

**RANCANG BANGUN *FRONT END* APLIKASI *MOBILE*
MONITORING KUALITAS UDARA DENGAN METODE
*DESIGN THINKING***

(Skripsi)

Oleh

ANGGA ARRIA FINALDA



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

**RANCANG BANGUN *FRONT END* APLIKASI *MOBILE*
MONITORING KUALITAS UDARA DENGAN METODE
*DESIGN THINKING***

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana S1 dari
Universitas Lampung**

Oleh

ANGGA ARRIA FINALDA

NPM:1815061020

Program Studi Teknik Informatika



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN FRONT END APLIKASI MOBILE MONITORING KUALITAS UDARA DENGAN METODE DESIGN THINKING

Oleh

ANGGA ARRIA FINALDA

Kualitas udara dalam ruangan merupakan salah satu aspek penting yang memengaruhi kesehatan dan kenyamanan pengguna gedung, terutama dalam konteks ruang kelas di lingkungan pendidikan. Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun antarmuka (*front end*) aplikasi *mobile* yang berfungsi sebagai media monitoring kualitas udara di Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan pendekatan *Design Thinking*, yang terdiri dari lima tahapan utama, yaitu: *emphatize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*. *Framework* Flutter digunakan dalam proses pengembangan aplikasi karena kemampuannya dalam membangun antarmuka pengguna yang cepat, responsif, dan lintas platform dari satu basis kode. Data kualitas udara diperoleh dari perangkat AirVisual Pro, yang mengukur parameter seperti PM2.5, PM10, CO₂, suhu, dan kelembaban. Visualisasi data dalam aplikasi dilakukan dalam bentuk grafik dan indikator warna berdasarkan kategori Air Quality Index (AQI), sehingga memudahkan pengguna dalam memahami kondisi kualitas udara secara *semi real-time*. Desain antarmuka dirancang menggunakan Figma dan diimplementasikan dalam Flutter, dengan memperhatikan prinsip *UI/UX* yang ramah pengguna. Aplikasi diuji menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fitur berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dalam lima skenario utama pengujian, yang mencakup fitur pemilihan bahasa, navigasi tombol ruangan, detail informasi ruangan, navigasi tombol pengaturan, serta navigasi ke beranda melalui tombol home. Diharapkan aplikasi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi civitas akademika dan pengelola gedung dalam memantau serta meningkatkan kualitas lingkungan belajar yang sehat dan nyaman.

Kata kunci : Kualitas udara, *Front end*, Flutter, *Design Thinking*, *Blackbox Testing*.

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FRONT-END FOR AIR QUALITY MONITORING USING THE DESIGN THINKING METHOD

By

ANGGA ARRIA FINALDA

Indoor air quality is an essential factor that affects the health and comfort of building occupants, especially in educational environments such as classrooms. This study aims to design and develop the front-end of a mobile application for monitoring air quality in the Department of Electrical Engineering building at the University of Lampung. The application was developed using the Design Thinking approach, which consists of five stages: empathize, define, ideate, prototype, and test. Flutter was used as the development framework due to its capability to create responsive, fast, and cross-platform user interfaces from a single codebase. Air quality data was collected using the AirVisual Pro device, which measures parameters such as PM2.5, PM10, CO₂, temperature, and humidity. The data is visualized in the application through interactive graphs and color indicators based on the Air Quality Index (AQI), allowing users to easily understand semi real-time air conditions. The user interface design was created using Figma and implemented with attention to user-friendly UI/UX principles. The application was tested using the Black Box Testing method to ensure that all features functioned as expected. The testing results showed a 100% success rate across five main testing scenarios, including Language selection feature, room selection button, room detail information display, settings button, and home button. This application is expected to contribute positively to the academic community and facility managers by providing an accessible tool to monitor indoor air quality and support the creation of a healthier and more comfortable learning environment.

Key words : Air Quality, Front end, Flutter, Design Thinking, Blackbox Testing.

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN *FRONT END*
APLIKASI *MOBILE* MONITORING
KUALITAS UDARA DENGAN METODE
DESIGN THINKING

Nama Mahasiswa : Angga Arria Finalda

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815061020

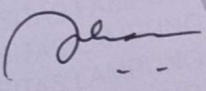
Program Studi : Teknik Informatika

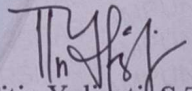
Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

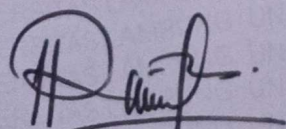
1. Komisi Pembimbing


Ir. Muhammad Komarudin, S.T., M.T
NIP. 196812071997031006

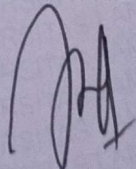

Ir. Titin Yulianti, S.T., M.Eng.
NIP. 198807092019032015

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Herlinawati, S.T., M.T
NIP. 197103141999032001

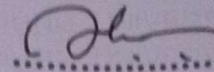
Ketua Program Studi
Teknik Informatika


Yessi Mulyani, S.T., M.T
NIP. 197312262000122001

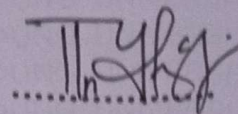
MENGENAL

1. Tim Penguji

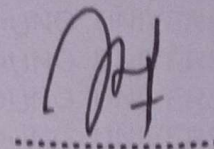
Ketua : Ir. Muhammad Komarudin, S.T., M.T



Sekretaris : Ir. Titin Yulianti, S.T., M.Eng.



Penguji : Yessi Mulyani, S.T., M.T



2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Pitriawan, S.T., M.Sc. }

NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 4 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Rancang Bangun *Front End* Aplikasi *Mobile* Monitoring Kualitas Udara Dengan Metode *Design Thinking*" merupakan hasil karya saya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan duplikasi atau dibuat oleh pihak lain, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan hukum atau akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Juni 2025

Penulis,



Angga Arria Finalda

NPM. 1815061020

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 13 Juli 1998, sebagai anak kedua dari empat bersaudara dari Bapak Suhardi dan Ibu Tri Oktaria Handayani. Penulis menyelesaikan Pendidikan di SD Negeri 2 Varia Agung pada tahun 2010, SMP Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2013, SMA YP UNILA Bandar Lampung pada tahun 2016.

Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis aktif mengikuti perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul "*Rancang Bangun Front End Aplikasi Mobile Monitoring Kualitas Udara dengan Metode Design Thinking*", sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Universitas Lampung.

MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah: 6)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan mengharapkan ridho dari Allah SWT,
Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam, skripsi ini
kupersembahkan kepada:

Ayahanda

dan

Ibunda tercinta

Terima kasih atas segala jerih payah, kesabaran, dan ketulusan dalam
mendidik dan membimbingku hingga titik ini.

Tiada kata yang mampu menggambarkan betapa berharganya kasih sayang
dan perjuangan kalian.

Semoga keberhasilan kecil ini dapat menjadi awal dari segala hal baik yang
bisa kuberikan sebagai bentuk baktiku.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi / tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun *Front End* Aplikasi *Mobile* Monitoring Kualitas Udara Dengan Metode *Design Thinking*”.

Dalam pelaksanaan dan pembuatan Skripsi / Tugas Akhir ini penulis menerima dukungan baik secara moril maupun materil yang sangat berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Ibu Yessi Mulyani, S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Lampung, dan telah bersedia menjadi Penguji dalam sidang skripsi ini.
4. Bapak Ir. Muhamad Komarudin, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama dan Ibu Ir. Titin Yulianti, S.T., M.Eng selaku Pembimbing Pendamping, yang dengan penuh semangat dan kesabaran telah memberikan bimbingan, dukungan, dan mengorbankan banyak waktu untuk membantu penyelesaian skripsi/tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Unila yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa studi.
6. Kedua orang tua tercinta dan keluarga besar yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang tiada henti.

7. Teman-teman seperjuangan yang bersama-sama mengerjakan skripsi / tugas akhir.
8. Rekan-rekan mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan saran, dukungan dan bantuannya.

Akhir kata, semoga skripsi / tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembacanya.

Bandar Lampung, 18 Juni 2025

Penulis

Angga Arria Finalda

NPM. 1815061020

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
MOTTO.....	ix
PERSEMBAHAN.....	x
SANWACANA.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Kualitas Udara	5
2.1.2 Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).....	6
2.1.3 <i>Air Quality Index</i> (AQI)	8
2.1.4 <i>Front End</i>	9
2.1.5 Flutter	10
2.1.6 <i>Design Thinking</i>	11
2.1.7 Figma.....	13
2.1.8 AirVisual Pro	13
2.2 <i>Testing</i>	14
2.3 Penelitian Terkait.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan Tempat	22

	xiv
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan.....	23
3.3 Tahapan Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Emphatize	27
4.2 Hasil Define	28
4.3 Hasil Ideate	32
4.4 Hasil Prototype.....	43
4.5 Hasil Testing.....	48
4.6 Pembahasan.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Tahapan Design Thinking	12
Gambar 2 AirVisual Pro	14
Gambar 3 Flowchart Tahapan Penelitian	24
Gambar 4 Usecase diagram.....	28
Gambar 5 Activity diagram memilih bahasa.....	29
Gambar 6 Activity diagram memilih ruangan.....	30
Gambar 7 Activity diagram melihat data historis	31
Gambar 8 Hasil Ideate.....	32
Gambar 9 Source code fitur pemilihan bahasa.....	33
Gambar 10 Flowchart fitur pemilihan bahasa	33
Gambar 11 Source code fitur pemilihan ruangan	34
Gambar 12 Flowchart fitur pemilihan ruangan	35
Gambar 13 Source code grafik tiap parameter AQI	35
Gambar 14 Flowchart grafik tiap parameter AQI.....	36
Gambar 15 Source code fitur melihat data historis AQI.....	36
Gambar 16 Flowchart fitur melihat data historis.....	37
Gambar 17 Source code tampilan warna menyesuaikan warna AQI.....	38
Gambar 18 Fowchart tampilan warna menyesuaikan warna AQI	39
Gambar 19 Hasil pembuatan wireframe	44
Gambar 20 Halaman Splash Screen.....	45
Gambar 21 Halaman Dashboard.....	45
Gambar 22 Halaman pilih ruangan.....	46
Gambar 23 Halaman Setting	47
Gambar 24 Halaman detail ruangan	47
Gambar 25 Pengujian Halaman Splash Screen	48

	xvi
Gambar 26 Pengujian Tombol Pilih Ruangan	49
Gambar 27 Pengujian Detail Informasi Ruangan.....	50
Gambar 28 Pengujian Tombol Pengaturan.....	51
Gambar 29 Pengujian Tombol Home.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Klasifikasi ISPU	7
Tabel 2 Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU	8
Tabel 3 Tingkatan dan Warna Rentang Nilai AQI	8
Tabel 4 Konversi Nilai Konsentrasi Parameter AQI.....	9
Tabel 5 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 6 Waktu Penelitian.....	22
Tabel 7 Alat dan Bahan	22
Tabel 8 Kuesioner Emphatize	25
Tabel 9 Blackbox Testing	26
Tabel 10 Hasil Kuesioner	27
Tabel 11 Pemilihan Icon.....	40
Tabel 12 Penggunaan fontsize	41
Tabel 13 Penggunaan warna	42
Tabel 14 Pengujian Halaman Splash Screen	48
Tabel 15 Pengujian Tombol Pilih Ruangan	49
Tabel 16 Pengujian Detail Informasi Ruangan.....	50
Tabel 17 Pengujian Tombol Pengaturan.....	50
Tabel 18 Pengujian Tombol Home	52

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara dalam ruang merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan penghuni dalam suatu ruangan atau bangunan. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa kualitas udara di dalam ruangan dapat lebih parah tercemar dibandingkan udara di luar ruangan, terutama di kota besar maupun kota industri [1]. Polusi udara dalam ruangan bisa berupa debu, kotoran atau gas di udara di dalam gedung seperti rumah, sekolah atau tempat kerja yang merugikan kesehatan apabila terhirup [2]. Adapun dampak kesehatan akibat terpapar polusi udara dalam jangka pendek adalah sesak nafas, batuk, asma, dan penyakit saluran pernafasan [3]. Paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat menyebabkan penyakit seperti bronkitis kronis, aterosklerosis, kanker paru-paru, dan bahkan kematian [4]. Kualitas udara di dalam ruangan adalah isu yang memerlukan perhatian serius karena berperan penting terhadap kesehatan manusia. Dengan kata lain, udara dalam ruangan yang berkualitas baik adalah udara yang tidak mengandung zat iritan, polusi, atau hal-hal yang menimbulkan ketidaknyamanan maupun gangguan kesehatan bagi para penghuninya [5].

Beberapa jenis polusi udara berbahaya di dalam ruang meliputi karbon monoksida (CO), senyawa organik volatil (VOC), partikel partikulat (PM), aerosol, polutan biologis, dan sebagainya. Sumber-sumber polusi ini mencakup debu, asap rokok, asap dari pembakaran bahan bakar padat, asap dapur, serta senyawa organik yang mudah menguap [6].

Selain itu, kondisi udara di dalam kelas turut berpengaruh terhadap proses belajar siswa. Udara yang tidak sehat di ruang kelas dapat menimbulkan masalah kesehatan, seperti gangguan pernapasan, iritasi, alergi, maupun penyakit lainnya, yang pada akhirnya dapat menurunkan kemampuan dan konsentrasi belajar siswa [7]. Sebagai contoh ruang kelas digedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung yang memiliki ruang kelas kedap suara dengan ventilasi yang kurang

memadai. Untuk memastikan proses belajar mengajar berjalan lancar pihak jurusan berkewajiban untuk menciptakan suasana kelas yang nyaman, sehat, dan kondusif. Agar mahasiswa dapat lebih fokus dalam mengikuti pembelajaran di ruang kelas.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem untuk visualisasi data sebagai alat untuk memantau kualitas udara berbasis *mobile*. Dalam aplikasi ini, data kualitas udara yang direkam oleh perangkat AirVisual Pro ditampilkan, termasuk nilai PM2.5, PM10, CO2, suhu, dan kelembaban. Penelitian ini berfokus pada pengembangan *front end* aplikasi monitoring kualitas udara dengan metode design thinking menggunakan *framework* flutter. Dengan pengembangan aplikasi yang dikembangkan saat ini, maka akan membantu pemangku kepentingan dan akademisi Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung untuk memantau kualitas udara dan membuat kebijakan lingkungan dengan tujuan untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan pengguna gedung Jurusan Teknik Elektro.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, kajian masalah yang mendasari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara membuat *front end* aplikasi monitoring kualitas udara berbasis *mobile* ?
2. Bagaimana membangun *front end* monitoring kualitas udara yang memiliki kinerja yang baik pada aplikasi berbasis *mobile* ?
3. Bagaimana cara melakukan *development* aplikasi monitoring kualitas udara berbasis *mobile* menggunakan flutter ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat *front end* aplikasi monitoring kualitas udara dengan *metode design thinking* berbasis *mobile*.
2. Menguji fungsionalitas dari aplikasi tersebut menggunakan pengujian *Black Box*.
3. Melakukan *development* aplikasi monitoring kualitas udara berbasis *mobile* dengan menggunakan flutter.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini akan membantu Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dalam memantau kualitas udara dalam ruang untuk civitas akademika dan membantu pimpinan jurusan untuk menyusun kebijakan tentang lingkungan di Gedung Teknik Elektro Universitas Lampung.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup hal-hal berikut:

1. Penelitian ini hanya terkait dengan *front end* dan tidak membahas *back end* dan *API*.
2. Pembuatan *front end* ini berfokus pada visualisasi data kualitas udara terkait beberapa polutan yang memengaruhi kesehatan mencakup PM2.5, PM10, Karbon Dioksida (CO₂), suhu serta kelembaban.
3. Aplikasi hanya dapat digunakan pada perangkat *mobile* android.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab sebagai berikut:

1) PENDAHULUAN

Bagian ini berisi tentang pembahasan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian terkait pentingnya perancangan *front end* kualitas udara dan pembahasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

2) TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini memuat landasan teori yang menjadi landasan rancang bangun *front end* aplikasi berbasis *mobile* seperti kualitas udara, Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU), *Air Quality Index* (AQI), *Front End*, Flutter, *Design Thinking*, Figma, Airvisual Pro, Testing, dan penelitian terkait atau sebelumnya yang mendukung perancangan *front end* aplikasi monitoring kualitas udara berbasis *mobile*.

3) METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini memuat waktu dan tempat, alat dan bahan penelitian, tahapan penelitian, dan *flowchart* dari tahapan dan metode pada aktivitas perancangan.

4) HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memuat pembahasan dari pelaksanaan tahapan rancang bangun *front end* aplikasi *mobile* monitoring kualitas udara.

5) KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini memuat kesimpulan dan saran dari rancang bangun *front end* aplikasi *mobile* monitoring kualitas udara di gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Kualitas Udara

Kualitas udara adalah kondisi lingkungan udara yang tidak tercemar dan dapat diterima oleh semua makhluk hidup termasuk manusia [8]. Kualitas udara merujuk pada kondisi atmosfer yang berkaitan dengan keberadaan polutan dan unsur-unsur yang memengaruhi kesehatan manusia, ekosistem, dan iklim. Kualitas udara yang baik adalah kondisi di mana konsentrasi polutan berada pada bawah ambang batas yang sudah ditetapkan.

Udara dapat dikatakan tercemar apabila udara telah terkontaminasi oleh zat kimia, partikel, atau bahan biologis yang dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan makhluk hidup dan organisme lainnya. Sumber pencemaran udara antara lain berasal dari asap kendaraan bermotor, asap industri, dan kebakaran hutan. Dampak buruk dari pencemaran udara terhadap kesehatan meliputi gangguan pada sistem pernapasan seperti iritasi atau peradangan saluran napas, masalah kulit, serta peningkatan tingkat stres [9].

Terdapat dua kategori udara yaitu udara luar ruangan dan udara dalam ruangan. Kualitas udara di dalam ruangan sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia, mengingat sekitar 90% aktivitas manusia berlangsung di dalam ruangan. Diperkirakan antara 400 hingga 500 juta orang, khususnya di negara-negara berkembang, mengalami permasalahan terkait polusi udara dalam ruangan [10].

Kualitas udara dalam ruangan merupakan hasil interaksi dinamis dari berbagai faktor yang memengaruhi jenis, tingkat, dan signifikansi polutan di lingkungan dalam ruangan. Faktor-faktor ini meliputi bau atau sumber polutan, desain pada

ruangan, pemeliharaan, sistem ventilasi pada ruangan, dan tingkat kelembaban suatu ruangan [11].

Polusi udara dalam ruangan dapat disebabkan oleh jamur, jamur menghasilkan zat alergen, iritan, dan kadang bersifat toksik. Paparan spora jamur melalui udara dapat menimbulkan reaksi seperti bersin, hidung berair, batuk, mengi, serta kesulitan bernapas. Tingkat kelembapan yang tinggi juga bisa memicu gangguan saluran pernapasan, terutama pada rumah dengan sistem saluran air yang bermasalah. Keberadaan jamur atau kondisi lembap di ruangan yang sering digunakan, seperti kamar tidur, ruang keluarga, dapur, dan kamar mandi, cenderung memberikan dampak kesehatan yang lebih besar dibandingkan dengan ruangan yang jarang digunakan [12].

Selain jamur, sumber pencemaran udara dalam ruangan lainnya adalah asap rokok yang dihasilkan dari kebiasaan merokok di dalam ruangan. Aktivitas merokok melepaskan berbagai polutan, termasuk partikel halus, sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida, serta senyawa *volatile organic compound* (VOC) [13].

Banyak senyawa VOC dihasilkan akibat proses pembakaran yang tidak sempurna. Kandungan VOC dalam asap rokok telah dikaitkan dengan gangguan pada sistem pernapasan [14]. Selain itu, karbon monoksida (CO) juga terbentuk dari pembakaran rokok yang tidak sempurna, serupa dengan proses terbentuknya VOC.

2.1.2 Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) merupakan ukuran kualitas udara ambien di suatu daerah yang digunakan sebagai acuan untuk menilai dampaknya terhadap kesehatan makhluk hidup [15]. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) menunjukkan tingkat kebersihan udara ambien di suatu area dengan mempertimbangkan pengaruhnya terhadap makhluk hidup, kesehatan manusia, serta nilai estetika lingkungan. Skala ISPU berkisar dari 0, yang menunjukkan kualitas udara baik, hingga 500, yang menunjukkan kondisi berbahaya. Parameter utama yang digunakan untuk menghitung ISPU meliputi partikel partikulat (PM_{10}), sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida (CO), ozon (O_3), dan nitrogen dioksida

(NO₂). Hasil pengukuran dari parameter-parameter ini kemudian dikonversi menjadi nilai ISPU. Kualitas udara yang buruk, ditandai dengan tingginya nilai ISPU, dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia, seperti menyebabkan infeksi saluran pernapasan, sesak napas, iritasi mata dan kulit. Kelompok rentan seperti bayi, lansia, dan penderita penyakit paru-paru lebih mudah terpengaruh oleh dampak negatif tersebut.

Parameter tersebut dapat membahayakan kesehatan masyarakat, hewan, dan tanaman serta material seperti bangunan, logam, dan sebagainya jika digunakan secara bersamaan atau terpisah. Berikut ini adalah klasifikasi ISPU [16].

Tabel 1 Klasifikasi ISPU

Rentang	Kategori	Status Warna	Penjelasan
0 - 50	Baik	Hijau	Tingkat mutu udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, dan tumbuhan.
51 - 100	Sedang	Biru	Tingkat mutu udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan.
101 - 200	Tidak Sehat	Kuning	Tingkat mutu udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan, dan tumbuhan.
201 - 300	Sangat Tidak Sehat	Merah	Tingkat mutu udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
301+	Berbahaya	Hitam	Tingkat mutu udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat.

Tabel konversi dari nilai konsentrasi parameter ISPU dapat dilihat pada Tabel 2 [17].

Tabel 2 Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU

ISPU	24 Jam PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 Jam PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 Jam SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 Jam CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 Jam O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 Jam NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 Jam HC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
0-50	50	15,5	52	4000	120	80	45
51-100	150	55,4	180	8000	235	200	100
101-200	350	150,4	400	15000	400	1130	215
201-300	420	250,4	800	30000	800	2260	432
>300	500	500	1200	45000	1000	3000	648
Keterangan : • Data pengukuran selama 24 jam secara terus-menerus. • Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat (PM2.5) disampaikan tiap jam selama 24 jam. • Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat (PM10), sulfur dioksida (SO₂), karbon monoksida (CO), ozon (O₃), nitrogen dioksida (NO₂) dan hidrokarbon (HC), diambil nilai ISPU parameter tertinggi dan paling sedikit disampaikan setiap jam 09.00 dan jam 15.00							

2.1.3 Air Quality Index (AQI)

AQI adalah indeks yang menilai kualitas udara suatu daerah dengan menggunakan beberapa faktor utama pencemaran udara seperti PM2.5, PM10, O₃, CO, SO₂ dan NO₂. Beberapa faktor tersebut diukur secara indeks dan kemudian digabungkan sehingga menghasilkan nilai AQI yang menunjukkan kualitas udara umum daerah tersebut. AQI bertujuan menyampaikan informasi penting mengenai kondisi kualitas udara kepada publik, khususnya bagi kelompok yang rentan seperti anak-anak, lansia, dan individu dengan masalah pernapasan. Uraian tingkatan dan warna rentang nilai AQI disajikan pada Tabel 3 [18].

Tabel 3 Tingkatan dan Warna Rentang Nilai AQI

AQI	Deskripsi Level	Warna
0 – 50	Baik	Hijau
51 – 100	Sedang	Kuning
101 – 150	Tidak sehat untuk kelompok sensitif	Oranye
151 – 200	Tidak sehat	Merah
201 – 300	Sangat tidak sehat	Ungu
301 – 500	Berbahaya	Merah Marun

Perhitungan AQI dilakukan dengan mengonversi nilai konsentrasi polutan

menjadi nilai AQI menggunakan aturan konversi yang tercantum pada Tabel 4 [19].

Tabel 4 Konversi Nilai Konsentrasi Parameter AQI

O ₃ (ppm) 8-jam	O ₃ (ppm) 1-jam	PM _{2.5} (µg/m ³) 24-jam	PM ₁₀ (µg/m ³) 24-jam	CO (ppm) 8-jam	SO ₂ (ppb) 1-jam	NO ₂ (ppb) 1-jam	AQI	Kategori
0.000 - 0.054	-	0.0 – 9.0	0 - 54	0.0 – 4.4	0 - 35	0 - 53	0 - 50	Baik
0.055 - 0.070	-	9.1 – 35.4	55 - 154	4.5 – 9.4	36 - 75	54 - 100	51 - 100	Sedang
0.071 - 0.085	0.125 - 0.164	35.5 – 55.4	155 - 254	9.5 – 12.4	76 - 185	101 - 360	101 - 150	Tidak sehat untuk kelompok sensitif
0.086 - 0.105	0.165 - 0.204	55.5 – 125.4	255 - 354	12.5 – 15.4	186 - 304	361 - 649	151 - 200	Tidak sehat
0.106 - 0.200	0.205 - 0.404	125.5 – 225.4	355 - 424	15.5 – 30.4	305 - 604	650 - 1249	201 - 300	Sangat tidak sehat
0.201+	0.405+	225.5+	425+	30.5+	605+	1250+	301+	Berbahaya

2.1.4 Front End

Front-end merupakan bagian dari sistem yang berfungsi menyajikan tampilan kepada pengguna, bertugas mengembangkan elemen-elemen visual, serta bertanggung jawab terhadap desain dan interaksi antarmuka pengguna [20]. *Front End* mencakup semua elemen visual dan interaktif yang memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak, seperti tombol, menu, ikon, dan layout. Tujuan utama *front-end* adalah untuk memudahkan pengguna dalam melakukan tugas dan mencapai tujuan mereka dengan cara yang intuitif dan efisien. Desain *front-end* yang baik harus mempertimbangkan aspek estetika, fungsionalitas, dan kemudahan penggunaan.

Front-end aplikasi android merujuk pada bagian antarmuka pengguna (UI) dan pengalaman pengguna (UX) dari aplikasi tersebut. Ini mencakup semua elemen yang dilihat dan digunakan oleh pengguna, seperti tombol, menu, gambar, dan

elemen interaktif lainnya. Dalam pengembangan aplikasi android, *front-end* biasanya dibangun menggunakan:

1. XML: Digunakan untuk mendesain *layout* antarmuka pengguna. XML memungkinkan pengembang untuk menentukan tampilan dan struktur elemen UI.
2. Kotlin/Java: Bahasa pemrograman ini digunakan untuk menangani logika aplikasi, termasuk interaksi pengguna dengan elemen UI. Kotlin saat ini menjadi pilihan utama untuk pengembangan android.
3. *Library* dan *Framework*: Banyak pengembang menggunakan *library* seperti *Jetpack Compose* untuk membangun UI yang lebih modern dan deklaratif, atau *framework* seperti Flutter untuk pengembangan lintas platform.
4. Material Design: Panduan desain dari Google yang memberikan pedoman untuk menciptakan antarmuka pengguna yang konsisten, menarik, dan intuitif di aplikasi Android.

Tujuan dari *front-end* aplikasi android adalah untuk menciptakan pengalaman pengguna yang baik dengan desain yang menarik, responsif, dan mudah di navigasi, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan aplikasi dengan lancar.

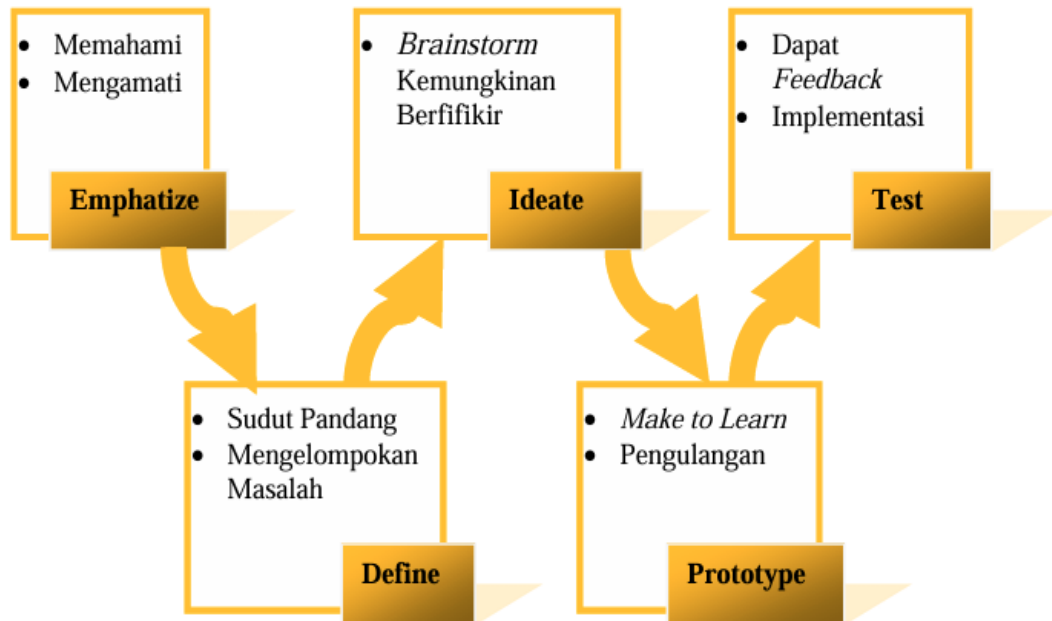
2.1.5 Flutter

Flutter merupakan *framework open source* yang dikembangkan oleh Google, dengan tujuan mempermudah pengembangan aplikasi lintas *platform* hanya menggunakan satu basis kode [21]. Untuk membuat aplikasi dengan Flutter, digunakan bahasa pemrograman Dart. Dart adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Google sebagai alternatif pengganti JavaScript. Bahasa ini menggunakan sistem pengetikan statis (*static typing*), yang mengharuskan variabel dideklarasikan terlebih dahulu sebelum digunakan. Dart memiliki sintaks yang cukup mudah dipahami karena kemiripannya dengan bahasa pemrograman lain seperti JavaScript dan Java [22].

Flutter memiliki sejumlah keunggulan, yang pertama adalah kemampuannya sebagai framework lintas platform. Dengan Flutter, pengembang dapat membuat aplikasi untuk Android dan iOS secara bersamaan hanya dengan satu basis kode. Selain untuk perangkat mobile, Flutter juga dapat digunakan dalam pengembangan aplikasi web dan desktop, sehingga lebih efisien karena tidak perlu mempelajari bahasa pemrograman native dari masing-masing platform. Keunggulan kedua adalah fitur *fast development* melalui *hot reload*, yang memungkinkan perubahan pada kode program langsung terlihat dalam waktu kurang dari satu detik, sehingga mempercepat proses pengembangan. Keunggulan ketiga terletak pada tampilan antarmuka pengguna yang menarik. Flutter dirancang untuk memudahkan *developer* dalam merancang UI, di mana seluruh tampilan dibangun menggunakan sistem widget. Widget adalah elemen antarmuka pengguna (*user interface*) yang digunakan dalam aplikasi atau situs web untuk menampilkan informasi atau elemen yang memungkinkan untuk interaksi pengguna [23].

2.1.6 Design Thinking

Design thinking merupakan pendekatan dalam proses desain yang bertujuan untuk menemukan solusi terhadap suatu permasalahan. Pendekatan ini secara signifikan memengaruhi cara dalam mengambil keputusan, yang pada akhirnya mendorong lahirnya ide-ide baru yang kreatif dan inovatif [24]. *Design thinking* menggabungkan pemahaman terhadap berbagai kebutuhan pengguna, pendekatan teknis, dan keinginan bisnis. Pendekatan ini menempatkan manusia sebagai pusat dari setiap solusi yang akan dikembangkan.



Gambar 1 Tahapan *Design Thinking* [25]

Pada *design thinking* terdapat lima proses tahapan, yaitu:

a. *Emphasize*

Tahap pertama adalah memahami pengguna dan kebutuhan mereka. Ini dilakukan melalui observasi dan interaksi secara langsung, seperti survei atau wawancara. Tujuan dari tahap ini adalah untuk merasakan pengalaman dan tantangan yang dihadapi oleh pengguna. Dengan memahami perspektif dari pengguna masalah yang perlu diselesaikan dapat diidentifikasi.

b. *Define*

Setelah mengumpulkan data dari tahap *emphasize*, dilakukan pendefinisian masalah yang ingin dipecahkan. Pada tahap ini, informasi yang telah dikumpulkan dianalisis untuk merumuskan sebuah pernyataan masalah yang jelas dan terfokus. Pernyataan ini menjadi panduan untuk pengembangan solusi di tahap selanjutnya.

c. *Ideate*

Tahap ini bertujuan untuk menciptakan berbagai ide kreatif dalam merespons masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Beragam teknik brainstorming dan pendekatan kreatif diterapkan guna menjaring sebanyak mungkin solusi.

Penekanan diberikan pada jumlah ide, bukan pada kualitasnya, sehingga setiap gagasan dianggap layak untuk dipertimbangkan.

d. *Prototype*

Setelah menghasilkan berbagai ide, tahapan selanjutnya adalah membuat prototipe, yaitu representasi awal dari solusi yang diusulkan. Prototipe bisa berupa model fisik, sketsa, atau simulasi digital. Tujuannya adalah untuk menguji konsep dan mendapatkan umpan balik dari pengguna dengan cara yang cepat dan murah.

e. *Test*

Tahap *test* dilakukan untuk memperoleh respons serta masukan terhadap prototipe yang telah dibuat. Tujuan dari tahap ini adalah menilai apakah solusi yang dirancang mampu menyelesaikan masalah yang ada, sekaligus mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai kebutuhan pengguna. Melalui proses *testing* ini, solusi dapat divalidasi, kelebihan dan kekurangan dapat diidentifikasi, serta berbagai wawasan penting dapat dikumpulkan.

2.1.7 Figma

Figma merupakan salah satu alat desain yang sering dimanfaatkan untuk merancang tampilan aplikasi mobile, desktop, website, dan sebagainya. Aplikasi ini dapat dijalankan di berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, maupun Mac, asalkan terhubung dengan internet. Figma umumnya digunakan oleh para profesional di bidang *UI/UX*, desain web, dan bidang serupa lainnya. Salah satu keunggulan Figma adalah kemampuannya dalam mendukung kolaborasi, di mana beberapa orang bisa mengerjakan proyek secara bersamaan meskipun berada di lokasi yang berbeda. Karena fitur kolaboratif dan efisiensinya, Figma merupakan salah satu *tools* favorit bagi desainer *UI/UX* karena kemampuannya dalam membuat prototipe aplikasi atau situs web dengan cepat dan efisien [26].

2.1.8 AirVisual Pro

AirVisual Pro adalah perangkat pribadi *portable* untuk mengukur kualitas udara. Untuk menghitung konsentrasi PM_{2.5} perangkat ini memanfaatkan laser untuk menghitung seberapa banyak gangguan yang ditimbulkan oleh partikel dalam aliran

udara yang dipandu oleh kipas kecil. Alat ini dapat mengukur hingga enam jenis polutan yang terdapat di udara, sebagaimana didefinisikan oleh AQI. Data tersebut dikirim ke *cloud* untuk dianalisis oleh sistem. Sistem ini membuat keputusan tentang perbaikan kualitas udara sebagai fungsi dari hasil tersebut. Instruksi kemudian dikirim langsung ke sistem pemurnian yang terhubung, memungkinkan pengelolaan kualitas udara dalam ruangan secara hampir sepenuhnya otomatis [27].



Gambar 2 AirVisual Pro

Adapun parameter yang diukur pada alat ini adalah partikel-partikel halus yang memiliki efek kesehatan jangka panjang, tingkatan CO₂, dan data yang lebih sederhana seperti suhu dan kelembapan.

AirVisual Pro dilengkapi dengan *Application Programming Interface (API)* perangkat bawaan. *API* ini dapat digunakan kapan saja untuk mengakses pengukuran perangkat, yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi.

AirVisual Pro memungkinkan pengguna mengakses data kualitas udara dari perangkat AirVisual Pro secara *real-time*, yang mencakup parameter seperti PM_{2.5}, PM₁₀, CO₂, suhu, dan kelembapan.

2.2 Testing

Testing merupakan tahap yang sangat vital untuk memastikan aplikasi atau perangkat lunak yang sedang dikembangkan beroperasi sesuai dengan harapan.

Pengembang harus menyediakan waktu khusus untuk menguji program yang dibuat agar kesalahan atau kekurangan dapat terdeteksi sejak dini dan segera diperbaiki. Testing merupakan elemen penting dalam penjaminan kualitas perangkat lunak dan menjadi bagian tak terpisahkan dari seluruh siklus pengembangan, sejajar dengan tahap analisis, desain, dan pemrograman [28].

Metode testing terbagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Black Box Testing: Yaitu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsi eksternal dari suatu sistem tanpa mengetahui atau memperhatikan struktur internal, kode program, atau cara kerja sistem tersebut [29].
- 2) White Box Testing: Dikenal sebagai pengujian struktural, pengujian kotak transparan, pengujian berbasis logika, atau pengujian berbasis kode, merupakan metode pengujian di mana perangkat lunak dianggap sebagai sebuah kotak yang isi dan proses internalnya dapat diamati secara langsung. Istilah '*whitebox*' menunjukkan bahwa isi dari sistem dapat dilihat dan dianalisis. Dalam pengujian ini, penguji memahami dan mengevaluasi struktur internal serta cara kerja program [30].

2.3 Penelitian Terkait

Berikut ini adalah penelitian-penelitian terkait yang dipilih berdasarkan kesamaan variabel, jenis objek, teori, dan metode. Penelitian-penelitian sebelumnya akan berfungsi sebagai pedoman atau referensi bagi penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Jacqueline Waworundeng dan Oktoverano Lengkong [31] bertujuan untuk melakukan monitoring kualitas udara dalam ruang, dengan memanfaatkan *platform Internet of Thing* sebagai sistem monitoring dan notifikasi. Hasil penelitian ini adalah sebuah alat dan aplikasi android monitoring kualitas udara yang menampilkan data secara *real time*.

Selain itu terdapat juga penelitian serupa yang memanfaatkan *Internet of Thing* dan juga arduino serta sensor untuk mendeteksi polusi udara [32]. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem yang mampu mengidentifikasi tingkat konsentrasi gas

dan menyampaikan informasi kepada pengguna berdasarkan kategori kualitas udara yang telah ditentukan.

Sementara itu, penelitian lainnya bertujuan untuk memudahkan masyarakat yang sedang berada diluar daerah dapat memilih ketua desa melalui *e-voting* [33]. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang baik berdasarkan nilai SUS sebesar 92 dengan rentang *acceptability range* diperoleh *acceptable*. Dengan demikian, penelitian ini berhasil menyajikan pengalaman pengguna yang optimal serta desain antarmuka yang efektif untuk aplikasi pemilihan kepala desa.

Penelitian lainnya bertujuan untuk membantu dan memudahkan mahasiswa dalam melakukan berbagai aktivitas pinjam-meminjam di perpustakaan dengan aplikasi mobile yang dibuat menggunakan metode *design thinking* [24]. Hasil penelitian ini adalah *user interface* aplikasi perpustakaan yang menampilkan data buku dan detail peminjaman buku telah berfungsi dengan baik sesuai dengan hasil yang didapatkan dari *Functional Testing* .

Kemudian, terdapat penelitian yang bertujuan merancang antarmuka pengguna dan pengalaman pengguna guna meningkatkan serta mengevaluasi aspek tampilan dan fitur, dengan pendekatan *Design Thinking* [34]. Hasil penelitian menunjukan hasil yang sangat baik berdasarkan nilai SUS sebesar 93,5 dengan rentang *acceptability range* diperoleh *acceptable*, yang artinya *User Interface* tersebut layak dan dapat diterima oleh pengguna.

Penelitian yang dilakukan oleh Fernando Kesuma Bakti, dkk [35] bertujuan untuk meminimalkan risiko kehilangan data yang disebabkan oleh ketidakteraturan administrasi, kesalahan pencatatan, atau ketidaklengkapan data pengiriman barang, dengan memanfaatkan pendekatan *design thinking* dan penyimpanan data secara terpusat di server. Hasil penelitian ini menunjukan hasil yang baik berdasarkan nilai SUS yaitu sebesar 88,5 dengan rentang *acceptability range* diperoleh *acceptable*, yang artinya rancangan aplikasi tersebut layak dan dapat diterima oleh pengguna.

Selain itu, terdapat penelitian yang mengintegrasikan metode *Design Thinking*

dengan *Agile Development*, dengan tujuan merancang aplikasi yang dapat mendukung mahasiswa dalam mengatur dan menyelesaikan tugas-tugas kuliah mereka [36]. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi yang dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna setelah dilakukan *Functional testing* menggunakan *Black box testing*.

Terdapat juga penelitian lain [37] yang bertujuan untuk mengontrol kegiatan operasional kafe dengan menggunakan aplikasi *point of sales* yang dirancang menggunakan framework flutter. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi yang dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna setelah dilakukan *functional testing*.

Sementara itu terdapat penelitian oleh Indhi Rahmawati, dkk [38] penelitian ini bertujuan untuk mempermudah karyawan dalam proses pengajuan izin tugas keluar, sehingga dapat meningkatkan kualitas layanan perusahaan kepada karyawan secara lebih efektif dan efisien. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi yang dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna setelah dilakukan pengujian menggunakan *Black box testing*.

Terdapat juga penelitian oleh Adila Syafira Fitri, dkk [39] yang memiliki tujuan untuk mempermudah pelanggan toko dalam berbelanja melalui *e-commerce* yang dapat diakses menggunakan perangkat *mobile*. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi yang dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna setelah dilakukan *Functional testing* menggunakan *Black box testing*.

Selain itu, penelitian oleh Cahaya Tidiazmara Dahana yang bertujuan untuk membantu Fakultas Teknik Elektro Universitas Lampung dalam merumuskan kebijakan lingkungan yang efektif di area Gedung Teknik Elektro, yang berdampak langsung pada kesehatan dan kenyamanan mahasiswa, dengan memanfaatkan Microsoft Power BI dan metode Business Intelligence Roadmap [40].

Tabel 5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Objek	Alat/Metode	Pengujian
1	Jacqueline Waworundeng, dkk. (2018) [31]	Data kualitas udara dalam ruangan.	Prototype dan IOT Thinkspeak	<i>Functional Testing.</i> Aplikasi menampilkan data kualitas udara secara <i>real time</i> pada perangkat <i>smartphone</i> .
2	Alfian Dafa Prakoso, dkk. (2022) [32]	Data kualitas udara dalam ruangan	Prototype dan Wemos D1 Mini	<i>Functional Testing.</i> Sistem mampu mengidentifikasi tingkat konsentrasi gas dan menyampaikan informasi kepada pengguna berdasarkan standar kualitas udara yang telah ditentukan.
3	Ferry Farianto, dkk. (2021) [33]	Data masyarakat Kampung Kuripan	Design Thinking	<i>System Usability Scale.</i> Penelitian ini berhasil menghadirkan pengalaman pengguna serta desain antarmuka yang berkualitas untuk aplikasi pemilihan kepala desa.
4	Ismail Adhiya Adha, dkk. (2023) [34]	Data masyarakat Kabupaten Purwakarta	Design Thinking	<i>System Usability Scale.</i> Hasil penelitian menunjukan hasil yang sangat baik berdasarkan nilai SUS yaitu sebesar 93.5 poin, yang artinya <i>User Interface</i> tersebut layak dan dapat diterima oleh pengguna.
5	Fernando Kesuma Bakti, dkk. (2022) [35]	Data pengguna aplikasi	Design Thinking	<i>System Usability Scale.</i> Hasil penelitian ini menunjukan penelitian menunjukan hasil yang baik berdasarkan nilai SUS yaitu 88.5 poin, yang artinya perancangan aplikasi tersebut layak dan dapat diterima oleh pengguna.
6	Fahrudin R. ,dkk. (2021) [36]	Data mahasiswa dan pelajar	Design Thinking dan Agile	<i>System Usability Scale</i> dan <i>black box testing.</i>

				Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi dapat berjalan dengan baik dan dapat diterima oleh pengguna
7	Andy Dharmalau, dkk (2023) [37]	Data karyawan <i>café</i> Elangsta	Flutter dan metode Waterfall	<i>Functional Testing</i> . Hasil penelitian ini aplikasi point of sale untuk mengontrol kegiatan operasional <i>café</i> . Berdasarkan hasil <i>Functional testing</i> dapat disimpulkan bahwa fitur pada aplikasi dapat berjalan dengan baik.
8	Indhi Rahmawati, dkk. (2024) [38]	Data karyawan PT. Xyz	Flutter dan metode Prototype	<i>Blackbox testing</i> . Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi yang mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam kualitas pelayanan karyawan Perusahaan. Berdasarkan hasil <i>black box testing</i> dapat disimpulkan bahwa fitur pada aplikasi dapat berjalan dengan baik.
9	Adila Syafira Fitri, dkk. (2023) [39]	Data pelanggan toko	Flutter dan metode Waterfall	Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem <i>e-commerce</i> yang mencakup aplikasi untuk pengguna dan administrator. Dari pengujian <i>black box</i> yang dilakukan, disimpulkan bahwa semua fitur fungsional aplikasi berjalan dengan baik.
10	Cahaya Tidiazmara Dahana (2024) [40]	Data kualitas udara dalam ruang.	Microsoft Power BI dan metode Bussines Intelligence Roadmap	<i>Black Box Testing</i> . Dashboard menampilkan data kualitas udara secara <i>semi-realtime</i> dan juga menyimpan data historis.

Berdasarkan tabel 6 diketahui bahwa metode *Design Thinking* dan juga *framework* flutter telah banyak digunakan dalam pengembangan *front end* dengan berbagai objek penelitian. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *front end* aplikasi monitoring kualitas udara berbasis *mobile* dengan metode *Design Thinking* menggunakan *framework* flutter. Pelaksanaan penelitian ini bertujuan melakukan pemantauan kualitas udara dan membuat kebijakan di gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung untuk menjaga kesehatan para civitas akademika Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Pada penelitian ini, pendekatan *Design Thinking* dipilih sebagai metode pengembangan karena mampu memberikan solusi yang inovatif dan berorientasi pada kebutuhan pengguna. *Design Thinking* memungkinkan peneliti untuk memahami permasalahan secara mendalam melalui proses empati, mendefinisikan masalah secara jelas, hingga menghasilkan ide-ide kreatif yang kemudian diuji melalui prototipe dan proses iterasi. Pendekatan ini sangat relevan digunakan dalam penelitian berbasis pengembangan aplikasi karena memastikan bahwa solusi yang dihasilkan benar-benar menjawab kebutuhan pengguna. Sementara itu, Flutter digunakan sebagai teknologi pengembangan aplikasi karena kemampuannya dalam membangun antarmuka pengguna yang cepat, responsif, dan lintas platform. Dengan Flutter, pengembangan aplikasi dapat dilakukan secara efisien karena hanya memerlukan satu basis kode (*codebase*) untuk diimplementasikan di berbagai platform seperti Android dan iOS. Selain itu, Flutter memiliki pustaka widget yang kaya dan mendukung pembuatan desain UI yang menarik dan konsisten dengan prototipe yang dikembangkan pada tahap *Design Thinking*. Dengan demikian, integrasi antara *Design Thinking* dan Flutter dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan solusi aplikasi yang inovatif, *user-friendly*, dan cepat diimplementasikan. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya [40], pada penelitian sebelumnya topik penelitiannya adalah membuat visualisasi berupa *dashboard* monitoring kualitas udara dengan menggunakan power BI dan visualisasi yang dihasilkan adalah tampilan web yang disesuaikan ke dalam tampilan *mobile*, sedangkan pada penelitian ini berfokus pada pembuatan

front-end monitoring kualitas udara berbasis *mobile* dengan menggunakan *framework* flutter.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Universitas Lampung, dimulai dari bulan Desember 2024 hingga bulan April 2025.

Tabel 6 Waktu Penelitian

No	Aktivitas	2024 - 2025																			
		Desember				Januari				Februari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi Literatur	■	■	■	■																
2.	Tahap Emphatize					■	■														
3.	Tahap Define							■	■	■											
4.	Tahap Ideate									■	■	■									
5.	Tahap Prototype												■	■	■	■	■				
6.	Tahap Testing																	■	■		
7.	Analisis hasil penelitian																			■	■

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang dibutuhkan dalam pembangunan *front end* aplikasi *mobile* monitoring kualitas udara dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7 Alat dan Bahan

No	Perangkat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Laptop	Prosesor AMD A9 dual-core 3.0GHz, memori 8GB, penyimpanan 256 GB, dan AMD Radeon R5	Perangkat pembuat aplikasi.
2	Visual Studio	Visual Studio versi 2024.2.1.10 (64 bit)	Aplikasi untuk membuat front end aplikasi <i>mobile</i> .

3	Flutter	Flutter versi 3.24	Framework untuk pembuatan aplikasi <i>mobile</i> .
4	Figma		Website untuk membuat desain UI/UX

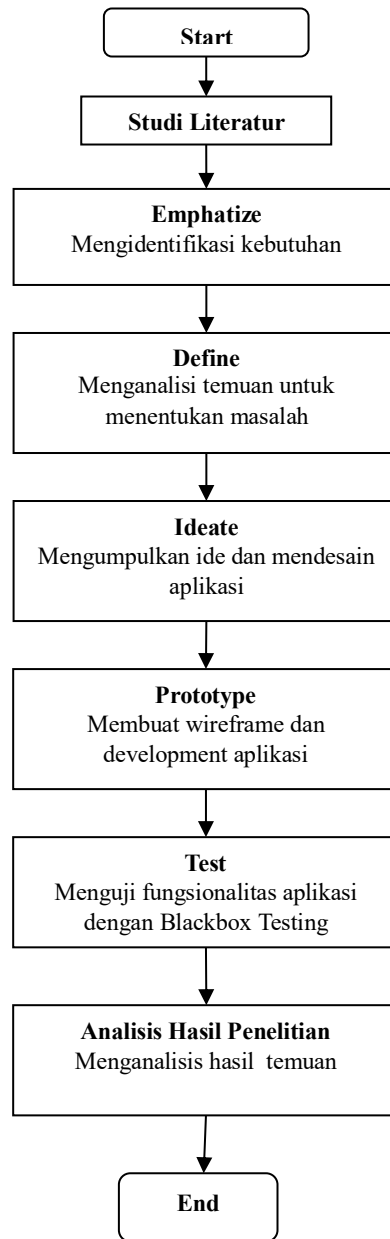
Berdasarkan Tabel 7, berikut adalah uraian alat-alat yang diperlukan pada penelitian ini : (1) Laptop dengan spesifikasi prosesor AMD A9 dual core 3.0GHz, memori 8 GB, penyimpanan 256GB, dan AMD Radeon R5, yang merupakan alat penting untuk pembuatan front end. (2)Visual Studio digunakan untuk pengembangan aplikasi android, menyediakan alat dan fitur yang diperlukan untuk membangun aplikasi android dengan lebih efisien. (3)Flutter sebagai *framework* yang memudahkan pengembang untuk menciptakan antarmuka pengguna yang menarik dan responsif dengan performa yang tinggi. (4)Figma digunakan untuk mendesain antarmuka (UI) dan pengalaman pengguna (UX) berbasis web yang memungkinkan untuk membuat, mengedit, dan berkolaborasi secara real-time dalam merancang tampilan aplikasi atau situs web.

3.2.2 Bahan

Dalam penelitian ini, bahan penelitian yang digunakan adalah data sampel yang bersumber dari penelitian sebelumnya [40]. Data ini terdiri dari satu set data dengan enam kolom, yakni: '*datetime*' (tanggal dan waktu), '*temperature*' (suhu dalam Celcius), '*humidity*' (kelembaban dalam persentase), '*pm25*' (partikulat matter 2.5 dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$), '*pm10*' (partikulat matter 10 dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dan '*CO₂*' (karbon dioksida/*CO₂* dalam ppm).

3.3 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini berfokus pada pengembangan *front-end* aplikasi monitoring kualitas udara sedangkan untuk back-end akan dikerjakan oleh rekan saya Erik Prayoga. Konsep metodologi penelitian yang dilakukan adalah melakukan *emphatize*, *define*, *ideate*, *prototype*, *deployment*, dan *test*. Pendekatan ini menggunakan konsep metode *Design Thinking*. *Flowchart* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Flowchart Tahapan Penelitian

Proses pengembangan front end aplikasi mobile monitoring kualitas udara yaitu menggunakan metode *design thinking* yang memiliki lima tahapan :

1. *Emphatize*

Pada tahap pertama berfokus untuk mengumpulkan wawasan tentang kebutuhan pengguna. Dalam penelitian ini, dilakukan identifikasi kebutuhan dengan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada mahasiswa teknik elektro yang

telah menggunakan ruang kelas di JTE. Tujuan dari penggunaan kuesioner ini adalah untuk mengevaluasi dampak yang dirasakan oleh para mahasiswa akibat kualitas udara dalam ruangan tersebut. Berikut adalah pertanyaan yang digunakan dalam tahap *emphatize*.

Tabel 8 Kuesioner *Emphatize*

No	Pertanyaan	Skor
1	Nama	Teks jawaban singkat
2	NPM	Teks jawaban singkat
3	Seberapa sering Anda berada di dalam gedung Jurusan Teknik Elektro ?	Pilihan ganda (Setiap hari, Beberapa kali seminggu, Beberapa kali sebulan, Jarang)
4	Bagaimana Anda menilai kualitas udara di dalam gedung jurusan Teknik Elektro?	Skala linear (1-5)
5	Apakah Anda pernah merasakan ketidaknyamanan (seperti batuk, sesak napas, sakit kepala, iritasi mata) yang mungkin disebabkan oleh kualitas udara di dalam gedung?	Pilihan ganda (Ya, Tidak)
6	Jika ya, sebutkan ketidaknyamanan yang Anda rasakan	Narasi (Opsional)

2. Define

Setelah mengumpulkan informasi dari pengguna, dilakukan perumusan masalah utama yang didapatkan dari tahap *emphatize*. Setelah itu dilanjutkan dengan membuat *UML diagram* untuk menggambarkan bagaimana aplikasi akan bekerja, yang terdiri dari *usecase diagram* dan *activity diagram*.

3. Ideate

Di tahap ini, dilakukan proses pengumpulan ide-ide dengan menggunakan metode *brainstorming*, yaitu suatu metode untuk mengumpulkan ide atau gagasan secara spontan dan kreatif untuk memecahkan masalah atau mencari sebuah solusi baru, metode ini bertujuan untuk menghasilkan sebanyak mungkin ide.

4. Prototype

Pada tahap ini dilakukan pembuatan prototipe sederhana berupa *wireframe* yang menunjukkan sketsa antarmuka pengguna dari *front-end* aplikasi monitoring kualitas udara. Setelah *wireframe* berhasil dibuat tahapan selanjutnya adalah melakukan *development front-end* aplikasi monitoring kualitas udara berbasis *mobile* yang dibuat dengan menggunakan *framework* flutter.

5. Test

Setelah aplikasi berhasil dibuat, tahap berikutnya adalah melakukan uji coba menggunakan *blackbox testing*. Pada pengujian ini aspek yang diuji adalah fungsi dari aplikasi (*functional testing*) tanpa melihat ke dalam struktur internal atau kinerja aplikasi.

Tabel 9 Blackbox Testing

No	Skenario Test	Hasil yang diharapkan
1	Memilih bahasa yang akan digunakan.	Tampil halaman dashboard dan menampilkan bahasa yang sesuai dengan pilihan pengguna.
2	Menekan tombol ruangan.	Tampil halaman pilih ruangan.
3	Memilih detail informasi ruangan.	Tampil halaman detail informasi AQI pada ruangan yang dipilih.
4	Menekan tombol pengaturan.	Tampil pilihan untuk mengganti bahasa yang akan digunakan.
5	Menekan tombol Home	Tampil halaman dashboard.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pengembangan dashboard kualitas udara di Jurusan Teknik Elektro adalah sebagai berikut.

1. *Frontend* aplikasi monitoring kualitas udara menggunakan metode *design thinking* berbasis *mobile* telah berhasil diimplementasikan dengan menggunakan *framework* flutter.
2. Berdasarkan lima skenario pengujian yang meliputi pemilihan bahasa, navigasi tombol ruangan, detail informasi ruangan, navigasi tombol pengaturan, serta navigasi ke beranda melalui tombol home aplikasi monitoring kualitas udara mencapai tingkat keberhasilan 100 persen. Hasil ini mengindikasikan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dan layak untuk diimplementasikan.
3. Aplikasi telah berhasil di-*development* sehingga dapat digunakan pada perangkat *mobile*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian Rancang Bangun Frontend Aplikasi Monitoring Kualitas Udara di Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menambahkan fitur notifikasi kepada pengguna untuk segera meninggalkan ruangan ketika warna indikator AQI berwarna merah yang menandakan kualitas udara pada ruangan tersebut tidak sehat.
2. Melakukan deployment aplikasi ke google playstore untuk memperluas jangkauan pengguna, dan memberikan kemudahan dalam proses instalasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Franklin, "Indoor air quality and respiratory health of children," *Paediatr Respir Rev*, vol. 8, pp. 281–286, Oct. 2008, doi: 10.1016/j.prrv.2007.08.007.
- [2] B. Bahri, M. Raharjo, and S. Suhartono, "Dampak Polusi Udara Dalam Ruangan Pada Kejadian Kasus Pneumonia: Sebuah Review," *LINK*, vol. 17, no. 2, pp. 99–104, Nov. 2021, doi: 10.31983/link.v17i2.6833.
- [3] I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, and E. Bezirtzoglou, "Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review," Feb. 20, 2020, *Frontiers Media S.A.* doi: 10.3389/fpubh.2020.00014.
- [4] T. Götschi, J. Heinrich, J. Sunyer, and N. Künzli, "Long-Term Effects of Ambient Air Pollution on Lung Function: A Review," *Epidemiology*, vol. 19, no. 5, 2008, [Online]. Available: https://journals.lww.com/epidem/fulltext/2008/09000/long_term_effects_of_ambient_air_pollution_on_lung.11.aspx
- [5] I. Q. A'yun and R. Umaroh, "Polusi Udara dalam Ruangan dan Kondisi Kesehatan: Analisis Rumah Tangga Indonesia," *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, vol. 23, no. 1, pp. 16–26, Jan. 2023, doi: 10.21002/jepi.2022.02.
- [6] P. Kumar and B. Imam, "Footprints of air pollution and changing environment on the sustainability of built infrastructure," *Science of The Total Environment*, vol. 444, pp. 85–101, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.056>.
- [7] N. Mutmainnah, E. Larosa, and Z. Salmiah, "Evaluasi Kualitas Udara Pada Ruang Kelas di Sekolah Sekitar Kawasan Pabrik Semen Tonasa," *Jurnal Linears*, vol. 6, no. 1, pp. 48–55, Jul. 2023, doi: 10.26618/j-linears.v6i1.10476.
- [8] N. Zakaria and R. Azizah, "Analisis pencemaran udara (SO₂), keluhan iritasi tenggorokan dan keluhan kesehatan iritasi mata pada pedagang makanan di sekitar Terminal Joyoboyo Surabaya," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 2, no. 1, pp. 75–81, 2013.

- [9] S. R. Sulistiyanti, F. X. A. Setyawan, and M. Komarudin, "Detection air pollution based on infrared image processing," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 17, no. 4, pp. 1796–1802, Aug. 2019, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v17i4.12824.
- [10] E. Wulandari, "Faktor yang berhubungan dengan keberadaan Streptococcus di udara pada rumah susun Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang Tahun 2013," *Unnes Journal of Public Health*, vol. 2, no. 4, 2013.
- [11] L. Fitria, R. Arminsih Wulandari, E. Hermawati, and D. Susanna, "Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas 'X' Ditinjau Dari Kualitas Biologi, Fisik, dan Kimiawi," *Makara Kesehatan*, vol. 12, no. 2, pp. 76–82, 2008.
- [12] R. Becher, A. H. Høie, J. V. Bakke, S. B. Holøs, and J. Øvrevik, "Dampness and moisture problems in Norwegian homes," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 14, no. 10, Oct. 2017, doi: 10.3390/ijerph14101241.
- [13] M. Mannan and S. G. Al-Ghamdi, "Indoor air quality in buildings: A comprehensive review on the factors influencing air pollution in residential and commercial structure," Mar. 02, 2021, *MDPI AG*. doi: 10.3390/ijerph18063276.
- [14] D. Y. Pazo *et al.*, "Mainstream smoke levels of volatile organic compounds in 50 US domestic cigarette brands smoked with the ISO and Canadian intense protocols," *Nicotine & tobacco research*, vol. 18, no. 9, pp. 1886–1894, 2016.
- [15] A. Khumaidi, R. Raafi, and I. Permana Solihin, "Pengujian Algoritma Long Short Term Memory untuk Prediksi Kualitas Udara dan Suhu Kota Bandung," *Jurnal Telematika*, vol. 15, no. 1, 2020.
- [16] Kementerian Lingkungan Hidup, "Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-45/MenLH/10/1997 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara," Jakarta, 1997.
- [17] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara," Jakarta, 2020.
- [18] S. Lemeš, "Air Quality Index (AQI)—comparative study and assesment of an appropriate model For B&H," in *2th Scientific/Research Symposium with International Participation 'Metallic And Nonmetallic Materials*, 2018, pp. 282–291.

- [19] D. Mintz, "Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI)," 2012 [Online]. Available: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100FD3G.txt>
- [20] D. Widhyaestoeti, S. Iqram, S. N. Mutiyah, and Y. Khairunnisa, "Black Box Testing Equivalence Partitions Untuk Pengujian Front-End Pada Sistem Akademik Sitoda," *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, vol. 7, no. 3, pp. 211–216, 2021.
- [21] A. P. Pratama and M. Kamisutara, "Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Mobile Menggunakan Flutter Di Universitas Narotama Surabaya," *Jurnal Ilmiah NERO*, vol. 6, no. 2, pp. 145–160, 2021.
- [22] S. Tjandra and G. S. Chandra, "Pemanfaatan Flutter dan Electron Framework pada Aplikasi Inventori dan Pengaturan Pengiriman Barang," *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, vol. 2, no. 02, pp. 76–81, 2020.
- [23] P. R. Setiawan, R. Wandri, and others, "Inovasi Teknologi Melalui Pembelajaran Flutter: Menyongsong Era Aplikasi Mobile," *Jurnal Sains dan Teknologi dalam Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 1, 2025.
- [24] S. Amalina, F. Wahid, V. Satriadi, F. S. Farhani, and N. Setiani, "Rancang Purwarupa Aplikasi UniBook Menggunakan Metode Pendekatan Design Thinking," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 2017.
- [25] S. Rosyida and I. Sukoco, "Model Design Thinking pada Perancangan Aplikasi Matengin Aja," *Jurnal Saintifik Manajemen dan Akuntansi*, 2020, doi: 10.35138/organu.
- [26] M. A. Muhyidin, M. A. Sulhan, and A. Sevtiana, "Perancangan ui/ux aplikasi my cic layanan informasi akademik mahasiswa menggunakan aplikasi figma," *Jurnal Digit: Digital of Information Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 208–219, 2020.
- [27] Y. Boquillod, "Artificial intelligence and indoor air quality: better health with new technologies," *Field Actions Science Reports. The journal of field actions*, no. Special Issue 21, pp. 60–63, 2020.
- [28] D. I. Permatasari, "Pengujian aplikasi menggunakan metode load testing dengan apache jmeter pada sistem informasi pertanian," *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 135–139, 2020.
- [29] A. Pradana Putra, F. Andriyanto, T. Dewi Muji Harti, and W. Puspitasari, "Pengujian Aplikasi Point Of Sale Berbasis Web

- Menggunakan Black Box Testing,” *Jurnal Bina Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 74–78, 2020.
- [30] Y. Irawan, “Pengujian Sistem Informasi Pengelolaan Pelatihan Kerja UPT BLK Kabupaten Kudus dengan Metode Whitebox Testing,” *Journal Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, vol. 9, no. 3, 2017.
- [31] J. M. S. Waworundeng and O. Lengkong, “Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT,” *Cogito Smart Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 94–103, 2018.
- [32] A. D. Prakoso and T. Wellem, “Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android,” *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 3, Dec. 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2498.
- [33] F. Fariyanto and F. Ulum, “Perancangan Aplikasi Pemilihan Kepala Desa Dengan Metode UX Design Thinking (Studi Kasus: Kampung Kuripan),” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 2, no. 2, pp. 52–60, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- [34] I. Adhiya Adha *et al.*, “Perancangan UI/UX Aplikasi Ogan Lopian DISKOMINFO Purwakarta Menggunakan Metode Design Thinking,” *JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering*, vol. 7, no. 1, 2023.
- [35] F. Kesuma Bhakti, I. Ahmad, and Q. J. Adrian, “Perancangan User Experience Aplikasi Pesan Antar Dlam Kota Menggunakan Metode Design Thinking (Studi Kasus: Kota Bandar Lampung),” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 3, no. 2, pp. 45–54, 2022, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- [36] R. Fahrudin and R. Ilyasa, “Perancangan aplikasi" nugas" menggunakan metode design thinking dan agile development,” *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 35–44, 2021.
- [37] A. Dharmalau, N. Sucahyo, and I. Mukti, “Perancangan aplikasi point of sales (pos) berbasis android menggunakan framework flutter di kafe elangsta,” *JRIS: Jurnal ReKayasa Informasi Swadharma*, vol. 3, no. 2, pp. 6–13, 2023.
- [38] I. Rahmawati and D. P. Sari, “Aplikasi Berbasis Android Menggunakan Flutter Framework Untuk Keperluan Perizinan Tugas Keluar Pada PT. Xyz,” *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 2, pp. 979–993, May 2024, doi: 10.29100/jipi.v9i2.5489.

- [39] A. S. Putri, A. Eviyanti, and H. Hindarto, “Rancang Bangun Aplikasi E-Commerce Berbasis Android Pada Toko Suryamart Menggunakan Framework Flutter,” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 3, pp. 257–265, Jul. 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i3.851.
- [40] C. T. Dahana, “Sistem Informasi Pendukung Keputusan Berdasarkan Dashboard Untuk Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruang Berbasis Mobile,” Skripsi: Unila, 2024.