

Implementasi Frontend Aplikasi TOXMAP Berbasis Flutter untuk Klasifikasi Sampah B3 Berbasis Gambar

1st Feliana Putri Anindyta Efendi
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
felianaputri@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Dr. Rita Purnamasari, S.T., M.T.
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
ritapurnamasari@telkomuniversity.ac.i
d

3rd Dr. Khaerudin Saleh, S.Si., M.Si.
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
khaerudin@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - TOXMAP merupakan aplikasi mobile yang dirancang untuk mempermudah masyarakat dalam mengenali jenis sampah B3 dengan memanfaatkan teknologi klasifikasi gambar berbasis machine learning. Aplikasi ini juga menyediakan informasi lokasi dropbox terdekat serta konten edukatif seputar pengelolaan limbah berbahaya. Penelitian ini berfokus pada implementasi sisi frontend menggunakan framework Flutter. Antarmuka aplikasi mencakup fitur utama seperti pemindaian gambar sampah, penampilan hasil klasifikasi dari backend machine learning, pemetaan lokasi dropbox menggunakan Google Maps, serta halaman edukasi interaktif. Evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuisioner kepada 25 pengguna. Berdasarkan hasil evaluasi, aplikasi menunjukkan tingkat usability yang tinggi. Hal ini menandakan bahwa TOXMAP mudah digunakan dan dipahami oleh pengguna dari berbagai latar belakang, serta berpotensi menjadi solusi digital yang efektif dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan limbah B3 secara lebih cermat dan bertanggung jawab.

Kata kunci— TOXMAP, Flutter, frontend, klasifikasi gambar, sampah B3, Firebase, usability

I. PENDAHULUAN

Salah satu jenis limbah rumah tangga yang dapat berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan adalah sampah bahan berbahaya dan beracun (B3). Karena kurangnya informasi dan keterbatasan alat bantu identifikasi yang mudah digunakan, masyarakat masih kesulitan membedakan sampah B3 dengan sampah biasa. TOXMAP adalah aplikasi berbasis ponsel yang dapat membantu masyarakat mengidentifikasi jenis sampah B3 melalui kamera ponsel dan memberikan informasi tentang cara menanganinya.

Aplikasi ini dibangun dengan pendekatan machine learning pada sisi backend, sedangkan frontend dikembangkan menggunakan Flutter. Fokus dari penelitian ini adalah mengimplementasikan antarmuka pengguna yang intuitif dan responsif, yang menghubungkan pengguna dengan fitur pemindaian gambar, pemetaan lokasi dropbox, serta edukasi tentang limbah B3. Evaluasi usability dilakukan untuk memastikan desain antarmuka memberikan pengalaman pengguna yang baik dan mudah digunakan masyarakat umum.

II. KAJIAN TEORI

Pengembangan aplikasi TOXMAP pada sisi frontend membutuhkan pemahaman terhadap berbagai teknologi dan konsep yang digunakan dalam membangun antarmuka pengguna modern dan terintegrasi. Kajian teori ini menjelaskan dasar-dasar yang mendukung proses implementasi, termasuk pemanfaatan framework Flutter, layanan Firebase, komunikasi dengan backend melalui FastAPI, prinsip desain antarmuka berbasis glassmorphism, serta pendekatan evaluasi usability untuk menilai kualitas tampilan dan pengalaman pengguna.

A. Flutter

Flutter adalah framework open-source yang dibuat oleh Google untuk mengembangkan aplikasi mobile yang bisa berjalan di berbagai platform seperti Android dan iOS, menggunakan bahasa pemrograman Dart[1]. Framework ini memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna yang responsif, dinamis, dan konsisten di kedua platform tersebut dengan menggunakan satu basis kode. Dalam proyek TOXMAP, Flutter digunakan untuk membangun seluruh bagian antarmuka pengguna serta mengatur logika tampilan antar halaman[1][7].

B. Firebase

Firebase adalah platform layanan backend-as-a-service (BaaS) yang menawarkan berbagai fitur seperti autentikasi pengguna, database real-time, penyimpanan cloud, dan hosting[2]. Fitur Firebase Authentication digunakan untuk proses login dan pendaftaran pengguna, sedangkan Firebase Firestore berfungsi untuk menyimpan data lokasi Dropbox. Selain itu, Firebase Storage berperan sebagai alat untuk mentransfer gambar ke backend yang digunakan untuk klasifikasi[3].

C. FastAPI

FastAPI adalah web framework berbasis Python yang cepat dan ringan untuk membangun RESTful API. Dalam proyek ini, FastAPI digunakan untuk menjalankan model klasifikasi gambar yang telah dilatih dan dihosting secara lokal atau cloud. Flutter sebagai frontend akan mengirimkan gambar melalui Firebase, dan FastAPI akan memberikan hasil klasifikasi ke frontend[4].

D. UI/UX Design

Glassmorphism adalah gaya desain antarmuka yang menampilkan elemen visual dengan efek transparan dan buram, menyerupai permukaan kaca. Pendekatan ini menciptakan tampilan yang bersih dan modern, serta memberikan kedalaman visual pada antarmuka. Dalam konteks aplikasi TOXMAP, gaya ini dipilih untuk memperkuat kesan ramah lingkungan dan estetika yang mendukung pesan edukatif[5].

E. Evaluasi Usability

Evaluasi usability bertujuan untuk mengukur sejauh mana sebuah sistem mampu digunakan secara efektif, efisien, dan memuaskan oleh pengguna. Penilaian ini umumnya mencakup aspek visual, navigasi, dan kejelasan fungsi. Pada penelitian ini, usability diuji melalui kuisioner terhadap sejumlah responden untuk memperoleh gambaran persepsi pengguna terhadap kualitas antarmuka TOXMAP[6][7].

III. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini difokuskan pada proses perancangan dan implementasi antarmuka pengguna aplikasi TOXMAP. Sebagai bagian dari sistem klasifikasi sampah B3 berbasis machine learning, frontend memiliki peran penting dalam menghubungkan pengguna dengan berbagai fitur dan layanan yang disediakan oleh sistem. Oleh karena itu, pengembangan dilakukan secara bertahap dan terstruktur, dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas, estetika, dan kemudahan penggunaan.

A. Metode Pengembangan Sistem

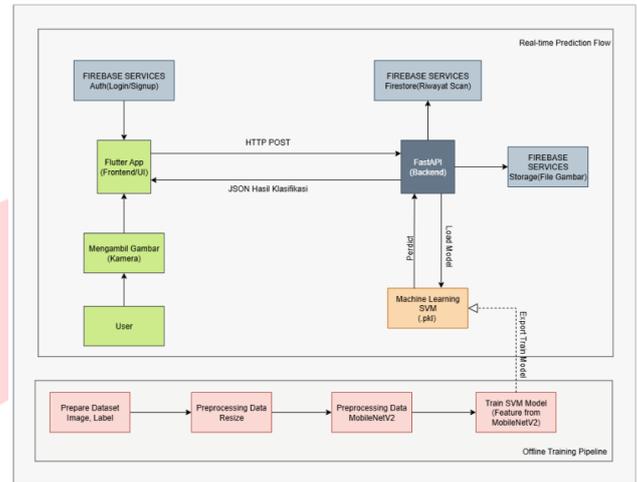
Pengembangan aplikasi TOXMAP menggunakan metode *iterative prototyping*, yaitu pendekatan yang berfokus pada pembuatan prototipe secara berulang untuk disempurnakan berdasarkan umpan balik pengguna. Metode ini memungkinkan pengembang mengevaluasi dan menyempurnakan desain antarmuka secara bertahap hingga mencapai versi yang optimal dari segi fungsionalitas dan kenyamanan penggunaan[7].

Proses iteratif ini dilakukan dalam beberapa siklus revisi hingga didapatkan desain antarmuka yang optimal dari sisi estetika dan fungsionalitas. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat memastikan bahwa pengembangan antarmuka aplikasi tidak hanya fokus pada aspek teknis, tetapi juga pada kebutuhan dan ekspektasi pengguna akhir.

B. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem TOXMAP disusun secara terdistribusi dengan mengintegrasikan tiga komponen utama: frontend berbasis Flutter, layanan middleware melalui Firebase, dan backend yang menjalankan model machine learning. Frontend bertanggung jawab atas tampilan dan interaksi pengguna, sementara Firebase berfungsi sebagai perantara dalam autentikasi, penyimpanan data, serta pengiriman gambar. Di sisi lain, backend menggunakan framework FastAPI untuk menjalankan model klasifikasi dan memberikan respons berdasarkan hasil pemrosesan gambar.

Backend klasifikasi dibangun menggunakan FastAPI dan bertugas mengelola prediksi gambar menggunakan model machine learning SVM yang telah dilatih sebelumnya. Komunikasi antara frontend dan backend tidak dilakukan secara langsung, melainkan melalui Firebase Storage sebagai media pertukaran data gambar. Backend secara periodik memantau Firebase Storage dan memberikan hasil klasifikasi melalui response API yang dapat diambil oleh frontend.



Gambar 3.1
Diagram Arsitektur Toxmap

Pada Gambar 3.1 diperlihatkan bagaimana sistem TOXMAP bekerja secara keseluruhan. Diagram ini dibagi menjadi dua bagian: *Real-time Prediction Flow* di bagian atas dan *Offline Training Pipeline* di bagian bawah. Jalur real-time menggambarkan proses saat pengguna mengambil gambar hingga menerima hasil klasifikasi. Sementara itu, jalur offline menjelaskan proses pelatihan model machine learning secara terpisah sebelum digunakan dalam prediksi.

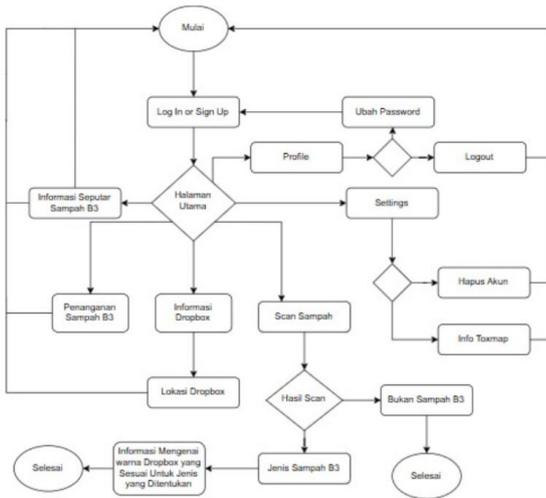
C. Implementasi Frontend

Antarmuka pengguna (frontend) TOXMAP dikembangkan menggunakan Flutter dengan pendekatan page-based modular, di mana setiap halaman aplikasi dipisahkan berdasarkan fungsinya. Beberapa halaman utama dalam aplikasi meliputi: login, sign-up, halaman home, halaman informasi edukatif (sampah B3, dropbox, dan tips penanganan), halaman pemindaian gambar, halaman hasil klasifikasi, peta lokasi dropbox, dan profil pengguna.

Dalam proses pengembangan tampilan, prinsip desain glassmorphism diterapkan untuk menciptakan visual yang estetik, ringan, dan modern[5]. Efek transparansi dan blur digunakan secara konsisten di halaman home, hasil klasifikasi, dan halaman informasi untuk menciptakan kesan ramah lingkungan dan mendukung tema edukatif aplikasi.

Navigasi antarhalaman dilakukan melalui struktur Navigator.push dan bottom navigation bar yang memungkinkan perpindahan cepat dan terarah antar fitur utama. Untuk menampilkan lokasi dropbox, digunakan plugin google_maps_flutter yang terhubung langsung dengan database Firestore. Pengambilan gambar dilakukan

menggunakan plugin camera, lalu dikirim ke Firebase Storage dan selanjutnya diproses oleh backend[3].



Gambar 3.2 Flowchart Navigasi Aplikasi Toxmap

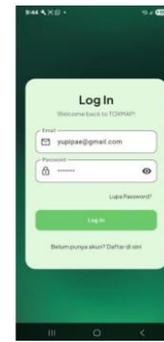
Gambar 3.2 memperlihatkan urutan langkah pengguna dalam menjelajahi aplikasi, dimulai dari splash screen, welcome page, login atau sign-up, halaman utama, hingga ke fitur klasifikasi dan informasi lainnya. Alur ini dirancang dengan memperhatikan kemudahan pemahaman dan efisiensi penggunaan oleh pengguna dari berbagai latar belakang usia dan literasi digital.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi implementasi antarmuka aplikasi TOXMAP yang dikembangkan menggunakan Flutter dan terintegrasi dengan layanan Firebase untuk autentikasi serta database[3][4]. Implementasi difokuskan pada penyediaan tampilan antarmuka yang user-friendly, konsisten secara visual, dan mampu mendukung fungsionalitas utama seperti autentikasi pengguna, navigasi fitur, klasifikasi sampah berbasis gambar, serta pemetaan lokasi dropbox. Pembahasan ini juga mencakup proses klasifikasi gambar dan evaluasi antarmuka berdasarkan umpan balik pengguna akhir.

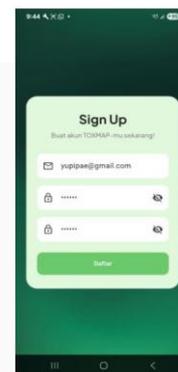
A. Tampilan dan Fungsionalitas

TOXMAP menyediakan dua halaman awal sebagai titik masuk ke dalam sistem, yaitu halaman login dan sign-up. Halaman login berfungsi untuk autentikasi pengguna yang telah memiliki akun, sementara halaman sign-up memungkinkan pengguna baru untuk mendaftarkan diri. Kedua halaman ini dirancang menggunakan prinsip visual yang konsisten dan minimalis, dengan dominasi warna hijau pastel dan tata letak yang responsif terhadap berbagai ukuran layar.



Gambar 4.1 Halaman Login

Halaman login menampilkan dua kolom input utama yaitu email dan password, serta tombol aksi untuk masuk ke sistem. Validasi input dilakukan secara real-time untuk meminimalisir kesalahan penulisan data. Selain itu, terdapat fitur "lihat/sembunyikan password" dan tautan "lupa password" yang terhubung langsung ke Firebase Authentication, mendukung aspek keamanan dan kenyamanan penggunaan. Penggunaan Firebase Authentication memungkinkan pengelolaan user secara efisien tanpa harus membuat sistem autentikasi dari awal.



Gambar 4.2 Halaman Sign-Up

Pada halaman sign-up, pengguna diminta memasukkan email, password, dan konfirmasi password. Sistem akan memberikan notifikasi kesalahan jika password tidak sesuai atau input tidak valid. Tampilan tetap mempertahankan gaya desain TOXMAP yang ringan dan ramah pengguna, dengan struktur form yang rapi dan mudah dipahami. Implementasi validasi yang dilakukan secara lokal dan di server membantu meminimalkan kesalahan pendaftaran dan meningkatkan user experience.



Gambar 4.3
Halaman Utama

Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan ke halaman utama yang berperan sebagai pusat navigasi. Halaman ini menyapa pengguna berdasarkan nama akun yang terautentikasi dan menyediakan tiga akses utama: Info Sampah B3, Lokasi Dropbox, dan Scan Sampah. Desain halaman utama dibuat dengan pendekatan glassmorphism dan animasi ringan, yang bertujuan menciptakan kesan modern dan profesional. Penggunaan warna dan ikon secara konsisten pada tombol-tombol ini memperkuat pemahaman fungsionalitas bagi pengguna.



Gambar 4.4
Halaman Lokasi Dropbox

Fitur peta lokasi dropbox pada TOXMAP dibangun menggunakan plugin `google_maps_flutter` yang terintegrasi dengan data titik lokasi dari Firebase Firestore. Gambar 6 menunjukkan tampilan peta yang memuat beberapa marker sebagai lokasi pembuangan sampah B3. Marker ini bersifat dinamis dan akan berubah sesuai data yang ada di database backend. Tampilan peta mendukung interaktivitas, seperti zoom, pan, dan klik pada marker untuk menampilkan informasi. Fitur ini penting untuk mendukung tujuan edukatif TOXMAP, yakni mengarahkan masyarakat pada lokasi pembuangan yang sesuai.

B. Proses Pemindaian dan Klasifikasi

Fitur utama dari TOXMAP adalah pemindaian gambar sampah dan klasifikasi apakah termasuk sampah B3 atau bukan. Fitur ini dirancang untuk dioperasikan dengan mudah,

bahkan oleh pengguna awam. Pengguna cukup mengakses kamera dari halaman scan, mengambil gambar, dan sistem akan memproses klasifikasinya secara otomatis melalui backend machine learning.



Gambar 4.5
Halaman Scan

Pada halaman scan, kamera perangkat diaktifkan secara langsung menggunakan plugin camera. Pengguna diberikan satu tombol aksi utama untuk mengambil gambar. Setelah itu, gambar dikirim secara otomatis ke backend FastAPI yang menjalankan model klasifikasi berbasis Support Vector Machine (SVM). Integrasi ini dilakukan melalui HTTP request dengan pengiriman data dalam format multipart.



Gambar 4.6
Halaman Hasil Klasifikasi

Backend akan memproses gambar dan mengembalikan hasil klasifikasi berupa label (B3 atau non-B3) serta informasi warna dropbox yang sesuai. Gambar 8 menunjukkan halaman hasil yang menampilkan pesan edukatif kepada pengguna berdasarkan hasil klasifikasi. Jika sampah termasuk kategori B3, maka jenisnya dan warna dropbox akan disebutkan. Jika tidak termasuk B3, pengguna akan diberi informasi bahwa sampah tersebut tidak berbahaya. Halaman ini menjadi penghubung penting antara teknologi klasifikasi dengan penyuluhan perilaku masyarakat terkait pemilahan sampah.

C. Evaluasi Penggunaan Aplikasi

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana antarmuka TOXMAP mampu memenuhi kebutuhan pengguna dari sisi kenyamanan visual, kemudahan navigasi, dan kejelasan fungsionalitas. Evaluasi dilakukan dengan

menyebarkan kuesioner kepada 25 responden dari kalangan umum. Masing-masing aspek dinilai menggunakan skala Likert 1–5[6].

Tabel 4.1
Hasil Evaluasi Antarmuka Oleh Pengguna

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata skor (1-5)	Keterangan
1.	Konsistensi Tampilan	4.4	Warna dan layout dinilai seragam
2.	Kemudahan Navigasi	4.3	User dapat menjelajah aplikasi dengan mudah
3.	Kecepatan Respons	4.2	Respon saat pindah halaman cukup cepat
4.	Kesesuaian Fungsi & Ikon	4.1	Beberapa ikon perlu perbaikan minor
5.	Estetika Visual	4.5	Tampilan dinilai modern dan nyaman

Dari hasil evaluasi pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa seluruh aspek mendapat skor di atas 4. Hal ini mengindikasikan bahwa TOXMAP telah berhasil memenuhi ekspektasi visual dan fungsional pengguna. Estetika visual mendapat skor tertinggi (4.5), menunjukkan bahwa gaya desain aplikasi berhasil menciptakan kesan profesional namun tetap ramah pengguna. Walau begitu, evaluasi ini tetap membuka ruang untuk iterasi dan perbaikan antarmuka berdasarkan saran minor yang diberikan responden, khususnya pada elemen ikon.

V. KESIMPULAN

Hasil implementasi antarmuka TOXMAP menggunakan framework Flutter menunjukkan performa yang stabil serta mendukung interaksi pengguna secara optimal. Seluruh fitur utama, mulai dari autentikasi, pemindaian gambar, klasifikasi sampah, hingga pemetaan lokasi dropbox, telah berhasil dijalankan sesuai dengan fungsinya. Integrasi antar komponen sistem juga berjalan lancar, dengan komunikasi data antara frontend, Firebase, dan backend FastAPI berlangsung tanpa kendala signifikan.

Evaluasi terhadap aspek visual dan kegunaan antarmuka menghasilkan respons positif dari pengguna. Nilai tinggi yang diperoleh pada aspek konsistensi, navigasi, dan estetika menunjukkan bahwa desain TOXMAP telah memenuhi prinsip UI/UX secara efektif. Dengan demikian, aplikasi ini berpotensi untuk terus dikembangkan lebih lanjut, baik dalam hal penambahan fitur maupun peningkatan personalisasi tampilan guna memperkuat fungsinya sebagai alat bantu edukasi dan klasifikasi sampah B3.

REFERENSI

- [1] Google Developers, "Flutter - Build apps for any screen," [Online]. Available: <https://flutter.dev>. [Accessed: 13-Jul-2025].
- [2] F. Rahardian, "Implementasi Firebase Authentication dan Firestore pada Aplikasi Mobile," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 3, pp. 134–140, 2020.
- [3] D. Widodo and A. Hadi, "Pemanfaatan Kamera dan Firebase Storage pada Aplikasi Pemrosesan Gambar," *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 5, no. 1, pp. 65–72, 2022.
- [4] A. Samsuddin and H. Widodo, "Integrasi FastAPI dalam Pengembangan Sistem Berbasis Machine Learning," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 101–108, 2023.
- [5] H. Laksono and P. I. Santosa, "Glassmorphism Design for Mobile Applications: Enhancing UI Aesthetics," *Journal of Visual Communication Design*, vol. 4, no. 2, pp. 89–95, 2021.
- [6] N. A. Sari and R. Fadilah, "Evaluasi Aplikasi Mobile Menggunakan Pendekatan Kuesioner Skala Likert," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 45–52, 2021.
- [7] S. Kurniawan, "Evaluasi Penggunaan Antarmuka Aplikasi Berbasis Flutter dengan Pendekatan SUS," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 1, pp. 12–19, 2022.