

Implementasi Aplikasi Pemantauan Gas Berbahaya dengan Pendekatan UI/UX Berbasis Evaluasi Usability pada Kawasan Permukiman Padat

1st Haikal Yusuf Afif

*School of Electrical Engineering
Telkom University*

Bandung, Indonesia

haikalyusuf@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agista Rahmalia Zianti Puteri

*School of Electrical Engineering
Telkom University*

Bandung, Indonesia

agistarahma@student.telkomuniversity.ac.id

3rd Rina Pudji Astuti

*School of Electrical Engineering
Telkom University*

Bandung, Indonesia

rinapudjiastuti@telkomuniversity.ac.id

4th Runik Machfiroh

*School of Creative Industries
Telkom University*

Bandung, Indonesia

runikmachfiroh@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Peningkatan kepadatan permukiman di kawasan perkotaan berbanding lurus dengan tingginya risiko paparan gas berbahaya yang dapat mengancam keselamatan dan kesehatan masyarakat. Salah satu upaya mitigasi risiko tersebut adalah melalui pemanfaatan aplikasi pemantauan gas yang mudah digunakan dan mampu menyajikan informasi secara cepat serta jelas. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan aplikasi pemantauan gas berbahaya dengan pendekatan desain antarmuka dan pengalaman pengguna (UI/UX) serta mengevaluasi tingkat usability aplikasi pada lingkungan permukiman padat. Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan sistem pemantauan gas, pengembangan antarmuka aplikasi berbasis prinsip UI/UX, serta pengujian *usability* menggunakan metode kuesioner terhadap pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu menampilkan informasi kondisi gas secara informatif dan mudah dipahami oleh pengguna. Evaluasi *usability* menunjukkan tingkat penerimaan yang baik, terutama pada aspek kemudahan penggunaan dan kejelasan tampilan antarmuka. Dengan demikian, aplikasi pemantauan gas berbahaya ini dinilai layak digunakan sebagai media pendukung peningkatan kewaspadaan masyarakat terhadap potensi bahaya gas di kawasan permukiman padat.

Kata kunci— pemantauan gas, UI/UX, evaluasi *usability*, aplikasi, permukiman padat

I. PENDAHULUAN

Permukiman padat di daerah perkotaan memiliki risiko tinggi terhadap paparan gas berbahaya karena ventilasi yang buruk dan aktivitas manusia yang intensif di ruang sempit. Risiko tersebut tidak hanya terkait kesehatan tetapi juga keselamatan jiwa, terutama jika tidak ada mekanisme

pemantauan gas yang efektif untuk mendeteksi konsentrasi gas sebelum mencapai tingkat yang berbahaya. Oleh karena itu, kebutuhan akan sistem pemantauan gas yang responsif dan mudah diakses masyarakat semakin meningkat [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan aplikasi berbasis mobile untuk pemantauan lingkungan telah menjadi fokus penelitian di bidang sistem informasi dan interaksi manusia komputer (HCI). Desain *User Interface (UI)* dan *User Experience (UX)* kini menjadi aspek penting guna memastikan interaksi yang intuitif dan efektif dengan sistem, khususnya ketika digunakan oleh masyarakat umum yang mungkin tidak memiliki latar belakang teknis yang kuat [2]. Pendekatan UI/UX yang baik dapat meningkatkan efektivitas aplikasi dalam menyampaikan informasi tingkat gas secara real-time dan responsif terhadap kebutuhan pengguna [3].

Evaluasi *usability* merupakan komponen penting lain dalam pengembangan aplikasi, karena mengukur sejauh mana aplikasi dapat dipahami, dipelajari, dan memberikan kepuasan pengalaman bagi penggunanya. Metode evaluasi seperti *System Usability Scale (SUS)* dan *User Experience Questionnaire (UEQ)* sering digunakan untuk menilai aspek tersebut dan memberikan metrik kuantitatif tentang kualitas penggunaan suatu aplikasi [4]. Hasil dari pengujian *usability* dapat membantu pengembang memahami kekurangan antarmuka serta mendukung iterasi perbaikan desain yang lebih baik [5].

Namun, sejumlah penelitian pada domain UI/UX yang ada umumnya berfokus pada konteks aplikasi umum seperti pemesanan layanan atau pelacakan tugas, serta bukan pada

aplikasi pemantauan tingkat gas berbahaya secara khusus. Contoh penelitian tersebut antara lain pada desain UI/UX aplikasi pemesanan gas elpiji menggunakan pendekatan design thinking dan evaluasi *usability*, serta perancangan desain UI/UX pada berbagai aplikasi monitoring lain yang menunjukkan pentingnya evaluasi *usability* dalam konteks penggunaan aplikasi berbasis mobile. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pendekatan lean UX atau metode design thinking dapat secara signifikan meningkatkan pengalaman pengguna dalam konteks aplikasi informasi cuaca atau kebugaran melalui iterasi desain dan evaluasi *usability* [6]. Namun, masih terdapat gap penelitian yang menggabungkan aspek pemantauan gas berbahaya secara real-time dengan pendekatan UI/UX dan evaluasi *usability* dalam satu studi komprehensif [7].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan aplikasi pemantauan gas berbahaya berbasis mobile secara *real-time* dengan pendekatan UI/UX yang memperhatikan kebutuhan dan keterbatasan pengguna di kawasan permukiman padat. Selain itu, penelitian ini mengevaluasi kualitas penggunaan melalui metode evaluasi *usability* untuk memahami efektivitas dan kesesuaian antarmuka bagi pengguna biasa.

II. KAJIAN TEORI

A. Gas Berbahaya pada Lingkungan Pemukiman

Gas berbahaya merupakan zat gas yang dalam konsentrasi tertentu dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia. Pada kawasan permukiman padat, potensi paparan gas berbahaya meningkat akibat penggunaan bahan bakar gas untuk aktivitas rumah tangga serta keterbatasan ventilasi dan jarak antarbangunan. Kondisi tersebut memungkinkan akumulasi gas yang sulit terdeteksi secara alami oleh penghuni [8].

Jenis gas berbahaya yang umum ditemukan di lingkungan permukiman meliputi gas elpiji (LPG) dan karbon monoksida (CO). Kebocoran LPG dapat memicu kebakaran atau ledakan, sedangkan karbon monoksida merupakan gas beracun yang tidak berwarna dan tidak berbau sehingga sulit dikenali tanpa alat bantu [9]. Paparan gas berbahaya, baik dalam jangka pendek maupun panjang, berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan hingga kecelakaan serius, sehingga diperlukan upaya deteksi dini untuk meminimalkan risiko tersebut [10].

B. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis. Perangkat-perangkat tersebut umumnya dilengkapi dengan sensor, aktuator, dan modul komunikasi yang memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian dilakukan secara jarak jauh [11].

IoT banyak diterapkan pada berbagai bidang, termasuk pemantauan lingkungan, kesehatan, dan keamanan, karena kemampuannya dalam menyediakan data secara real-time dan berkelanjutan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan IoT mampu meningkatkan efisiensi sistem pemantauan serta mendukung pengambilan keputusan

berbasis data [12]. Selain itu, data yang dihasilkan dari sistem IoT dapat digunakan untuk analisis kondisi lingkungan dalam jangka waktu tertentu [13]. Agar sistem IoT dapat dimanfaatkan secara optimal oleh pengguna, penyajian informasi yang jelas dan mudah dipahami menjadi aspek penting dalam penerapannya [14].

C. Aplikasi *Mobile* sebagai Media Pemantauan

Aplikasi *mobile* merupakan perangkat lunak pada perangkat bergerak yang memungkinkan pengguna mengakses informasi secara fleksibel dan real-time. Tingginya tingkat penggunaan smartphone menjadikan aplikasi *mobile* sebagai media yang efektif untuk mendukung aktivitas pemantauan lingkungan dan keselamatan [15].

Dalam sistem pemantauan, aplikasi *mobile* berfungsi sebagai antarmuka utama yang menyajikan data hasil pengukuran kepada pengguna. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi *mobile* dapat meningkatkan kecepatan penyampaian informasi serta membantu pengguna merespons kondisi berisiko melalui penyajian data dan notifikasi peringatan [16], [17]. Namun, efektivitas aplikasi sebagai media pemantauan sangat bergantung pada kemudahan penggunaan dan kejelasan informasi yang ditampilkan [18].

D. User Interface (UI)

User Interface (UI) merupakan bagian dari sistem yang berhubungan langsung dengan pengguna dan berfungsi sebagai media interaksi antara pengguna dan aplikasi. UI mencakup elemen visual seperti tata letak, warna, ikon, teks, serta komponen interaktif yang digunakan untuk menyampaikan informasi dan fungsi sistem [19]. Antarmuka yang dirancang dengan baik dapat membantu pengguna memahami cara kerja aplikasi dengan lebih cepat dan mengurangi potensi kesalahan penggunaan.

Prinsip dasar dalam perancangan UI meliputi kesederhanaan, konsistensi, keterbacaan, dan kejelasan informasi. Penerapan prinsip-prinsip tersebut penting terutama pada aplikasi yang menyajikan informasi pemantauan, karena pengguna perlu memahami kondisi sistem secara cepat dan akurat [20]. UI yang tidak jelas atau terlalu kompleks berpotensi menghambat efektivitas sistem dalam menyampaikan informasi penting.

E. User Experience (UX)

User Experience (UX) mengacu pada keseluruhan pengalaman dan persepsi pengguna ketika berinteraksi dengan suatu sistem atau aplikasi. UX tidak hanya mencakup aspek visual, tetapi juga mencakup kemudahan penggunaan, kenyamanan, efisiensi, dan kepuasan pengguna selama menggunakan aplikasi [21]. Pengalaman pengguna yang baik dapat meningkatkan kepercayaan dan keterlibatan pengguna terhadap sistem yang digunakan.

Dalam konteks aplikasi *mobile* untuk pemantauan, UX berperan penting dalam memastikan bahwa pengguna dapat mengakses dan memahami informasi dengan mudah, terutama pada kondisi yang memerlukan respon cepat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi dengan UX yang baik cenderung lebih mudah diterima dan digunakan secara berkelanjutan oleh pengguna [22]. Oleh karena itu, UX menjadi aspek penting yang perlu

diperhatikan dalam pengembangan aplikasi pemantauan agar sistem dapat berfungsi secara optimal bagi pengguna.

F. Flutter

Flutter merupakan *framework* pengembangan aplikasi berbasis *open-source* yang dikembangkan oleh Google dan digunakan untuk membangun aplikasi lintas platform, seperti Android dan iOS, dengan satu basis kode (*single codebase*). Flutter menggunakan bahasa pemrograman Dart dan menyediakan berbagai komponen antarmuka siap pakai yang mendukung pengembangan aplikasi dengan tampilan yang konsisten dan responsif [23].

III. METODE

A. Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem disusun untuk menjelaskan kebutuhan *software* yang digunakan dalam proses pengembangan dan pengujian aplikasi pemantauan gas berbahaya. Penentuan spesifikasi *software* bertujuan untuk memastikan aplikasi dapat berjalan secara optimal, stabil, serta mampu mendukung fungsi pemantauan dan penyajian informasi secara real-time kepada pengguna [24].

Software yang digunakan dalam penelitian ini mencakup sistem operasi, *framework* pengembangan aplikasi, bahasa pemrograman, serta perangkat pendukung lainnya. Pemilihan *software* dilakukan dengan mempertimbangkan kompatibilitas, kemudahan pengembangan, serta dukungan terhadap perancangan antarmuka dan pengalaman pengguna. Rincian spesifikasi perangkat lunak yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

TABEL 1
(Spesifikasi Teknis)

Komponen	Teknologi
Framework	Flutter
State Management	Provider
Grafik	fl_chart
Audio Alarm	audioplayers
Permission	permission_handler
Image Picker	Image_picker
Platform	Android/iOS
Frekuensi Update	2 detik per siklus
Sumber data	Data Sekunder dari NIOSH

Berdasarkan Tabel 1, spesifikasi *software* yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan dengan mempertimbangkan kebutuhan fungsional aplikasi serta kemudahan pengembangan dan pemeliharaan sistem. Pemilihan *framework* Flutter dengan dukungan *state management* Provider memungkinkan pengembangan aplikasi lintas platform yang efisien serta pengelolaan status aplikasi yang terstruktur. Penggunaan pustaka pendukung seperti *fl_chart*, *audioplayers*, dan *permission_handler* bertujuan untuk mendukung penyajian data pemantauan, pemberian peringatan suara, serta pengelolaan izin sistem secara optimal.

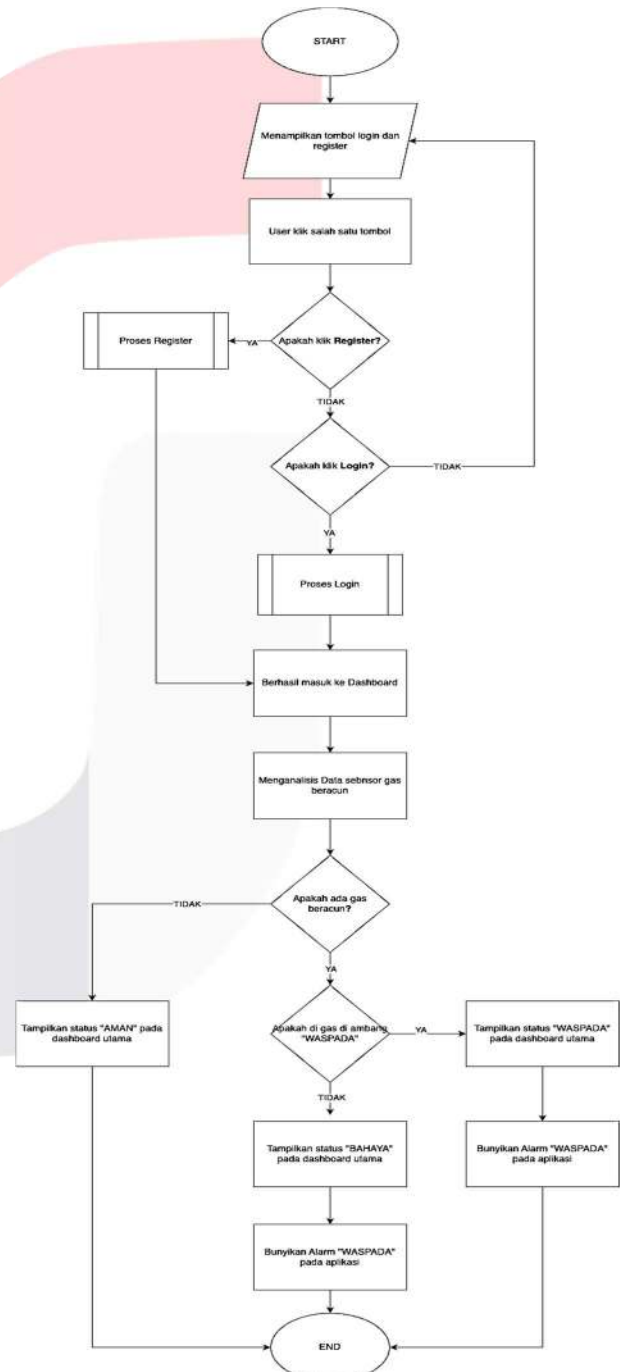
Selain itu, penerapan frekuensi pembaruan data setiap dua detik per siklus ditetapkan untuk menjaga keseimbangan antara responsivitas aplikasi dan stabilitas kinerja sistem. Penggunaan data simulasi sebagai sumber data pada tahap pengembangan bertujuan untuk menguji fungsionalitas dan alur kerja aplikasi sebelum diterapkan pada sistem pemantauan yang sesungguhnya. Secara keseluruhan,

spesifikasi perangkat lunak yang telah ditetapkan menjadi dasar dalam mengarahkan proses perancangan dan implementasi aplikasi agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian.

B. Desain Sistem

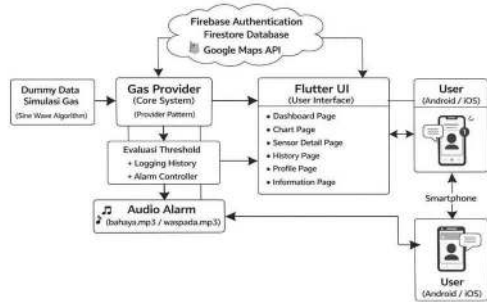
Desain sistem pada penelitian ini menitikberatkan pada perancangan arsitektur aplikasi dan alur kerja data sekunder dari sumber data hingga ditampilkan kepada pengguna. Secara konseptual, sistem dirancang mengikuti alur kerja IoT pada umumnya, namun seluruh proses pengambilan data digantikan oleh modul simulasi yang menghasilkan data sekunder.

1. Flowchart



GAMBAR 1
(Desain Flowchart)

2. Blok Diagram



GAMBAR 2
(Block Diagram)

Desain antarmuka aplikasi mengikuti prinsip *user centered design* dengan menekankan kesederhanaan tampilan, konsistensi visual, serta kemudahan navigasi. Dashboard dirancang sebagai pusat informasi utama yang menyajikan ringkasan kondisi seluruh gas secara bersamaan, sehingga pengguna dapat dengan cepat memahami situasi lingkungan. Halaman lain seperti grafik dan riwayat disediakan untuk pengguna yang membutuhkan informasi lebih rinci mengenai pola perubahan data dan kejadian sebelumnya.

C. Metode Pengukuran

Metode pengukuran dalam penelitian ini menggunakan pendekatan data sekunder yang dirancang untuk merepresentasikan perilaku data IoT pada sistem pemantauan gas, tanpa melibatkan pengukuran fisik secara langsung. Data simulasi digunakan untuk menguji kesesuaian nilai konsentrasi gas terhadap ambang batas (*threshold*), status sensor, serta konsistensi perubahan kondisi dari aman, waspada, hingga bahaya.

Nilai konsentrasi gas disusun dalam rentang tertentu sesuai dengan kategori kondisi berdasarkan standar keselamatan, dengan pola perubahan data yang dinamis dan periodik agar menyerupai fluktuasi lingkungan nyata. Hasil simulasi kemudian dipetakan ke dalam indikator visual pada aplikasi, seperti perubahan warna, grafik tren, dan notifikasi peringatan, sehingga memungkinkan evaluasi logika sistem serta desain UI/UX secara menyeluruh.

D. Justifikasi Desain UI/UX

1. Justifikasi dari sisi Kognitif Pengguna Awam

Pengguna utama aplikasi pemantauan gas berbahaya pada kawasan permukiman padat berasal dari masyarakat umum dengan tingkat literasi teknologi yang beragam. Sebagian besar pengguna tidak memiliki pemahaman teknis mengenai sensor gas maupun satuan pengukuran konsentrasi gas, sehingga desain antarmuka perlu disesuaikan agar informasi dapat dipahami secara cepat dan tidak menimbulkan kebingungan.

Desain UI/UX aplikasi menerapkan prinsip penyederhanaan informasi dengan mengurangi beban kognitif pengguna. Informasi teknis disajikan dalam bentuk visual yang intuitif, seperti indikator warna, ikon status, serta kategori kondisi “Aman”, “Waspada”, dan “Bahaya”, sehingga pengguna dapat langsung mengenali tingkat risiko lingkungan. Nilai numerik konsentrasi gas ditampilkan sebagai informasi pendukung dan tidak menjadi fokus utama,

memungkinkan aplikasi digunakan secara efektif oleh pengguna awam di kawasan permukiman padat.

2. Justifikasi Desain UI/UX pada Situasi Darurat

Kondisi kebocoran gas berbahaya merupakan situasi darurat yang memerlukan respon cepat dari pengguna. Dalam kondisi tersebut, desain antarmuka aplikasi tidak hanya berfungsi sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai pendukung pengambilan keputusan secara cepat dan tepat.

Desain UI/UX aplikasi difokuskan pada penyajian informasi utama secara langsung pada halaman dashboard, sehingga pengguna dapat segera mengetahui status lingkungan tanpa melakukan navigasi tambahan. Penggunaan alarm suara dan notifikasi otomatis berfungsi untuk menarik perhatian pengguna, termasuk ketika aplikasi tidak sedang digunakan secara aktif.

Perbedaan tingkat bahaya ditampilkan secara visual melalui perubahan warna dan status yang kontras, memungkinkan pengguna mengenali kondisi darurat dengan cepat. Pendekatan ini membantu pengguna memahami situasi hanya dengan sekilas pandang, sehingga informasi dapat segera ditindaklanjuti dalam kondisi darurat.

3. Justifikasi Berdasarkan Prinsip *Visibility* dan *Feedback*

Perancangan antarmuka aplikasi ini mengacu pada prinsip dasar *usability*, khususnya prinsip *visibility* dan *feedback*. Prinsip *visibility* menekankan bahwa informasi penting harus mudah terlihat oleh pengguna. Oleh karena itu, status kondisi gas, indikator warna, dan peringatan bahaya ditampilkan secara dominan pada halaman dashboard agar dapat dikenali tanpa memerlukan interaksi tambahan.

Penerapan prinsip *visibility* diwujudkan melalui penempatan informasi utama pada area yang mudah dilihat, penggunaan ukuran teks yang jelas, serta warna yang kontras untuk membedakan kondisi aman, waspada, dan bahaya. Sementara itu, prinsip *feedback* diterapkan dengan memberikan respons langsung terhadap perubahan kondisi sistem, seperti pembaruan grafik, perubahan status warna, serta notifikasi dan alarm suara ketika ambang batas terlampaui.

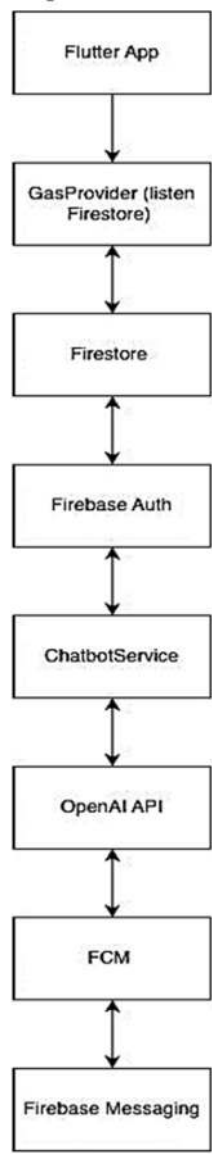
Kombinasi prinsip *visibility* dan *feedback* memungkinkan aplikasi menyajikan informasi secara jelas dan responsif. Pengguna tidak hanya memperoleh informasi kondisi lingkungan, tetapi juga menerima umpan balik yang meyakinkan bahwa sistem bekerja dan merespons perubahan secara real-time, sehingga meningkatkan efektivitas aplikasi sebagai media pemantauan gas berbahaya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Aplikasi "Gaskeun"

Aplikasi *mobile* Gaskeun merupakan aplikasi *full-stack* yang dikembangkan menggunakan *framework* Flutter dengan backend berbasis Node.js sebagai bagian dari sistem deteksi gas berbahaya berbasis *Internet of Things (IoT)*. Aplikasi ini berfungsi sebagai dashboard pemantauan konsentrasi lima jenis gas, yaitu karbon monoksida (CO), LPG, amonia (NH₃), metana (CH₄), dan hidrogen sulfida (H₂S), yang ditampilkan secara real-time serta dilengkapi dengan fitur peringatan otomatis berdasarkan ambang batas keselamatan.

Pengembangan aplikasi menerapkan arsitektur *Model View View Model* (MVVM) dengan Provider sebagai pengelola status, sehingga data dapat diperbarui secara otomatis tanpa interaksi manual. Antarmuka dirancang sederhana melalui indikator warna hijau, kuning, dan merah untuk merepresentasikan kondisi aman, waspada, dan bahaya, serta didukung alarm suara yang menyesuaikan tingkat risiko. Alur kerja sistem dan keterkaitan antar komponen ditunjukkan pada Gambar 3.



GAMBAR 3
(Arsitektur Aplikasi Gaskeun)

Berdasarkan Gambar 3, Firebase berperan sebagai infrastruktur utama dalam penyimpanan dan distribusi data aplikasi. Data sekunder berbasis standar NIOSH diproses oleh komponen *GasProvider* sebelum ditampilkan pada antarmuka pengguna. Selain itu, *Firebase Cloud Messaging* (FCM) digunakan untuk mengirimkan notifikasi peringatan ke perangkat pengguna meskipun aplikasi tidak sedang berjalan. Diagram tersebut juga menunjukkan pemanfaatan OpenAI API sebagai pendukung fitur chatbot edukatif untuk memberikan informasi terkait karakteristik dan potensi bahaya gas.

B. Halaman UI



GAMBAR 4
(Halaman Dashboard)

Implementasi halaman *dashboard* menggunakan *GridView.builder* untuk menghasilkan tata letak yang responsif sesuai ukuran layar perangkat. Pembaruan tampilan dilakukan secara otomatis melalui widget *Consumer* yang terhubung dengan *GasProvider*. Setiap kartu sensor menampilkan informasi utama secara ringkas, terdiri atas nama gas, nilai konsentrasi (PPM) sebagai elemen utama, serta keterangan tambahan sebagai pendukung.

Komponen utama dashboard meliputi indikator status berbasis warna sebagai penanda kondisi sistem, *badge* status utama yang menampilkan tingkat keamanan secara keseluruhan, serta grid kartu sensor yang menyajikan data konsentrasi lima jenis gas secara *real time*.



GAMBAR 5
(Halaman Chart)

Halaman *Chart Page* berfungsi untuk memvisualisasikan perubahan konsentrasi gas dari waktu ke waktu melalui grafik garis interaktif. Setiap sensor ditampilkan dalam kartu terpisah dengan grafik yang telah dihaluskan (*smoothing*) untuk memperjelas pola atau tren perubahan. Batas ambang kondisi aman dan bahaya ditunjukkan melalui garis referensi berwarna sebagai penanda visual.



GAMBAR 6
(Halaman *Sensor List*)

Halaman *Sensor List Page* berfungsi sebagai pusat informasi detail setiap sensor gas yang dipantau. Informasi ditampilkan dalam bentuk kartu yang memuat status sensor, nama kimia gas, nilai PPM terkini, serta indikator zona keselamatan. Halaman ini juga terintegrasi dengan Google Maps untuk menampilkan lokasi fisik sensor melalui tautan ke aplikasi peta eksternal. Desain antarmuka dijaga konsisten dengan tema aplikasi agar informasi teknis tetap mudah dibaca oleh pengguna.

C. Implementasi Fitur Utama



GAMBAR 7
(Notifikasi Peringatan)

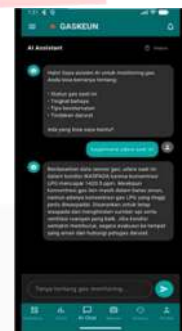
Gambar tersebut menunjukkan mekanisme peringatan saat aplikasi berada dalam kondisi aktif (*foreground*). Ketika konsentrasi gas terdeteksi melampaui ambang batas aman, sistem secara otomatis memperbarui status pada dashboard. Pada contoh yang ditampilkan, peningkatan konsentrasi LPG hingga 1448,2 ppm menyebabkan perubahan status sistem menjadi “Waspada”.

Perubahan status ini disertai dengan notifikasi visual berupa banner berwarna oranye yang muncul di bagian atas layar. Banner tersebut menyampaikan informasi singkat mengenai jenis gas, nilai konsentrasi, dan pesan peringatan, sehingga pengguna dapat memahami kondisi secara cepat tanpa perlu menelaah data secara detail. Mekanisme notifikasi ini berfungsi sebagai peringatan dini yang membantu pengguna merespons kondisi lingkungan sebelum berkembang menjadi lebih berbahaya.



GAMBAR 8
(Notifikasi Peringatan)

Berdasarkan Gambar 8, ketika data sekunder sensor menunjukkan status “Bahaya”, server secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan. Notifikasi ini tidak hanya ditampilkan dalam bentuk teks, tetapi juga disertai getaran dan suara khusus untuk memastikan peringatan tetap tersampaikan kepada pengguna, khususnya pada lingkungan permukiman padat dengan tingkat kebisingan tinggi.



GAMBAR 9
(Antarmuka dan Alur Logika Chatbot)

Fitur chatbot diimplementasikan sebagai asisten digital interaktif yang memberikan informasi terkait keselamatan gas dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan melalui OpenAI API. Antarmuka percakapan dirancang menyerupai aplikasi pesan instan agar mudah digunakan oleh masyarakat. Sistem mampu mengenali kata kunci terkait bahaya dan penanganan kebocoran gas, sehingga pengguna dapat memperoleh informasi mitigasi secara cepat. Fitur ini berkontribusi dalam meningkatkan literasi keselamatan gas dan membantu mengatasi keterbatasan pengetahuan teknis masyarakat di kawasan permukiman padat.



GAMBAR 10
(Pemetaan Lokasi Sensor)

Aplikasi menyediakan fitur penanda lokasi sensor untuk mempermudah identifikasi sumber kebocoran gas. Pengguna dapat memberi label lokasi serta menentukan koordinat GPS sensor melalui integrasi Google Maps API. Setiap sensor ditampilkan sebagai penanda yang dapat diakses pada peta digital. Fitur ini membantu pengguna mengenali area yang berpotensi berbahaya saat kondisi darurat, sehingga mendukung pengambilan tindakan cepat dan akurat melalui visualisasi lokasi yang jelas.



GAMBAR 11

(Edukasi Detail Gas pada Dashboard)

Halaman *dashboard* dilengkapi dengan fitur informasi edukasi gas yang dapat diakses melalui kartu sensor. Setiap kartu berfungsi sebagai pemicu untuk menampilkan informasi tambahan mengenai karakteristik gas. Informasi yang disajikan mencakup definisi gas, dampak kesehatan, serta ciri khas yang relevan. Fitur ini memungkinkan pengguna tidak hanya memantau nilai konsentrasi gas, tetapi juga memahami potensi risiko kesehatan, sehingga memperkuat peran aplikasi sebagai media pemantauan dan edukasi keselamatan di kawasan permukiman padat.

D. Hasil Pengujian

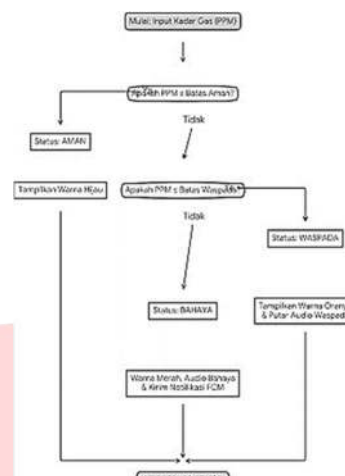
1. Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan setiap fitur aplikasi berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan tanpa meninjau struktur kode program. Pendekatan *Blackbox Testing* digunakan dengan menguji kesesuaian antara masukan dan keluaran sistem. Pengujian mencakup fitur utama seperti pendaftaran akun, pemantauan kondisi gas melalui dashboard, serta pengiriman notifikasi menggunakan *Firebase Cloud Messaging (FCM)*. Rincian skenario dan hasil pengujian disajikan pada tabel terkait.

TABEL 1
(Hasil Pengujian *Blackbox* Fitur Utama)

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Pendaftaran & Masuk	Mengisi email dan kata sandi	Pengguna berhasil masuk ke dashboard	Berhasil
		Masuk		
2	Real-time Monitoring	Data sekunder sensor masuk	Angka di layar berubah tiap 2 detik	Berhasil
3	Notifikasi FCM	Sensor mencapai level "BAHAYA"	Notifikasi muncul di bar HP	Berhasil
4	Chatbot Edukasi	Bertanya "Cara tangani LPG"	Chatbot memberi jawaban edukatif	Berhasil
5	Lokasi Sensor	Klik tombol pin peta	Membuka koordinat di Google Maps	Berhasil

Alur pengujian fungsionalitas juga digambarkan melalui diagram proses yang menunjukkan bagaimana data diolah hingga menghasilkan tindakan tertentu pada aplikasi, sebagaimana ditampilkan pada gambar berikut :



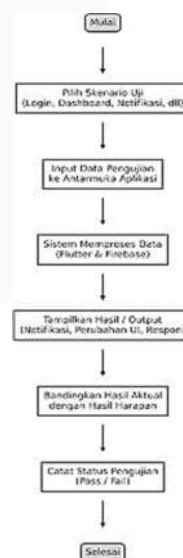
GAMBAR 12

(Diagram Alur Pengujian Fungsional)

Berdasarkan hasil pada tabel 1, status pengujian dinyatakan PASS, karena seluruh alur autentikasi telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

2. Pengujian Logika Program

Pengujian *Whitebox Testing* dilakukan dengan meninjau logika program pada penentuan status gas (*threshold management*). Pengujian difokuskan pada fungsi *calculateStatus()* untuk memastikan percabangan logika telah sesuai dengan standar NIOSH yang digunakan sebagai acuan. Alur penentuan tingkat bahaya gas ditunjukkan pada diagram terkait.



GAMBAR 13

(Diagram Alur Logika Penentuan Status Gas)

Gambar 13 menunjukkan mekanisme pemeriksaan bertingkat terhadap nilai PPM gas yang masuk. Alur logika sistem mampu membedakan kondisi aman dan berbahaya secara akurat, di mana nilai pada ambang aman menghasilkan indikator hijau, sedangkan nilai yang melampaui batas

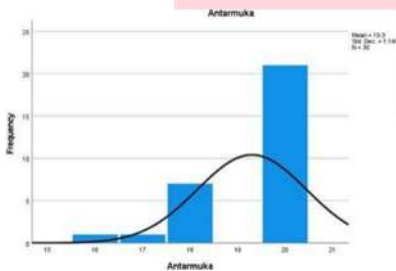
memicu fungsi alarm. Hasil pengujian menunjukkan tidak ditemukan kesalahan logika yang berpotensi menyebabkan kegagalan sistem dalam memberikan peringatan bahaya.

3. Pengujian Pengguna (*User Testing*)

Responden diminta untuk menilai tampilan visual aplikasi, kemudahan navigasi, serta keterbacaan kode warna yang digunakan. Hasil penilaian terhadap aspek antarmuka pengguna dirangkum dalam tabel berikut

TABEL 2
(Hasil Penilaian Antarmuka 30 Responden)

No	Pertanyaan Penilaian	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju
1	Warna Hijau/Kuning/Merah mudah dipahami	25	5	0
2	Font dan angka kadar gas mudah dibaca	22	8	0
3	Menu navigasi bawah mudah digunakan	20	10	0



GAMBAR 14
(Grafik Tingkat Kepuasan Antarmuka)

Gambar 14 menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa sangat puas terhadap desain visual aplikasi. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan skema warna berbasis konsep lampu lalu lintas pada dashboard efektif membantu pengguna awam mengenali tingkat bahaya secara cepat tanpa memerlukan pengetahuan teknis tambahan.

4. Pengujian Performa Sistem

Pengujian performa sistem difokuskan pada kecepatan respons aplikasi terhadap perubahan data sensor dan pengiriman notifikasi. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata waktu respons sistem sebagaimana disajikan pada tabel berikut.

TABEL 3
(Hasil Pengujian Kecepatan Respon)

Skenario Pengujian	Rata-rata Waktu	Batas Maksimal	Status
Sinkronisasi Data	1,5 detik	3 detik	Aman
Notifikasi FCM Muncul	2,2 detik	5 detik	Aman
Respon Chatbot	1,8 detik	4 detik	Aman

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi memiliki performa yang responsif, dengan waktu penyampaian informasi bahaya kurang dari 3 detik. Capaian ini memungkinkan pengguna mengambil tindakan cepat saat terjadi kebocoran gas.

Performa Sistem				
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	13	1	3.3	3.3
	14	1	3.3	6.7
	16	2	6.7	13.3
	18	6	20.0	33.3
	20	20	66.7	100.0
Total	30	100.0	100.0	

GAMBAR 15
(Hasil Pengujian Peforma Sistem)

Skor rata-rata 18.90, dengan nilai maksimum 20 dan minimum 13. Hasil ini menunjukkan bahwa performa sistem sudah cukup baik, namun ada beberapa responden yang merasa masih perlu peningkatan dalam aspek ini.

5. Pengujian Kecerdasan Buatan

Pengujian terakhir dilakukan pada fitur asisten pintar atau chatbot untuk menilai tingkat akurasi jawaban yang diberikan terhadap pertanyaan seputar bahaya gas menggunakan teknologi OpenAI. Rangkuman hasil akurasi jawaban disajikan dalam tabel berikut.

TABEL 2
(Tingkat Akurasi Jawaban Chatbot)

Kategori Respon	Persentase	Keterangan
Jawaban Akurat	94%	Jawaban relevan dan sesuai konteks keselamatan
Jawaban Kurang Tepat	6%	Jawaban terlalu umum atau kurang spesifik

Berdasarkan Tabel 5.4, fitur chatbot mencapai tingkat akurasi jawaban sebesar 94%. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi OpenAI API efektif dalam mendukung edukasi keselamatan gas. Meskipun sebagian kecil respons kurang tepat pada pertanyaan yang kompleks, sistem tetap mampu memberikan instruksi keselamatan dasar secara jelas dan mudah dipahami.

V. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan aplikasi pemantauan gas berbahaya berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan penekanan pada aspek *User Interface* dan *User Experience (UI/UX)* mampu berfungsi sebagai media penyampaian informasi keselamatan yang efektif bagi pengguna. Aplikasi yang dikembangkan dapat menyajikan kondisi gas secara visual, terstruktur, dan konsisten, sehingga membantu pengguna dalam memahami informasi lingkungan secara lebih cepat, khususnya pada kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan tinggi.

Penerapan prinsip UI/UX melalui pemanfaatan elemen visual, sistem peringatan, notifikasi, serta tampilan dashboard mendukung pengguna dalam mengenali kondisi gas tanpa memerlukan kemampuan teknis yang tinggi. Selain itu, perancangan alur interaksi yang sederhana dan intuitif berperan dalam meningkatkan kenyamanan penggunaan aplikasi. Meskipun penelitian ini belum mencakup implementasi perangkat keras secara langsung, penggunaan data sekunder telah mampu merepresentasikan alur kerja sistem IoT secara konseptual, mulai dari proses penerimaan data hingga penyajiannya pada antarmuka aplikasi.

Berdasarkan hasil pengujian performa, aplikasi menunjukkan kemampuan respon yang cepat dengan waktu kurang dari 3 detik dalam menampilkan informasi dan peringatan. Hasil penilaian pengguna dengan skor rata-rata sebesar 18,9 dari skala maksimum 20 menegaskan bahwa aplikasi memiliki tingkat kegunaan dan responsivitas yang baik. Dengan demikian, rancangan aplikasi ini dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan lanjutan menuju sistem pemantauan gas berbahaya berbasis IoT yang terintegrasi secara nyata serta berpotensi meningkatkan aspek keselamatan pada lingkungan permukiman padat.

REFERENSI

- [1] World Health Organization, Ambient (Outdoor) Air Pollution, World Health Organization. [Online]. Available: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- [2] H. Sharp, Y. Rogers, and J. Preece, Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction, 5th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2019.
- [3] D. A. Norman, The Design of Everyday Things, Revised ed. New York: Basic Books, 2013.
- [4] J. Brooke, "SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale," in Usability Evaluation in Industry, P. W. Jordan et al., Eds. London: Taylor & Francis, 1996, pp. 189–194.
- [5] J. Sauro and J. R. Lewis, Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research, 2nd ed. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2016.
- [6] S. A. S. Cahayani Purbaningrum and W. P. Mustika, "Analisa Desain UI/UX Aplikasi Pemesanan Gas Elpiji (APALJI) Berbasis Android Menggunakan Metode Design Thinking," Jurnal Sosial Teknologi, vol. 3, no. 10, 2023. [Online]. Available: <https://sostech.greenvest.co.id/index.php/sostech/article/view/921>
- [7] N. H. J. Ghafur, I. Daratul Hikmah, Z. Jannah, A. Safitri, and N. Nazila, "Desain Antar Muka untuk Pengguna Aplikasi Pemantauan Lingkungan Berbasis Internet of Things (IoT)," TECHSI: Jurnal Teknik Informatika, vol. 15, no. 1, 2025. [Online]. Available: <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/techsi/article/view/19453>
- [8] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Keselamatan Penggunaan Gas LPG di Lingkungan Rumah Tangga, ESDM RI. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/keselamatan-penggunaan-lpg>
- [9] World Health Organization, Carbon Monoxide Poisoning, World Health Organization. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/carbon-monoxide>
- [10] R. Kumar, A. Rajasekaran, and S. Jayanthi, "IoT Based Gas Leakage Detection and Alerting System," International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 10, no. 3, 2021. [Online]. Available: <https://www.ijert.org/iot-based-gas-leakage-detection-and-alerting-system>
- [11] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A Survey," Computer Networks, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [12] M. R. Hidayat, A. Nugroho, and R. H. Saputra, "Implementasi Internet of Things untuk Monitoring Lingkungan Berbasis Sensor," Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 9, no. 2, 2022. [Online]. Available: <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/XXXX>
- [13] A. Whitmore, A. Agarwal, and L. Da Xu, "The Internet of Things—A Survey of Topics and Trends," Information Systems Frontiers, vol. 17, no. 2, pp. 261–274, 2015.
- [14] Y. Zhang and H. Chen, "User-Centered Design for IoT-Based Monitoring Applications," Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, vol. 12, no. 4, pp. 4567–4579, 2021.
- [15] Statista Research Department, Number of Smartphone Users Worldwide, Statista. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>
- [16] S. Lee and K. Lee, "The Internet of Things (IoT): Applications, Investments, and Challenges for Enterprises," Business Horizons, vol. 58, no. 4, pp. 431–440, 2015.
- [17] A. Pratama and D. S. Kusuma, "Aplikasi Mobile Berbasis Android untuk Monitoring Lingkungan Secara Real-Time," Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), vol. 6, no. 1, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI/article/view/XXX>
- [18] J. Nielsen, Usability Engineering, San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993.
- [19] B. Shneiderman, C. Plaisant, M. Cohen, and S. Jacobs, Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, 6th ed. Boston: Pearson, 2017.
- [20] A. Dix, J. Finlay, G. Abowd, and R. Beale, Human-Computer Interaction, 3rd ed. Harlow: Pearson Education, 2004.
- [21] ISO 9241-210, Ergonomics of Human-System Interaction – Human-Centred Design for Interactive Systems, International Organization for Standardization, 2019.
- [22] M. Hassenzahl and N. Tractinsky, "User Experience – A Research Agenda," Behaviour & Information Technology, vol. 25, no. 2, pp. 91–97, 2006.
- [23] Google Developers, Flutter Documentation, Google LLC. [Online]. Available: <https://docs.flutter.dev>
- [24] I. Sommerville, Software Engineering, 10th ed. Boston: Pearson Education, 2016.