

Aplikasi Pemantauan Udara “Geo Air”

1st Rachel Angeli Hertauli Ambarita

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

rachelambarita@student.telkomuniversi
ty.ac.id

2nd Aloysius Adya

Pramudita

Fakultas Teknik Telekomunikasi

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

pramuditaadya@telkomuniversity.ac.id

3rd Casmika Saputra

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

casmika@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Aplikasi mobile Geo Air dikembangkan sebagai solusi inovatif untuk memantau kualitas udara secara real-time dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan rangkaian sensor lingkungan yang mampu mendeteksi berbagai parameter polutan utama, seperti PM2.5, PM10, karbon monoksida (CO), serta karbon dioksida (CO₂), disertai parameter pendukung berupa suhu dan kelembapan udara. Seluruh data sensor dikirimkan melalui mikrokontroler ESP32 menuju layanan cloud sehingga dapat diolah, disimpan, dan kemudian divisualisasikan melalui aplikasi mobile dengan antarmuka yang sederhana, interaktif, dan mudah dipahami oleh pengguna. Aplikasi ini menampilkan indikator Air Quality Index (AQI), peta interaktif berbasis Google Maps, grafik historis, hingga prediksi kualitas udara, khususnya konsentrasi PM2.5. Metode penelitian yang diterapkan meliputi pendekatan User-Centered Design (UCD), evaluasi heuristik Nielsen, serta kuesioner System Usability Scale (SUS) untuk menilai tingkat kegunaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Geo Air mampu menyajikan informasi kualitas udara secara akurat, konsisten, dan responsif, sehingga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kualitas udara demi kesehatan dan keberlanjutan lingkungan.

Kata kunci — Geo Air, Kualitas Udara, Internet of Things (IoT), Aplikasi Mobile, UI/UX, Air Quality Index (AQI).

I. PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang memiliki pengaruh besar terhadap kesehatan manusia, kenyamanan hidup, serta keberlangsungan ekosistem. Peningkatan aktivitas industri, transportasi, dan pembakaran bahan bakar fosil telah menyebabkan tingginya kadar polutan di udara, seperti karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), dan partikel debu berukuran mikroskopis (PM10 dan PM2.5). Paparan polutan dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko penyakit pernapasan, gangguan kardiovaskular, bahkan kematian dini. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara secara real-time menjadi sangat penting, baik bagi masyarakat umum maupun pihak pemerintah dalam rangka menjaga kesehatan publik dan mitigasi polusi lingkungan.

Seiring dengan perkembangan teknologi Internet of Things (IoT), pemantauan kualitas udara kini dapat dilakukan secara lebih efisien melalui integrasi sensor, perangkat

mobile, dan sistem visualisasi data. IoT memungkinkan perangkat sensor untuk mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan data secara langsung, sehingga informasi mengenai kondisi lingkungan dapat diakses oleh pengguna kapan saja dan di mana saja. Pendekatan ini menawarkan keunggulan dalam hal akurasi, keterjangkauan, serta kemudahan akses data yang sebelumnya sulit diperoleh secara cepat.

Aplikasi mobile bernama GeoAir, yang dirancang untuk memantau kualitas udara secara real-time menggunakan data dari sensor IoT. Aplikasi ini menyajikan berbagai parameter lingkungan seperti kadar CO₂, PM10, CO, kelembapan, dan suhu. Pada bagian atas layar utama, terdapat indikator AQI, dilengkapi dengan ikon emoji senyum dan indikator warna hijau untuk memperkuat pemahaman visual pengguna. Aplikasi ini juga menyertakan peta interaktif berbasis Google Maps yang menunjukkan lokasi pengambilan data kualitas udara secara akurat. Hal ini mendukung transparansi data dan memberikan konteks spasial kepada pengguna. Di bagian bawah, terdapat grafik historis dan prediksi PM2.5 per jam yang divisualisasikan dalam bentuk diagram batang, memudahkan pengguna melihat tren fluktuasi polusi udara dalam kurun waktu tertentu. Nilai PM2.5 ditampilkan dengan jelas di atas tiap batang, menjadikan visualisasi ini sangat informatif dan mudah dianalisis [1].

II. KAJIAN TEORI

Pengukuran kualitas udara memerlukan sistem visualisasi yang mudah dipahami oleh pengguna umum. Aplikasi mobile menjadi solusi efektif karena dapat menampilkan informasi secara real-time, lengkap dengan indikator visual berupa warna, ikon, grafik, serta integrasi lokasi berbasis GPS. Dalam hal ini, desain User Interface (UI) dan User Experience (UX) memegang peran penting. Prinsip ISO 9241-110 menekankan bahwa antarmuka harus sesuai dengan tugas pengguna, konsisten, serta memberikan feedback yang jelas. Geo Air menerapkan hal ini dengan menampilkan indikator Air Quality Index (AQI), parameter polutan, suhu, kelembapan, serta grafik historis dan prediktif dalam satu layar yang ringkas. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi sebagai penyaji data teknis, tetapi juga

sebagai sarana edukasi dan peningkatan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya kualitas udara.

A. Sistem Visualisasi dan Integrasi Mobile Apps

Untuk meningkatkan pemahaman dan aksesibilitas pengguna, hasil pengukuran kualitas udara divisualisasikan melalui aplikasi mobile berbasis android. Hal ini sejalan dengan tren terbaru pemanfaatan antarmuka pengguna (UI) untuk mendukung penyebaran informasi kepada masyarakat secara cepat dan intuitif. Aplikasi ini menampilkan parameter gpyhard Indeks (AQI), suhu, kelembapan, serta posisi GPS secara real-time dengan indikator warna yang memudahkan interpretasi.

B. User Interface (UI)

User Interface (UI) adalah antarmuka pengguna yang dirancang untuk memudahkan interaksi antara pengguna dan sistem. UI berfungsi sebagai media visual dan fungsional agar pengguna dapat menjalankan tugas-tugas tertentu secara efektif dan efisien. Dalam konteks alat pengukuran polusi udara dengan sistem Internet of Things bergerak yang memanfaatkan kendaraan, UI berperan penting untuk menampilkan data kualitas udara, lokasi pengukuran, serta kontrol sistem secara real-time dengan cara yang mudah dipahami. Desain UI harus mengikuti pedoman dan standar internasional agar dapat memberikan kenyamanan, efisiensi, dan efektivitas dalam penggunaan. Salah satu standar yang digunakan adalah:

- ISO 9241-110: Ergonomics of human-system interaction – Dialogue principles – Suitability for the Task. Dapat membantu dalam membuat dan menilai sistem interaktif, sehingga sistemnya jadi lebih mudah untuk digunakan serta menjadi lebih nyaman dan sesuai bagi pengguna [2].
- Kemudahan User: UI yang dirancang untuk sistem ini memprioritaskan tampilan sederhana dan intuitif. Informasi penting seperti indeks kualitas udara (AQI), nilai konsentrasi gas (CO, NO₂, SO₂), suhu, dan kelembapan ditampilkan secara langsung dan ringkas pada layar utama.
- Feedback: Sistem memberikan respons langsung (real-time feedback) ketika sensor menangkap data baru. Misalnya, perubahan kualitas udara akan langsung ditunjukkan dengan perubahan warna pada indikator AQI.
- Konsistensi: Aplikasi menggunakan ikon, warna, dan tata letak yang konsisten di seluruh halaman antarmuka.

C. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem deteksi kualitas udara menggunakan berbagai jenis sensor yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Semua data dari sensor kemudian dikirim dan diproses oleh mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini mengatur pengumpulan dan pengiriman data ke aplikasi Blynk sebagai media pencatatan dan tampilan data secara real-time. Dengan pendekatan ini, sistem dapat

memantau berbagai parameter kualitas udara secara komprehensif dan menyajikannya dalam bentuk yang mudah diakses melalui perangkat mobile.

III. METODE

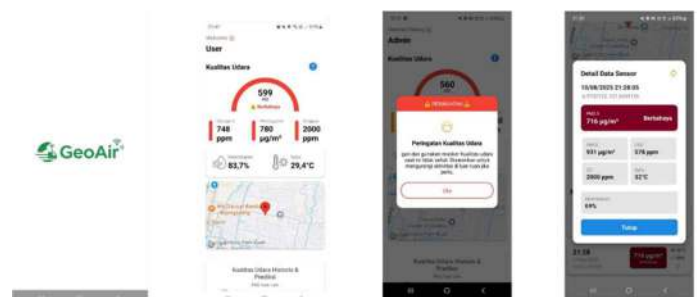
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk mengevaluasi kualitas User Interface (UI) dan User Experience (UX) pada aplikasi mobile Geo Air. Tahap pertama dilakukan analisis kebutuhan dan studi literatur mengenai prinsip desain UI/UX, pendekatan *User-Centered Design* (UCD), serta metode evaluasi heuristik Nielsen. Analisis ini bertujuan untuk menentukan elemen-elemen utama yang harus ditampilkan dalam aplikasi, seperti indikator Air Quality Index (AQI), parameter polutan (PM2.5, PM10, CO₂, CO), suhu, kelembapan, grafik historis, prediksi kualitas udara, serta peta interaktif [3]-[4].

Selanjutnya, dilakukan perancangan antarmuka aplikasi dengan memperhatikan hierarki informasi dan kemudahan navigasi. Tampilan utama dirancang agar mampu menyajikan AQI secara real-time melalui indikator numerik, warna, dan ikon visual, disertai peta berbasis Google Maps yang menunjukkan lokasi pengukuran, serta grafik historis PM2.5 per jam untuk membantu pengguna menganalisis tren polusi udara. Setelah perancangan selesai, aplikasi diuji coba oleh responden yang telah menggunakan aplikasi minimal tiga hari. Data dari pengguna dikumpulkan melalui kuesioner *System Usability Scale* (SUS) untuk memperoleh penilaian kuantitatif, serta wawancara singkat untuk menggali persepsi kualitatif mengenai kelebihan dan kekurangan aplikasi.

Evaluasi UI/UX juga dilakukan menggunakan sepuluh prinsip *Heuristic Evaluation* dari Nielsen. Tiga evaluator berpengalaman diminta menilai aspek kegunaan aplikasi dengan memberikan *severity rating* pada skala 0–4 guna mengidentifikasi tingkat permasalahan antarmuka. Hasil penilaian tersebut kemudian dianalisis secara kuantitatif melalui perhitungan skor SUS, serta secara kualitatif dengan mengelompokkan umpan balik responden ke dalam tema-tema utama. Berdasarkan hasil analisis, disusun rekomendasi perbaikan desain agar aplikasi Geo Air dapat lebih optimal, intuitif, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna [4].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap implementasi aplikasi mobile “GEO AIR”, menghasilkan tampilan splash screen, tampilan utama, peringatan kualitas udara dan tampilan Riwayat kualitas udara, ada sistem utama dan sub sistem.



GAMBAR 1
UI Aplikasi GEO AIR

Antarmuka aplikasi mobile GeoAir dirancang untuk mendukung pemantauan kualitas udara secara real-time dengan memanfaatkan data dari sensor IoT. Saat pertama kali dibuka, aplikasi menampilkan logo GeoAir sebagai halaman pembuka sebelum pengguna diarahkan ke menu utama. Pada halaman utama, bagian atas layar memuat indikator Air Quality Index (AQI) berbentuk setengah lingkaran yang dilengkapi dengan nilai AQI, kategori tingkat kualitas udara, serta variasi warna sesuai tingkat bahaya. Desain ini memudahkan pengguna dalam memahami kondisi udara secara cepat dan akurat.

a. Sistem Umum



GAMBAR 2
Sistem Utama

Gambar 4.2 menunjukkan arsitektur sistem yang terdiri dari tiga sub-sistem utama dalam proyek pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT). Sub-sistem 1 merupakan bagian *hardware* yang terdiri dari berbagai sensor seperti sensor suhu, kelembapan, karbon monoksida (CO), dan karbon dioksida (CO₂), serta mikrokontroler ESP32 yang berfungsi untuk membaca data dari sensor. Serta data GPS dari *Handphone* admin, data yang diperoleh kemudian dikirimkan ke Sub-sistem 2, yaitu layanan *cloud* menggunakan platform Blynk, serta data gps dikirim ke layanan cloud firebase. Di *cloud*, data disimpan dan dapat diakses secara *real-time*. Selanjutnya, data yang telah tersimpan ini ditampilkan kepada pengguna melalui Sub-sistem 3, yaitu aplikasi mobile. Aplikasi ini memungkinkan pengguna memantau kondisi udara secara langsung melalui tampilan antarmuka yang sederhana dan informatif di *smartphone*. Integrasi dari ketiga sub-sistem ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan memberikan informasi yang akurat dan terkini mengenai kualitas udara di lingkungan sekitar.

b. Sub-Sistem Hardware

Sub-sistem hardware dalam sistem pengukuran polusi udara ini dirancang untuk melakukan pengambilan data kualitas udara secara real-time dari berbagai lokasi yang dilalui kendaraan bermotor. Sistem ini dipasang secara langsung pada kendaraan bergerak, seperti bus atau angkutan kota, sehingga memungkinkan pengumpulan data secara dinamis dan menyeluruh di area perkotaan. Komponen utama dari sub-sistem ini meliputi sensor lingkungan, mikrokontroler, serta modul komunikasi nirkabel.

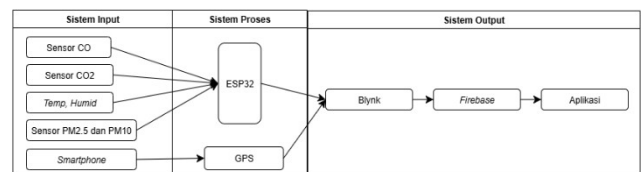
c. Sub-Sistem Cloud Service

Sub-sistem cloud service berfungsi sebagai pusat penyimpanan dan pengelolaan data dalam sistem pengukuran polusi udara berbasis IoT. Data yang dikirim dari perangkat keras 6 seperti sensor suhu, kelembapan dan GPS akan diteruskan ke server cloud secara real-time melalui koneksi internet. Cloud ini menyimpan data dalam database yang dapat diakses oleh aplikasi mobile untuk menampilkan informasi secara langsung kepada pengguna.

d. Sub-Sistem Mobile Application

Sub-sistem Mobile Application berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk memantau kualitas udara secara real-time, berdasarkan data yang dikirim oleh perangkat Internet of Things (IoT) yang terpasang pada kendaraan bermotor. Aplikasi ini dibangun dengan prinsip portabilitas dan keterjangkauan informasi, sehingga pengguna dapat mengakses data lingkungan kapan pun dan di mana pun mereka berada. Aplikasi ini dirancang untuk menampilkan data dalam bentuk visual yang intuitif dan mudah dipahami oleh pengguna umum.

e. Sistem Pemantauan Kualitas Udara



GAMBAR 3

Diagram Blok Sistem Pemantauan Kualitas Udara

Diagram blok sistem ken kualitas udara di atas menunjukkan bagaimana sistem pemantauan kualitas udara bekerja dari awal hingga akhir. Pertama, sistem ini memulai dengan mengumpulkan data kualitas udara dari sensor-sensor, misalnya sensor partikel debu dan gas, serta GPS untuk mengetahui koordinat lokasi. Setelah itu, data yang dihasilkan dari sensor dikumpulkan dan diproses di dalam mikrokontroler agar lebih mudah dibaca dan dikirim ke server. Setelah data sudah siap, informasi data akan dikirim ke server lewat teknologi komunikasi seperti WiFi. Di server, data akan diolah dan dianalisis untuk ditampilkan dalam format yang mudah dipahami. Kemudian data akan disimpan di database cloud agar dapat diakses kapan saja atau melihat history pemantauan kualitas udara. Data akan dikirimkan secara real-time ke aplikasi mobile. Dengan begitu, pengguna dapat melihat informasi kualitas udara pada saat itu juga lengkap dengan lokasi dan parameter penting lainnya. Proses ini berlangsung secara terus menerus untuk memastikan pemantauan kualitas udara dapat dilakukan dengan efisien dan up-to-date.

f. Integrasi Mobile Application

TABEL 1
Integrasi Mobile Apps

Hal	Integrasi Mobile Application
Rincian	Memastikan aplikasi dapat berjalan pada perangkat dengan sistem operasi tertentu dan menampilkan data peta <i>real-time</i>
Metode Pengukuran	Menguji kompatibilitas aplikasi dengan berbagai perangkat dan fitur peta lokasi
Prosedur Pengukuran	• Mengunduh aplikasi pada perangkat dengan sistem operasi Android 10 • Mengaktifkan izin lokasi untuk menampilkan data peta secara <i>real-time</i> • Memastikan data lokasi ditampilkan akurat sesuai dengan koordinat perangkat

Tabel 4.1 menjelaskan pengujian integrasi aplikasi mobile yang bertujuan untuk memastikan kompatibilitas aplikasi dengan perangkat tertentu, khususnya yang menggunakan sistem operasi Android. Rincian pengujian meliputi verifikasi bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik pada sistem operasi yang ditentukan serta mampu menampilkan data peta secara real-time. Metode pengukuran dilakukan dengan menguji kompatibilitas aplikasi pada berbagai perangkat dan memanfaatkan fitur peta lokasi. Prosedur pengukuran dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu mengunduh aplikasi pada perangkat dengan sistem operasi Android 10, mengaktifkan izin lokasi agar data peta dapat ditampilkan secara real-time, serta memastikan bahwa data lokasi yang muncul akurat dan sesuai dengan koordinat perangkat. Pengujian ini penting untuk menjamin fungsi utama aplikasi dalam memberikan informasi lokasi yang tepat dan responsif.

V. KESIMPULAN

Aplikasi mobile Geo Air berhasil dikembangkan sebagai sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT yang dapat diakses secara real-time melalui perangkat Android. Integrasi sensor lingkungan dengan mikrokontroler ESP32 dan layanan cloud memungkinkan data kualitas udara ditampilkan secara akurat dan terkini. Antarmuka aplikasi dirancang sederhana, konsisten, dan mudah dipahami,

dengan fitur utama berupa indikator AQI, peta interaktif, serta grafik historis dan prediktif PM2.5. Hasil evaluasi heuristik Nielsen dan kuesioner SUS menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki tingkat kegunaan yang baik dan diterima secara positif oleh pengguna. Dengan demikian, Geo Air tidak hanya berfungsi sebagai media pemantauan, tetapi juga sebagai sarana edukasi yang dapat meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap kesehatan dan lingkungan.

Selain itu, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi IoT pada aplikasi mobile memiliki potensi besar dalam mendukung pengambilan keputusan sehari-hari terkait aktivitas di luar ruangan. Fitur prediksi kualitas udara yang ditampilkan dalam grafik membantu pengguna memperkirakan tren polusi udara, sehingga dapat merencanakan aktivitas dengan lebih aman. Aplikasi Geo Air juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan integrasi notifikasi otomatis ketika kualitas udara berada pada level berbahaya, serta perluasan kompatibilitas untuk berbagai perangkat. Dengan adanya inovasi ini, Geo Air diharapkan tidak hanya bermanfaat bagi pengguna individu, tetapi juga dapat menjadi alat pendukung bagi pemerintah, peneliti, maupun komunitas dalam upaya mitigasi polusi udara dan peningkatan kualitas hidup masyarakat secara berkelanjutan.

REFERENSI

[1] S. Josephine, R. Angeli Hertauli Ambarita, M. Syaumi Habibi, "RANCANGAN BANGUN SISTEM PENGUKURAN POLUSI UDARA PORTABEL BERBASIS INTERNET OF THINGS" vol 1, 2025.

[2] E. Heinold, P. H. Rosen, and S. Wischniewski, "Usability questionnaire for robotic systems based on the ISO 9241-110," IEEE Robot Autom Lett, 2025, doi: 10.1109/LRA.2025.3526557.

[3] D. A. Norman and S. W. Draper, User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction. Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.

[4] J. Nielsen, "Enhancing the explanatory power of usability heuristics," in Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Seattle, WA, USA, Apr. 1994, pp. 152–158, doi: 10.1145/191666.191729.