

**IMPLEMENTASI IOT UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS
UDARA DI PERKOTAAN STUDI KASUS
DI LINGKUNGAN YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Teknik Komputer



disusun oleh

LINGGA NUGRAHA MANDAJAYA

21.83.0738

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

**IMPLEMENTASI IOT UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS
UDARA DI PERKOTAAN STUDI KASUS
DI LINGKUNGAN YOGYAKARTA**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Teknik Komputer



disusun oleh

LINGGA NUGRAHA MANDAJAYA

21.83.0738

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI IOT UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS
UDARA DI PERKOTAAN STUDI KASUS
DI LINGKUNGAN YOGYAKARTA**

yang disusun dan diajukan oleh

Lingga Nugraha Mandajaya

21.83.0738

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 11 Februari 2025

Dosen Pembimbing,



Melwin Syafrizal, S.Kom., M.Eng., Ph.D.

NIK. 190302105

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
IMPLEMENTASI IOT UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS
UDARA DI PERKOTAAN STUDI KASUS
DI LINGKUNGAN YOGYAKARTA

yang disusun dan diajukan oleh

Lingga Nugraha Mandajaya

21.83.0738

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 18 November 2025

Susunan Dewan Penguji

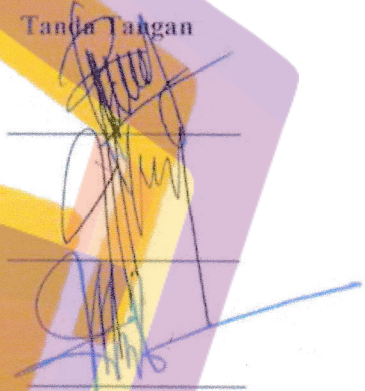
Nama Penguji

Robert Marco, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 190302228

Dr. Dony Ariyus, S.S., M.Kom.
NIK. 190302128

Melwin Syafrizal, S.Kom., M.Eng., Ph.D.
NIK. 190302105

Tanda Tangan



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 18 November 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusrini, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Lingga Nugraha Mandajaya
NIM : 21.83.0738

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

IMPLEMENTASI IOT UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DI PERKOTAAN STUDI KASUS DI LINGKUNGAN YOGYAKARTA

Dosen Pembimbing : Melwin Syafrizal, S.KOM., M.Eng., Ph.D.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 18 November 2025

Yang Menyatakan,



Lingga Nugraha Mandajaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dengan judul **"IMPLEMENTASI IOT UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DI PERKOTAAN STUDI KASUS DI LINGKUNGAN YOGYAKARTA"** berhasil diselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana pada Program Studi Teknik Komputer.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bpk. Melwin Syafrizal, S.KOM., M.Eng., Ph.D. atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang tak terhingga selama penulisan skripsi.
2. Tim Dosen Penguji, atas waktu dan masukan yang diberikan demi penyempurnaan karya ilmiah ini.
3. Orang tua dan seluruh keluarga, atas doa, dukungan moral, dan material yang menjadi kekuatan utama penulis.
4. Semua pihak terkait yang telah memberikan bantuan dan kontribusi dalam penyelesaian studi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 18 november 2025

Lingga Nugraha Mandajaya

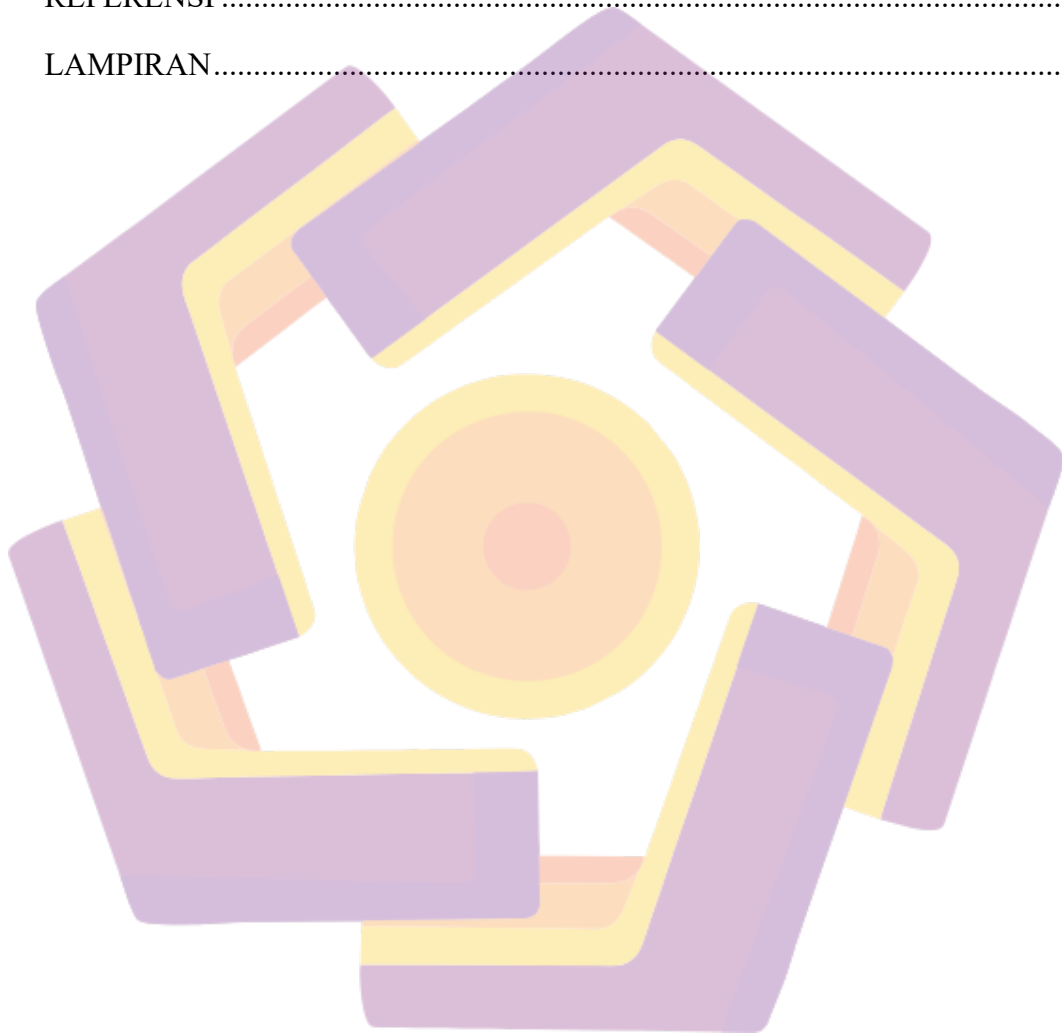
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
INTISARI	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur	6
2.2 Dasar Teori.....	12
2.2.1. <i>Internet of Things</i>	12

2.2.2.	Mikrokontroler ESP32	13
2.2.3.	Sensor BME 680	14
2.2.4.	Layar OLED SSD1306	14
2.2.5.	Buzzer	15
2.2.6.	Thingspeak	16
2.2.7.	Air Quality index	16
2.2.8	Arduino IDE.....	19
2.2.9.	<i>Cloud computing</i> untuk IOT	19
2.2.10	Wifi (Komunikasi Nirkabel).....	20
2.2.11.	Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)	21
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1.	Jenis Dan Pendekatan Penelitian	24
3.2.	Objek Dan Lokasi Penelitian	24
3.3	Alur Penelitian	25
3.4	Alat Dan Bahan.....	26
3.4.1	Data Penelitian	26
3.4.2	Alat/Instrumen	26
3.5	Perancangan sistem.....	28
3.5.1	Arsitektur Sistem Iot.....	29
3.5.2	Perancangan Rangkaian Perangkat Keras.....	30
3.5.3.	Perancangan Perangkat Lunak Dan Logika Kerja	33
3.5.4	Perancangan Web Localhost Dashboard	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Spesifikasi Teknis dan Hasil Implementasi	37
4.1.1	Spesifikasi Prototipe	37

4.1.2 Hasil Implementasi Perangkat Keras Dan Dokumentasi Lokasi	38
4.1.3 Hasil Implementasi Dashboard Web Localhost.....	40
4.2 Tahap pengujian dan evaluasi kinerja sistem.....	41
4.2.1 Prosedur konversi data AQI/ISPU	41
4.2.2 Konversi VOC menjadi Indeks Kualitas Udara (IAQ)	41
4.2.3 Tahap stabilisasi (Burn-in).....	41
4.3 Prosedur pengujian dan pengambilan data.....	41
4.3.1 Pengujian kinerja sensor dan fungsionalitas modul.....	42
4.3.2 Uji Konektivitas IOT Dan Stabilitas Sistem.....	42
4.3.3 Prosedur Pengambilan Data Penelitian.....	43
4.4 Uji Validasi Kontekstual.....	44
4.4.1 Tujuan Validasi Kontekstual.....	44
4.4.2 Prosedur Pelaksanaan.....	44
4.4.3 Kriteria Keberhasilan	45
4.5 Sistematika Pengujian Dan Evaluasi	45
4.5.1 Metrik Pengujian Fungsionalitas (<i>Black Box Testing</i>).....	45
4.5.2 Metrik Evaluasi Kinerja Dan Konsistensi Data Relatif	46
4.6 Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	47
4.6.1 Pengujian Konsistensi Internal Sensor.....	47
4.6.2 Pengujian Logika Peringatan Dini (Buzzer & Manipulasi Gas).....	48
4.6.3 Uji Konektivitas dan Stabilitas Transmisi	49
4.6.4 Kesimpulan Pemenuhan Metrik Pengujian.....	51
4.7 Analisis Pola Fluktuasi Dan Validasi Kontekstual	51
4.7.1 Analisis Pola Fluktuasi Kualitas Udara Harian	51
4.7.2 Analisis Korelasi Lingkungan.....	54

4.7.3 Validasi Kontekstual Data AQI (Sumber Eksternal)	56
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
REFERENSI	62
LAMPIRAN.....	65



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keaslian Penelitian	9
Tabel 3. 1 tabel perangkat keras	27
Tabel 3. 2 perangkat lunak.....	27
Tabel 3. 3 Koneksi catu daya.....	31
Tabel 3. 4 Koneksi I2C	31
Tabel 3. 5 Koneksi aktuator	32
Tabel 4. 1 Spesifikasi prototipe	37
Tabel 4. 2 Metrik pengujian fungsionalitas	46
Tabel 4. 3 Metrik evaluasi kinerja dan konsistensi data relatif.....	46
Tabel 4. 4 metrik stabilitas	50
Tabel 4. 5 Statistik data dan rata-rata.....	52
Tabel 4. 6 Kategorisasi waktu dominan.....	52
Tabel 4. 7 Data pembandingan resmi	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Internet Of Things	12
Gambar 2. 2 Esp32.....	13
Gambar 2. 3 Sensor BME680	14
Gambar 2. 4 LCD OLED SSD13006.....	15
Gambar 2. 5 Buzzer	15
Gambar 2. 6 Thingspeak	16
Gambar 2. 7 Air Quality Index	17
Gambar 2. 8 Arduino IDE.....	19
Gambar 2. 9 Cloud Computing.....	20
Gambar 2. 10 WIFI	21
Gambar 2. 11 Indeks Standar Pencemaran Udara	21
Gambar 3. 1 Alur penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Diagram Blok Arsitektur Sistem.....	29
Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Keras	30
Gambar 3. 4 Diagram Alir program.....	33
Gambar 3. 5 Diagram alir perancangan web.....	35
Gambar 4. 1 Foto fisik prototipe setelah di rakit	38
Gambar 4. 2 Prototipe saat terpasang di lokasi penelitian	39
Gambar 4. 3 Kondisi lingkungan sekitar lokasi pemasangan prototipe.....	39
Gambar 4. 4 Tampilan dashboard web localhost(real time)	40
Gambar 4. 5 sebelum pengujian.....	48
Gambar 4. 6 sesudah pengujian	48
Gambar 4. 7 Grafik pengujian thingspeak	49
Gambar 4. 8 Grafik hasil uji stabilitas transmisi data ke cloud	50
Gambar 4. 9 Grafik pola fluktuasi kualitas udara harian 15 oktober 2025	52
Gambar 4. 10 Analisis kolerasi lingkungan	54

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan Lambang	Kepanjangan / Keterangan
AI	<i>Artificial Intelligence</i> (Kecerdasan Buatan)
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
ANN	<i>Artificial Neural Network</i> (Jaringan Saraf Tiruan)
AQI	<i>Air Quality Index</i> (Indeks Kualitas Udara)
BSEC	<i>Bosch Software Environmental Cluster</i>
Cloud	<i>Cloud Computing / Platform Cloud</i>
CO	<i>Carbon Monoxide</i>
C/C++	Bahasa pemrograman C/C++
DLH DIY	Dinas Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta
EPA	<i>Environmental Protection Agency (AS)</i>
ESP32	Mikrokontroler dengan Wi-Fi/Bluetooth
GPIO	General-Purpose Input/Output
HC	Hydrocarbons
hPa	Hectopascal (Satuan Tekanan Udara)
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IAQ	<i>Indoor Air Quality Index</i> (Indeks Kualitas Udara Dalam Ruangan)
I ² C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISPU	Indeks Standar Pencemar Udara (Indonesia)
JSON	JavaScript Object Notation
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

LCD	Liquid Crystal Display (Digunakan untuk OLED)
LoRa	Long Range (Teknologi Komunikasi Jarak Jauh)
ML	Machine Learning
NB-IoT	Narrowband Internet of Things
NO ₂	Nitrogen Dioxide
O ₃	Ozon (Ozone)
OLED	Organic Light Emitting Diode
PM _{2.5}	Partikulat Matter (Partikel Halus berdiameter $\leq 2.5\mu\text{m}$)
PM ₁₀	Partikulat Matter (Partikel Kasar berdiameter $\leq 10\mu\text{m}$)
R&D	<i>Research and Development</i> (Penelitian dan Pengembangan)
SCL	Serial Clock Line
SDA	Serial Data Line
SO ₂	Sulfur Dioxide
T	Suhu (Temperature)
TVOC	Total Volatile Organic Compounds
VCC	Voltage Common Collector (Koneksi Daya Positif)
VOC	Volatile Organic Compounds (Senyawa Organik Volatil)
WHO	World Health Organization
WIB	Waktu Indonesia Bagian Barat

INTISARI

Penelitian ini mengangkat masalah kualitas udara yang buruk di kawasan perkotaan Yogyakarta akibat peningkatan emisi kendaraan dan aktivitas industri yang menyebabkan risiko kesehatan bagi masyarakat serta kebutuhan akan pemantauan kualitas udara yang real-time dan tersebar. Dampak negatif dari polusi udara ini memerlukan sistem pemantauan yang efisien untuk memberikan informasi yang akurat dan cepat guna membantu mitigasi polusi.

Metode penelitian menggunakan pendekatan *Internet of Things* (IoT) dengan merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor BME680 yang mampu mengukur suhu, kelembaban, tekanan udara, dan kadar gas VOC secara real-time selama 24 jam. Sistem ini dilengkapi dengan tampilan data menggunakan layar LCD dan web localhost, serta notifikasi audio melalui buzzer alarm saat kualitas udara mencapai ambang batas tidak sehat. Data dikirimkan ke platform cloud *ThingSpeak* untuk analisis dan visualisasi lebih lanjut.

Hasil penelitian menunjukkan sistem berhasil mengumpulkan data kualitas udara secara kontinu dan menampilkan informasi yang mudah dipahami serta memberikan peringatan dini secara efektif. Sistem ini dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah dan masyarakat untuk pengambilan keputusan kebijakan dan meningkatkan kesadaran lingkungan. Penelitian memberikan kontribusi nyata dalam pemantauan kualitas udara perkotaan berbasis IoT yang hemat biaya dan modular, serta merekomendasikan pengembangan lebih lanjut dengan penambahan sensor dan analisis statistik lanjutan.

Kata kunci: kualitas udara, IoT, Esp32, bme680, pemantauan *real time*.

ABSTRACT

The research addresses the problem of poor air quality in the urban area of Yogyakarta caused by increasing vehicle emissions and industrial activities, which pose significant health risks to the community. The lack of real-time, widespread air quality monitoring limits timely information dissemination and effective pollution mitigation efforts.

This study implements an Internet of Things (IoT)-based air quality monitoring system using the ESP32 microcontroller and the multifunctional BME680 sensor to measure temperature, humidity, air pressure, and volatile organic compounds (VOCs) continuously over 24 hours. The system displays real-time air quality data on an LCD screen and a localhost web interface while providing an audio alert via a buzzer when pollution levels exceed predefined thresholds. Data transmission to the ThingSpeak cloud platform enables further analysis and visualization.

The results demonstrate a reliable, efficient monitoring system capable of capturing air quality fluctuations and providing clear, easy-to-understand information and early warnings. This system benefits local governments and the public by supporting environmental policy decisions and raising awareness about air pollution. The research contributes theoretical and practical advancements in IoT-based environmental monitoring and recommends future enhancements, including expanded sensor arrays and advanced statistical analysis for improved air quality assessment.

Keyword: *air quality, IoT, ESP32, BME680, real-time monitoring.*