

Evaluasi Aplikasi Android Menggunakan Pengujian Black Box dan Latensi pada Sistem Bank Sampah Menggunakan Deep Learning

1st Aldo Nitehe Lase
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

aldolase@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Meta Kallista
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

metakallista@telkomuniversity.ac.id

3rd Rifqi Muhammad Fiqri
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

rifqmf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*) di Indonesia menghadapi tantangan serius akibat volume yang terus meningkat serta kesadaran publik yang rendah. Untuk mengatasi ini, sebuah aplikasi Android telah dikembangkan sebagai bagian dari sistem bank sampah terintegrasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas dan kinerja aplikasi tersebut melalui pengujian black box dan analisis *latency*. Metode evaluasi menggunakan *black box testing* untuk memvalidasi alur fungsionalitasnya dan pengukuran latensi untuk menganalisis waktu respons sistem. Aplikasi ini dibangun dengan Jetpack Compose dan mengintegrasikan model *deep learning* YOLOv11 untuk identifikasi *e-waste* otomatis. Hasil pengujian black box menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada semua skenario uji, mengonfirmasi bahwa seluruh fitur berfungsi sesuai rancangan. Analisis latensi mencatat waktu pemrosesan gambar maksimum sekitar 55 detik, dengan durasi yang bervariasi tergantung jumlah objek terdeteksi. Disimpulkan bahwa aplikasi yang dievaluasi terbukti fungsional, andal, dan kinerjanya efektif untuk mendukung sistem bank sampah elektronik sebagai solusi praktis yang siap digunakan oleh masyarakat.

Kata kunci— *black box testing*, *latency*, *e-waste*, aplikasi android, *deep learning*, YOLOv11

I. PENDAHULUAN

Peningkatan volume sampah elektronik (*e-waste*) di Indonesia telah menjadi tantangan lingkungan yang serius, diperparah oleh produksi perangkat elektronik yang terus meningkat secara signifikan. Pada tahun 2021, Indonesia menghasilkan hampir 2 juta ton *e-waste*, menempatkannya sebagai penghasil limbah elektronik terbanyak di Asia Tenggara [1]. Permasalahan ini menjadi krusial karena *e-waste* mengandung bahan berbahaya yang dapat mencemari lingkungan, sekaligus material berharga yang dapat didaur ulang jika dikelola dengan benar [2]. Namun, pengelolaan saat ini masih didominasi oleh sektor informal dengan metode yang tidak terstandarisasi, serta diperburuk oleh rendahnya kesadaran masyarakat mengenai alur pembuangan yang tepat.

Berbagai solusi telah ada, mulai dari program *Extended Producer Responsibility* (EPR) hingga platform digital yang menghubungkan pengguna dengan pengepul sampah [3] [4] [5]. Meskipun demikian, solusi-solusi ini seringkali masih

memiliki keterbatasan, terutama dalam hal kurangnya otomatisasi untuk identifikasi jenis *e-waste* dan ketiadaan proses penilaian yang transparan, sehingga belum mampu mendorong partisipasi masyarakat secara maksimal. Kesenjangan ini menunjukkan adanya kebutuhan akan sebuah solusi yang lebih efisien dan mudah diakses.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan komponen utama dari sistem bank sampah terintegrasi, yaitu aplikasi Android yang dirancang sebagai antarmuka utama bagi pengguna. Aplikasi ini dibangun secara native menggunakan Jetpack Compose untuk menciptakan tampilan yang modern dan responsif. Inovasi inti dari aplikasi ini adalah fungsionalitas pemindaian otomatis, yang memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi *e-waste* secara langsung melalui kamera ponsel. Untuk mengimplementasikan fitur canggih ini tanpa membebani perangkat pengguna, aplikasi dirancang untuk berintegrasi dengan layanan cloud yang menjalankan model *deep learning* YOLOv11 yang telah terlatih. Penelitian ini akan merinci proses pengembangan aplikasi tersebut, mulai dari perancangan hingga implementasi dan pengujian komprehensif untuk memvalidasi fungsionalitas dan kinerjanya sebagai solusi yang mudah diakses oleh masyarakat.

II. KAJIAN TEORI

A. Jetpack Compose

Jetpack Compose adalah toolkit UI modern dan deklaratif untuk membangun aplikasi *Android native*, yang diperkenalkan oleh Google untuk menyederhanakan dan mempercepat pengembangan UI. Berbeda dengan pendekatan berbasis View tradisional, Compose memungkinkan pengembang untuk mendeskripsikan UI mereka dengan memanggil fungsi-fungsi composable yang mendefinisikan elemen-elemen visual aplikasi [6]. Pendekatan ini menghasilkan kode yang lebih ringkas, intuitif, dan mudah dipelihara. Keunggulan utamanya meliputi model pemrograman reaktif yang secara otomatis memperbarui UI sebagai respons terhadap perubahan *state*, interoperabilitas yang mulus dengan View Android yang sudah ada, dan kemampuan untuk membuat tata letak yang kompleks dan responsif dengan lebih sedikit kode.

B. YOLOv11

You Only Look Once (YOLO) adalah keluarga algoritma deteksi objek *real-time* yang canggih. Inovasi utama dari YOLO adalah kemampuannya untuk melakukan deteksi objek hanya dalam sekali jalan [7]. YOLO memandang deteksi objek sebagai satu masalah regresi tunggal, langsung dari piksel gambar ke koordinat *bounding box* dan probabilitas kelas. Arsitektur satu tahap ini membuatnya jauh lebih cepat dibandingkan detektor dua tahap tradisional, sehingga ideal untuk aplikasi *real-time*. Dalam penelitian ini, model YOLOv11 digunakan, yang diintegrasikan melalui layanan cloud untuk menangani identifikasi otomatis sampah elektronik (*e-waste*) dari gambar yang diambil oleh pengguna, guna memastikan beban komputasi yang berat tidak membebani perangkat pengguna.

C. Pengujian Black Box

Pengujian black box adalah metode pengujian perangkat lunak di mana struktur internal, desain, atau implementasi dari item yang diuji tidak diketahui oleh penguji. Fokus utama dari metode ini adalah untuk memvalidasi fungsionalitas perangkat lunak dari sudut pandang pengguna akhir [8]. Penguji memberikan masukan (*input*) yang valid dan tidak valid, lalu memverifikasi bahwa keluaran (*output*) sesuai dengan hasil yang diharapkan, tanpa memiliki pengetahuan tentang kode yang mendasarinya. Penelitian ini menggunakan pengujian black box untuk mengevaluasi setiap fitur aplikasi Android secara sistematis, guna memastikan bahwa semua fungsionalitas mulai dari autentikasi pengguna hingga pemindaian limbah elektronik (*e-waste*) berjalan sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

D. Latensi

Latensi, dalam konteks sistem jaringan, mengacu pada total waktu tunda yang dialami oleh data saat bergerak dari sumber ke tujuan. Untuk aplikasi ini, latensi adalah metrik kinerja krusial yang mengukur responsivitas sistem [9]. Latensi ini secara spesifik diukur sebagai waktu yang berlalu sejak pengguna mengirimkan gambar untuk dianalisis hingga hasil yang telah diproses (sampah elektronik yang teridentifikasi) dikembalikan. Waktu ini mencakup waktu transmisi gambar ke server cloud dan waktu pemrosesan yang dibutuhkan oleh model YOLOv11 untuk mendeteksi objek di dalam gambar. Menganalisis latensi membantu menilai kegunaan dan efisiensi fitur pemindaian sampah elektronik di dunia nyata.

III. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan: pengembangan aplikasi, pengujian fungsional, dan analisis performa. Komponen utamanya adalah aplikasi Android yang dibangun secara native menggunakan Jetpack Compose untuk antarmuka pengguna (*user interface*). Fitur inti, yakni identifikasi sampah elektronik (*e-waste*), ditenagai oleh model *deep learning* YOLOv11 yang di-hosting pada server cloud untuk memastikan pemrosesan yang cepat tanpa membebani performa perangkat pengguna. Untuk mengevaluasi aplikasi, dua metode pengujian yang berbeda dirancang dan dijalankan: pengujian black box untuk validasi fungsional dan pengujian latensi untuk penilaian performa.

A. Rancangan pengujian Black Box

Pengujian black box dirancang untuk memvalidasi fungsionalitas aplikasi Android secara menyeluruh dari sudut pandang pengguna. Rencana pengujian yang terdiri dari 24 skenario pengujian yang berbeda telah dibuat mencakup semua modul utama aplikasi, antara lain:

- Autentikasi: Menguji proses masuk (*login*) dengan Google, masuk dengan email/kata sandi, dan pendaftaran akun baru (USR-001, USR-002, USR-003).
- Fitur Utama: Mengevaluasi pemindaian sampah elektronik melalui kamera dan unggah gambar, peninjauan riwayat, serta pengelolaan profil (USR-010, USR-011, USR-013, USR-016).
- Antarmuka Pengguna dan Navigasi: Memastikan semua alur navigasi, tombol, dan dialog berfungsi sebagaimana mestinya (USR-008, USR-009, USR-018).

Setiap skenario mencakup langkah-langkah spesifik, hasil yang diharapkan, dan status akhir "Lulus" atau "Gagal". Tujuannya adalah untuk mencapai tingkat kelulusan 100%, yang mengonfirmasi bahwa aplikasi stabil dan berfungsi sesuai dengan spesifikasi desainnya.

B. Rancangan pengujian Latensi

Uji latensi dirancang untuk mengukur kinerja dan responsivitas dari fitur deteksi sampah elektronik otomatis. Uji ini berfokus pada dua metrik utama: durasi pengiriman gambar dan durasi pemrosesan gambar oleh model berbasis cloud. Prosedur yang dilakukan meliputi:

- Menyiapkan kumpulan data (dataset) gambar yang beragam yang berisi berbagai jenis dan jumlah sampah elektronik (contohnya: ponsel, laptop, papan ketik, kabel) dengan ukuran file yang berbeda-beda.
- Mengunggah setiap gambar melalui fitur "Pindai" (*Scan*) pada aplikasi sambil terhubung ke *Integrated Development Environment* (IDE) android studio.
- Mencatat waktu yang dibutuhkan untuk mengirim gambar ke server dan waktu yang dibutuhkan server untuk mengembalikan hasil deteksi yang terlihat pada log IDE.

```
08:04:45.841 I --> POST https://ebs-api-981332637673 08:05:55.125 I {"id": "211
08:04:45.841 I Content-Type: application/json; chars .com/ebs-storage/scans/sca
08:04:45.841 I Content-Length: 50 "full_name": "Aldo Lase", "a
08:04:45.842 I {"user_id": "8635e3d0-ade1-485b-85f6-a "status": "completed", "obje
```

GAMBAR 1
LOG IDE

Proses ini diulang untuk gambar dengan objek tunggal, beberapa objek, dan latar belakang yang kompleks untuk menganalisis bagaimana waktu respons bervariasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Black Box

Aplikasi Android yang dikembangkan berhasil diimplementasikan dengan user interface (UI) yang modern menggunakan Jetpack Compose. Seluruh fungsionalitas inti

yang dirancang untuk pengguna akhir telah diimplementasikan, mencakup autentikasi, pemindaian e-waste, riwayat deteksi, dan manajemen profil.

Untuk memvalidasi fungsionalitas ini, dilakukan pengujian black box secara menyeluruh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 100% dari skenario pengujian fungsionalitas berhasil dijalankan dengan status Pass, mulai dari proses login pengguna hingga fitur pemindaian dan melihat riwayat deteksi. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan spesifikasi fungsional yang diharapkan dan stabil untuk digunakan.

TABEL 1
PENGUJIAN BLACK BOX

| ID Test | Skenario Pengujian | Langkah-langkah | Hasil yang Diharapkan | Status |
|---------|---|---|---|--------|
| USR-001 | Login menggunakan google | 1. Buka Halaman Login 2. Klik Tombol "Lanjutkan menggunakan google" | User dapat masuk ke menu "Home" | Pass |
| USR-002 | Login menggunakan email dan password | 1. Buka Halaman Login 2. Mengisi email dan password 3. Klik Tombol "Login" | User dapat masuk ke menu "Home" | Pass |
| USR-003 | Daftar akun baru | 1. Buka Halaman SignUp 2. Mengisi username, email, nomor telepon dan password 3. Klik Tombol "Daftar" | User dapat masuk ke menu "Home" | Pass |
| USR-004 | Melihat data deteksi terakhir user pada menu "Home" | 1. Berhasil Login 2. Masuk ke menu "Home" | User dapat melihat data deteksi terakhir user | Pass |
| USR-005 | Melihat data artikel | 1. Berhasil Login 2. Masuk ke menu "Home" | User dapat melihat data artikel | Pass |
| USR-006 | Melihat halaman detail deteksi dari menu "Home" | 1. Masuk ke menu "Home" 2. Klik salah satu data deteksi | User dapat masuk ke menu detail deteksi yang dipilih | Pass |
| USR-007 | Melihat halaman detail artikel | 1. Masuk ke menu "Home" 2. Klik salah satu data artikel | User dapat masuk ke menu detail artikel yang dipilih | Pass |
| USR-008 | Membuka seluruh halaman dari navigasi utama | 1. Masuk ke menu "Home" | User dapat masuk ke menu lain pada navigasi utama "Home", "Scan", "Riwayat", dan "Profil" | Pass |
| USR-009 | Kembali ke menu "Home" dari halaman detail | 1. Masuk ke menu detail deteksi atau artikel 2. Klik tombol kembali atau menggunakan navigasi untuk kembali | User kembali ke menu "Home" | Pass |
| USR-010 | Scan e-waste | 1. Masuk ke menu "Scan" 2. Klik tombol putih untuk melakukan foto | Hasil foto diolah lalu masuk ke halaman detail deteksi hasil scan | Pass |
| USR-011 | Upload foto | 1. Masuk ke menu "Scan" 2. Klik tombol dengan gambar unik untuk membuka aplikasi default untuk melakukan upload file | Foto yang diupload diolah lalu masuk ke halaman | Pass |

| | | | | |
|---------|---|--|--|------|
| | | 3. Pilih foto yang ingin diupload | detail deteksi hasil scan | |
| USR-012 | Ubah arah kamera | 1. Masuk ke menu "Scan" 2. Klik tombol putar kamera | Kamera untuk scan scan berbalik arah | Pass |
| USR-013 | Melihat semua data deteksi user pada menu "Riwayat" | 1. Masuk ke menu "Riwayat" | User dapat melihat seluruh data deteksi user | Pass |
| USR-014 | Melihat halaman detail deteksi dari menu "Riwayat" | 1. Masuk ke menu "Riwayat" 2. Klik tombol buka halaman pada salah satu data deteksi | User dapat masuk ke menu detail deteksi yang dipilih | Pass |
| USR-015 | Hapus salah satu data deteksi | 1. Masuk ke menu "Riwayat" 2. Klik tombol buka halaman pada salah satu data deteksi | Data deteksi tersebut terhapus dan tidak muncul pada menu "Riwayat" dan "Home" | Pass |
| USR-016 | Melihat data profil | 1. Masuk ke menu "Profil" | User dapat melihat profil user | Pass |
| USR-017 | Ganti nama user | 1. Masuk ke menu "Profil" 2. Klik tombol ubah pada menu "Profil" 3. Mengisi nama yang baru 4. Klik tombol ubah | Nama user berubah sesuai dengan input user | Pass |
| USR-018 | Melihat informasi lokasi, bantuan, feedback dan kontak pada menu "Profil" | 1. Masuk ke menu "Profil" 2. Klik tombol lokasi, bantuan, feedback dan kontak | Dialog informasi terlihat | Pass |
| USR-019 | Logout | 1. Masuk ke menu "Profil" 2. Klik tombol logout | User kembali ke menu awal aplikasi dan tidak dapat kembali ke menu sebelumnya | Pass |
| USR-020 | Melihat status verifikasi | 1. Login atau daftar menggunakan email dan password 2. Masuk ke menu "Dashboard" | Muncul notifikasi untuk segera verifikasi akun | Pass |
| USR-021 | Cek update aplikasi | 1. Login 2. Masuk ke menu "Dashboard" | Muncul dialog untuk segera update ke aplikasi terbaru | Pass |
| USR-022 | Download update aplikasi | 1. Muncul dialog update 2. Konfirmasi update | Update aplikasi didownload secara otomatis dan diinstal setelah diijinkan pengguna | Pass |
| USR-023 | Kembali ke menu "Home" selagi menunggu hasil deteksi | 1. Melakukan scan foto pada menu "Scan" 2. Masuk ke menu detail deteksi dalam kondisi loading 3. Klik tombol "Lihat menu dulu" | User kembali ke menu, muncul notifikasi ketika hasil deteksi sudah selesai diolah | Pass |

| | | | | |
|---------|-----------------|--|------------------|------|
| USR-024 | Keluar Aplikasi | 1. Navigasi kembali dari menu setelah login 2. Klik tombol ya | Aplikasi ditutup | Pass |
|---------|-----------------|--|------------------|------|

B. Pengujian Latency

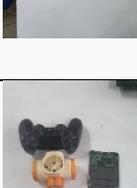
Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu respons sistem bervariasi, yang sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kompleksitas objek dalam gambar, bukan semata-mata oleh ukuran file gambar itu sendiri. Sebagai contoh, gambar yang berisi tiga objek berbeda ("Electronic Socket, Keyboard, Stick Ps") dengan ukuran 3 MB memerlukan waktu pemrosesan paling lama, yaitu 54,92 detik. Sebaliknya, gambar lain dengan ukuran lebih besar (3.4 MB) yang hanya berisi satu objek ("Laptop") diproses jauh lebih cepat dalam waktu 16,68 detik. Selain itu, gambar tanpa objek e-waste yang relevan dapat diproses dengan sangat cepat, yaitu hanya dalam 0,37 detik, yang menunjukkan efisiensi model dalam menyaring gambar yang tidak sesuai. Temuan ini mengonfirmasi bahwa meskipun waktu pemrosesan maksimum mendekati satu menit, sistem ini cukup efektif untuk penggunaan di dunia nyata, karena latensi sangat bergantung pada muatan komputasi untuk deteksi objek.

TABEL 2
PENGUJIAN LATENCY

| Objek Deteksi | Gambar | Ukuran Gambar | Durasi Pengiriman Gambar (detik) | Durasi Pemrosesan (detik) |
|---------------|---|---------------|----------------------------------|---------------------------|
| - |  | 3.5 MB | 1.82 | 5.3 |
| - |  | 174.2 KB | 1.79 | 5.06 |
| - |  | 202.7 KB | 0.65 | 0.37 |
| Phone |  | 171.9 KB | 1.01 | 14.39 |
| Phone |  | 2.6 MB | 5.48 | 20.07 |

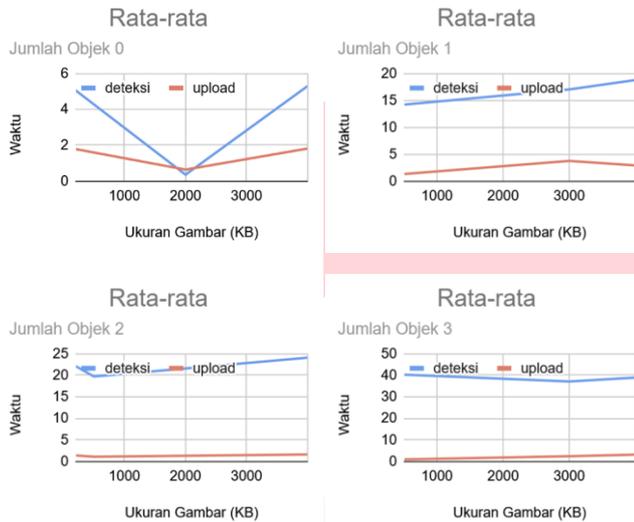
| | | | | |
|---------------|--|----------|------|-------|
| Laptop |  | 3.4 MB | 5.21 | 16.68 |
| Phone |  | 3.7 MB | 2.48 | 24.51 |
| Mouse |  | 2.8 MB | 2.05 | 13.99 |
| Laptop |  | 3.4 MB | 1.12 | 15.1 |
| Mouse |  | 279.4 KB | 1.57 | 13.80 |
| Laptop |  | 190 KB | 0.97 | 14.45 |
| Laptop |  | 308.1 KB | 1.64 | 14.31 |
| Laptop |  | 200.2 KB | 1.51 | 14.06 |
| Laptop, Mouse |  | 3.1 MB | 1.66 | 25.11 |

| | | | | |
|------------------------|---|----------|------|-------|
| Cables, Phone |  | 2.6 MB | 1.58 | 23.02 |
| Phone, Remote |  | 82.5 KB | 1.52 | 19.79 |
| Laptop, Mouse |  | 218.8 KB | 0.95 | 16.51 |
| Phone, Phone |  | 159.2 KB | 1.63 | 21.49 |
| Mouse, Keyboa rd |  | 302.3 KB | 1.07 | 20.09 |
| Laptop, Phone |  | 250.4 KB | 1.75 | 20.42 |
| Laptop, Phone |  | 258.3 KB | 0.71 | 18.06 |
| Phone, Keyboa rd |  | 242.4 KB | 1.06 | 23.46 |
| Laptop, Mouse |  | 180.3 KB | 1.04 | 25.09 |

| | | | | |
|---|--|----------|------|-------|
| Keyboa rd, Laptop, Mouse |  | 253 KB | 1.24 | 38.50 |
| Keyboa rd, Mouse, Laptop |  | 3.1 MB | 1.85 | 42.63 |
| Keyboa rd, Laptop |  | 222.1 KB | 0.74 | 32.47 |
| Mouse, Mouse, Keyboa rd |  | 245.4 KB | 1.06 | 49.79 |
| Keyboa rd, Keyboa rd, Cables |  | 3.2 MB | 3.38 | 35.98 |
| Monito r, Keyboa rd, Stick Ps |  | 2.8 MB | 2.50 | 37.09 |
| Electro nic Socket, Keyboa rd, Stick Ps |  | 3 MB | 7.67 | 54.92 |
| Laptop, Keyboa rd, Mouse |  | 3.6 MB | 2.32 | 19.88 |
| Stick Ps, Keyboa rd, Cables |  | 3.3 MB | 2.12 | 33.94 |

| | | | | |
|--|---|--------|---|-------|
| Keybo rd, Harddi sk, Keybo rd |  | 3.1 MB | 2 | 46.03 |
|--|---|--------|---|-------|

Berikut grafik yang menunjukkan bagaimana ukuran file dan jumlah objek memengaruhi latensi.



GAMBAR 2
GRAFIK KARAKTERISTIK LATENSI

V. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Android untuk sistem bank sampah elektronik ini fungsional, andal, dan memiliki kinerja yang efektif untuk digunakan oleh masyarakat luas. Evaluasi fungsionalitas melalui metode pengujian black box menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada 24 skenario pengujian yang mencakup semua fitur utama, mulai dari autentikasi pengguna, pemindaian *e-waste*, hingga manajemen profil. Hasil ini mengonfirmasi bahwa seluruh alur kerja aplikasi telah berjalan sesuai dengan rancangan dan spesifikasi fungsional.

Dari sisi kinerja, analisis latensi menunjukkan bahwa integrasi model deep learning YOLOv11 melalui cloud mampu memberikan hasil identifikasi *e-waste* secara otomatis dengan waktu respons yang bervariasi tergantung pada kompleksitas objek dalam gambar, dengan waktu pemrosesan maksimum teramati sekitar 55 detik. Hal ini membuktikan bahwa arsitektur sistem berhasil memindahkan beban komputasi berat ke server, sehingga tidak membebani perangkat pengguna. Dengan demikian, aplikasi ini merupakan solusi praktis dan inovatif untuk mengatasi tantangan pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*) di Indonesia dengan menyediakan platform yang mudah diakses dan otomatis.

REFERENSI

- [1] Zamtinah, I. Mustaqim, and H. S. Pramono, "Utilization of Electronic Waste for Energy-saving Lamp Circuits," *J Phys Conf Ser*, vol. 2111, no. 1, p. 12021, Nov. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2111/1/012021.
- [2] C. A. Lucier and B. J. Gareau, "Electronic Waste Recycling and Disposal: An Overview," in *Assessment and Management of Radioactive and Electronic Wastes*, H. E.-D. Saleh, Ed., Rijeka: IntechOpen, 2019, ch. 4. doi: 10.5772/intechopen.85983.
- [3] OECD, *Extended Producer Responsibility*. OECD, 2016. doi: 10.1787/9789264256385-en.
- [4] J. Quariguasi Frota Neto and L. N. Van Wassenhove, "Original Equipment Manufacturers' Participation in Take-Back Initiatives in Brazil," *J Ind Ecol*, vol. 17, no. 2, pp. 238–248, 2013, doi: <https://doi.org/10.1111/jiec.12019>.
- [5] Mallsampah, "Layanan Mallsampah," <https://www.mallsampah.com/>. Accessed: Oct. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.mallsampah.com/>
- [6] M. Kusuma, A. H. Rifani, and B. Sugiantoro, "Comparison analysis of Jetpack Compose and Flutter in Android-based application development using Technical Domain," *2023 8th International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2023*, 2023, doi: 10.1109/ICIC60109.2023.10381987.
- [7] M. E. Kusputra, A. Zhegita, H. Prabowo, Kamel, and H. Pranoto, "Enhancing Urban Mapping in Indonesia with YOLOv11: A Deep Learning Approach for House Detection and Counting to Assess Population Density," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 16, no. 2, pp. 599–609, 2025, doi: 10.14569/IJACSA.2025.0160261.
- [8] G. W. Sasmito and M. A. Mutasodirin, "Black Box Testing with Equivalence Partitions Techniques in Transcrop Applications," *Proceedings - 2023 6th International Conference on Computer and Informatics Engineering: AI Trust, Risk and Security Management (AI Trism), IC2IE 2023*, pp. 53–58, 2023, doi: 10.1109/IC2IE60547.2023.10331562.
- [9] M. Cafaro, I. Epicoco, and M. Pulimeno, "Parallel and Distributed Frugal Tracking of a Quantile," *SNTA 2024 - Proceedings of the 2024 7th International Workshop on Systems and Network Telemetry and Analytics, Part of: HPDC 2024 - 33rd International Symposium on High-Performance Parallel and Distributed Computing*, pp. 1–6, Jun. 2024, doi: 10.1145/3660320.3660332.