

APLIKASI MOBILE MONITORING KUALITAS UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS

PROYEK AKHIR

Disusun Oleh:

Yuda Pratama

3312211044

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya

Teknik Informatika



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

POLITEKNIK NEGERI BATAM

2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi dengan judul “APLIKASI MOBILE MONITORING KUALITAS UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS”. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan sahabatnya yang senantiasa menjadi teladan bagi umat manusia.

Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi tugas akademik dan penelitian, serta untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi Internet of Things (IoT) dalam memantau kualitas udara dalam ruangan. Aplikasi mobile ini bertujuan untuk memudahkan pengguna memantau kondisi udara secara real-time, meningkatkan kesadaran akan kualitas lingkungan dalam ruangan, serta mendukung terciptanya ruang yang lebih sehat dan nyaman. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi, khususnya:

1. Bapak Ahmad Hamim Thohari, S.S.T., M.T., selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya.
2. Ibu Yeni Rokhayati, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Informatika atas dukungannya.
3. Ibu Nadya Satya Handayani, M.Kom., selaku wali dosen atas nasihat dan perhatiannya.
4. Orang tua saya, Eldi dan Nurjanah, atas doa dan kasih sayangnya yang tiada henti.

Semoga proposal ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Solusi dan Sistem Terkait.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Aplikasi Mobile.....	7
2.2.2 Kualitas Udara.....	7
2.2.3 Internet of Things (IoT).....	8
2.3 Metode Pengembangan Produk.....	9
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	12
3.1 Analisis Kebutuhan.....	12
3.1.1 Kebutuhan Fungsional.....	12
3.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional.....	13
3.2 Perancangan.....	14
3.2.1 Aplikasi.....	14

3.2.2 Internet Of Things (IoT).....	21
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	26
4.1 Hasil Implementasi.....	26
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras (IoT).....	26
4.1.2 Implementasi Aplikasi Mobile.....	27
4.1.3 Implementasi Firebase Realtime Database.....	33
4.2 Pengujian User Acceptance Testing (UAT).....	35
4.2.1 Skenario Pengujian.....	35
4.2.2 Hasil Pengujian.....	37
4.2.3 Analisis Hasil Pengujian.....	38
BAB V PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Metode Pengembangan Produk.....	10
Gambar 2. Diagram Use Case.....	14
Gambar 3. NoSQL Diagram.....	15
Gambar 4. Desain Splash Screen.....	18
Gambar 5. Desain Landing Page.....	19
Gambar 6. Desain Home Page.....	19
Gambar 7. Desain Scanning Page.....	20
Gambar 8. Desain History Page.....	20
Gambar 9. Desain Statistic Page.....	21
Gambar 10. Desain Education Page.....	21
Gambar 11. ESP8266.....	22
Gambar 12. Sensor DHT11.....	22
Gambar 13. Sensor MQ135.....	22
Gambar 14. Breadboard.....	23
Gambar 15. Sensor 0-40KPa Digital Barometric.....	23
Gambar 16. Kabel Jumper Male-Male.....	24
Gambar 17. Kabel Jumper Female-Female.....	24
Gambar 18. Wiring Diagram.....	25
Gambar 19. Splash Screen.....	28
Gambar 20. Intro Screen.....	28
Gambar 21. Dashboard.....	29
Gambar 22. Scan Page.....	30
Gambar 23. History Page.....	31
Gambar 24. Statistic Page.....	32
Gambar 25. Education Page.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Sistem Terkait dengan Aplikasi AiQu.....	6
Tabel 2. Implementasi Internet of Things.....	27
Tabel 3. Implementasi Firebase.....	34
Tabel 4. Skenario Pengujian.....	35
Tabel 5. Hasil Pengujian.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara di dalam ruangan memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap kesehatan dan kenyamanan manusia. Suhu udara yang tidak sesuai dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi penghuni, menurunkan konsentrasi, serta mempengaruhi kinerja dan produktivitas, baik di rumah, kantor, maupun lingkungan belajar. Selain itu, polusi udara di dalam ruangan juga dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan. Paparan polutan dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan, serta gangguan pernapasan seperti asma, alergi, dan infeksi saluran pernapasan. Paparan jangka panjang terhadap polutan di udara dalam ruangan bahkan dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit serius, termasuk penyakit kardiovaskular, gangguan sistem imun, hingga kanker. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas udara dalam ruangan bukan hanya persoalan kenyamanan, tetapi juga masalah kesehatan yang serius.

Perhatian terhadap kualitas udara dalam ruangan semakin mendesak seiring dengan perkembangan gaya hidup modern dan urbanisasi. Penggunaan berbagai bahan kimia rumah tangga, asap dari alat pemanas dan pendingin udara, polutan dari furniture dan peralatan elektronik, serta ventilasi yang tidak memadai menjadi faktor utama meningkatnya risiko paparan polutan. Banyak bangunan modern, baik rumah tinggal maupun gedung perkantoran, cenderung memiliki sistem ventilasi yang terbatas, sehingga polusi udara dalam ruangan dapat menumpuk tanpa disadari penghuni. Fenomena ini menunjukkan perlunya kesadaran yang lebih besar dari individu maupun organisasi terkait pengelolaan kualitas udara dalam ruangan untuk melindungi kesehatan dan produktivitas penghuninya.

Seiring dengan semakin berkembangnya teknologi dan konektivitas digital, pemanfaatan aplikasi mobile berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang tepat dan praktis. Dengan menggunakan sensor dan perangkat IoT, aplikasi mobile dapat memantau berbagai parameter kualitas udara, seperti suhu, kelembapan, konsentrasi partikel debu, dan tingkat polusi secara real-time. Informasi ini dapat diakses dengan mudah melalui perangkat seluler, memungkinkan pengguna untuk mengambil langkah cepat dalam mengelola kondisi udara di lingkungan mereka. Aplikasi semacam ini dapat diterapkan di berbagai ruangan tertutup, termasuk rumah tinggal, kantor, sekolah, universitas, rumah sakit, hotel, dan gedung publik lainnya.

Pemantauan kualitas udara secara real-time melalui aplikasi mobile tidak hanya memberikan informasi, tetapi juga meningkatkan kesadaran pengguna akan pentingnya lingkungan yang sehat. Dengan mengetahui kondisi udara secara akurat, penghuni dapat mengambil tindakan pencegahan, seperti meningkatkan ventilasi, menggunakan pembersih udara, atau mengatur suhu dan kelembapan agar lebih optimal. Hal ini pada akhirnya akan menciptakan lingkungan yang lebih nyaman, aman, dan mendukung kesejahteraan fisik maupun mental penghuni. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi mobile monitoring kualitas udara berbasis IoT menjadi sangat relevan dan strategis dalam menghadapi tantangan kesehatan modern serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan aplikasi mobile berbasis IoT yang mampu memantau kualitas udara dalam ruangan secara real-time?
2. Bagaimana aplikasi ini dapat meningkatkan kesadaran pengguna

akan pentingnya kualitas udara dalam ruangan untuk kesehatan dan kenyamanan?

3. Bagaimana aplikasi mobile dapat membantu pengguna mengidentifikasi potensi masalah kesehatan yang terkait dengan kualitas udara, seperti iritasi atau gangguan pernapasan akibat polusi udara?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari aplikasi monitoring kualitas udara dalam ruangan berbasis IoT adalah sebagai berikut:

1. Memantau Kualitas Udara Secara Real-Time

Memberikan pengguna kemampuan untuk memantau kualitas udara dalam ruangan secara langsung dan real-time melalui perangkat seluler mereka.

2. Meningkatkan Kesadaran Pengguna

Meningkatkan kesadaran pengguna tentang pentingnya memantau dan menjaga kualitas udara dalam ruangan untuk kesehatan dan kenyamanan mereka.

3. Mengidentifikasi Potensi Masalah Kesehatan

Membantu pengguna mengidentifikasi potensi masalah kesehatan yang berkaitan dengan kualitas udara dalam ruangan, seperti peningkatan kadar polutan udara yang dapat menyebabkan iritasi atau gangguan pernapasan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas monitoring kualitas udara dalam ruangan menggunakan aplikasi mobile berbasis Internet of Things

(IoT), tidak mencakup kualitas udara di luar ruangan.

2. Parameter kualitas udara yang dipantau terbatas pada suhu, kelembapan, dan tingkat polusi (partikel debu dan gas berbahaya).
3. Aplikasi hanya menampilkan informasi secara real-time dan memberikan rekomendasi umum, tanpa melakukan tindakan otomatis seperti pengaturan ventilasi atau pembersihan udara.
4. Penelitian ini difokuskan pada ruangan tertutup seperti rumah, kantor, sekolah, rumah sakit, dan hotel, tanpa mencakup bangunan industri atau area publik yang besar.

1.5 Manfaat Penelitian

Aplikasi AiQu berbasis IoT memiliki berbagai manfaat bagi masyarakat, khususnya dalam meningkatkan kesehatan, kenyamanan, dan kesadaran terhadap kualitas udara di dalam ruangan. Adapun manfaat dari aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan Kesehatan

Aplikasi ini membantu pengguna memantau kualitas udara di sekitar mereka secara terus-menerus, sehingga dapat mengurangi paparan terhadap polutan udara yang berbahaya dan mencegah risiko gangguan kesehatan seperti iritasi, alergi, atau masalah pernapasan.

2. Memberikan Kenyamanan bagi Penghuni Ruangan

Dengan memantau kualitas udara dalam ruangan, pengguna dapat mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang memengaruhi kenyamanan, seperti suhu yang tidak sesuai dan kelembapan yang terlalu tinggi atau rendah, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan kondusif.

3. Meningkatkan Kesadaran Lingkungan

Penggunaan aplikasi ini juga dapat menumbuhkan kesadaran pengguna akan pentingnya menjaga kualitas udara dalam ruangan, serta mendorong perilaku yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan dan kesehatan pribadi.

4. Mendukung Inovasi Teknologi Berkelanjutan

Pengembangan aplikasi AiQu yang mengintegrasikan teknologi IoT, aplikasi mobile, dan platform cloud seperti Firebase merupakan wujud nyata dari pemanfaatan teknologi untuk kepentingan masyarakat luas. Manfaat ini berkaitan dengan SDGs Tujuan 9 (Industry, Innovation and Infrastructure), yaitu membangun infrastruktur yang tangguh, mendorong industrialisasi yang inklusif dan berkelanjutan, serta mendorong inovasi. Melalui pengembangan sistem monitoring berbasis IoT yang terjangkau dan mudah digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.6 Tinjauan Solusi dan Sistem Terkait

Dalam pengembangan aplikasi AiQu, dilakukan tinjauan terhadap beberapa solusi dan sistem monitoring kualitas udara yang telah ada sebelumnya, baik yang berupa produk komersial maupun hasil penelitian akademis. Tinjauan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan sistem yang sudah ada, sehingga dapat dijadikan acuan dalam menentukan fitur dan pendekatan yang paling tepat untuk diterapkan pada aplikasi AiQu. Beberapa sistem dan solusi terkait yang telah ditinjau adalah sebagai berikut:

1. Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Blynk (Waworundeng & Lengkong, 2018)

Sistem ini menggunakan sensor MQ-135 dan mikrokontroler Wemos untuk memantau kualitas udara dalam ruangan. Data sensor dikirimkan ke platform IoT Thingspeak dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk di perangkat Android. Kelebihan sistem ini adalah kemudahan implementasi menggunakan platform Blynk yang sudah menyediakan dashboard siap pakai. Namun kekurangannya adalah pengguna sangat bergantung pada layanan pihak ketiga (Blynk dan Thingspeak), serta tampilan antarmuka yang terbatas pada widget bawaan Blynk sehingga kurang fleksibel untuk dikustomisasi sesuai kebutuhan pengguna.

2. Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis MQTT (Iskandar et al., 2024)

Sistem ini memanfaatkan protokol MQTT untuk komunikasi data antara sensor MQ-2, NodeMCU, dan aplikasi Android. Sistem dilengkapi dengan alarm buzzer otomatis ketika kadar gas melebihi

ambang batas. Kelebihan sistem ini adalah latensi komunikasi data yang rendah berkat penggunaan protokol MQTT yang ringan. Namun kekurangannya adalah sistem memerlukan infrastruktur broker MQTT tersendiri, serta tidak menyediakan fitur riwayat pemindaian dan analisis data historis yang dapat diakses pengguna secara mandiri.

3. Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Bluetooth (Ulaan et al., 2022)

Sistem ini menggunakan ESP32 dan berbagai sensor gas (MQ-135, MG-811, MQ-2, MQ-9, MQ-8) yang mengirimkan data melalui koneksi Bluetooth ke aplikasi Android. Kelebihan sistem ini adalah tidak memerlukan koneksi internet untuk beroperasi. Namun kekurangannya adalah jangkauan koneksi yang sangat terbatas (hanya sekitar 10 meter), tidak mendukung pemantauan jarak jauh, serta tidak menyediakan penyimpanan data historis di cloud.

Table 1. Perbandingan Sistem Terkait dengan Aplikasi AiQu

Aspek	Sistem Blynk	Sistem MQTT	Sistem Bluetooth	AiQu
Platform	Android	Android	Android	Android
Koneksi	Wi-Fi	Wi-Fi	Bluetooth	Wi-Fi
Database	Cloud pihak ketiga	Broker MQTT	Lokal	Firebase
Riwayat data	Terbatas	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Trigger scan	Otomatis	Otomatis	Otomatis	Manual + IoT
Antarmuka kustom	Terbatas	Terbatas	Terbatas	Penuh (Flutter)
Fitur edukasi	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Biaya	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

Berdasarkan tinjauan terhadap sistem-sistem yang telah ada, dapat diidentifikasi bahwa sebagian besar solusi yang ada memiliki keterbatasan pada antarmuka yang kurang fleksibel, tidak adanya fitur

riwayat pemindaian yang lengkap, serta ketergantungan pada platform pihak ketiga yang tidak dapat dikustomisasi. Oleh karena itu, aplikasi AiQu dikembangkan untuk menjawab keterbatasan tersebut dengan menghadirkan aplikasi mobile berbasis Flutter yang sepenuhnya dapat dikustomisasi, terintegrasi dengan Firebase sebagai platform database yang andal, dilengkapi fitur riwayat pemindaian, trigger scan manual, serta konten edukasi kualitas udara yang tidak ditemukan pada sistem-sistem sebelumnya.

1.7 Landasan Teori

1.7.1 Aplikasi Mobile

Aplikasi mobile merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk berjalan pada perangkat bergerak seperti smartphone dan tablet. Menurut Sutabri (2020), aplikasi mobile adalah aplikasi yang dikembangkan untuk mempermudah pengguna dalam melakukan aktivitas tertentu dengan memanfaatkan fleksibilitas perangkat bergerak. Konsep utama aplikasi mobile meliputi antarmuka yang sederhana, mudah digunakan, responsif, serta mampu menyajikan data secara cepat dan real-time. Hal ini sejalan dengan pendapat Nielsen (2012) mengenai usability, yang menekankan aspek kemudahan penggunaan, efisiensi, dan efektivitas interaksi pengguna dengan perangkat digital.

Seiring perkembangan teknologi, aplikasi mobile semakin berkembang menjadi platform penghubung antara pengguna dan perangkat berbasis IoT. Penelitian terbaru oleh Rahmadani et al. (2022) menunjukkan bahwa aplikasi mobile berperan penting dalam menampilkan data sensor secara real-time, mengirim notifikasi, dan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengontrol perangkat IoT dari jarak jauh. Dalam konteks monitoring kualitas udara, aplikasi mobile memungkinkan pengguna memperoleh informasi kondisi udara secara langsung tanpa harus berada di dekat perangkat sensor. Keterkaitan aplikasi mobile dengan penelitian ini adalah sebagai medium utama untuk

menampilkan data kualitas udara yang dikirimkan oleh sensor IoT. Aplikasi AiQu berfungsi sebagai antarmuka interaktif bagi pengguna untuk memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kadar polutan secara real-time. Dengan demikian, aplikasi mobile menjadi elemen penting dalam memastikan kemudahan akses informasi dan mendukung tindakan cepat pengguna terhadap perubahan kualitas udara dalam ruangan.

1.7.2 Kualitas Udara

Kualitas udara merupakan tingkat kebersihan udara yang diukur berdasarkan jumlah polutan dan komponen kimia yang terkandung di dalamnya. Menurut World Health Organization (WHO, 2021), kualitas udara yang baik adalah udara yang terbebas dari polutan berbahaya seperti karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), particulate matter (PM_{2.5} dan PM₁₀), serta senyawa organik volatil (VOC). Kualitas udara yang buruk dapat memengaruhi kesehatan secara langsung, seperti menimbulkan gangguan pernapasan, iritasi, hingga peningkatan risiko penyakit kronis. Secara konsep, kualitas udara dalam ruangan (Indoor Air Quality/IAQ) dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ventilasi, aktivitas penghuni, kelembapan, suhu, dan penggunaan bahan kimia rumah tangga. Menurut teori yang dikemukakan Seppänen & Fisk (2019), kualitas udara yang tidak baik dapat menurunkan produktivitas, kenyamanan, dan kesehatan penghuni ruangan. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara menjadi penting terutama pada ruangan tertutup yang minim ventilasi.

Penelitian terkait kualitas udara dalam lima tahun terakhir menunjukkan peningkatan fokus pada pemantauan IAQ menggunakan sensor digital. Misalnya, penelitian Iskandar et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan sensor MQ-series mampu mendeteksi polutan gas berbahaya secara akurat. Selain itu, penelitian Ulaan et al. (2022) juga membuktikan bahwa kombinasi sensor MQ-135 dan ESP32 mampu memberikan data kualitas udara real-time yang dapat ditampilkan pada

aplikasi Android. Keterkaitannya dengan penelitian ini, variabel kualitas udara menjadi objek utama yang dimonitor oleh sistem IoT. Parameter seperti suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas polutan menjadi indikator yang digunakan dalam aplikasi AiQu. Dengan mengetahui kondisi udara secara langsung, pengguna dapat mengambil tindakan preventif untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan lingkungan dalam ruangan.

1.7.3 Internet of Things (IoT)

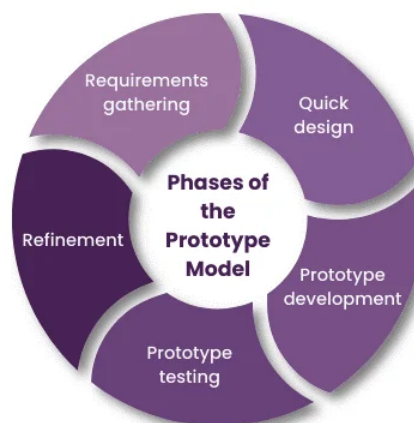
Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggambarkan interkoneksi antar perangkat fisik melalui jaringan internet sehingga memungkinkan perangkat tersebut mengumpulkan, mengirim, dan bertukar data secara otomatis. Menurut Ashton (2011), IoT adalah jaringan perangkat pintar yang mampu berkomunikasi tanpa campur tangan manusia secara langsung. IoT bekerja melalui tiga komponen utama: sensor, koneksi jaringan, dan aplikasi pengolah data. Konsep IoT modern menekankan pada kemampuan perangkat untuk mengirimkan informasi secara real-time. Menurut Al-Fuqaha et al. (2020), IoT terdiri dari arsitektur multilayer mulai dari layer sensor, komunikasi, middleware, hingga aplikasi. Teknologi seperti Wi-Fi, MQTT, dan HTTP sering digunakan sebagai protokol pengiriman data IoT berbasis real-time. Hal ini memungkinkan data dari sensor dapat langsung diteruskan ke aplikasi mobile melalui server atau platform IoT.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa IoT sangat efektif digunakan untuk monitoring lingkungan. Penelitian Novelan (2020) serta Waworundeng & Lengkong (2018) membuktikan bahwa perangkat seperti NodeMCU/ESP8266 dan ESP32 mampu mengirimkan data kualitas udara ke platform IoT dengan stabil dan akurat. Studi Iskandar et al. (2024) juga menunjukkan bahwa integrasi IoT dengan aplikasi Android mampu meningkatkan kecepatan akses data sekaligus memberikan peringatan dini kepada pengguna. Keterkaitan IoT dengan penelitian ini sangat kuat, karena IoT menjadi fondasi utama sistem monitoring kualitas udara pada

aplikasi AiQu. IoT digunakan untuk menghubungkan sensor kualitas udara dengan aplikasi mobile sehingga pengguna dapat melihat kondisi udara secara real-time tanpa harus melakukan pengecekan manual. Dengan IoT, sistem dapat bekerja otomatis, memberikan notifikasi, dan meningkatkan keandalan pemantauan kualitas udara dalam ruangan.

1.8 Metode Pengembangan Produk

Dalam pengembangan aplikasi mobile monitoring kualitas udara dalam ruangan “AiQu”, metode yang digunakan adalah Model Prototype. Model ini sangat sesuai karena proses pengembangan IoT membutuhkan tahapan berulang agar integrasi antara hardware (sensor & NodeMCU) dan software (aplikasi mobile) dapat tersinkronisasi dengan baik. Selain itu, prototyping memungkinkan adanya evaluasi langsung dari pengguna sehingga sistem dapat diperbaiki sebelum versi final dibuat. Tahapan model prototyping terdiri dari lima fase utama sebagaimana tampak pada gambar diagram berikut.



Gambar 1. Metode Pengembangan Produk

1. Requirements Gathering (Pengumpulan Kebutuhan)

Tahap awal ini bertujuan memahami kebutuhan sistem secara menyeluruh. Meliputi:

- a. Studi literatur mengenai kualitas udara, IoT, dan pengembangan aplikasi Flutter.
- b. Analisis referensi terkait sensor DHT11 (suhu & kelembapan), BMP180 (tekanan), dan MQ-135 (CO₂).
- c. Survei pengguna untuk mengetahui fitur yang dibutuhkan pada aplikasi mobile.
- d. Penentuan kebutuhan perangkat keras dan spesifikasi IoT.
- e. Output: daftar kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.

2. Quick Design (Desain Cepat)

Pada tahap ini dibuat rancangan awal sistem yang menjadi dasar pembuatan prototipe. Meliputi:

- a. Sketsa antarmuka aplikasi (UI) dan struktur navigasi dasar.
- b. Gambaran awal tampilan data kualitas udara real-time.
- c. Diagram alur data dari sensor → NodeMCU → aplikasi.
- d. Output: desain awal yang masih sederhana namun sudah mencerminkan bentuk sistem.

3. Prototype Development (Pembuatan Prototipe)

Prototipe awal dikembangkan berdasarkan desain cepat yang telah dibuat. Kegiatan:

- a. Pembuatan aplikasi awal menggunakan Flutter dengan tampilan sederhana.
- b. Perakitan IoT menggunakan NodeMCU ESP8266.

- c. Integrasi awal sensor DHT11, BMP180, dan MQ-135.
- d. Pembangunan fitur dasar untuk menampilkan data (meski belum final).
- e. Output: prototipe sistem yang dapat diuji oleh pengguna.

4. Prototype Testing (Pengujian Prototipe)

Prototipe diuji oleh pengguna untuk mendapatkan umpan balik. Pengujian mencakup:

- a. Kesesuaian tampilan aplikasi.
- b. Kenyamanan penggunaan.
- c. Keakuratan pembacaan sensor.
- d. Kecepatan pengiriman data dari perangkat IoT ke aplikasi.
- e. Output: daftar revisi berdasarkan hasil pengujian.

5. Refinement (Penyempurnaan)

Tahap ini dilakukan untuk memperbaiki prototipe berdasarkan masukan sebelumnya. Meliputi:

- a. Penyempurnaan desain UI/UX aplikasi.
- b. Peningkatan akurasi data sensor melalui kalibrasi.
- c. Optimalisasi koneksi Wi-Fi dan pengiriman data.
- d. Penambahan fitur final seperti grafik data, indikator status udara, dan notifikasi.
- e. Output: sistem final yang siap digunakan sebagai aplikasi monitoring kualitas udara.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

1.9 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan tahap penting dalam perancangan aplikasi mobile “AiQu”, karena pada tahap ini didefinisikan fungsi, karakteristik, serta batasan sistem yang harus dipenuhi agar aplikasi berjalan sesuai tujuan. Aplikasi AiQu dikembangkan sebagai solusi pemantauan kualitas udara dalam ruangan secara real-time dengan memanfaatkan perangkat Internet of Things (IoT) yang terhubung ke berbagai sensor seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, dan karbon dioksida. Melalui analisis kebutuhan ini, seluruh komponen yang diperlukan – baik dari sisi fungsional maupun non-fungsional – diidentifikasi untuk memastikan bahwa aplikasi mampu memberikan informasi akurat, mudah dipahami, dan dapat digunakan secara optimal oleh pengguna dalam aktivitas sehari-hari.

1.9.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan spesifikasi mengenai fungsi yang harus disediakan oleh sistem sehingga aplikasi dapat berjalan dan memenuhi tujuannya. Kebutuhan fungsional untuk aplikasi AiQu adalah sebagai berikut:

1. Sistem mendeteksi bahwa perangkat IoT dalam keadaan aktif.
2. Sistem dapat terhubung dengan perangkat IoT melalui jaringan internet.
3. Aplikasi menampilkan splash screen saat pertama kali dibuka.
4. Aplikasi menampilkan halaman informasi mengenai pentingnya memantau kualitas udara dalam ruangan.
5. Aplikasi menyediakan halaman dashboard yang berisi menu:

- a. Recent Scanning : Menampilkan hasil pemindaian udara yang dilakukan terakhir kali.
 - b. History : Menampilkan riwayat pemindaian kualitas udara dari waktu ke waktu.
6. Scan : Melakukan pemindaian kualitas udara secara real-time (suhu, kelembaban, tekanan). Pengguna dapat membuka analisis lanjutan melalui tombol “view more”.
7. Education : Menampilkan informasi edukatif mengenai suhu, kelembaban, tekanan, dan CO₂ beserta dampaknya terhadap kesehatan.

1.9.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan yang menggambarkan karakteristik sistem secara kualitas agar aplikasi dapat bekerja secara optimal.

- 1. Kinerja (Performance)
 - a. Aplikasi harus mampu menampilkan data sensor secara real-time dengan jeda maksimal 1–3 detik.
 - b. Proses pemindaian udara harus berlangsung tanpa lag yang mengganggu.
- 2. Keandalan (Reliability)
 - a. Aplikasi harus dapat menjaga kestabilan koneksi dengan perangkat IoT selama proses pengiriman data.
 - b. Sistem harus tetap berjalan meskipun terjadi fluktuasi jaringan internet ringan.
- 3. Usability (Kemudahan Penggunaan)
 - a. Tampilan antarmuka dibuat sederhana, intuitif, dan mudah

dipahami oleh semua pengguna.

- b. Data udara ditampilkan dalam bentuk visual yang mudah dibaca seperti grafik dan indikator status.

4. Compatibilitas (Compatibility)

- a. Aplikasi dapat dijalankan minimal pada perangkat Android dengan versi 7.0 (Nougat) atau lebih tinggi.
- b. Sistem mendukung koneksi Wi-Fi maupun data seluler.

5. Keamanan (Security)

- a. Komunikasi data antara IoT dan aplikasi dilindungi dengan protokol enkripsi dasar.
- b. Data histori dan preferensi pengguna disimpan secara aman di dalam aplikasi.

6. Maintainability (Kemudahan Pemeliharaan)

Struktur aplikasi dibuat modular sehingga mudah diperbarui atau diperbaiki bila diperlukan.

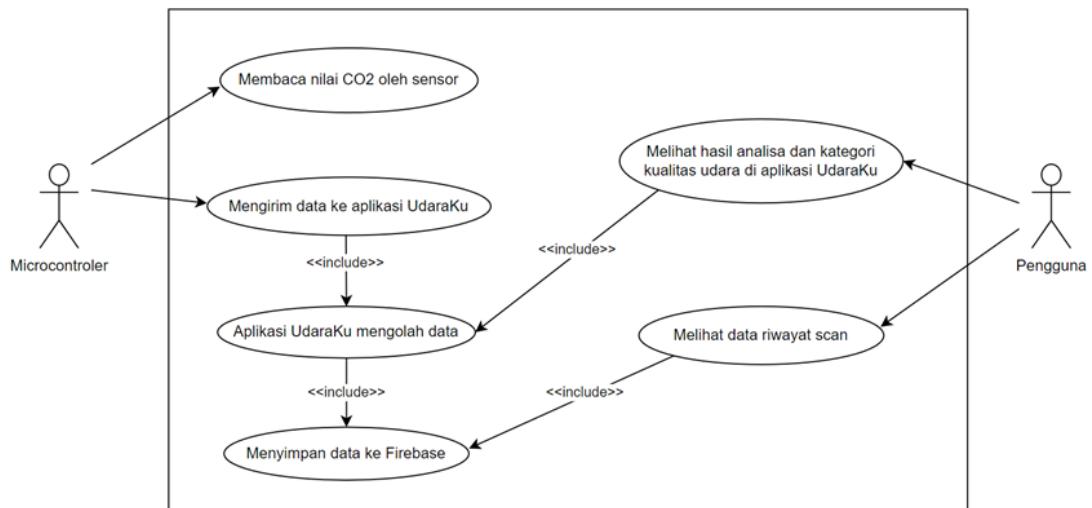
1.10 Perancangan

1.10.1 Aplikasi

1.10.1.1 Diagram Use Case

Pada aplikasi mobile pemantauan kualitas udara dalam ruangan, use case memiliki beberapa fungsi penting yang membantu dalam proses perancangan, pengembangan, dan pengujian aplikasi. Use case menjadi cara yang jelas untuk menggambarkan bagaimana aplikasi akan digunakan oleh pengguna maupun perangkat pendukung. Dengan mendefinisikan use case secara terstruktur, tim pengembang dapat memastikan bahwa aplikasi pemantauan kualitas udara dalam ruangan dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif dan efisien. Diagram use case digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja serta interaksi

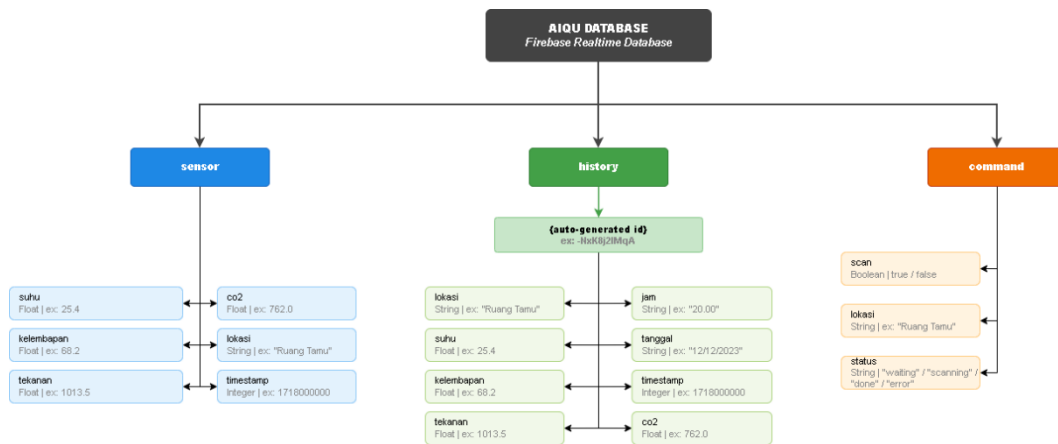
antar komponen sistem, sehingga seluruh kebutuhan utama dan fungsionalitas aplikasi AiQu dapat terjamin dan tersusun dengan baik.



Gambar 2. Diagram Use Case

Berdasarkan diagram use case tersebut, terlihat bahwa terdapat dua aktor utama yang berinteraksi dengan sistem, yaitu mikrokontroler dan pengguna. Mikrokontroler bertugas membaca nilai CO₂ dari sensor dan mengirimkan data tersebut ke aplikasi. Sementara itu, pengguna berperan untuk melihat hasil kualitas udara, kategori kualitas udara, serta riwayat data hasil pemindaian. Sensor akan mengukur tingkat CO₂ di dalam ruangan dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian meneruskan data ke aplikasi mobile AiQu. Setelah data diterima, aplikasi akan memprosesnya untuk menghasilkan informasi yang akan ditampilkan kepada pengguna. Seluruh data yang telah diproses oleh aplikasi AiQu akan disimpan ke Firebase sebagai media penyimpanan serta akses di masa mendatang.

1.10.1.2 ER Diagram



Gambar 3. NoSQL Diagram

Aplikasi AiQu menggunakan Firebase Realtime Database sebagai platform penyimpanan data yang bersifat NoSQL. Berbeda dengan basis data relasional yang menggunakan tabel dan relasi antar entitas, Firebase Realtime Database menyimpan data dalam bentuk hierarki node JSON (JavaScript Object Notation) yang fleksibel dan dapat diakses secara real-time oleh aplikasi mobile maupun perangkat IoT secara bersamaan. Berdasarkan diagram struktur NoSQL di atas, basis data AiQu memiliki satu root node bernama AiQu Database yang terbagi menjadi tiga node utama, yaitu sensor, history, dan command. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing node tersebut.

1. Node sensor

Node sensor berfungsi menyimpan data pembacaan terkini yang dikirimkan oleh perangkat IoT (NodeMCU ESP8266) secara berkala. Data pada node ini selalu diperbarui setiap kali perangkat IoT melakukan pembacaan sensor, sehingga aplikasi mobile dapat menampilkan nilai kualitas udara terbaru secara real-time. Node

sensor memiliki enam field, yaitu:

- a. suhu (Float) – menyimpan nilai suhu udara dalam satuan derajat Celsius, contoh: 25.4
- b. kelembapan (Float) – menyimpan nilai kelembapan udara dalam satuan persen (%), contoh: 68.2
- c. tekanan (Float) – menyimpan nilai tekanan udara dalam satuan hektopascal (hPa), contoh: 1013.5
- d. co2 (Float) – menyimpan kadar karbon dioksida dalam satuan parts per million (ppm), contoh: 762.0
- e. lokasi (String) – menyimpan nama ruangan tempat pemindaian dilakukan, contoh: "Ruang Tamu"
- f. timestamp (Integer) – menyimpan waktu pembacaan sensor dalam format Unix timestamp (milidetik), contoh: 1718000000

2. Node history

Node history berfungsi menyimpan seluruh riwayat pemindaian kualitas udara yang telah dilakukan oleh pengguna. Setiap kali pengguna menyelesaikan proses pemindaian, data hasil pembacaan sensor beserta informasi waktu dan lokasi akan disimpan secara permanen pada node ini. Setiap entri riwayat diidentifikasi dengan kunci unik yang dibuat secara otomatis oleh Firebase (auto-generated id), sehingga setiap record pemindaian memiliki identitas yang berbeda dan tidak saling menimpa. Setiap entri pada node history memiliki delapan field, yaitu:

- a. lokasi (String) – nama ruangan yang dimasukkan pengguna saat pemindaian
- b. suhu (Float) – nilai suhu hasil pemindaian

- c. kelembapan (Float) – nilai kelembapan hasil pemindaian
- d. tekanan (Float) – nilai tekanan udara hasil pemindaian
- e. co2 (Float) – kadar CO₂ hasil pemindaian
- f. jam (String) – waktu pemindaian dalam format HH.MM, contoh: "20.00"
- g. tanggal (String) – tanggal pemindaian dalam format DD/MM/YYYY, contoh: "12/12/2023"
- h. timestamp (Integer) – waktu pemindaian dalam format Unix timestamp yang digunakan untuk pengurutan data

3. Node command

Node command berfungsi sebagai media komunikasi perintah antara aplikasi mobile dan perangkat IoT. Ketika pengguna menekan tombol scan pada aplikasi, aplikasi akan menulis nilai pada node command sebagai sinyal kepada perangkat IoT untuk segera melakukan pembacaan sensor. Perangkat IoT yang sedang aktif dan terhubung ke jaringan internet akan memantau perubahan pada node ini secara terus-menerus dan merespons setiap perubahan yang terjadi. Node command memiliki tiga field, yaitu:

- a. scan (Boolean) – nilai true menandakan bahwa aplikasi meminta perangkat IoT untuk melakukan pemindaian, sedangkan nilai false menandakan bahwa pemindaian tidak sedang diminta atau telah selesai dilakukan
- b. lokasi (String) – nama ruangan yang dimasukkan pengguna pada aplikasi, yang kemudian diteruskan ke perangkat IoT sebagai informasi lokasi pemindaian
- c. status (String) – menyimpan status proses pemindaian yang diperbarui oleh perangkat IoT, dengan kemungkinan nilai:

"waiting" (menunggu respons IoT), "scanning" (IoT sedang membaca sensor), "done" (pemindaian selesai), atau "error" (terjadi kegagalan pembacaan sensor)

1.10.1.3 Desain Antarmuka (Wireframe)

Desain antarmuka atau arsitektur aplikasi pada sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan berfungsi untuk memberikan cara bagi pengguna dalam berinteraksi dengan sistem serta memastikan pengiriman data yang akurat dan pemrosesan informasi yang efisien. Aplikasi ini harus memprioritaskan aspek visualisasi data karena informasi mengenai kualitas udara perlu disajikan dalam bentuk yang mudah dipahami, seperti statistik, grafik, atau diagram.

Pada aplikasi mobile AiQu, hasil analisis kualitas udara ditampilkan menggunakan gauge meter. Penggunaan gauge dipilih karena mampu memberikan representasi nilai secara instan dan intuitif. Dengan melihat posisi jarum pada gauge, pengguna dapat langsung mengetahui apakah kondisi kualitas udara dalam ruangan berada dalam kategori baik, sedang, atau buruk. Visualisasi ini mempermudah pengguna dalam memahami hasil analisis tanpa perlu membaca data numerik secara detail.

Warna utama yang digunakan dalam aplikasi AiQu adalah biru muda, dengan warna putih sebagai warna sekunder. Biru muda dipilih karena sering dikaitkan dengan kesan kebersihan, kesegaran, serta ketenangan. Warna ini juga menciptakan nuansa lingkungan ruangan yang sehat, sejuk, dan nyaman. Sementara itu, warna putih digunakan untuk memberikan kontras yang jelas serta menjaga tampilan tetap bersih dan minimalis, sehingga elemen visual lainnya dapat tampak lebih menonjol. Adapun rancangan antarmuka aplikasi ditampilkan melalui beberapa tampilan berikut:

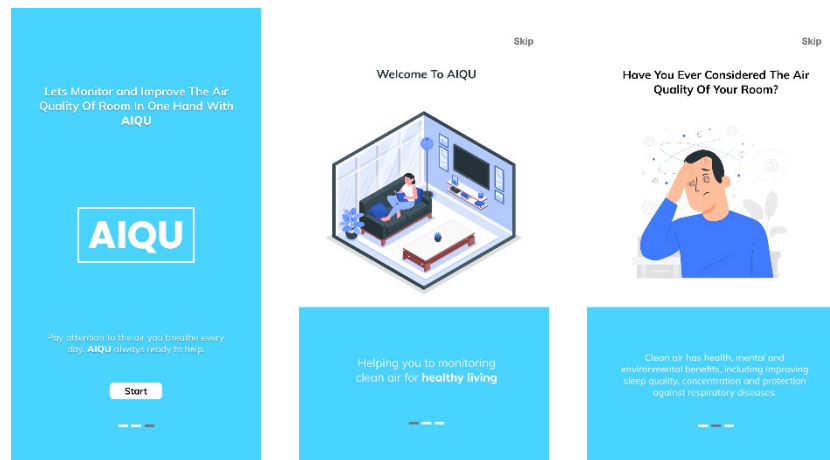
1. Splash Screen



Gambar 4. Desain Splash Screen

Halaman awal yang ditampilkan ketika aplikasi dijalankan, berfungsi sebagai identitas visual aplikasi AiQu dan memberikan transisi singkat sebelum pengguna memasuki halaman utama.

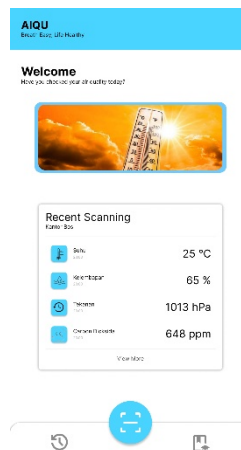
2. Landing Page



Gambar 5. Desain Landing Page

Menampilkan informasi pembuka atau pengenalan aplikasi, sekaligus sebagai titik awal sebelum pengguna masuk ke menu utama.

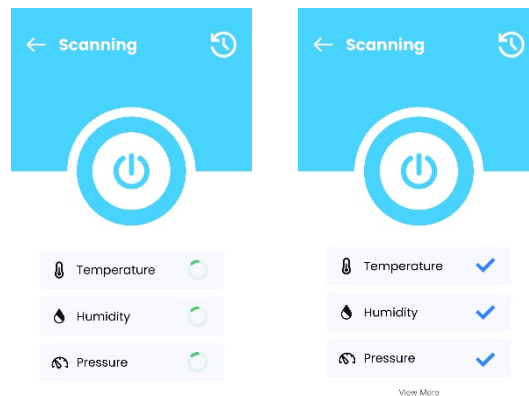
3. Home Page



Gambar 6. Desain Home Page

Berisi ringkasan kondisi kualitas udara secara umum, termasuk akses cepat menuju fitur utama seperti pemindaian kualitas udara dan statistik.

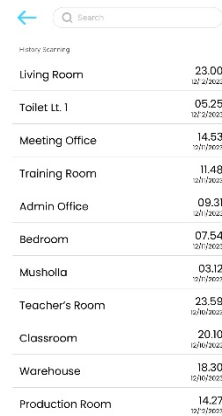
4. Scanning Page



Gambar 7. Desain Scanning Page

Halaman tempat proses pemindaian kualitas udara berlangsung. Data sensor akan diambil melalui IoT dan kemudian ditampilkan pada gauge meter.

5. History Page

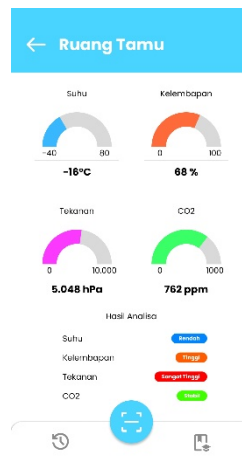


History Scanning	
Living Room	23.00 12/07/2023 12:27:00
Toilet Lt. 1	05.25 12/07/2023 12:27:00
Meeting Office	14.53 12/07/2023 12:27:00
Training Room	11.48 12/07/2023 12:27:00
Admin Office	09.31 12/07/2023 12:27:00
Bedroom	07.54 12/07/2023 12:27:00
Musholla	03.12 12/07/2023 12:27:00
Teacher's Room	23.59 12/07/2023 12:27:00
Classroom	20.10 12/07/2023 12:27:00
Warehouse	18.30 12/07/2023 12:27:00
Production Room	14.27 12/07/2023 12:27:00

Gambar 8. Desain History Page

Menampilkan riwayat hasil pemindaian kualitas udara yang sebelumnya telah disimpan pada Firebase, sehingga pengguna dapat melihat perkembangan kualitas udara dari waktu ke waktu.

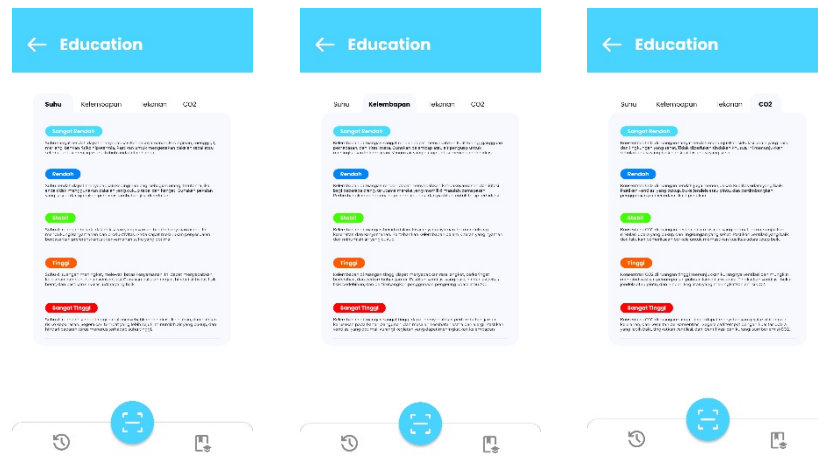
6. Statistic Page



Gambar 9. Desain Statistic Page

Berisi visualisasi data berupa grafik, diagram, atau rangkuman statistik lainnya untuk membantu pengguna memahami pola kualitas udara secara lebih mendalam.

7. Education Page



Gambar 10. Desain Education Page

Halaman edukasi yang memberikan informasi terkait pentingnya menjaga kualitas udara dalam ruangan, dampak kesehatan, serta tips untuk meningkatkan kualitas udara.

1.10.2 Internet Of Things (IoT)

1.10.2.1 Alat dan Bahan

1. Node MCU V2 Amica Lua Wifi Esp8266-12 Series IOT

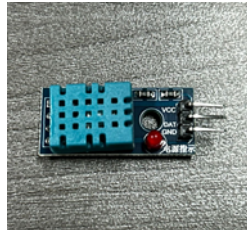


Gambar 11. ESP8266

NodeMCU V2 Amica Lua WiFi ESP8266-12 series bekerja dengan menggunakan mikrokontroler ESP8266-12E yang dilengkapi dengan

firmware Lua, memungkinkan penulisan kode langsung tanpa memerlukan bahasa pemrograman yang kompleks.

2. Module sensor DHT 11 Temperature and Humidity Arduino-Led



Gambar 12. Sensor DHT11

Module sensor DHT11 Temperature and Humidity bekerja dengan mengirimkan sinyal ke sensor untuk membaca suhu dan kelembaban, lalu sensor mengirimkan data melalui sinyal digital.

3. Sensor MQ135

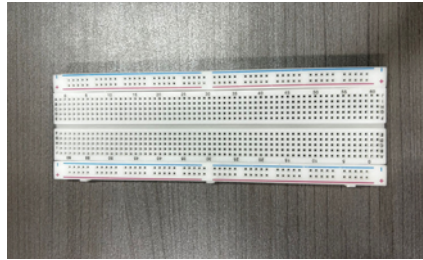


Gambar 13. Sensor MQ135

Sensor MQ135 mendeteksi gas berbahaya seperti CO, NH₃, dan NO₂ dalam udara dengan mengukur perubahan hambatan elektrik pada material semi-konduktor saat terkena gas. Setelah dikalibrasi, sensor menghasilkan output analog yang merepresentasikan konsentrasi gas yang terdeteksi. Dengan menggunakan mikrokontroler seperti Arduino, output ini dapat diinterpretasikan untuk memonitor kualitas udara dalam ruangan. Jika konsentrasi gas melebihi ambang batas, sistem dapat memberikan peringatan

dan mengambil tindakan, seperti mengaktifkan alarm atau sistem ventilasi. Integrasi dengan sistem IoT memungkinkan pemantauan jarak jauh, sehingga memastikan lingkungan dalam ruangan tetap aman dan sehat.

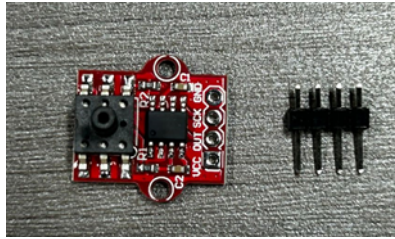
4. Breadboard MB-102 Soldierless 830 830P



Gambar 14. Breadboard

Breadboard MB-102 Soldierless 830 digunakan untuk menyusun sirkuit elektronik tanpa soldering, memungkinkan pengaturan sirkuit yang fleksibel dan sementara. Dalam pembuatan sensor monitoring kualitas udara dalam ruangan, sensor seperti sensor MQ series ditempatkan di breadboard dan dihubungkan ke mikrokontroler melalui kabel jumper. Pengaturan catu daya juga dilakukan dengan menghubungkan komponen sirkuit seperti regulator tegangan atau modul catu daya USB.

5. Sensor Tekanan udara 0-40KPa Digital Barometric Water Air Pressure



Gambar 15. Sensor 0-40KPa Digital Barometric

Sensor Tekanan Udara Digital Barometrik 0-40 kPa digunakan untuk memantau kualitas udara dalam ruangan dengan mengukur tekanan udara. Sensor ini terhubung dengan mikrokontroler seperti Arduino atau NodeMCU melalui antarmuka digital seperti I2C atau SPI. Mikrokontroler mengirimkan sinyal ke sensor untuk memulai pengukuran tekanan udara, yang kemudian dikonversi menjadi nilai digital. Data tekanan udara yang terbaca digunakan untuk memantau kualitas udara dalam ruangan; penurunan tekanan bisa menandakan polutan, sementara kenaikan bisa menandakan ventilasi yang baik.

6. Kabel Jumper male-male



Gambar 16. Kabel Jumper Male-Male

Kabel Jumper male-male digunakan dalam pembuatan sensor monitoring kualitas udara dalam ruangan untuk menghubungkan sensor seperti CO₂, PM_{2.5}, atau VOC ke mikrokontroler seperti Arduino atau NodeMCU, serta untuk menghubungkan mikrokontroler ke modul tambahan seperti modul WiFi atau LCD.

Kabel ini memberikan fleksibilitas dalam penyusunan komponen elektronik, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah merakit dan menghubungkan komponen-komponen tanpa perlunya soldering atau koneksi permanen.

7. Kabel Jumper female-female

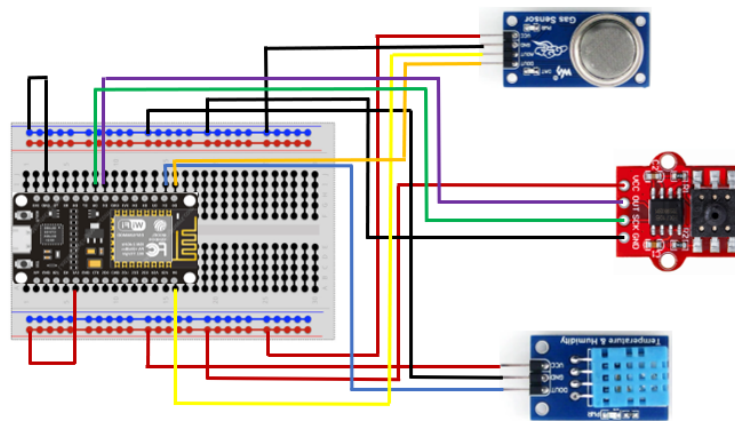


Gambar 17. Kabel Jumper Female-Female

Kabel Jumper female-female digunakan untuk menghubungkan sensor kualitas udara seperti sensor gas, suhu, kelembaban, atau partikel dengan mikrokontroler seperti Arduino atau NodeMCU. Selain itu, kabel ini juga digunakan untuk menghubungkan sensor bersama-sama atau dengan komponen lain seperti LCD, LED, atau modul WiFi. Kabel jumper ini memungkinkan transfer data dan daya antara komponen-komponen tersebut, serta memastikan bahwa sensor dapat berfungsi dengan benar dan mikrokontroler dapat membaca data dengan akurat.

1.10.2.2 Wiring Diagram

Perancangan wiring diagram ini bertujuan untuk menghubungkan sensor-sensor input dengan mikrokontroler ESP8266 sebagai pusat pemrosesan data. Berikut adalah uraian detail masing-masing sambungan:



Gambar 18. Wlring Diagram

Berdasarkan skema tersebut, semua sensor dan komponen yang digunakan terhubung dengan breadboard dan ESP8266. Sensor yang digunakan meliputi sensor suhu, kelembapan, tekanan, dan CO2. Berikut merupakan desain tampilan aplikasi yang saya rancang.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

1.11 Hasil Implementasi

Hasil implementasi merupakan tahap realisasi dari perancangan sistem yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya. Pada tahap ini, seluruh komponen sistem – baik perangkat keras IoT maupun aplikasi mobile – telah berhasil dibangun dan diintegrasikan menjadi sebuah sistem yang berfungsi secara menyeluruh. Implementasi dilakukan berdasarkan spesifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang telah ditetapkan, dengan menggunakan teknologi Flutter sebagai kerangka kerja aplikasi mobile, Firebase Realtime Database sebagai platform penyimpanan dan komunikasi data, serta NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler penghubung sensor.

1.11.1 Implementasi Perangkat Keras (IoT)

Perangkat keras sistem AiQu terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang dilengkapi dengan tiga jenis sensor, yaitu DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, MQ-135 untuk mendeteksi kadar karbon dioksida (CO₂) dan gas berbahaya, serta sensor tekanan barometrik HX710B untuk mengukur tekanan udara dalam ruangan.

Ketiga sensor tersebut dihubungkan ke NodeMCU melalui konfigurasi pin yang telah ditentukan pada tahap perancangan. Koneksi sensor DHT11 dihubungkan pada pin D2 NodeMCU dengan memanfaatkan komunikasi digital satu jalur. Sensor MQ-135 dihubungkan pada pin analog A0, sedangkan sensor tekanan HX710B dihubungkan melalui dua jalur digital, yaitu pin D5 sebagai jalur clock (SCK) dan pin D6 sebagai jalur data output (OUT). Perangkat keras ini ditenagai oleh sumber daya 3,3 Volt dari pin regulasi tegangan pada NodeMCU, sehingga dapat beroperasi secara mandiri hanya dengan menggunakan adaptor USB

standar yang terhubung ke sumber listrik.

Tabel 2. Implementasi Internet of Things

No	Sensor	Pin NodeMCU	Fungsi
1	DHT11	D2 (GPIO4)	Mengukur suhu dan kelembapan
2	MQ-135	A0 (Analog)	Mendeteksi kadar CO ₂ dan gas berbahaya
3	HX710B (OUT)	D6 (GPIO12)	Jalur data output sensor tekanan
4	HX710B (SCK)	D5 (GPIO14)	Jalur clock sensor tekanan

Setelah perangkat keras selesai dirakit, program Arduino diunggah ke dalam NodeMCU menggunakan Arduino IDE. Program tersebut berfungsi untuk membaca nilai dari ketiga sensor secara periodik setiap lima detik, kemudian mengirimkan data ke Firebase Realtime Database melalui koneksi Wi-Fi. Selain itu, program juga dilengkapi dengan mekanisme trigger berbasis Firebase, yaitu NodeMCU senantiasa memantau path /command/scan pada database. Apabila nilai pada path tersebut berubah menjadi true, maka NodeMCU akan secara otomatis membaca seluruh sensor dan mengirimkan hasil pembacaan ke path /sensor pada Firebase.

1.11.2 Implementasi Aplikasi Mobile

Aplikasi mobile AiQu dikembangkan menggunakan framework Flutter dengan bahasa pemrograman Dart. Aplikasi ini dirancang dengan pendekatan mobile-first sehingga tampilan antarmuka dioptimalkan untuk perangkat Android. Seluruh data yang ditampilkan dalam aplikasi diambil secara real-time dari Firebase Realtime Database, memungkinkan pengguna untuk memperoleh informasi kualitas udara terkini tanpa perlu melakukan pembaruan secara manual. Struktur aplikasi dibagi ke dalam beberapa halaman utama yang saling terintegrasi, yaitu Splash Screen, Intro Screen, Dashboard, Scan, History, Statistik, dan Edukasi. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing halaman yang telah berhasil diimplementasikan.

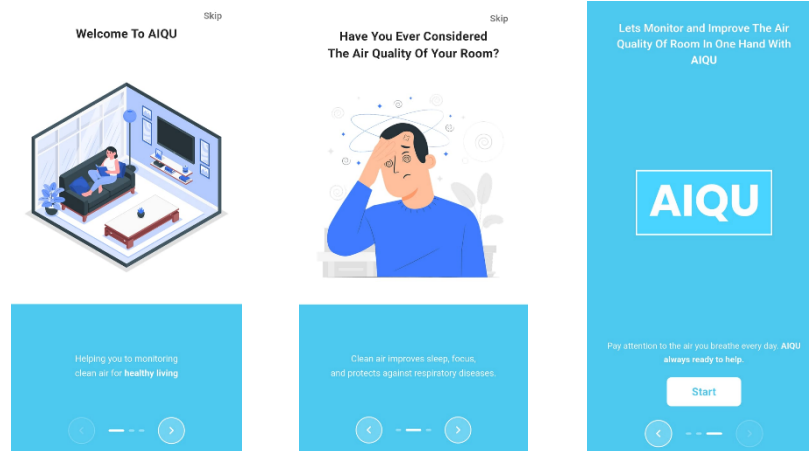
1. Halaman Splash Screen



Gambar 19. Splash Screen

Halaman Splash Screen merupakan halaman pertama yang ditampilkan saat pengguna membuka aplikasi AiQu. Halaman ini menampilkan logo aplikasi di tengah layar dengan latar belakang berwarna putih, disertai animasi fade-in dan scale-up yang berlangsung selama 2,8 detik. Setelah animasi selesai, aplikasi secara otomatis beralih ke halaman Intro Screen menggunakan transisi fade. Halaman Splash Screen berfungsi untuk memberikan kesan pertama yang profesional kepada pengguna serta memberikan waktu yang cukup bagi sistem untuk melakukan inisialisasi Firebase.

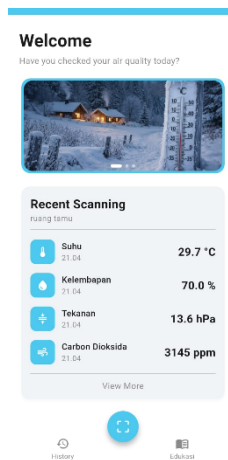
2. Halaman Intro Screen



Gambar 20. Intro Screen

Halaman Intro Screen terdiri dari tiga slide onboarding yang dirancang untuk memperkenalkan aplikasi AiQu kepada pengguna baru. Slide pertama menampilkan judul "Welcome To AIQU" dengan ilustrasi ruangan, disertai keterangan bahwa aplikasi ini membantu pengguna memantau kualitas udara untuk kehidupan yang sehat. Slide kedua menampilkan pertanyaan "Have You Ever Considered The Air Quality Of Your Room?" dengan informasi mengenai manfaat udara bersih bagi kesehatan. Slide ketiga menampilkan seluruh latar belakang berwarna biru dengan logo AiQu di tengah, kalimat ajakan untuk mulai memantau kualitas udara, serta tombol "Start" untuk masuk ke halaman Dashboard. Navigasi antar slide dilakukan melalui tombol panah kiri dan kanan yang terletak di bawah layar, dengan indikator dot di tengah yang menunjukkan posisi slide aktif. Pengguna juga dapat melewati seluruh slide sekaligus menggunakan tombol "Skip" yang tersedia di sudut kanan atas layar.

3. Halaman Dashboard

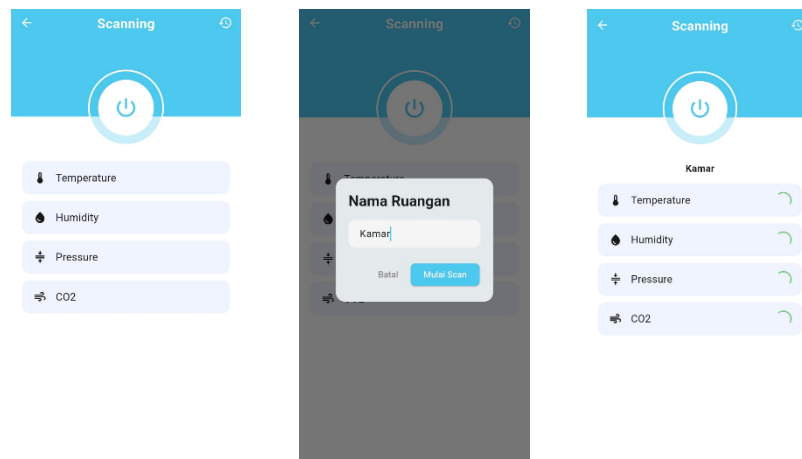


Gambar 21. Dashboard

Halaman Dashboard merupakan halaman utama aplikasi yang dapat diakses setelah pengguna melewati halaman Intro Screen. Halaman ini memuat beberapa komponen utama, yaitu header bertuliskan logo "AIQU" beserta tagline "Breathe Easy, Life Healthy", banner gambar yang dapat digeser (carousel) dengan indikator dot, serta kartu Recent Scanning yang menampilkan hasil pemindaian kualitas udara terakhir secara real-time dari Firebase. Kartu Recent Scanning menampilkan empat parameter utama kualitas udara, yaitu suhu, kelembapan, tekanan, dan kadar CO₂, lengkap dengan ikon, nama parameter, waktu pengukuran, serta nilai yang terukur. Apabila belum terdapat riwayat pemindaian, kartu ini akan menampilkan pesan informasi kepada pengguna untuk segera melakukan pemindaian. Pengguna dapat menekan tombol "View More" untuk melihat analisis lengkap dari hasil pemindaian terakhir. Navigasi ke halaman lain tersedia melalui bottom navigation bar yang memuat ikon History dan Edukasi, serta tombol aksi utama

berupa FAB (Floating Action Button) berbentuk lingkaran di tengah bottom bar untuk mengakses halaman Scan.

4. Halaman Scan

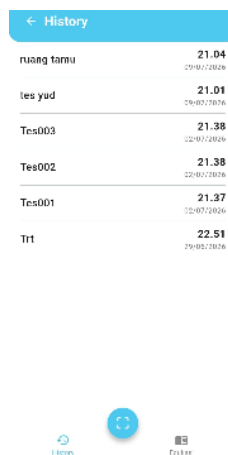


Gambar 22. Scan Page

Halaman Scan merupakan halaman untuk memulai proses pemindaian kualitas udara. Halaman ini menampilkan header berwarna biru dengan judul "Scanning", tombol kembali di sisi kiri, dan ikon riwayat di sisi kanan yang mengarahkan pengguna ke halaman History. Di bagian tengah terdapat tombol power berbentuk lingkaran yang berfungsi sebagai pemicu proses pemindaian. Ketika pengguna menekan tombol power, sistem akan menampilkan dialog pop-up yang meminta pengguna untuk memasukkan nama ruangan yang akan dipindai. Setelah nama ruangan dikonfirmasi, aplikasi akan mengirimkan perintah ke Firebase pada path `/command/scan` dengan nilai `true` beserta

nama lokasi yang dimasukkan. Perangkat IoT yang sedang aktif dan terhubung ke jaringan Wi-Fi yang sama akan mendeteksi perubahan ini, kemudian secara otomatis melakukan pembacaan sensor dan mengirimkan hasilnya ke Firebase. Selama proses pemindaian berlangsung, keempat parameter sensor (Temperature, Humidity, Pressure, CO₂) ditampilkan dalam bentuk daftar dengan indikator loading berputar di sisi kanannya. Setelah IoT selesai mengirimkan data dan memperbarui status pada Firebase menjadi "done", indikator loading pada setiap sensor secara bergantian berubah menjadi tanda centang berwarna biru. Setelah seluruh sensor menampilkan centang, tombol "View More" akan muncul dan mengarahkan pengguna ke halaman Statistik.

5. Halaman History



← History	
ruang tamu	21.04 29/07/2016
tes yud	21.01 29/07/2016
Tes003	21.38 22/07/2016
Tes002	21.38 22/07/2016
Tes001	21.37 22/07/2016
T11	22.51 29/07/2016





Gambar 23. History Page

Halaman History menampilkan riwayat seluruh pemindaian yang telah dilakukan oleh pengguna. Data riwayat diambil secara

langsung dari Firebase Realtime Database pada path /history, diurutkan berdasarkan waktu pemindaian terbaru di bagian paling atas. Setiap entri riwayat menampilkan nama ruangan di sisi kiri serta waktu dan tanggal pemindaian di sisi kanan. Pengguna dapat menekan salah satu entri riwayat untuk melihat detail hasil pemindaian pada halaman Statistik dengan nama ruangan yang sesuai. Halaman ini juga mendukung fitur pull-to-refresh sehingga pengguna dapat memperbarui daftar riwayat secara manual. Apabila belum terdapat riwayat pemindaian, halaman akan menampilkan pesan informasi yang menginformasikan bahwa belum ada data tersedia.

6. Halaman Statistik

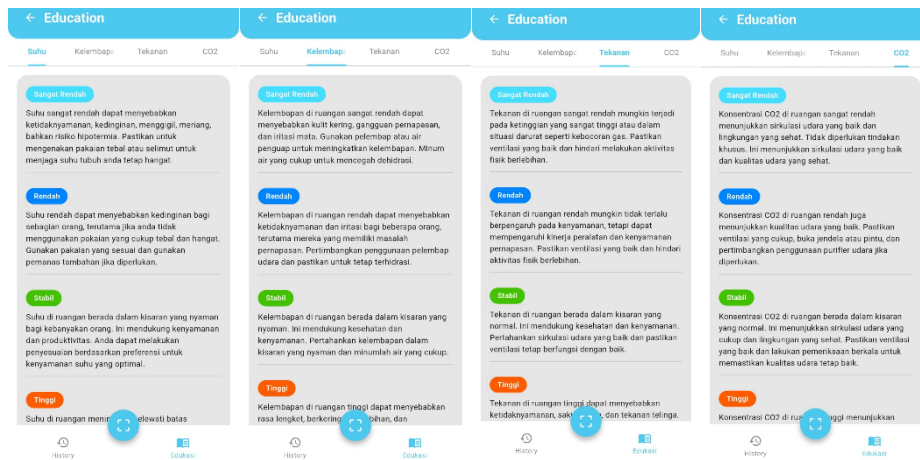


Gambar 24. Statistic Page

Halaman Statistik menampilkan hasil analisis lengkap dari data kualitas udara yang diperoleh dari pemindaian. Data yang ditampilkan diambil secara real-time dari Firebase melalui

mekanisme stream sehingga apabila terjadi perubahan nilai sensor di Firebase, tampilan akan diperbarui secara otomatis tanpa perlu memuat ulang halaman. Tampilan halaman ini dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama menampilkan empat gauge meter setengah lingkaran yang merepresentasikan nilai masing-masing parameter: suhu (berwarna biru, rentang -40°C hingga 80°C), kelembapan (berwarna oranye, rentang 0% hingga 100%), tekanan (berwarna merah muda, rentang 900 hPa hingga 1100 hPa), dan CO_2 (berwarna hijau, rentang 0 ppm hingga 2000 ppm). Jarum pada setiap gauge akan bergerak sesuai dengan nilai aktual yang terukur. Bagian kedua menampilkan tabel Hasil Analisa yang berisi status kualitas setiap parameter dalam bentuk label berwarna. Terdapat lima kategori status, yaitu Sangat Rendah (biru muda), Rendah (biru), Stabil (hijau), Tinggi (oranye), dan Sangat Tinggi (merah). Kategori ini ditentukan berdasarkan rentang nilai yang telah ditetapkan pada setiap parameter.

7. Halaman Edukasi



Gambar 25. Education Page

Halaman Edukasi menyediakan informasi edukatif mengenai empat parameter kualitas udara yang dipantau oleh aplikasi AiQu, yaitu suhu, kelembapan, tekanan udara, dan CO₂. Halaman ini menampilkan empat tab navigasi di bagian atas yang dapat dipilih sesuai kebutuhan pengguna. Setiap tab memuat penjelasan mengenai lima tingkat kategori kualitas udara beserta dampaknya terhadap kesehatan dan langkah-langkah yang direkomendasikan. Setiap kategori ditampilkan dengan label berwarna yang konsisten dengan indikator warna pada halaman Statistik, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengaitkan informasi edukatif dengan data hasil pemindaian aktual. Pengguna dapat berpindah antar tab dengan cara menyentuh nama tab yang diinginkan atau menggeser layar ke kiri dan kanan.

1.11.3 Implementasi Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database digunakan sebagai platform penyimpanan dan komunikasi data antara perangkat IoT dan aplikasi mobile. Struktur data yang digunakan dalam Firebase terdiri dari dua node

utama, yaitu /sensor dan /history. Node /sensor menyimpan data pembacaan sensor terkini yang dikirimkan oleh NodeMCU secara berkala, meliputi nilai suhu, kelembapan, tekanan, CO₂, lokasi, dan timestamp. Node /history menyimpan seluruh riwayat pemindaian yang dilakukan oleh pengguna, dengan setiap entri memuat data lengkap dari keempat parameter sensor beserta nama lokasi, waktu, dan tanggal pemindaian.

Selain dua node utama tersebut, terdapat node /command yang berfungsi sebagai media komunikasi perintah antara aplikasi dan perangkat IoT. Node ini memiliki tiga sub-node, yaitu /command/scan yang bernilai boolean (true/false) sebagai pemicu pemindaian, /command/lokasi yang menyimpan nama ruangan yang dimasukkan pengguna, dan /command/status yang menyimpan status pemindaian (waiting, scanning, done, atau error). Mekanisme komunikasi berbasis Firebase ini memungkinkan pengguna untuk memicu pemindaian dari aplikasi tanpa memerlukan koneksi langsung ke perangkat IoT, selama keduanya terhubung ke jaringan internet yang sama.

Tabel 3. Implementasi Firebase

Node	Sub-node	Tipe Data	Keterangan
/sensor	suhu	Float	Nilai suhu dalam °C
	kelembapan	Float	Nilai kelembapan dalam %
	tekanan	Float	Nilai tekanan dalam hPa
	co2	Float	Kadar CO ₂ dalam ppm
	lokasi	String	Nama lokasi pemindaian
	timestamp	Integer	Waktu pembacaan (millis)

/history/{id}	lokasi, suhu, kelembapan, tekanan, co2, jam, tanggal, timestamp	Mixed	Riwayat lengkap tiap pemindaian
/command	scan	Boolean	Pemicu pemindaian (true/false)
	lokasi	String	Nama ruangan dari pengguna
	status	String	Status pemindaian IoT

1.12 Pengujian User Acceptance Testing (UAT)

Pengujian User Acceptance Testing (UAT) dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi AiQu telah memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pengguna akhir sebelum sistem dinyatakan siap digunakan secara penuh. Pengujian ini melibatkan pengguna secara langsung dalam proses evaluasi sistem, sehingga umpan balik yang diperoleh bersifat autentik dan mencerminkan pengalaman nyata pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi. Pengujian UAT pada aplikasi AiQu dilakukan dengan menggunakan metode pengujian berbasis skenario (scenario-based testing), di mana setiap penguji diminta untuk menjalankan serangkaian skenario penggunaan aplikasi secara berurutan. Setiap skenario dikaitkan dengan fitur-fitur utama aplikasi yang telah diimplementasikan, dan hasilnya dicatat untuk menentukan apakah sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.

1.12.1 Skenario Pengujian

Skenario pengujian UAT dirancang berdasarkan kebutuhan fungsional. Setiap skenario pengujian mencakup langkah-langkah yang harus dilakukan penguji, kondisi awal yang diperlukan, serta hasil yang diharapkan dari setiap skenario tersebut.

Tabel 4. Skenario Pengujian

N o	Fungsi yang Diuji	Skenario Pengujian	Kondisi Awal	Langkah Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Splash Screen	Animasi splash	Aplikasi belum	Buka aplikasi	Logo AiQu muncul dengan animasi, lalu otomatis berpindah	Berhasil

		screen muncul saat aplikasi dibuka	berjalan	AiQu	ke halaman Intro	
2	Intro Screen	Navigasi antar slide intro	Berada di halaman Intro	Tekan tombol panah kanan/kiri untuk berpindah slide	Slide berpindah sesuai arah panah, indikator dot bergerak mengikuti posisi slide	Berhasil
3	Intro Screen	Fungsi tombol Skip	Berada di slide 1 atau 2	Tekan tombol Skip	Aplikasi langsung masuk ke Dashboard tanpa melalui sisa slide	Berhasil
4	Dashboard	Tampilan data Recent Scanning	Sudah pernah melakukan scan sebelumnya	Buka halaman Dashboard	Kartu Recent Scanning menampilkan 4 parameter terakhir (suhu, kelembapan, tekanan, CO ₂) secara real-time	Berhasil
5	Dashboard	Tampilan saat belum ada riwayat scan	Belum pernah melakukan scan	Buka halaman Dashboard	Kartu Recent Scanning menampilkan pesan informasi bahwa belum ada riwayat scan	Berhasil
6	Scan – Input nama ruangan	Pop-up nama ruangan muncul	Berada di halaman manapun	Tekan tombol FAB scan	Pop-up dialog muncul meminta pengguna mengisi nama ruangan	Berhasil
7	Scan – Validasi input kosong	Tombol OK tidak berfungsi jika nama kosong	Pop-up dialog terbuka	Kosongkan field nama ruangan, tekan tombol Mulai Scan	Sistem tidak memproses scan, pengguna diminta mengisi nama ruangan	Berhasil
8	Scan – Proses pemindaian	Indikator sensor aktif saat scan berjalan	Nama ruangan sudah diisi, IoT aktif dan terhubung	Tekan Mulai Scan	Keempat sensor menampilkan indikator loading secara berurutan, lalu berubah menjadi centang biru setelah data diterima	Berhasil
9	Scan – Timeout IoT	Penanganan error saat IoT tidak merespon	IoT dalam keadaan mati/tidak terhubung	Tekan Mulai Scan	Sistem menampilkan pesan error setelah 30 detik timeout	Berhasil
10	Statistik – Tampilan gauge	Gauge memperbaiki nilai sesuai data sensor	Data scan tersedia di Firebase	Buka halaman Statistik setelah scan selesai	Keempat gauge meter menampilkan nilai sesuai data sensor dengan warna yang sesuai kategori	Berhasil
11	Statistik – Hasil Analisa	Label status berwarna sesuai kategori	Data scan tersedia	Lihat bagian Hasil Analisa di halaman Statistik	Setiap parameter menampilkan label status berwarna (Sangat Rendah/Rendah/Stabil/Tinggi/Sangat Tinggi) sesuai nilai aktual	Berhasil
12	History – Daftar riwayat	Riwayat scan tampil dari Firebase	Sudah pernah melakukan minimal 1 scan	Buka halaman History	Daftar riwayat scan tampil lengkap dengan nama ruangan, jam, dan tanggal, diurutkan terbaru di atas	Berhasil
13	History – Detail riwayat	Tap entri membuka halaman Statistik	Daftar riwayat tersedia	Tap salah satu entri di History	Halaman Statistik terbuka menampilkan nama ruangan sesuai entri yang dipilih	Berhasil
14	History – Belum ada data	Tampilan saat history kosong	Belum pernah melakukan	Buka halaman History	Halaman menampilkan pesan "Belum ada history scan"	Berhasil

			scan			
15	Edukasi – Navigasi tab	Perpindahan antar tab edukasi	Berada di halaman Edukasi	Tap tab Suhu, Kelembapan, Tekanan, CO ₂ secara bergantian	Konten tiap tab tampil sesuai parameter, perpindahan tab berjalan lancar	Berhasil
16	Real-time update	Gauge update otomatis tanpa reload	Halaman Statistik terbuka, IoT aktif	Ubah nilai sensor di Firebase secara manual	Gauge pada halaman Statistik memperbarui nilai secara otomatis tanpa perlu reload halaman	Berhasil

1.12.2 Hasil Pengujian

Pengujian UAT dilakukan oleh lima penguji yang mewakili calon pengguna potensial aplikasi AiQu, terdiri dari mahasiswa dan pekerja. Setiap penguji diminta untuk menjalankan seluruh skenario pengujian secara mandiri dengan perangkat Android masing-masing, kemudian memberikan penilaian terhadap setiap skenario dalam skala Berhasil (✓) atau Tidak Berhasil (✗). Hasil penilaian dari seluruh penguji kemudian direkap dalam tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian

N o	Skenario Pengujian	Penguji 1	Penguji 2	Penguji 3	Penguji 4	Penguji 5
1	Splash Screen	✓	✓	✓	✓	✓
2	Navigasi antar slide intro	✓	✓	✓	✓	✓
3	Fungsi tombol Skip	✓	✓	✓	✓	✓
4	Tampilan data Recent Scanning	✓	✓	✓	✓	✓
5	Tampilan saat belum ada riwayat scan	✓	✓	✓	✓	✓
6	Pop-up input nama ruangan	✓	✓	✓	✓	✓
7	Validasi input nama ruangan kosong	✓	✓	✓	✓	✓

8	Proses pemindaian sensor	✓	✓	✓	✓	✓
9	Penanganan error timeout IoT	✓	✓	✓	✓	✓
10	Tampilan gauge halaman Statistik	✓	✓	✓	✓	✓
11	Label status Hasil Analisa berwarna	✓	✓	✓	✓	✓
12	Daftar riwayat scan di History	✓	✓	✓	✓	✓
13	Detail riwayat membuka Statistik	✓	✓	✓	✓	✓
14	Tampilan History saat data kosong	✓	✓	✓	✓	✓
15	Navigasi tab halaman Edukasi	✓	✓	✓	✓	✓
16	Real-time update gauge dari IoT	✓	✓	✓	✓	✓

Keterangan: ✓ = Berhasil, ✗ = Tidak Berhasil

Berdasarkan tabel rekapitulasi di atas, seluruh skenario pengujian berhasil dijalankan oleh kelima penguji dengan hasil yang konsisten. Tingkat keberhasilan pengujian UAT mencapai 100% dari total 16 skenario yang diujikan kepada 5 penguji, menghasilkan 80 hasil pengujian yang keseluruhannya berstatus berhasil. Beberapa catatan yang diterima dari penguji antara lain terkait dengan kecepatan respons pemindaian yang dipengaruhi oleh kecepatan koneksi Wi-Fi, serta akurasi nilai CO₂ dari sensor MQ-135 yang masih memerlukan kalibrasi lebih lanjut. Meskipun demikian, kedua catatan tersebut tidak memengaruhi fungsionalitas utama aplikasi secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi AiQu telah memenuhi seluruh kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan dan siap untuk digunakan oleh pengguna akhir.

1.12.3 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian UAT menunjukkan bahwa aplikasi AiQu secara keseluruhan telah berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sistem mampu melakukan komunikasi data secara real-time antara perangkat IoT dan aplikasi mobile melalui Firebase Realtime Database dengan baik. Mekanisme trigger pemindaian yang diimplementasikan melalui path /command pada Firebase terbukti berjalan dengan efektif, memungkinkan pengguna untuk memulai proses pengambilan data sensor hanya dengan beberapa interaksi sederhana pada aplikasi.

Tampilan antarmuka aplikasi dinilai intuitif dan mudah dipahami oleh seluruh penguji, termasuk penguji yang sebelumnya tidak memiliki pengalaman menggunakan aplikasi monitoring serupa. Penggunaan gauge meter dengan indikator warna yang konsisten di seluruh halaman dinilai memudahkan pengguna dalam memahami kondisi kualitas udara tanpa perlu memiliki pengetahuan teknis mendalam.

Adapun beberapa keterbatasan yang ditemukan selama pengujian antara lain adalah ketergantungan sistem terhadap ketersediaan jaringan Wi-Fi dengan frekuensi 2,4 GHz yang dibutuhkan oleh NodeMCU ESP8266, serta akurasi pembacaan sensor MQ-135 yang masih memerlukan kalibrasi lebih lanjut agar menghasilkan nilai CO₂ yang lebih mendekati kondisi aktual. Selain itu, aplikasi saat ini belum dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis apabila kualitas udara berada pada level berbahaya, sehingga pengguna perlu secara aktif membuka aplikasi untuk memantau kondisi udara.

BAB V

PENUTUP

1.13 Kesimpulan

Aplikasi mobile AiQu berhasil dirancang dan dikembangkan menggunakan framework Flutter dengan bahasa pemrograman Dart, yang mampu memantau kualitas udara dalam ruangan secara real-time melalui integrasi dengan perangkat IoT berbasis NodeMCU ESP8266. Aplikasi ini terdiri dari tujuh halaman utama yang saling terintegrasi, yaitu Splash Screen, Intro Screen, Dashboard, Scan, History, Statistik, dan Edukasi, sehingga seluruh kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan pada tahap analisis berhasil dipenuhi.

Sistem komunikasi data antara perangkat IoT dan aplikasi mobile berhasil diimplementasikan menggunakan Firebase Realtime Database sebagai platform perantara. Mekanisme trigger berbasis Firebase yang dikembangkan memungkinkan pengguna untuk memulai proses pemindaian sensor secara langsung melalui aplikasi, di mana perangkat IoT akan merespons perintah tersebut secara otomatis dan mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke database dalam waktu singkat. Data yang tersimpan kemudian ditampilkan secara real-time pada aplikasi tanpa perlu memuat ulang halaman.

Perangkat IoT yang terdiri dari sensor DHT11 (suhu dan kelembapan), MQ-135 (CO₂), dan HX710B (tekanan udara) berhasil dirakit dan diintegrasikan dengan NodeMCU ESP8266 untuk membaca empat parameter kualitas udara secara bersamaan. Ketiga sensor tersebut terbukti dapat beroperasi dengan baik dan mengirimkan data ke Firebase Realtime Database melalui koneksi Wi-Fi secara periodik.

Hasil pengujian User Acceptance Testing (UAT) yang dilakukan oleh lima penguji menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% dari total 10 skenario pengujian yang telah dirancang. Seluruh fitur aplikasi berjalan

sesuai dengan hasil yang diharapkan, dan antarmuka aplikasi dinilai intuitif serta mudah dipahami oleh pengguna dari berbagai latar belakang. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi AiQu telah memenuhi kebutuhan pengguna akhir dan siap untuk digunakan secara nyata.

Aplikasi AiQu berhasil meningkatkan kemudahan akses terhadap informasi kualitas udara dalam ruangan melalui tampilan visual yang informatif, meliputi gauge meter dengan indikator warna dan tabel Hasil Analisa yang mengelompokkan setiap parameter ke dalam lima kategori status, yaitu Sangat Rendah, Rendah, Stabil, Tinggi, dan Sangat Tinggi. Fitur edukasi yang tersedia dalam aplikasi juga turut membantu pengguna dalam memahami dampak setiap kondisi kualitas udara terhadap kesehatan beserta langkah-langkah penanganan yang direkomendasikan.

1.14 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama proses pengembangan dan pengujian aplikasi AiQu, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang:

1. Penambahan fitur notifikasi otomatis. Aplikasi AiQu saat ini belum dilengkapi dengan mekanisme notifikasi yang memberikan peringatan kepada pengguna apabila kondisi kualitas udara berada pada level berbahaya. Pada pengembangan berikutnya, disarankan untuk mengintegrasikan layanan Firebase Cloud Messaging (FCM) agar aplikasi dapat mengirimkan notifikasi push secara otomatis kepada pengguna ketika nilai sensor melampaui ambang batas yang telah ditentukan, sehingga pengguna tidak perlu membuka aplikasi secara aktif untuk mengetahui kondisi udara terkini.
2. Kalibrasi sensor yang lebih presisi. Sensor MQ-135 yang digunakan untuk mengukur kadar CO₂ masih memerlukan kalibrasi lebih lanjut agar nilai yang dihasilkan lebih mendekati kondisi aktual di

lapangan. Disarankan untuk melakukan kalibrasi menggunakan gas referensi standar atau membandingkan hasil pembacaan dengan alat ukur kualitas udara yang sudah terstandarisasi, sehingga tingkat akurasi data yang ditampilkan kepada pengguna dapat ditingkatkan.

3. Penambahan sensor pendukung. Parameter kualitas udara yang dipantau saat ini terbatas pada suhu, kelembapan, tekanan, dan CO₂. Untuk meningkatkan kelengkapan informasi yang disajikan, disarankan untuk menambahkan sensor pendukung lain seperti sensor partikel debu (PM2.5 dan PM10), sensor volatile organic compounds (VOC), atau sensor karbon monoksida (CO), sehingga aplikasi dapat memberikan gambaran kondisi kualitas udara yang lebih komprehensif.
4. Dukungan koneksi Wi-Fi 5 GHz. Perangkat NodeMCU ESP8266 yang digunakan saat ini hanya mendukung jaringan Wi-Fi dengan frekuensi 2,4 GHz, sehingga tidak dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi 5 GHz yang semakin banyak digunakan. Untuk mengatasi keterbatasan ini, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan mikrokontroler generasi terbaru seperti ESP32 yang mendukung kedua frekuensi Wi-Fi tersebut, sekaligus menawarkan performa komputasi yang lebih baik.
5. Pengembangan fitur grafik historis. Saat ini halaman History hanya menampilkan daftar riwayat pemindaian tanpa visualisasi tren data dari waktu ke waktu. Disarankan untuk menambahkan fitur grafik historis yang menampilkan perubahan nilai setiap parameter kualitas udara dalam bentuk grafik garis atau batang berdasarkan rentang waktu tertentu, sehingga pengguna dapat menganalisis tren kualitas udara di suatu ruangan secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Jaelani, L. R., Samsumar, L. D., Zaenudin, Z., & Akbar, A. (2024). RANCANG BANGUN SMART TRASH BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) MENGGUNAKAN METODE PROTOTIPYNG MODEL DI DESA BERIRIJARAK. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(4), 245-257.
- Jaya, F. N., & Ardiansya, T. (2024). Perancangan Smart Trash Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu Berbasis Iot (Internet of Things). *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(2), 310-319.
- Alvianingsih, G., Putri, T. W. O., & Maharani, P. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Pada Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet Of Things Menggunakan Aplikasi Blynk. *Pros.-Snekti*, 3.
- Sari, W. M., Septiono, T. R., & Aini, Z. N. (2025, July). Rancangan Alat Smart Bin 3 Klasifikasi Berbasis IoT. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis* (pp. 1233-1240).
- Putri, T. W. O., Alvianingsih, G., & Maharani, P. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Pada Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk. *Energi & Kelistrikan*, 15(1), 31-40.
- Suryana, T. (2023). Perancangan Smart Trash Limbah Rumah Makan Untuk Pemenuhan Pakan Maggot Berbasis Iot.
- Syaljumairi, R., Prabowo, C., & Hanum, D. L. (2023). Tempat sampah pintar berbasis IoT. *JITSI: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(1), 8-15.
- Nurjannah, N., Muchtar, M., Sarimuddin, S., Sya'ban, K., Karim, R., & Na'im Al Jum'ah, M. (2024). PERANCANGAN SMART TRASH BIN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY BERBASIS ARDUINO DI SDN 5

- MAWASANGKA, BUTON TENGAH. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3).
- Jusuf, H., Maâ, M. L. I., & Kusuma, I. (2022). Perancangan Prototype Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 11(3), 807-818.
- Habibi, F. A., & Zaky, U. (2025). Sistem monitoring tingkat kualitas udara dan optimasi sensor menggunakan Internet of Things berbasis Android. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, 7(2), 650-658.
- Aswaldi, H. (2025). Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) untuk Monitoring Kualitas Udara dalam Ruangan. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(2), 39-45.
- Hasyim, F., & Suharjo, I. (2024). Sistem notifikasi monitoring kualitas udara dalam ruangan produksi berbasis internet of things (iot) menggunakan Esp8266. *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 17(1), 149-158.
- Iskandar, I., Rimalia, W., & Panggabean, B. L. E. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of System and Computer Engineering*, 5(1), 115-127.
- Rafilla, N., & Putri, A. R. W. (2025, March). Sistem pemantau kualitas udara ruangan berbasis Internet of Things (IoT). In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas' Aisyiyah Yogyakarta* (Vol. 3, pp. 196-201).
- Aziz, A., Rafif, M., Nurjihan, S. F., & Nixon, B. (2025). Sistem Pemantauan Kualitas Udara Portable Menggunakan GPS Berbasis Internet of Things. *Spektral*, 6(2), 325-331.
- SUKMAWATI, S. (2025). *ALAT DETEKSI POLUSI UDARA DALAM RUANGAN*

TERTUTUP BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) (Doctoral dissertation, Universitas Sulawesi Barat).

Aminullah, R. (2026, February). Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Esp8266 Dan Firebase. In *Seminar Nasional Teknologi & Sains* (Vol. 5, No. 1, pp. 1102-1107).

Jamal, R., Shabir, F., Asyrafi, H., & Khotimah, K. (2025). Pembuatan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dan Akustik Masjid Berbasis Internet of Things Sebagai Upaya Menuju Smart Mosque. *Prosiding Senpedia 2025*, 4(1), 252-263.

Taryanto, A. (2024). Sistem Monitoring Polusi Udara Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Esp8266 Wemos D1 Wifi. *Journal of Information Technology Student (JITS)*, 3(1), 40-49.

LAMPIRAN

USER ACCEPTANCE APPROVAL

Aplikasi: AiQu — Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT

No	ID UAT	Fungsi yang Diuji	Pass	Fail
1	UAT_TC_001	Splash Screen	✓	
2	UAT_TC_002	Intro Screen - Navigasi Slide	✓	
3	UAT_TC_003	Intro Screen - Tombol Skip	✓	
4	UAT_TC_004	Dashboard - Recent Scanning	✓	
5	UAT_TC_005	Dashboard - Belum Ada Riwayat	✓	
6	UAT_TC_006	Scan - Pop-up Nama Ruangan	✓	
7	UAT_TC_007	Scan - Validasi Input Kosong	✓	
8	UAT_TC_008	Scan - Proses Pemindaian	✓	
9	UAT_TC_009	Scan - Timeout IoT	✓	
10	UAT_TC_010	Statistik - Tampilan Gauge	✓	
11	UAT_TC_011	Statistik - Hasil Analisa	✓	
12	UAT_TC_012	History - Daftar Riwayat	✓	
13	UAT_TC_013	History - Detail Riwayat	✓	
14	UAT_TC_014	History - Data Kosong	✓	
15	UAT_TC_015	Edukasi - Navigasi Tab	✓	
16	UAT_TC_016	Real-time Update	✓	

Catatan (jika ada) :

Batam, 05/07/2026

Pembuat Dokumen



Yuda Pratama

Tester



Sandi

USER ACCEPTANCE APPROVAL

Aplikasi: AiQu — Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT

No	ID UAT	Fungsi yang Diuji	Pass	Fail
1	UAT_TC_001	Splash Screen	✓	
2	UAT_TC_002	Intro Screen - Navigasi Slide	✓	
3	UAT_TC_003	Intro Screen - Tombol Skip	✓	
4	UAT_TC_004	Dashboard - Recent Scanning	✓	
5	UAT_TC_005	Dashboard - Belum Ada Riwayat	✓	
6	UAT_TC_006	Scan - Pop-up Nama Ruangan	✓	
7	UAT_TC_007	Scan - Validasi Input Kosong	✓	
8	UAT_TC_008	Scan - Proses Pemindaian	✓	
9	UAT_TC_009	Scan - Timeout IoT	✓	
10	UAT_TC_010	Statistik - Tampilan Gauge	✓	
11	UAT_TC_011	Statistik - Hasil Analisa	✓	
12	UAT_TC_012	History - Daftar Riwayat	✓	
13	UAT_TC_013	History - Detail Riwayat	✓	
14	UAT_TC_014	History - Data Kosong	✓	
15	UAT_TC_015	Edukasi - Navigasi Tab	✓	
16	UAT_TC_016	Real-time Update	✓	

Catatan (jika ada) :

--

Batam, 05/07/2026

Pembuat Dokumen



Yuda Pratama

Tester



Dani

USER ACCEPTANCE APPROVAL

Aplikasi: AiQu — Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT

No	ID UAT	Fungsi yang Diuji	Pass	Fail
1	UAT_TC_001	Splash Screen	✓	
2	UAT_TC_002	Intro Screen - Navigasi Slide	✓	
3	UAT_TC_003	Intro Screen - Tombol Skip	✓	
4	UAT_TC_004	Dashboard - Recent Scanning	✓	
5	UAT_TC_005	Dashboard - Belum Ada Riwayat	✓	
6	UAT_TC_006	Scan - Pop-up Nama Ruangan	✓	
7	UAT_TC_007	Scan - Validasi Input Kosong	✓	
8	UAT_TC_008	Scan - Proses Pemindaian	✓	
9	UAT_TC_009	Scan - Timeout IoT	✓	
10	UAT_TC_010	Statistik - Tampilan Gauge	✓	
11	UAT_TC_011	Statistik - Hasil Analisa	✓	
12	UAT_TC_012	History - Daftar Riwayat	✓	
13	UAT_TC_013	History - Detail Riwayat	✓	
14	UAT_TC_014	History - Data Kosong	✓	
15	UAT_TC_015	Edukasi - Navigasi Tab	✓	
16	UAT_TC_016	Real-time Update	✓	

Catatan (jika ada) :

Batam, 05/07/2026

Pembuat Dokumen

Tester



Yuda Pratama



Sindy

USER ACCEPTANCE APPROVAL

Aplikasi: AiQu — Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT

No	ID UAT	Fungsi yang Diuji	Pass	Fail
1	UAT_TC_001	Splash Screen	✓	
2	UAT_TC_002	Intro Screen - Navigasi Slide	✓	
3	UAT_TC_003	Intro Screen - Tombol Skip	✓	
4	UAT_TC_004	Dashboard - Recent Scanning	✓	
5	UAT_TC_005	Dashboard - Belum Ada Riwayat	✓	
6	UAT_TC_006	Scan - Pop-up Nama Ruangan	✓	
7	UAT_TC_007	Scan - Validasi Input Kosong	✓	
8	UAT_TC_008	Scan - Proses Pemindaian	✓	
9	UAT_TC_009	Scan - Timeout IoT	✓	
10	UAT_TC_010	Statistik - Tampilan Gauge	✓	
11	UAT_TC_011	Statistik - Hasil Analisa	✓	
12	UAT_TC_012	History - Daftar Riwayat	✓	
13	UAT_TC_013	History - Detail Riwayat	✓	
14	UAT_TC_014	History - Data Kosong	✓	
15	UAT_TC_015	Edukasi - Navigasi Tab	✓	
16	UAT_TC_016	Real-time Update	✓	

Catatan (jika ada) :

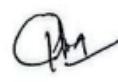
--

Batam, 05/07/2026

Pembuat Dokumen


Yuda Pratama

Tester


Cika

USER ACCEPTANCE APPROVAL

Aplikasi: AiQu — Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT

No	ID UAT	Fungsi yang Diuji	Pass	Fail
1	UAT_TC_001	Splash Screen	✓	
2	UAT_TC_002	Intro Screen - Navigasi Slide	✓	
3	UAT_TC_003	Intro Screen - Tombol Skip	✓	
4	UAT_TC_004	Dashboard - Recent Scanning	✓	
5	UAT_TC_005	Dashboard - Belum Ada Riwayat	✓	
6	UAT_TC_006	Scan - Pop-up Nama Ruangan	✓	
7	UAT_TC_007	Scan - Validasi Input Kosong	✓	
8	UAT_TC_008	Scan - Proses Pemindaian	✓	
9	UAT_TC_009	Scan - Timeout IoT	✓	
10	UAT_TC_010	Statistik - Tampilan Gauge	✓	
11	UAT_TC_011	Statistik - Hasil Analisa	✓	
12	UAT_TC_012	History - Daftar Riwayat	✓	
13	UAT_TC_013	History - Detail Riwayat	✓	
14	UAT_TC_014	History - Data Kosong	✓	
15	UAT_TC_015	Edukasi - Navigasi Tab	✓	
16	UAT_TC_016	Real-time Update	✓	

Catatan (jika ada) :

--

Batam, 05/07/2026

Pembuat Dokumen



Yuda Pratama

Tester



Bagus