

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
**PENGEMBANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KUALITAS
UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN *WEB*
DENGAN INTEGRASI *FIREBASE* MENGGUNAKAN
METODE *NEURAL NETWORK***



MUHAMMAD FAQIH SETIAWAN

1507521005

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

HALAMAN JUDUL

**PENGEMBANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KUALITAS
UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN *WEB*
DENGAN INTEGRASI *FIREBASE* MENGGUNAKAN
METODE *NEURAL NETWORK***



MUHAMMAD FAQIH SETIAWAN

1507521005

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : PENGEMBANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN WEB DENGAN INTEGRASI FIREBASE MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK

Penyusun : Muhammad Faqih Setiawan

NIM : 1507521005

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Rafiuddin Syam, ST., M.Eng, Ph.D
NIP.197203301995121001

Pembimbing II,



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M
NIP.196310011988111001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Penguji,



Syufrijal S.T., M.T
NIP. 197603272001121001

Anggota Penguji I,



Nur Hanifah Yuninda, M.T.
NIP.198206112008122001

Dosen Ahli,



Ir. Heri Firmansyah, ST, MT
NIP.198402142019031011

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal S.T., M.T
NIP.197603272001121001

LEMBAR PENGESAHAN

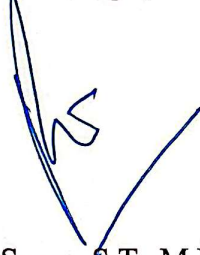
Judul : PENGEMBANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN WEB DENGAN INTEGRASI FIREBASE MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK

Penyusun : Muhammad Faqih Setiawan

NIM : 1507521005

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., PhD.
NIP. 197203301995121001

Pembimbing II,



Drs. Rimulyo Wicaksono, MM.
NIP. 196310011988111001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 1978603272001121001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah murni hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk tujuan perolehan gelar akademik sejenis di Universitas Negeri Jakarta atau perguruan tinggi mana pun.
2. Seluruh kutipan dari sumber lain telah saya sebutkan penulisnya dengan jelas dan mencantumkanannya dalam daftar pustaka.
3. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat pelanggaran atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta, termasuk kemungkinan pencabutan gelar akademik yang telah saya raih.

Jakarta, 10 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Faqih Setiawan

NIM: 1507521005



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN
Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Faqih Setiawan
NIM : 1507521005
Fakultas/Prodi : Teknik/Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : faqihsetiawan17@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengembangan Sistem Peringatan Dini Kualitas Udara Berbasis Internet of Things dan Web Dengan Integrasi Firebase Menggunakan Metode Neural Network

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 04 Agustus 2025

Penulis


(Muhammad Faqih Setiawan)

Nama dan Tanda Tangan

KATA PENGANTAR

Dengan segenap kerendahan hati, penulis memanjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa. Atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat merampungkan skripsi yang berjudul “Pengembangan Sistem Peringatan Dini Kualitas Udara Berbasis *Internet of Things* dan *Web* Dengan Integrasi *Firestore* Menggunakan Metode *Neural Network*”. Skripsi ini disusun sebagai pemenuhan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis pragnan menghaturkan terima kasih yang tulus kepada:

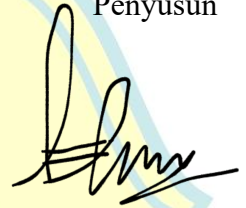
1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, atas arahan dan dukungan beliau dalam mengelola program studi sehingga seluruh kegiatan akademik dapat terselenggara dengan baik dan lancar.
2. Bapak Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I, atas kesediaan waktu, bimbingan intensif, saran yang membangun, serta masukan berharga yang senantiasa memotivasi penulis untuk melakukan perbaikan berkelanjutan, mulai dari tahap penelitian hingga penyusunan akhir skripsi.
3. Bapak Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan akademik, arahan, serta dukungan moral yang telah memperkaya wawasan dan perspektif penulis, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan secara komprehensif dan sistematis.
4. Orang tua saya serta nenek (SARMI) yang sudah selalu *support*, atas dukungan moril yang tak pernah lekang, topangan finansial yang senantiasa dicukupkan, serta doa yang mengiringi di setiap sujud adalah alasan utama penulis mampu bertahan dan menyelesaikan studi ini. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi terbesar.
5. Teman-teman satu kelompok bimbingan: Fikri, Yudistira, Riky, Taufik, Wahyu, dan rekan-rekan seangkatan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu penulis dalam meneliti penelitian ini hingga terselesaikan.

6. Rekan rekan dari Sismedika: Bapak Andreas, Bapak Indra, dan Adi yang memberikan ilmu dan pengalamannya untuk penulis bisa percaya diri untuk menuntaskan studi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan, khususnya dalam pengembangan sistem peringatan dini untuk kesadaran masyarakat terhadap kualitas udara.

Jakarta, 10 Juli 2025

Penyusun



Muhammad Faqih Setiawan

NIM: 1507521005



ABSTRAK

Polusi udara di perkotaan, khususnya Jakarta, menjadi masalah serius yang berdampak pada kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan dini kualitas udara yang proaktif dan terintegrasi menggunakan *Internet of Things (IoT)*, *platform web*, dan kecerdasan buatan. Sistem ini dirancang untuk memantau konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂) secara *real-time* menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135 yang terhubung dengan mikrokontroler Wemos D1 R32. Data yang diakuisisi dikirim dan disimpan pada *Firestore Realtime Database*. Metode *Feed-Forward Neural Network* diterapkan untuk menganalisis data *historis* dan fitur temporal (jam dan hari) guna menghasilkan klasifikasi status kualitas udara ("Baik", "Sedang", "Tidak Sehat") dengan kemampuan prediktif. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu memvisualisasikan data dan prediksi melalui *dashboard web* secara efektif. Pengujian sensor MQ-7 dan MQ-135 menunjukkan akurasi rata-rata masing-masing sebesar 93,17% dan 96,19% dibandingkan alat standar. Model *Neural Network* yang dikembangkan berhasil mencapai akurasi klasifikasi yang tinggi. Sistem ini berhasil memberikan peringatan dini secara visual pada *dashboard* ketika kualitas udara terdeteksi berbahaya. Keunggulan sistem ini terletak pada kemampuannya memberikan prediksi proaktif, integrasi *end-to-end* yang andal, serta aksesibilitas data yang tinggi.

Kata Kunci: Kualitas Udara, *Internet of Things (IoT)*, *Neural Network*, *Firestore*, *Sistem Peringatan Dini*, *Sensor Gas*.

ABSTRACT

Air pollution in urban areas, especially in Jakarta, is a serious problem that impacts public health. This study aims to develop a proactive and integrated air quality early warning system using the Internet of Things (IoT), a web platform, and artificial intelligence. This system is designed to monitor the concentration of Carbon Monoxide (CO) and Carbon Dioxide (CO₂) gases in real-time using MQ-7 and MQ-135 sensors connected to a Wemos D1 R32 microcontroller. The acquired data is sent and stored in the Firebase Realtime Database. The Feed-Forward Neural Network method is applied to analyze historical data and temporal features (hours and days) to produce a classification of air quality status ("Good", "Moderate", "Unhealthy") with predictive capabilities. The results show that the system is able to visualize data and predictions through a web dashboard effectively. Testing of the MQ-7 and MQ-135 sensors showed an average accuracy of 93.17% and 96.19%, respectively, compared to standard tools. The developed Neural Network model successfully achieved high classification accuracy. This system successfully provides visual early warnings on the dashboard when hazardous air quality is detected. Its strengths lie in its proactive prediction capabilities, reliable end-to-end integration, and high data accessibility.

Keywords: *Air Quality, Internet of Things (IoT), Neural Network, Firebase, Early Warning System, Gas Sensor.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Fokus Penelitian	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.6.1 Manfaat Teoritis	6
1.6.2 Manfaat Praktis	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kerangka Teoritik.....	8
2.1.1 Sistem Peringatan Dini Kualitas Udara.....	8
2.1.2 <i>Internet of Things</i>	8
2.1.3 Kualitas Udara.....	9

2.1.4	Jaringan Saraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>)	10
2.2	Produk Yang Dikembangkan.....	18
2.3	Penelitian Relevan.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2	Metode Pengembangan Penelitian	22
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.3.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	24
3.3.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	27
3.4	Rancangan Sistem dan Metode Pengembangan.....	28
3.4.1	Rancangan Penelitian	29
3.4.2	Gambar Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.4.3	Prosedur Penggunaan <i>Project</i> Sistem	31
3.4.4	Diagram Alir Sistem.....	31
3.4.5	Blok Diagram Penelitian.....	32
3.4.6	<i>Flow Chart</i> Sistem	33
3.4.7	<i>FlowChart Neural Network</i>	34
3.4.8	Blok Diagram Neural Network.....	34
3.4.9	Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu	35
3.4.10	Rancangan Desain Alat	36
3.5	Instrumen Penelitian.....	38
3.5.1.	Kriteria Pengujian Perangkat Keras	38
3.5.2	Kriteria Pengujian Perangkat Lunak	44
3.5.3	Kriteria Pengujian Alat.....	45
3.5.4	Pengujian dan Validasi Model Jaringan Saraf Tiruan	46
3.6	Teknik Pengumpulan Data	50

3.7	Teknik Analisis Data	51
BAB IV		52
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	52
4.1.1	Deskripsi Penelitian	52
4.1.2	Proses Pembuatan	53
4.2	Analisis Hasil Pengujian	55
4.2.1	Hasil Pengujian Perangkat Keras	56
4.2.2	Hasil Pengujian Perangkat Lunak	63
4.2.3	Hasil Pengujian Alat	67
4.2.4	Hasil Pengujian Model <i>Neural Network</i>	72
4.3	Kelebihan dan Kekurangan	79
4.3.1	Kelebihan Sistem	79
4.3.2	Kekurangan Sistem	79
BAB V		81
KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN-LAMPIRAN		86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Neural Network	11
Gambar 3. 1 Metode Model ADDIE	22
Gambar 3. 2 Skematik Komponen Project.....	30
Gambar 3. 3 Diagram Alir Sistem.....	32
Gambar 3. 4 Blok Diagram Penelitian	32
Gambar 3. 5 Diagram Alir Sistem.....	33
Gambar 3. 6 Diagram Alir Neural Network.....	34
Gambar 3. 7 Blok Diagram Neural Network	35
Gambar 3. 8 Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu	36
Gambar 3. 9 Denah Posisi Komponen	36
Gambar 3. 10 Ukuran Casing.....	37
Gambar 3. 11 Tampak Belakang Casing	37
Gambar 3. 12 Tampak Depan Casing.....	38
Gambar 4. 1 Tahap Perancangan	54
Gambar 4. 2 Tahap Perancangan.....	55
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan Trend Sensor dengan Alat Standar	58
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan Trend Sensor dengan Alat Standar	61
Gambar 4. 5 Analisis Variansi Polutan Berdasarkan Periode Waktu	68
Gambar 4. 6 Grafik kadar gas CO dalam 24 jam.....	70
Gambar 4. 7 Grafik Kadar Gas CO ₂ dalam 24 jam	65
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Antara Rediksi dan Kondisi Aktual.....	67
Gambar 4.10 Visualisasi Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan untuk Klasifikasi Kualitas Udara.....	71
Gambar 4. 11 <i>Control Surface Neural Network</i>	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ambang Batas Kadar Karbon Monoksida.....	16
Tabel 2. 2 Ambang Batas Kadar Karbon Dioksida	17
Tabel 2. 3 Penelitian Relevan.....	19
Tabel 3. 1 Perangkat Keras (Hardware).....	24
Tabel 3. 2 Pin Input dan Pin Output	30
Tabel 3. 3 Keterangan Komponen.....	37
Tabel 3. 4 Pengujian LED P10	43
Tabel 3. 5 Pengujian Data Sensor ke Firebase	44
Tabel 3. 6 Kategori Variable Input dan Output	47
Tabel 3. 7 Perancangan Arsitektur Neural Network.....	48
Tabel 4. 1 Daftar Komponen.....	53
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor MQ-7.....	56
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor MQ-135	59
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Modul Tampilan LED P10.....	62
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Pengiriman Data ke Firebase	63
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Tampilan Dashboard di Website	64
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Peringatan Dini di Dashboard.....	61
Tabel 4. 8 Tabel Tingkat Polusi Gas CO dan CO2 terhadap Periode Waktu.....	62
Tabel 4. 9 Kadar Gas CO dan CO2 dalam 24 jam.....	64