

**ANALISIS PREDIKSI KUALITAS UDARA BERBASIS INDEKS
MENGUNAKAN *INTERNET OF THINGS* DAN ALGORITMA
*MACHINE LEARNING***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



Oleh

VERA RAHMA VIANA

09011382126155

JURUSAN SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS PREDIKSI KUALITAS UDARA BERBASIS INDEKS
MENGUNAKAN INTERNET OF THINGS DAN ALGORITMA MACHINE
LEARNING**

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di

Program Studi S1 Sistem Komputer

Oleh:

VERA RAHMA VIANA

09011382126155

Pembimbing 1 : Huda Ubaya, S.T., M.T.
NIP. 198106162012121003

Mengetahui

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001

AUTHENTICATION PAGE

FINAL TASK

**INDEX-BASED AIR QUALITY PREDICTION ANALYSIS USING THE
INTERNET OF THINGS AND MACHINE LEARNING ALGORITHM**

Submitted to Complete One of the Requirements for Obtaining a Bachelor's Degree in
Computer Science

By:

VERA RAHMA VIANA

09011382126155

Supervisor 1 : Huda Ubaya, S.T., M.T.
NIP. 198106162012121003

Acknowledge

Head of Computer System Department



Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada

Hari : Jum'at

Tanggal : 11 Juli 2025

Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Rossi Parsella, S.T., M.Eng.

2. Penguji : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.

3. Pembimbing : Huda Ubaya, M.T.

Mengetahui, 20/7/25

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vera Rahma Viana

NIM : 09011382126155

Judul : Analisis Prediksi Kualitas Udara Berbasis Indeks Menggunakan
Internet Of Things dan *Algoritma Machine Learning*

Hasil pengecekan *Software Turnitin* : 1%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Juli 2025

Penulis,



Vera Rahma Viana
09011382126155

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, serta kemudahan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dan laporan tugas akhir yang berjudul “ **Analisis Prediksi Kualitas Udara Berbasis Indeks Menggunakan *Internet Of Things* dan Algoritma *Machine Learning***”

Penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua penulis Bapak Basuki Rohmad dan Ibu Erna Kurnia Febriani yang sangat berjasa dalam hidup penulis, dua orang yang selalu mengusahakan anaknya ini menempuh Pendidikan setinggi-tingginya. Kepada kedua orang tua penulis terima kasih telah menjadi contoh untuk selalu menjadi seorang anak Perempuan yang kuat, terima kasih atas segala motivasi, pesan, doa, dan harapan yang selalu mendampingi setiap Langkah penulis untuk menjadi seseorang yang berpendidikan, terima kasih atas kasih sayang tanpa batas yang tak pernah lekang oleh waktu, atas kesabaran dan pengorbanan yang selalu mengiringi perjalanan hidup penulis, terima kasih telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi, serta pelita yang tak pernah padam dalam setiap langkah yang penulis tempuh. Terakhir, terimakasih atas segala hal yang kalian berikan yang tak terhitung jumlahnya.
2. Adik laki-laki saya Raffa Zahran Rabbani yang selalu membuat penulis termotivasi untuk bisa terus belajar menjadi sosok kakak yang dapat memberikan pengaruh positif, baik dalam bidang akademik maupun non akademik, serta berusaha menjadi panutannya dimasa yang akan datang kelak.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S. Si., M. Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Huda Ubaya, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir, yang telah membimbing penulis dalam proses pengerjaan skripsi dan tugas akhir ini dengan sepenuh hati. Terima kasih atas waktu, tenaga, serta ilmu yang telah diberikan selama proses pengerjaan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan atas dukungan dan motivasi yang sangat berarti, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
6. Bapak Abdurahman, S.Kom., M.Han selaku dosen pembimbing akademik penulis, yang telah memberikan motivasi serta arahan selama menjalani masa studi di Universitas Sriwijaya. Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas bimbingan yang telah membantu dalam perjalanan akademik ini.
7. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Mbak Sari dan Mbak Titi, selaku admin Jurusan Sistem Komputer, yang telah memberikan bantuan dan kemudahan dalam pengurusan berbagai berkas administrasi selama masa studi. Dukungan tersebut sangat membantu kelancaran proses akademik penulis.
8. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan, Farah, Raraisa, dan Fazza, yang telah menjadi bagian dari perjalanan selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, waktu yang dihabiskan bersama, serta cerita-cerita yang telah dibagi, yang membuat masa kuliah menjadi lebih berwarna dan bermakna.
9. Teman-teman Sistem Komputer Unggulan 2021, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis dan telah menemani masa studi ini dengan kebersamaan dan semangat yang tak terlupakan.
10. Terakhir ucapan terimakasih kepada wanita sederhana yang memiliki Impian besar, namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya, yaitu penulis diriku sendiri Vera Rahma Viana. Seorang anak sulung yang berjalan memasuki usia 22 tahun. Terimakasih telah berusaha keras untuk menyakinkan dan menguatkan diri sendiri bahwa kamu dapat menyelesaikan studi ini sampai selesai. Berbahagialah selalu dengan dirimu sendiri. Rayakan kehadiranmu sebagai berkah di mana pun kamu menjejakkan kaki. Jangan sia-siakan usaha dan doa yang selalu kamu langitkan.

Allah udah merencanakan dan memberikan porsi terbaik untuk perjalanan hidupmu. Semoga langkah kebaikan selalu menyertaimu, dan semoga Allah selalu meridhoi setiap langkahmu serta menjagamu dalam lindungan-Nya.

Penulis menyadari bahwa laporan Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca dan rekan-rekan lainnya.

Palembang, Juli 2025

Penulis,



Vera Rahma Viana
NIM.09011382126155

**ANALISIS PREDIKSI KUALITAS UDARA BERBASIS INDEKS
MENGUNAKAN *INTERNET OF THINGS* DAN ALGORITMA *MACHINE
LEARNING***

Vera Rahma Viana (09011382126155)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : verarahmaviana2512@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas udara merupakan faktor krusial yang memengaruhi kesehatan manusia dan keberlangsungan lingkungan. Peningkatan polusi akibat aktivitas manusia seperti industri dan transportasi mendorong perlunya pemantauan kualitas udara yang efektif dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi Indeks Kualitas Udara (AQI) berbasis algoritma *Random Forest* menggunakan data konsentrasi enam polutan utama, yaitu PM2.5, PM10, CO, NO2, SO2, dan O3. Data yang digunakan diperoleh dari sensor berbasis Internet of Things (IoT) serta dataset publik dengan total lebih dari 155.000 data pengukuran. Proses penelitian meliputi tahapan *preprocessing*, pelatihan model, evaluasi dengan metrik RMSE dan R^2 , serta validasi eksternal. Hasil analisis menunjukkan bahwa model mampu memprediksi nilai AQI dengan tingkat akurasi yang baik. Selain itu, fitur PM2.5 teridentifikasi sebagai faktor paling berpengaruh dalam penentuan kualitas udara. Dengan integrasi teknologi IoT dan algoritma Machine Learning, sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mendukung kebijakan mitigasi pencemaran udara dan perlindungan kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

Kata Kunci : Kualitas Udara, AQI, Internet Of Things, Machine Learning, Random Forest, PM2.5, Smart City

**ANALISIS PREDIKSI KUALITAS UDARA BERBASIS INDEKS
MENGUNAKAN *INTERNET OF THINGS* DAN ALGORITMA *MACHINE
LEARNING***

Vera Rahma Viana (09011382126155)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : verarahmaviana2512@gmail.com

ABSTRACT

Air quality is a crucial factor that affects both human health and environmental sustainability. The increasing levels of pollution caused by human activities such as industrialization and transportation highlight the need for effective and real-time air quality monitoring. This study aims to develop an Air Quality Index (AQI) prediction model using the *Random Forest* algorithm based on the concentration of six major pollutants: PM_{2.5}, PM₁₀, CO, NO₂, SO₂, and O₃. The data used were obtained from IoT-based sensors and public datasets, consisting of more than 155,000 measurement records. The research process includes data preprocessing, model training, performance evaluation using RMSE and R² metrics, and external validation. The analysis results show that the model can accurately predict AQI values. Furthermore, PM_{2.5} was identified as the most influential feature in determining air quality levels. By integrating Internet of Things (IoT) technology and Machine Learning algorithms, this system can be used as a decision-support tool in air pollution mitigation policies and public health protection efforts in a sustainable manner.

Kata Kunci : Air Quality, AQI, Internet of Things, Machine Learning, Random Forest, PM_{2.5}, Smart City

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Kualitas Udara dan Indeks Kualitas Udara	13
2.3 Parameter Kualitas Udara.....	14
2.3.1 Sulfur Dioksida (SO ₂)	14
2.3.2 Nitrogen Dioksida (NO ₂)	15
2.3.3 Karbon Monoksida (CO)	16
2.3.4 Ozon Troposfer (O ₃).....	16

2.3.5 Particulate Matter (PM2.5)	18
2.3.6 Particulate Matter (PM10)	19
2.4 Internet Of Things (IOT)	20
2.5 <i>Smart City</i>	20
2.6 <i>Machine Learning</i> dalam Prediksi Kualitas Udara	21
2.7 Algoritma <i>Machine Learning (Random Forest)</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Pendahuluan	25
3.2 Kerangka Kerja Penelitian.....	25
3.3 Data dan Sumber Data.....	28
3.3.1 Sumber Data	28
3.3.2 Variabel dalam Dataset	28
3.3.3 Struktur Dataset	30
3.4 Skenario Pengumpulan Data	31
3.5 Metode Pengolahan Data.....	32
3.5.1 Preprocessing Data.....	33
3.5.2 Transformasi Data.....	34
3.5.3 Pembagian Data (<i>Data Splitting</i>).....	35
3.6 Metode Analisis Data	36
3.6.1 Pemilihan Algoritma Machine Learning.....	37
3.6.2 Tahapan Analisis Data dengan Random Forest	37
3.6.3 Formula dan Perhitungan dalam Random Forest dan Implementasi Algoritma Regression Random Forest untuk Prediksi Kualitas Udara	39
3.6.4 Visualisasi dan Interpretasi Hasil Analisis.....	41
3.7 Evaluasi dan Validasi Model	42
3.7.1 Metrik Evaluasi Model	42

3.7.2 Validasi Model	44
3.7.3 Visualisasi Prediksi dengan Data Aktual	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Persiapan Sistem.....	48
4.2 Pengolahan dan Persiapan Data	50
4.2.1 Load Dataset	50
4.2.2 Pembersihan Data Menghapus Data Duplikat dan Menangani Nilai Kosong Missing Value	51
4.2.3 Label Encoding Kolom Kategorikal	53
4.2.4 Normalisasi	53
4.2.5 Perhitungan Nilai AQI	54
4.3 Implementasi Model Random Forest	54
4.3.1 Pemilihan Fitur dan Target.....	55
4.3.2 Pemisahan Data Latih dan Data Uji.....	55
4.3.3 Pelatihan Model Random Forest.....	56
4.3.4 Evaluasi Model	57
4.3.5 Analisis Feature Importance	59
4.3.6 Pengaruh Konsentrasi PM2.5 Terhadap Nilai AQI.....	60
4.3.7 Klasifikasi Kualitas Udara	63
4.3.8 Visualisasi Hasil Aktual vs Prediksi	64
4.4 Validasi Model.....	67
4.4.1 Pendahuluan Model	67
4.4.2 Evaluasi Akurasi Model.....	68
4.4.3 Visualisasi Prediksi vs Aktual.....	69
4.4.4 Feature Importance	70
4.4.5 Perubahan Rata-Rata AQI.....	71

4.4.6 Kesimpulan Validasi	72
4.5 Kesimpulan Akhir.....	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Ikon SDGS 3,11,dan 13.....	3
Gambar 2.1 Sulfur Dioksida	15
Gambar 2.2 Nitrogen Dioksida	15
Gambar 2.3 Karbon Monoksida.....	16
Gambar 2.4 Ozon Troposfer.....	17
Gambar 2.5 Particulate Matter (PM2.5).....	18
Gambar 2.6 Particulate Matter PM10	19
Gambar 2.7 Implementasi Random Forest	24
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	27
Gambar 3.2 Alat yang Digunakan dalam Pengumpulan Data.....	31
Gambar 3. 3 Pseudocode Preprocessing Data	34
Gambar 3. 4 Pseudocode Transformasi Data	35
Gambar 3. 5 Pseudocode Pembagian Data	36
Gambar 3. 6 Pseudocode Pengembangan Model Random Forest	41
Gambar 3. 7 Pseudocode Evaluasi Model.....	44
Gambar 3. 8 Pseudocode Validasi Model	46
Gambar 3. 9 Pseudocode Visualisasi	47
Gambar 4. 1 Load Dataset.....	51
Gambar 4. 2 Menghapus Data Duplikat.....	52
Gambar 4. 3 Missing Value	52
Gambar 4. 4 Encoding Kolom Kategorikal	53
Gambar 4. 5 Pemisahan Data Latih dan Data Uji	56
Gambar 4. 6 Pelatihan Model Random Forest	56
Gambar 4. 7 Hasil Evaluasi Model RMSE & R2.....	57
Gambar 4. 8 Perubahan AQI	59
Gambar 4. 9 Feature Importance.....	59
Gambar 4. 10 Rata-Rata AQI	61
Gambar 4. 11 Heatmap Korelasi antar Fitur	62
Gambar 4. 12 Klasifikasi Kualitas Udara	63
Gambar 4. 13 visualisasi scatter plot antara nilai aktual dan prediksi	65

Gambar 4. 14 visualisasi Line Plot (Grafik Garis).....	66
Gambar 4. 15 Evaluasi RMSE dan R2.....	69
Gambar 4. 16 Visualisasi Prediksi vs Aktual	69
Gambar 4. 17 Feature Importance.....	70
Gambar 4. 18 Perubahan Rata-rata AQI per 6 bulan	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Literature Review	8
Tabel 2.2 Nilai Indeks Kualitas Udara	14
Tabel 3.1 Tabel Variabel dalam Dataset	29
Tabel 3.2 Alat yang Digunakan dalam Pengumpulan Data.....	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara yang baik merupakan faktor penting dalam mendukung kesehatan manusia dan kelestarian ekosistem. Namun, aktivitas industri, transportasi, dan urbanisasi yang semakin meningkat telah memperburuk pencemaran udara, sehingga menjadi tantangan serius di banyak kota di seluruh dunia. Organisasi Kesehatan dunia (WHO) menunjukkan bahwa hampir seluruh penduduk dunia menghirup udara dengan tingkat polusi yang melampaui batas keamanan yang direkomendasikan. Udara adalah elemen esensial bagi kehidupan, sehingga kualitasnya perlu dipantau dan dipahami demi kesejahteraan manusia. Polusi udara telah menyebabkan jutaan orang di seluruh dunia terpapar zat-zat berbahaya. Akibatnya, kualitas udara terus mengalami penurunan yang signifikan[1]. Indeks Kualitas Udara (AQI) adalah alat numerik yang digunakan untuk mengukur dan menyampaikan tingkat polusi udara. AQI dihitung berdasarkan 12 parameter utama, yaitu NO₂ (nitrogen dioksida), SO₂ (sulfur dioksida), CO (karbon monoksida), O₃ (ozon), PM₁₀ (partikel berdiameter 10 mikron atau kurang), PM_{2.5} (partikel berdiameter 2,5 mikron atau lebih kecil). Dalam beberapa aplikasi, enam polutan utama—PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, CO, O₃—digunakan untuk menentukan nilai AQI. Pemilihan polutan yang akan dipantau bergantung pada tujuan analisis, ketersediaan data, teknik pengukuran, serta frekuensi pemantauan. Semakin tinggi nilai AQI, semakin tercemar udara, yang dapat berdampak serius terhadap kesehatan manusia. Kualitas udara saat ini dapat dipantau secara real-time melalui penghitungan AQI[2].

Internet of Things merupakan sebuah konsep dimana objek dan perangkat di lingkungan dapat saling terhubung dan bertukar informasi melalui jaringan Internet[3]. *Internet of Things* (IoT) dalam konteks pemantauan kualitas udara adalah teknologi yang menghubungkan perangkat fisik ke Internet, memungkinkan perangkat tersebut berinteraksi satu sama lain dan berkomunikasi secara online. Dalam konteks ini, IoT digunakan untuk mengumpulkan data kualitas udara dari berbagai sumber seperti sensor dan mengirimkannya ke platform cloud untuk dianalisis dan diinterpretasikan[4]. Penelitian sebelumnya menggunakan kerangka kerja IoT ini mendukung MQ9, MQ135, MQ131 dan terdiri dari sensor debu atau sensor PM2.5 Pembelajaran Machine Learning, Pemantauan Kualitas Udara, Sistem Tertanam memakai Perangkat IoT.

Pemantauan Lingkungan Cerdas, perangkat IoT buat kualitas udara. Pengumpulan data menggunakan perangkat IoT untuk menangkap data real-time mengenai polusi udara di distrik Dhaka dan Ghazipur di Bangladesh. Desain perangkat keras telah dikembangkan untuk memantau konsentrasi karbon monoksida, nitrogen dioksida, ozon, partikel 2,5, dan partikel 10, dan untuk memastikan bahwa sensor yang sesuai tersedia. Kode Arduino IDE akan diunggah untuk memungkinkan komunikasi dengan perangkat IoT. Excel Data Streamer mengakses file Excel yang diperlukan. Arduino IDE akan memilih port COM yang sesuai untuk menghubungkan perangkat IoT ke PC[5].

Untuk memanfaatkan data IoT secara maksimal, algoritma pembelajaran mesin (ML) digunakan untuk menganalisis dan memprediksi AQI. Pembelajaran mesin adalah cabang kecerdasan buatan, khususnya studi tentang bagaimana komputer dapat belajar dari data untuk menjadi lebih cerdas. Pembelajaran mesin adalah pengembangan sistem yang dapat belajar dan membuat keputusan secara mandiri, tanpa pemrograman berulang oleh manusia. Metode ini memungkinkan mesin tidak hanya menemukan aturan perilaku yang optimal saat membuat keputusan, tetapi juga bisa beradaptasi dengan perubahan yang terjadi[6].

Salah satu pendekatan untuk menganalisis data IoT adalah algoritma pembelajaran mesin. Algoritma seperti Random Forest telah terbukti efektif dalam memproses data yang kompleks dan membuat prediksi yang akurat. Terkait kualitas udara, algoritma ini dapat digunakan untuk memprediksi Indeks Kualitas Udara (AQI) berdasarkan konsentrasi polutan utama, sehingga membantu masyarakat dan pemerintah mengambil tindakan mitigasi yang tepat. Pendekatan ini juga mendukung integrasi data real-time dari perangkat IoT, seperti sensor kualitas udara yang tersebar di berbagai lokasi, untuk menghasilkan prediksi yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan lingkungan. Dengan kemampuannya dalam mengolah data besar dan multivariat, algoritma Random Forest dapat menganalisis pola yang kompleks, mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memengaruhi AQI, serta memberikan wawasan yang bermanfaat untuk perencanaan kebijakan lingkungan, pengelolaan transportasi, dan pengurangan emisi polutan[7].

Penelitian ini juga berkontribusi terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang dicanangkan oleh PBB sebagai agenda global untuk mencapai kehidupan yang lebih berkelanjutan pada tahun 2030. Dalam hal ini, sistem yang memprediksi kualitas udara yang dikembangkan melalui penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dan algoritma *Machine Learning* sejalan dengan tiga tujuan utama SDGs, yaitu SDG 3 (*Good Health and Well-being*) yang berfokus pada peningkatan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat, karena polusi udara adalah salah satu penyebab utama berbagai masalah kesehatan pernapasan; SDG 11 (*Sustainable Cities and Communities*) yang mendorong penciptaan kota dan pemukiman yang inklusif, aman, serta berkelanjutan melalui pemantauan kualitas lingkungan secara langsung; dan SDG 13 (*Climate Action*) yang menekankan perlunya tindakan cepat dan nyata untuk menangani perubahan iklim, di mana sistem prediksi kualitas udara mampu memberikan informasi yang relevan untuk mendukung kebijakan lingkungan yang efektif.



Gambar 1. 1 Ikon SDGS 3,11,dan 13

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apa saja yang memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan AQI berdasarkan analisis data polutan?
2. Bagaimana algoritma machine learning dapat diterapkan dalam memprediksi AQI berdasarkan konsentrasi polutan utama?
3. Mengevaluasi atau mengukur kinerja algoritma yang digunakan

1.3 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dalam analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data kualitas udara yang digunakan berasal dari dataset yang sudah tersedia, bukan hasil pengumpulan secara langsung.
2. Penelitian ini hanya memanfaatkan enam polutan utama dalam perhitungan AQI, yaitu PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, CO, dan O₃.
3. Penelitian ini menggunakan algoritma *machine learning* untuk analisis dan prediksi AQI.
4. Implementasi perangkat IoT di dalam penelitian ini hanya dibahas secara konseptual berdasarkan data yang tersedia.

1.4 Tujuan

Adapun beberapa tujuan dari analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan model prediksi Indeks Kualitas Udara (AQI) berbasis algoritma Random Forest menggunakan data konsentrasi polutan.
2. Menganalisis pengaruh enam polutan utama terhadap perubahan kualitas udara.
3. Mengevaluasi performa algoritma machine learning dalam memprediksi AQI berdasarkan metrik evaluasi yang relevan.

1.5 Manfaat

Adapun beberapa manfaat dari analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan rekomendasi berbasis data untuk kebijakan mitigasi pencemaran udara.
2. Menyediakan informasi real-time mengenai kualitas udara yang dapat membantu menghindari risiko kesehatan akibat polusi udara.
3. Menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut terkait pemantauan kualitas udara berbasis teknologi.

1.6 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi yang akan digunakan untuk analisis penelitian ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap pertama (Studi Literatur)

Pada tahap ini dilakukan untuk memahami konsep-konsep dasar yang menjadi landasan penelitian, seperti kualitas udara, Indeks Kualitas Udara (AQI), teknologi *Internet of Things* (IoT), dan algoritma Random Forest. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari berbagai sumber terpercaya, termasuk jurnal ilmiah, buku, dan laporan penelitian yang relevan.

2. Tahap kedua (Pengumpulan Data)

Pada tahap ini, penelitian ini menggunakan data kualitas udara yang tersedia untuk umum. Dataset ini berisi data konsentrasi enam polutan utama yang menjadi dasar penghitungan AQI: PM10, PM2.5, NO2, SO2, CO, dan O3. Data yang diperoleh diproses pada tahap preprocessing data. Hal ini mencakup pembersihan data untuk menghilangkan nilai yang hilang atau tidak valid, normalisasi data agar memiliki skala yang konsisten, dan pemisahan data menjadi set pelatihan dan pengujian. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan berkualitas tinggi dan cocok untuk melatih model prediksi.

3. Tahap ketiga (Pengembangan Model Prediksi)

Pada tahap ini menggunakan algoritma Random Forest. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam menganalisis data yang kompleks dan multivariat, seperti data kualitas udara. Model ini dirancang untuk memanfaatkan data konsentrasi polutan sebagai variabel masukan (input) dan memprediksi nilai AQI sebagai variabel keluaran (output). Dalam proses ini, kategori kualitas udara, seperti *Good*, *Moderate*, *Unhealthy*, *Very Unhealthy*, dan *Hazardous*, ditentukan berdasarkan nilai rentang AQI yang sesuai. Setelah model selesai dilatih menggunakan data pelatihan, dilakukan evaluasi performa model menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *R-squared* (R^2). untuk memastikan model dapat memberikan prediksi yang andal.

4. Tahap keempat (Analisis dan Interpretasi Hasil)

Pada tahap ini, Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan kualitas udara. Selain itu, hasil prediksi dari model Random Forest dibandingkan dengan data aktual untuk mengevaluasi keakuratan prediksi. Hasil penelitian ini juga didukung dengan simulasi dan visualisasi data, sehingga mempermudah pembaca dalam memahami pola dan hubungan antara konsentrasi polutan dan nilai AQI.

5. Tahap kelima (Kesimpulan dan Saran)

Pada tahap ini, mencakup seluruh tahapan penelitian dari awal hingga akhir. Laporan ini dirancang untuk menjelaskan metode, hasil, dan temuan penelitian secara sistematis dan terstruktur. Penelitian ini diakhiri dengan merumuskan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, khususnya terkait pemantauan kualitas udara berbasis IoT dan algoritma machine learning.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini memaparkan latar belakang masalah yang mendasari penelitian, dilanjutkan dengan pembahasan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Bab ini memberikan gambaran tentang pentingnya pemantauan kualitas udara berbasis IoT dan prediksi AQI menggunakan algoritma random forest.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan konsep kualitas udara dan teori terkait seperti Indeks Kualitas Udara (AQI), teknologi Internet of Things (IoT), dan algoritma random forest dalam pembelajaran mesin. Bab ini juga membahas penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi dasar pengembangan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian, meliputi studi literatur, proses pengumpulan dan pengolahan data, pengembangan model prediksi menggunakan algoritma Random Forest, hingga evaluasi kinerja model. Selain itu, bab ini juga menjelaskan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi dampak polutan terhadap AQI, serta tahapan simulasi dan visualisasi data yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memaparkan hasil analisis data dan prediksi AQI yang diperoleh melalui algoritma Random Forest. Hasil tersebut diuraikan secara rinci untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memengaruhi kualitas udara serta memberikan wawasan yang relevan. Selain itu, simulasi dan visualisasi hasil prediksi turut disajikan untuk mendukung interpretasi data secara lebih komprehensif.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menyimpulkan temuan utama dari penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang. Bab ini juga menekankan kontribusi penelitian terhadap upaya pengelolaan kualitas udara serta potensi pemanfaatan teknologi IoT dan machine learning secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Hossain, S. Rahman, S. Sattar, M. Haque, and A. R. Mullick, "11Ijresm_V4_I7_27," vol. 4, no. 7, pp. 110–115, 2021.
- [2] N. S. Gupta, Y. Mohta, K. Heda, R. Armaan, B. Valarmathi, and G. Arulkumaran, "Prediction of Air Quality Index Using Machine Learning Techniques: A Comparative Analysis," *J. Environ. Public Health*, vol. 2023, pp. 1–26, 2023, doi: 10.1155/2023/4916267.
- [3] S. Supiyandi, C. Rizal, M. Iqbal, M. N. H. Siregar, and M. Eka, "Smart Home Berbasis Internet of Things (IoT) Dalam Mengendalikan dan Monitoring Keamanan Rumah," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 1302–1307, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i4.3822.
- [4] R. Muttaqin, W. S. W. Prayitno, N. E. Setyaningsih, and U. Nurbaiti, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 102–115, 2024, doi: 10.14710/jplp.6.2.102-115.
- [5] M. M. Islam, F. A. Jibon, M. M. Tarek, M. H. Kanchan, and S. U. Perbhez Shakil, "A real-time dataset of air quality index monitoring using IoT and machine learning in the perspective of Bangladesh," *Data Br.*, vol. 55, p. 110578, 2024, doi: 10.1016/j.dib.2024.110578.
- [6] T. Wahyono, "Fundamental of Python for Machine Learning Dasar-Dasar Pemrograman Python untuk Machine Learning dan Kecerdasan Buatan Edisi Revisi," no. September 2018, 2021.
- [7] T. W. Ayele and R. Mehta, "Air pollution monitoring and prediction using IoT," *Proc. Int. Conf. Inven. Commun. Comput. Technol. ICICCT 2018*, vol. 12, no. 2, pp. 1741–1745, 2018, doi: 10.1109/ICICCT.2018.8473272.
- [8] E. Kalantari, H. Gholami, H. Malakooti, A. R. Nafarzadegan, and V. Moosavi, "Machine learning for air quality index (AQI) forecasting: shallow learning or deep learning?," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, no. October, 2024, doi: 10.1007/s11356-024-35404-1.

- [9] A. M. Rumagit *et al.*,
“Perancangan+Sistem+Monitoring+Kualitas+Udara+Dalam+Ruangan+Berbasis
+Internet+of+Things,” pp. 1–8, 2018.
- [10] G. . C. . Rumampuk, V. . C. . Poekoel, and A. . M. Rumagit, “Internet of Things-
Based Indoor Air Quality Monitoring System Design Perancangan Sistem
Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet of Things,” *J. Tek.
Inform.*, vol. 17, no. Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring
System Design Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan
Berbasis Internet of Things, pp. 11–18, 2021, [Online]. Available:
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/34212>
- [11] M. Kowalska, L. Ośródk, K. Klejnowski, J. E. Zejda, E. Krajny, and M. Wojtylak,
“Air quality index and its significance in environmental health risk
communication,” *Arch. Environ. Prot.*, vol. 35, no. 1, pp. 13–21, 2009.
- [12] S. Amalia, “Analisis Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambient Menggunakan Metode
Pararosanilin dengan Spektrofotometer UV-Visible Kabupaten Bandung , Jawa
Barat,” *Gunung Djati Conf. Ser.*, vol. 15, no. 2774–6585, pp. 11–15, 2022.
- [13] M. Nastitit Siswi Indrasti, “PENGHILANGAN GAS SO₂ (SULFUR DIOKSIDA)
DENGAN TEKNIK BIOFILTER MENGGUNAKAN *Thiobacillus* sp. PADA
MEDIA SERBUK GERGAJI, KOMPOS DAN TANAH,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*,
vol. 14, no. 3, pp. 107–111, 2005.
- [14] F. Dwirahmawati, N. Nasrullah, and B. Sulistyantara, “Analisis Perubahan
Konsentrasi Nitrogen Dioksida (No₂) Pada Area Bervegetasi Dan Tidak
Bervegetasi Di Jalan Simpang Susun,” *J. Lanskap Indones.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–
18, 2018, doi: 10.29244/jli.v10i1.18356.
- [15] S. Pangerapan, O. J. Sumampouw, and W. B. S. Joseph, “Analisis Kadar Karbon
Monoksida (Co) Udara Di Terminal Beriman Kota Tomohon Tahun 2018,” *J.
Kesmas*, vol. 7, no. 4, pp. 1–6, 2018.
- [16] A. Sulistiyono, H. Hartanto, F. Fathuroyan, D. Saputra, and I. B. Arifin, “Studi
Profil Ozon Permukaan (O₃) Dan Gas Monoksida (CO) Antara Kota Bandung
Dan Bukit Kototabang,” *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 17, no. 2, p. 239, 2019, doi:

10.14710/jil.17.2.239-244.

- [17] A. Haritsah, “Implementasi Model STL Seasonal Trend Decomposition Based On Loess dan ARIMA Untuk Prediksi Konsentrasi Kualitas Udara,” *Surabaya Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, 2015, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/291462565.pdf>
- [18] Y. Serlina, V. S. Bachtiar, and I. Putra, “Analisis Konsentrasi Particulate Matter 2,5 di Udara Ambien dan Rekomendasi Tanaman Pereduksi PM_{2,5} di Perumahan Unand Blok B, Ulu Gadut, Kota Padang,” *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 4, pp. 7516–7524, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i4.6863.
- [19] R. Novirsa and U. F. Achmadi, “Analisis Risiko Paparan PM_{2,5} di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen,” *Kesmas Natl. Public Heal. J.*, vol. 7, no. 4, p. 173, 2012, doi: 10.21109/kesmas.v7i4.52.
- [20] D. Q. Xu and W. L. Zhang, “Monitoring of pollution of air fine particles (PM_{2.5}) and study on their genetic toxicity,” *Biomed. Environ. Sci.*, vol. 17, no. 4, pp. 452–458, 2004.
- [21] R. H. Virgianto and D. Akbar, “Analisis Konsentrasi Pm_{2.5} Selama Penyelenggaraan Asian Games Ke-18 Di Jakarta,” *Statmat J. Stat. Dan Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–24, 2019, doi: 10.32493/sm.v1i1.2370.
- [22] E. Oktaviani, “paparan PM 10 dan TSP,” 2018.
- [23] R. Ramirez-Leal, H. Esparza-Ponce, A. Varela-Sortillón, A. Astorga-Reyes, and A. Roman-B., “Characterization of inhalable particulate matter in ambient air by scanning electron microscopy and energy-dispersive X-ray analysis,” *Microsc. Microanal.*, vol. 15, no. SUPPL. 2, pp. 1320–1321, 2009, doi: 10.1017/S1431927609097335.
- [24] Y. Ruslinda and D. Wiranata, “Analisis Kualitas Udara Ambien Kota Padang akibat Pencemar Particulate Matter_{10 m} (PM₁₀),” *Teknika*, vol. 21(2), no. 2, pp. 19–28, 2014.
- [25] A. Ahmed, “Module 01 : Introduction to the Internet of Things (IoT)”.

- [26] A. Selay *et al.*, “Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X,” *Karimah Tauhid*, vol. 1, no. 2963–590X, pp. 861–862, 2022.
- [27] S. Widharetno Mursalim, “Kebijakan Smart City Di Kota Bandung,” vol. 14, pp. 126–139, 2017, [Online]. Available: <https://lestarinurbudi.wordpress.com/2016/06/08/ban>
- [28] A. Hasibuan and O. K. Sulaiman, “Smart City, Konsep Kota Cerdas Sebagai Alternatif Penyelesaian Masalah Perkotaan Kabupaten/Kota, di Kota-Kota Besar Provinsi Sumatera Utara,” *Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 2, pp. 127–135, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1097>
- [29] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, “Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper,” *IJCIT (Indonesian J. Comput. Inf. Technol.)*, vol. 5, no. 1, pp. 75–82, 2020, doi: 10.31294/ijcit.v5i1.7951.
- [30] R. Gupta, *A Study Toward Combined Approaches Using AI-Based RPA and SOA-Based BPM: A Future Perspective*, vol. 908, no. Ictcs. 2024. doi: 10.1007/978-981-97-0210-7_33.
- [31] M. Zakariah, “Classification of large datasets using Random Forest Algorithm in various applications : Survey,” *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 189–198, 2014.
- [32] M. G. Sadewo, A. P. Windarto, and D. Hartama, “Penerapan Datamining Pada Populasi Daging Ayam Ras Pedaging Di Indonesia Berdasarkan Provinsi Menggunakan K-Means Clustering,” *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 2, no. 1, pp. 60–67, 2017, doi: 10.30743/infotekjar.v2i1.164.