, atau berbahaya, disertai dengan visual hasil pemindaian dan notifikasi keberhasilan proses. Selain itu, aplikasi juga memberikan informasi tindak lanjut mengenai cara pembuangan sampah yang sesuai. Pengguna dapat menyimpan hasil pemindaian ke dalam riwayat sebagai bagian dari proses pembelajaran berkelanjutan atau kembali ke halaman utama aplikasi.



Gambar 10. *Profile Screen*

Halaman *Profile Screen* berfungsi untuk menampilkan dan mengelola data profil pengguna yang telah diinputkan sebelumnya, seperti nama, nama sekolah, dan kelas. Informasi ini digunakan sebagai identitas pengguna dalam aplikasi serta untuk mendukung personalisasi pengalaman belajar.

3.4 Pengujian

Pengujian sistem pada aplikasi dilakukan menggunakan metode *black-box testing* dengan tujuan memastikan setiap fitur berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Metode ini dipilih karena pengujian difokuskan pada perilaku dan keluaran sistem berdasarkan interaksi pengguna, tanpa meninjau struktur internal maupun implementasi kode program. Ruang lingkup pengujian mencakup aspek-aspek utama, antara lain validasi antarmuka pengguna, keandalan proses penyimpanan dan pengambilan data pada basis data lokal, serta

keberhasilan eksekusi fitur inti seperti pemindaian sampah, inferensi model *on-device*, modul edukasi, dan gamifikasi dalam berbagai skenario penggunaan.

Tabel 1. Hasil dan Skenario Pengujian

ID	Sub-Modul	Deskripsi	Langkah-langkah	Hasil	Status
A01	Form / Autentikasi	Simpan profil & autentikasi lokal	1. Buka app 2. Isi nama/sekolah/kelas 3. Simpan 4. Tutup & buka ulang	Profil tersimpan; langsung masuk ke Home saat buka kembali	<i>PASSED</i>
S01	Scan (kamera)	Pemindaian foto & klasifikasi langsung	1. Buka <i>Scan</i> 2. Ambil foto 3. Pindai Sekarang	Hasil klasifikasi tampil (label + <i>confidence</i>)	<i>PASSED</i>
S02	Scan (galeri)	Klasifikasi gambar dari galeri	1. Buka <i>Scan</i> 2. Pilih Galeri 3. Pilih gambar 4. Pindai	Hasil klasifikasi tampil seperti pada S01	<i>PASSED</i>
ML01	<i>Inference On-device</i>	Validasi model MobileNetV2 lakukan inferensi cepat	1. Input gambar 2. Jalankan inferensi 3. Periksa output	Label (organik/anorg/B3) muncul; respons < <i>threshold</i> waktu wajar	<i>PASSED</i>
R01	Simpan Riwayat	Simpan hasil <i>scan</i> ke DB lokal (Room)	1. Pada Hasil <i>scan</i> klik Simpan 2. Buka Riwayat	Entri baru muncul; statistik di Home terupdate	<i>PASSED</i>
M01	Kuis (pre/post)	<i>Pre-test</i> dan <i>post-test</i> untuk ukur perubahan belajar	1. Kerjakan <i>pre-test</i> 2. Buka materi 3. Kerjakan <i>post-test</i>	Nilai <i>pre</i> & <i>post</i> tersimpan; bisa dibandingkan	<i>PASSED</i>
OFF1	<i>Offline Mode</i>	Pastikan fitur utama bekerja tanpa jaringan	1. Matikan jaringan 2. Lakukan <i>scan</i> & simpan riwayat 3. Buka materi lokal	<i>Scan</i> /inferensi <i>on-device</i> & penyimpanan berjalan; data persist lokal	<i>PASSED</i>
Q01	Error Handling	Validasi pesan error dan kestabilan	1. Kosongkan field wajib 2. Pindai tanpa gambar 3. Aksi invalid lain	Pesan error informatif tampil; app tidak crash	<i>PASSED</i>
N01	Navigasi & UI	Periksa navigasi antar halaman utama	1. Pindah <i>Home</i> ↔ <i>Scan</i> ↔ <i>Profile</i> 2. Buka setiap menu utama	Semua navigasi bekerja lancar, tampilan tidak terpotong	<i>PASSED</i>

3.5 Pembahasan

Hasil implementasi aplikasi Pilahin menunjukkan bahwa seluruh fitur utama yang dirancang, meliputi pengisian profil pengguna, pemindaian sampah, inferensi model *on-device* MobileNetV2, penyimpanan riwayat, serta modul edukasi dan kuis, dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Berdasarkan pengujian *black-box testing*, seluruh skenario pengujian penting menunjukkan status *PASSED*, yang menandakan bahwa fungsionalitas sistem telah terpenuhi dengan baik. Pendekatan *offline-first* yang diterapkan memungkinkan aplikasi digunakan tanpa ketergantungan pada koneksi internet, sehingga sesuai dengan kebutuhan lingkungan sekolah. Integrasi *on-device machine learning* terbukti mendukung proses klasifikasi sampah secara real-time dengan antarmuka yang tetap responsif. Selain itu, penerapan modul kuis dan *gamification* memberikan dukungan terhadap proses pembelajaran mandiri dan evaluasi pemahaman pengguna. Secara keseluruhan, hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Pilahin layak digunakan sebagai media edukasi pemilahan sampah berbasis Android dan dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut pada penelitian selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi Pilahin sebagai media edukasi pemilahan sampah berbasis Android

yang interaktif dan mudah digunakan. Aplikasi ini dirancang untuk menjawab permasalahan rendahnya pemahaman siswa sekolah dasar terhadap jenis dan pengelolaan sampah, serta keterbatasan media pembelajaran yang bersifat praktis dan menarik. Integrasi teknologi *on-device machine learning* menggunakan model MobileNetV2 memungkinkan proses klasifikasi sampah dilakukan secara *real-time* tanpa ketergantungan pada koneksi internet, sehingga aplikasi dapat digunakan secara optimal di berbagai kondisi lingkungan sekolah. Penerapan modul edukasi yang dikombinasikan dengan kuis *pre-test* dan *post-test* terbukti mendukung proses evaluasi pemahaman pengguna, sementara elemen gamification berupa poin dan badge meningkatkan motivasi belajar serta keterlibatan pengguna dalam menggunakan aplikasi. Hasil pengujian menggunakan metode *black-box testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur utama aplikasi berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, termasuk autentikasi lokal, pemindaian sampah, penyimpanan riwayat, serta pengelolaan data pengguna melalui basis data lokal. Dengan demikian, aplikasi Pilahin dinilai layak digunakan sebagai sarana edukasi pemilahan sampah sejak dini dan dapat menjadi solusi pendukung pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian ini juga dapat dijadikan dasar untuk pengembangan lanjutan, seperti perluasan jenis sampah, peningkatan akurasi model, serta integrasi dengan sistem pembelajaran digital lainnya.

REFERENCES

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Capaian kinerja pengelolaan sampah,” SIPSN. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- [2] K. J. A. Sudharma and P. A. S. Putra, “Sosialisasi bahaya sampah bagi lingkungan kepada siswa sekolah dasar,” *GERVASI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 7, no. 2, pp. 541–548, 2023, doi: 10.31571/gervasi.v7i2.5364.
- [3] S. Alden and B. N. Sari, “Implementasi algoritma CNN untuk pemilahan jenis sampah berbasis Android dengan metode CRISP-DM,” *Jurnal Informatika*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.31294/inf.v10i1.14985.
- [4] N. M. Y. Cahyani, C. R. A. Pramatha, and I. G. N. A. C. Putra, “Pengembangan aplikasi pemilahan sampah berbasis Android sebagai upaya mempermudah pengelolaan sampah di lingkungan rumah tangga,” *Jurnal Pengabdian Informatika*, vol. 1, no. 4, pp. 1169–1176, 2023.
- [5] N. Fauzana Azima and Yumna, “Pendidikan lingkungan hidup untuk siswa sekolah dasar,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan*, vol. 22, no. 02, pp. 1–11, 2022.
- [6] S. Rezkita and K. Wardani, “Pengintegrasian pendidikan lingkungan hidup membentuk karakter peduli lingkungan di sekolah dasar,” *Trihayu: Jurnal Pendidikan*, vol. 4, pp. 327–331, 2018.
- [7] E. Rumayar, Q. C. Kainde, and K. Santa, “Aplikasi pendeteksi dan pengklasifikasi sampah berbasis Android menggunakan algoritma SSD MobileNetV2,” *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 6, no. 5, pp. 554–566, 2025, doi: 10.47065/tin.v6i5.8453.
- [8] R. Elizarov, M. Belyaev, M. Akhin, and I. Usmanov, “Kotlin coroutines: Design and implementation,” *Onward! 2021 - Proceedings of the 2021 ACM SIGPLAN International Symposium on New Ideas, New Paradigms, and Reflections on Programming and Software, co-located with SPLASH 2021*, no. December, pp. 68–84, 2021, doi: 10.1145/3486607.3486751.
- [9] A. Nur, I. Ningrum, A. Iwan, and N. Hidayat, “Perancangan dan pembuatan perangkat lunak deteksi sampah menggunakan Singel Shot Multibox Detector Mobilnetv2 berbasis Android,” *Jurnal Manajemen Informatika*, pp. 1–10, 2023.
- [10] T. T. Mukarromah and P. Agustina, “Gamifikasi berbasis aplikasi dan pembelajaran anak usia dini,” *Edukids: Jurnal Pertumbuhan, Perkembangan, dan Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 18, no. 1, pp. 18–27, 2021, doi: 10.17509/edukids.v18i1.33338.
- [11] M. Syarif, S. Prasetyo, E. Oktaviana Az Zahra, Y. Indra Kristiawan, and R. Dwi Irawan, “Klasifikasi sampah organik dan anorganik menggunakan transfer learning MobileNetV2 pada citra digital,” *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis*, pp. 1028–1033, 2025, doi: 10.47701/wabtd264.
- [12] N. Syam, “Pengaruh metode gamifikasi terhadap hasil belajar IPAS peserta didik kelas V UPTD SD Negeri 85 Parepare,” *DIKDAS MATAPPA : Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar*, vol. 6, no. 3, pp. 530–538, 2023.

- [13] L. S. Riza, M. R. Nugraha, H. Herbert, and A. P. Wibawa, “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Event Logging Systems Untuk Analisis Perilaku Belajar Siswa,” *Jurnal Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang*, vol. 22, no. 2, 2016, doi: 10.17977/jip.v22i2.8731.
- [14] A. M. Thantawi and S. Setiawati, “Penerapan kecerdasan buatan dalam sistem bank sampah digital: Evaluasi penggunaan dan dampak terhadap pengelolaan komunitas,” *Ikra-Ith Abdimas*, vol. 9, pp. 491–497, 2025, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/IKRAITH-ABDIMAS/article/download/5158/3928>
- [15] F. Hadyan, M. Adri, D. Novaliendry, T. Sriwahyuni, I. Universitas, and N. Padang, “Aplikasi sistem deteksi dan klasifikasi sampah pada bank sampah di Kota Padang,” *Jurnal Pendidikan Tambusai (JPTAM)*, vol. 9, pp. 26985–26999, 2025.
- [16] L. Yong, L. Ma, D. Sun, and L. Du, “Application of MobileNetV2 to waste classification,” *PLoS One*, vol. 18, no. 3 March, pp. 1–16, 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0282336.
- [17] T. Handhayani and J. Hendryli, “Leboh: An Android mobile application for waste classification using TensorFlow Lite,” *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 544 LNNS, pp. 53–67, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-16075-2_4.
- [18] R. Firnando, M. Ali Buchari, A. Dwi Marjusalinah, and R. Fadli Isnanto, “Performance analysis of MobileNetV2 based automatic waste classification using transfer learning,” *Jurnal Mandiri IT*, vol. 14, no. 1, pp. 257–268, 2025, [Online]. Available: www.ejournal.isha.or.id/index.php/Mandiri