

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem dan kesehatan manusia sangat terkena dampak dari polusi udara, yang merupakan masalah lingkungan yang krusial di Indonesia. Polusi udara disebabkan oleh beberapa hal, antara lain pembakaran batu bara, kendaraan bermotor, polusi dari kawasan industri, dan aktivitas manusia lainnya yang menyebabkan polusi udara (Sofyan, 2020).

Polusi udara memiliki dampak yang sangat merugikan bagi ekosistem dan kesehatan manusia. Dampaknya meliputi berbagai aspek, mulai dari masalah pernapasan hingga gangguan kesehatan jangka panjang seperti penyakit kardiovaskular dan kanker. Partikel-partikel polutan yang terhirup oleh manusia dapat masuk ke dalam sistem pernapasan dan menempel di saluran udara, menyebabkan iritasi pada paru-paru dan bahkan memicu serangan asma atau penyakit pernapasan lainnya (Brunekreef & Holgate, 2002). Selain itu, polusi udara juga dapat merusak ekosistem, terutama tumbuhan dan hewan, dengan mengganggu siklus biologi dan merusak habitat alami. Misalnya, peningkatan kadar ozon di udara dapat merusak jaringan daun tumbuhan dan menghambat pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya dapat memengaruhi rantai makanan dan keberlangsungan hidup organisme lain di lingkungan tersebut. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi polusi udara sangat penting untuk menjaga kesehatan manusia dan mempertahankan keseimbangan ekosistem. Di Indonesia, khususnya di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, Surabaya, kendaraan bermotor menyumbang hampir 70% polusi udara (Ismiyati dkk., 2014).

Nitrogen dioksida (NO₂) adalah salah satu polutan udara yang berasal dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar kendaraan, pembakaran sampah, serta kegiatan industri dan pembakaran batubara. Gas ini bersama dengan nitrogen monoksida (NO) memiliki bau tajam dan cokelat. Dampaknya terhadap kesehatan meliputi penurunan fungsi paru, terjadinya sesak napas, bahkan dapat berujung pada kematian (Suyono, 2014).

Sulfur dioksida (SO₂) adalah salah satu zat pencemar udara yang paling melimpah jumlahnya. Karakteristik gas ini adalah tidak berwarna dan memiliki bau tajam. Jika bereaksi dengan uap air di udara, SO₂ akan berubah menjadi H₂SO₄, yang dikenal sebagai hujan asam. Hujan asam ini dapat menyebabkan kerusakan pada material, benda, serta tanaman (Suyono, 2014).

Bandung, salah satu kota di Indonesia, sedang menghadapi permasalahan serius terkait kualitas udara. Pada tahun 2024, Indonesia menempati peringkat ke-15 terburuk secara global dalam hal kualitas udara dan menjadi negara dengan kualitas udara terburuk di Asia Tenggara (CREA, 2024). Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Bandung, Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Kota Bandung berada pada angka 51-99, yang menempatkannya pada ambang batas kategori sedang (DLHK Bandung, 2023). Dari segi jumlah penduduk, jumlah penduduk Kota Bandung mencapai 2.510.103 jiwa pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Jawa Barat, 2020) yang merupakan faktor utama penurunan kualitas udara karena sebagian besar penduduknya menggunakan kendaraan bermotor. Menurut data Dinas Perhubungan Kota Bandung, jumlah kendaraan roda dua mencapai 1.116.779 kendaraan, dan total kendaraan roda empat mencapai 359.441 kendaraan (Badan Pusat Statistik Jawa Barat, 2020).

Polusi udara menyebabkan penurunan kualitas udara yang berdampak negatif. *Air Quality Index* (AQI) digunakan sebagai metrik untuk melaporkan tingkat kualitas udara harian. AQI berasal dari empat polutan udara utama, ozon, partikel, karbon monoksida, dan sulfur dioksida, yang diatur oleh Clean Air Act. Environmental Protection Agency (EPA) menetapkan standar kualitas udara untuk melindungi kesehatan masyarakat terhadap masing-masing polutan ini. Setiap polutan mempunyai nilai AQI tersendiri yang menunjukkan seberapa baik kualitas udara di lokasi pengukuran. Semakin tinggi nilai AQI, maka semakin tinggi pula tingkat pencemaran udaranya. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara menjadi penting karena memberikan informasi mengenai kualitas udara lokal yang dapat berdampak pada kesehatan manusia.

Dalam mengurangi dampak kesehatan pada masyarakat yang disebabkan oleh udara di kota Bandung, pengembangan aplikasi berbasis teknologi merupakan solusi yang tepat. Aplikasi ini dapat memberikan informasi akurat dan terkini

mengenai kualitas udara kepada masyarakat, serta memberikan rekomendasi tindakan yang tepat dalam menghadapi situasi pencemaran udara yang berpotensi membahayakan.

Pemantauan kualitas udara sangat penting untuk kesehatan manusia dan lingkungan karena mengindikasikan tingkat polusi dan potensi risiko yang mungkin timbul. (Veerani dkk., 2022a) menekankan bahwa pemantauan ini membantu dalam deteksi dini gas berbahaya sehingga langkah pencegahan dapat segera diambil. Udara yang sehat sangat penting bagi pernapasan, dan kualitas udara yang buruk berdampak serius pada kesehatan serta lingkungan. (Kalaivani dkk., 2023a) menambahkan bahwa pemantauan kualitas udara berperan dalam mendeteksi polutan, memastikan perlindungan kesehatan publik, dan kelestarian lingkungan. Dengan demikian, pemantauan kualitas udara adalah alat esensial untuk menjaga kesehatan manusia dan lingkungan melalui deteksi dini dan pencegahan dampak negatif polusi (Kalaivani dkk., 2023b; Veerani dkk., 2022b)

Sebelumnya sudah ada penelitian yang dilakukan oleh Nur Arminarahmah pada tahun 2018, yang berjudul "*Prototype Pengukuran Kualitas Udara PM10 Berbasis Internet of Things (IoT)*," digunakan rangkaian Arduino Uno dan beberapa sensor seperti DSM501a, MQ8, dan MQ2 untuk mengukur kualitas udara. Setiap sensor memiliki kemampuan penyerapan polutan yang berbeda. Untuk mendukung prototipe berbasis *Internet of Things (IoT)*, ditambahkan komponen Wi-Fi sehingga data dapat diakses dan diimplementasikan melalui media sosial, khususnya Twitter. Ketika kualitas udara melebihi ambang batas, akan ada pemberitahuan singkat secara otomatis melalui Twitter (Arminarahmah & Rasyidan, 2018).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Likuisa, 2019a) dirancang sebuah sistem pemantauan kualitas udara yang bertujuan untuk memberikan informasi mengenai atmosfer di beberapa titik di Kota Yogyakarta. Sistem ini dibangun dengan menerapkan *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor suhu, kelembaban, gas, dan sensor debu. Penentuan kualitas udara dilakukan secara otomatis oleh sistem menggunakan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Sistem pemantauan kualitas udara ini berhasil menyediakan informasi tentang udara di titik-titik stasiun pemantauan di

Kota Yogyakarta. Informasi ini dapat diakses secara *online* melalui situs web (Likuisa, 2019b).

Perbedaan utama penelitian ini dengan situs web sebelumnya adalah fokus pada pengembangan aplikasi pemantauan kualitas udara daripada situs web. Aplikasi ini dipilih karena kemudahan aksesibilitasnya bagi semua orang, yang dapat diunduh dan diakses langsung dari perangkat seluler mereka. Selain itu, aplikasi memiliki potensi untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih interaktif dan responsif dibandingkan dengan situs web.

Aplikasi ini akan dirancang untuk mengambil data dari berbagai sumber, termasuk API yang dimiliki oleh Google dan IQAIR. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memperoleh informasi kualitas udara secara *real time* dari sumber yang terpercaya dan terkini. Dengan demikian, pengguna dapat dengan mudah memantau kualitas udara di Kota Bandung dan mengambil tindakan yang sesuai berdasarkan informasi yang diperoleh dari aplikasi ini.

Melalui aplikasi ini, pengguna dapat dengan mudah mengakses data terkait kualitas udara di berbagai lokasi di Kota Bandung. Informasi mengenai tingkat polusi udara yang diukur menggunakan standar AQI akan tersedia secara *real time*, sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi cuaca terkini dan merencanakan aktivitas mereka dengan lebih bijak. Selain itu, aplikasi ini juga dapat memberikan rekomendasi tindakan tergantung pada tingkat polusi udara yang terdeteksi.

Oleh karena itu, aplikasi ini tidak hanya bertujuan untuk memberikan informasi saja, namun juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas udara dan melakukan tindakan preventif yang tepat dalam upaya mengurangi dampak negatif pencemaran udara di Kota Bandung. Penulis berharap aplikasi ini dapat menjadi alat yang efektif untuk melindungi kesehatan masyarakat dan melestarikan lingkungan di kota.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan aplikasi Android yang dapat memantau kualitas udara di Kota Bandung secara akurat dan memberikan rekomendasi tindakan yang kontekstual kepada pengguna?
2. Bagaimana tingkat kebergunaan (usability) aplikasi monitoring kualitas udara yang dikembangkan dalam memenuhi kebutuhan pengguna untuk mengakses informasi kualitas udara di Kota Bandung?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah yang ditetapkan guna memfokuskan ruang lingkup pengembangan aplikasi. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengembangan aplikasi dibatasi hanya pada platform Android dengan versi sistem operasi 5.1 (Lollipop) atau yang lebih baru, tidak mencakup platform lain seperti iOS, Windows Phone, atau sistem operasi desktop.
2. Aplikasi memerlukan koneksi internet aktif untuk mengambil data kualitas udara secara *real-time* dari API yang digunakan.
3. Lingkup fungsionalitas aplikasi terbatas pada:
 - a. Menampilkan informasi kualitas udara berdasarkan indeks AQI dan ISPU
 - b. Memberikan rekomendasi tindakan yang sesuai dengan kondisi kualitas udara
 - c. Menyajikan prediksi kualitas udara menggunakan metode *Linear Regression* untuk beberapa hari ke depan, tanpa mencakup metode machine learning yang lebih kompleks
 - d. Menyediakan konten edukasi terkait polusi udara dan dampaknya terhadap kesehatan
4. Cakupan geografis aplikasi terbatas pada wilayah Kota Bandung, sehingga data kualitas udara dan rekomendasi yang diberikan spesifik untuk wilayah tersebut.
5. Sistem pemantauan tidak menggunakan sensor fisik yang dipasang langsung oleh peneliti, melainkan mengandalkan data yang diperoleh dari API pihak ketiga (IQAir dan AQICN).
6. Pengujian aplikasi terbatas pada metode blackbox testing dan usability testing, tanpa melakukan stress testing atau pengujian keamanan yang mendalam.
7. Model prediksi yang digunakan terbatas pada metode *Linear Regression*.

Farhan Muzhaffar Tiras Putra, 2025

RANCANG BANGUN APLIKASI BERBASIS ANDROID UNTUK MONITORING KUALITAS UDARA DI KOTA BANDUNG

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

8. Penelitian ini tidak melakukan validasi ahli dari pakar lingkungan, kesehatan masyarakat, atau spesialis kualitas udara untuk memverifikasi akurasi rekomendasi tindakan dan interpretasi data kualitas udara yang disajikan dalam aplikasi.
9. Pengujian aplikasi terbatas pada *blackbox testing* dan *usability testing* saja, tanpa melakukan *stress testing*, *security testing*, *performance testing* pada berbagai kondisi jaringan, *compatibility testing* pada berbagai perangkat Android, atau *user acceptance testing* dalam jangka waktu yang lebih panjang.

1.4 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Mengembangkan aplikasi Android yang mampu memantau kualitas udara di Kota Bandung dengan akurasi tinggi dan memberikan rekomendasi tindakan yang kontekstual melalui integrasi data dari API dengan implementasi standar AQI internasional dan ISPU Indonesia.
2. Mengevaluasi tingkat kebergunaan aplikasi monitoring kualitas udara menggunakan *System Usability Scale* (SUS) untuk memastikan aplikasi dapat digunakan dengan mudah dan efektif oleh pengguna target.

1.5 Manfaat Penulis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis bagi berbagai pihak. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi penting dalam bidang teknologi informasi dan lingkungan dari segi akademis dan pengembangan ilmu pengetahuan. Manfaat teoritis dari penelitian ini meliputi,

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan pengetahuan di bidang pemantauan kualitas udara berbasis teknologi *mobile*, khususnya dalam konteks kota besar di Indonesia.
2. Memperkaya literatur mengenai penerapan metode *Linear Regression* dalam memprediksi kondisi kualitas udara untuk perencanaan aktivitas harian.

3. Memberikan landasan untuk penelitian lanjutan dalam pengembangan aplikasi kesehatan lingkungan yang lebih komprehensif.

1.5.2 Manfaat Praktis

Selain manfaat teoritis, penelitian ini juga menghasilkan manfaat praktis yang dapat dirasakan langsung oleh berbagai pihak dalam konteks kehidupan sehari-hari. Manfaat praktis tersebut dijabarkan sebagai berikut.

1. Bagi masyarakat Kota Bandung, penelitian ini memberikan kemudahan dalam mengakses informasi kualitas udara yang akurat dan terkini. Dengan informasi tersebut, masyarakat dapat merencanakan aktivitas harian mereka sesuai kondisi udara sehingga risiko kesehatan dapat diminimalkan. Selain itu, aplikasi yang dikembangkan memperluas pemahaman tentang dampak polusi udara dan menyediakan panduan tindakan preventif saat kualitas udara menurun.
2. Bagi institusi pendidikan, hasil penelitian ini menjadi studi kasus yang bermanfaat dalam pembelajaran penerapan teknologi informasi untuk isu lingkungan dan kesehatan. Implementasi teknik pemrograman *mobile* dan integrasi API yang disajikan dalam penelitian ini juga dapat dimanfaatkan sebagai materi pembelajaran yang relevan dengan perkembangan teknologi terkini.
3. Bagi peneliti, pengerjaan penelitian ini menyumbangkan pengalaman berharga dalam mengembangkan aplikasi Android dengan integrasi data *real time* dan model prediktif. Proses penelitian ini juga memperdalam wawasan tentang aspek kebutuhan pengguna dalam aplikasi *monitoring* lingkungan, yang berkontribusi pada pengembangan profesional dan riset masa depan.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas dan sistematis tentang alur pemikiran dan pembahasan yang dilakukan. Penelitian ini terdiri dari lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan gambaran umum penelitian yang meliputi latar belakang masalah yang mendasari pentingnya pengembangan aplikasi monitoring kualitas udara, rumusan masalah yang akan diselesaikan, batasan masalah untuk

memfokuskan ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, dan sistematika penulisan untuk memberikan gambaran alur pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas dasar-dasar teoritis yang menjadi landasan penelitian, meliputi konsep polusi udara dan parameter-parameternya, penjelasan tentang Air Quality Index (AQI) dan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU), sistem monitoring kualitas udara yang sudah ada, teknologi platform Android untuk pengembangan aplikasi *mobile*, konsep rancang bangun aplikasi dan arsitektur sistem, metodologi Research and Development (R&D), System Usability Scale (SUS) sebagai instrumen evaluasi, dan metode *Linear Regression* untuk prediksi data.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara detail metodologi penelitian yang digunakan, yaitu Research and Development (R&D) dengan implementasi SDLC Waterfall. Pembahasan meliputi tahapan penelitian awal (*research phase*), perencanaan (*planning phase*), pengembangan (*development phase*) yang mencakup *requirements analysis*, *system design*, *implementation*, *testing*, *deployment*, dan *maintenance*, serta tahapan validasi dan evaluasi akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi aplikasi monitoring kualitas udara sesuai dengan metodologi yang telah ditetapkan. Pembahasan meliputi hasil dari setiap tahapan R&D mulai dari penelitian awal, perencanaan, hingga evaluasi akhir. Hasil implementasi SDLC Waterfall disajikan secara detail untuk setiap tahapan, termasuk analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi fitur aplikasi, hasil pengujian, dan evaluasi usability menggunakan SUS.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian yang menjawab rumusan masalah dan mengevaluasi pencapaian tujuan penelitian. Bab ini juga menyajikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, keterbatasan penelitian yang ditemukan, dan rekomendasi perbaikan untuk implementasi yang lebih luas.