



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN DAN KENDALI
POLUSI UDARA UNTUK DI DALAM RUANGAN BERBASIS
TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS DAN METODE FUZZY
MAMDANI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Muhamad Risky Yusdi Alganiy
41420010010

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



**PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN DAN KENDALI
POLUSI UDARA UNTUK DI DALAM RUANGAN BERBASIS
TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS DAN METODE FUZZY
MAMDANI
LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : Muhamad Risky Yusdi Alganiy
NIM : 41420010010
PEMBIMBING : Galang Persada Nurani Hakim, ST.,
MT., IPM., Ph.D

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Risky Yusdi Alganiy
NIM : 41420010010
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perancangan Sistem Pemantauan Dan Kendali Polusi Udara Untuk Di Dalam Ruangan Berbasis Teknologi Internet Of Things Dan Metode *Fuzzy Mamdani*


Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Galang Persada Nurani Hakim, ST.,
MT., IPM., Ph.D

NIDN/NIDK/NIK : 0304128502



Ketua Penguji : Akhmad Wahyu Dani, ST.MT

NIDN/NIDK/NIK : 0320078501



Anggota Penguji : Yudhi Gunardi, ST.MT. Ph.D.

NIDN/NIDK/NIK : 0330086902



Jakarta,

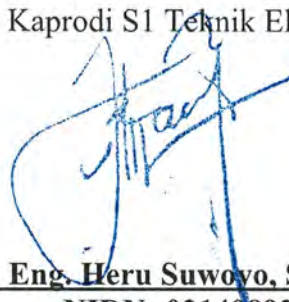
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : MUHAMAD RISKY YUSDI ALGANIY
NIM : 41420010010
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN
DAN KENDALI POLUSI UDARA UNTUK
DI DALAM RUANGAN BERBASIS
TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS DAN
METODE FUZZY MAMDANI

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 10 Agustus 2024** dengan hasil presentase sebesar **14%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 12 Agustus 2024

Administrator Turnitin,



Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhamad Risky Yusdi Alganiy
NIM : 41420010010
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pemantauan Dan Kendali Polusi Udara Untuk Di Dalam Ruangn Berbasis Teknologi Internet Of Things Dan Metode *Fuzzy Mamdani*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Tangerang, 30-Juli-2024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Muhamad Risky Yusdi Alganiy

ABSTRAK

Kualitas udara yang buruk dapat berdampak serius pada kesehatan manusia, seperti infeksi saluran pernapasan, penyakit jantung, dan kanker. Pemantauan kualitas udara secara berkala sangat penting untuk mengidentifikasi tingkat polusi dan mengambil langkah pencegahan yang tepat. Banyak sistem monitoring saat ini belum memanfaatkan teknologi secara optimal untuk memberikan data yang akurat dan responsif terhadap perubahan kondisi udara.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan dan kontrol polusi udara berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan metode *fuzzy logic* Mamdani. Sistem ini memanfaatkan sensor untuk mengukur parameter kualitas udara utama, yaitu PM2.5, karbon monoksida (CO), dan nitrogen dioksida (NO₂). Data dari sensor diolah oleh mikrokontroler dan dikategorikan ke dalam lima tingkat: sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak, dan sangat banyak. Informasi ini kemudian disampaikan secara *real-time* kepada pengguna melalui internet.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tingkat polusi udara dengan efektif. Parameter yang dipantau meliputi CO (0–5 ppm sangat sedikit hingga >50 ppm sangat banyak), NO₂ (0–20 ppm sangat sedikit hingga >100 ppm sangat banyak), dan PM2.5 (0–12 µg/m³ sangat sedikit hingga >100 µg/m³ sangat banyak). Selain itu, perbandingan dengan alat ukur standar *Air Quality Monitoring System* (AQMS) menunjukkan bahwa sistem pemantauan dan kendali polusi udara ini memiliki akurasi yang sebanding dengan alat standar. Selisih persentase nilai rata-rata error antara hasil pengukuran alat penelitian dan alat ukur standar AQMS untuk parameter partikulat, karbon monoksida, dan nitrogen dioksida masing-masing adalah -0,441%, -0,220%, dan -0,385%. Hasil ini menegaskan bahwa sistem yang dikembangkan dapat memberikan data yang akurat dan konsisten, memungkinkan pengaturan exhaust fan dan sistem ventilasi lainnya dengan lebih tepat, serta memberikan manfaat signifikan bagi kesehatan dan kenyamanan penghuni dengan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan.

Kata Kunci: Kualitas Udara, *Fuzzy*, PM2.5, CO, NO₂.

ABSTRACT

Poor air quality can have serious impacts on human health, including respiratory infections, heart disease, and cancer. Regular air quality monitoring is crucial for identifying pollution levels and taking appropriate preventive measures. Many existing monitoring systems do not fully utilize technology to provide accurate and responsive data to changing air conditions.

This study aims to design an air pollution monitoring and control system based on the Internet of Things (IoT) using Mamdani fuzzy logic methods. The system utilizes sensors to measure key air quality parameters, namely PM_{2.5}, carbon monoxide (CO), and nitrogen dioxide (NO₂). Sensor data is processed by a microcontroller and categorized into five levels: very low, low, moderate, high, and very high. This information is then conveyed to users in real-time over the internet.

The results of the study show that the system effectively identifies and classifies air pollution levels. The monitored parameters include CO (0–5 ppm very low to >50 ppm very high), NO₂ (0–20 ppm very low to >100 ppm very high), and PM_{2.5} (0–12 µg/m³ very low to >100 µg/m³ very high). Additionally, comparison with the standard Air Quality Monitoring System (AQMS) shows that the IoT-based monitoring and control system has comparable accuracy to the standard equipment. The percentage difference in the average error value between the measurement results of the research tool and the AQMS tool for particulate matter, carbon monoxide, and nitrogen dioxide parameters were -0.441%, -0.220%, and -0.385%, respectively. These results affirm that the developed system provides accurate and consistent data, enabling more precise control of exhaust fans and ventilation systems, and offering significant benefits for occupant health and comfort by improving indoor air quality.

Keywords: Air Quality, Fuzzy Logic, PM_{2.5}, CO, NO₂.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian yang berjudul “PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN DAN KENDALI POLUSI UDARA UNTUK DI DALAM RUANGAN BERBASIS TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS DAN METODE FUZZY MAMDANI” dapat diselesaikan. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan penelitian ini, tidak akan berjalan lancar tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Teristimewa Ibu, Ayah dan keluarga yang selalu mendukung dalam melaksanakan perkuliahan hingga penyusunan laporan tugas akhir ini, baik dari segi moral, maupun segi finansial. Terima kasih sebesar-besarnya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriyansyah, M.Eng, selaku Guru Besar Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana sekaligus Rektor Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo ST., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Galang Persada Nurani Hakim, S.T., M.T., IPM., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan kesabaran yang tiada henti sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.
5. Team Agif yang telah memberikan saran serta masukan dalam penyusunan tugas akhir.
6. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2020 Universitas Mercu Buana.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu dan tanpa mengurangi rasa

hormat peneliti, peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang memberikan masukan maupun saran. Peneliti menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan. Dengan ketulusan dan kerendahan diri, peneliti menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca. Demikian pernyataan ini peneliti buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.



Tangerang, 30-Juli-2024

A handwritten signature in purple ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Muhamad Risky Yusdi Alganiy

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Literatur Review	6
2.2 Udara	11
2.3 ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara)	12
2.4 <i>Sharp Optical Dust Sensor (GP2Y1014AU0F)</i>	15
2.5 Sensor MQ-7	17
2.6 Sensor Gas MQ-135	18
2.7 Wemos D1 R32	19
2.8 <i>Driver Motor L298N</i>	20
2.9 <i>Exhaust Fan</i>	20
2.10 Vacuum Pump (Pompa Vakum)	21
2.11 Sistem <i>Fuzzy</i>	22

BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	29
3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	29
3.1.1 Flowchart Cara Kerja Alat.....	29
3.1.2 Diagram Blok Alat.....	31
3.1.3 Fungsi-Fungsi Alat	32
3.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	35
3.2.1 Perancangan Fuzifikasi Untuk <i>Input</i> Pembacaan Partikulat Udara.....	35
3.2.2 Perancangan Fuzifikasi Untuk <i>Input</i> Pembacaan Nitrogen Dioksida... 36	
3.2.3 Perancangan Fuzifikasi Untuk <i>Input</i> Pembacaan Karbon Monoksida . 37	
3.2.4 Perancangan <i>Output</i> Kendali Kipas Hisap.....	38
3.2.5 Perancangan <i>Fuzzy Rule</i>	38
3.2.6 Perancangan Sistem Monitoring Blynk	40
3.3 Skema Perancangan Sistem Pemantauan dan Kendali Polusi Udara	41
3.4 Desain Perancangan Sistem Pemantauan dan Kendali Polusi Udara	42
BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN.....	43
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	43
4.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak.....	44
4.3 Hasil Pengujian Alat.....	44
4.3.1 Pengujian Sensor Deteksi Partikulat (PM2.5)	44
4.3.2 Pengujian Sensor Deteksi Karbon Monoksida (CO)	45
4.3.3 Pengujian Sensor Deteksi Nitrogen Dioksida (NO2)	46
4.3.4 Pengujian Driver Motor L289n.....	47
4.3.5 Pengujian Sistem Blynk.....	48
4.3.6 Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	49
4.4 Perbandingan Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Aplikasi Blynk dengan Alat Standar	53
4.5 Analisa Setelah Melakukan Pengujian.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62
Lampiran 1. Rangkaian Keseluruhan Alat Sistem Pemantauan Dan Kendali Polusi Udara.....	62
Lampiran 2. Datasheet.....	63
Lampiran 3. Listing Program.....	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor Sharp Optical Dust GP2Y1010AU0F	15
Gambar 2. 2 Schematik Dust Sensor (GP2Y1010AU0F).....	16
Gambar 2. 3 Tegangan Output	16
Gambar 2. 4 Sensor MQ-7	17
Gambar 2. 5 Rangkaian Standar Sensor MQ-7	18
Gambar 2. 6 Sensor Gas MQ-135	19
Gambar 2. 7 Wemos D1 R32	19
Gambar 2. 8 Driver Motor L298N	20
Gambar 2. 9 Exhaust Fan (Sumber: Farnell, 2024)	21
Gambar 2. 10 Vacuum Pump	22
Gambar 2. 11 Fungsi Matematis Linear Naik.....	23
Gambar 2. 12 Fungsi Matematis Linear Turun.....	24
Gambar 2. 13 Kurva Segitiga.....	24
Gambar 2. 14 Kurva Trapesium.....	25
Gambar 3. 1 Flowchart.....	30
Gambar 3. 2 Diagram Blok	31
Gambar 3. 3 Sensor Sharp GP2Y10.....	32
Gambar 3. 4 Sensor MQ-7	33
Gambar 3. 5 Sensor MQ-135	34
Gambar 3. 6 Driver L289N dan Exhaust Fan	34
Gambar 3. 7 Keanggotaan Partikulat (PM2.5).....	35
Gambar 3. 8 Keanggotaan Nitrogen Dioksida (NO2).....	36
Gambar 3. 9 Keanggotaan Karbon Monoksida (CO)	37
Gambar 3. 10 Keanggotaan Kipas	38
Gambar 3. 11 Sistem Monitoring Blynk	41
Gambar 3. 12 Sistem Monitoring Blynk	41
Gambar 3. 13 Skema Perancangan Sistem Pemantauan dan Kendali Polusi Udara	42

Gambar 3. 14 Desain 3D Perancangan Sistem Pemantauan dan Kendali Polusi Udara	42
Gambar 4. 1 Box Control	44
Gambar 4. 2 Pengujian Sensor Deteksi Partikulat	45
Gambar 4. 3 Pengujian Sensor Deteksi Gas Karbon Monoksida (CO)	46
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor Deteksi Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	47
Gambar 4. 5 Pengujian Sensor Deteksi Driver Motor L289n.....	48
Gambar 4. 6 Pengujian Pembacaan Sensor Menggunakan Sistem Blynk	49
Gambar 4. 7 Aturan-Aturan Dalam Metode Fuzzy Mamdani	50
Gambar 4. 8 Simulasi Penerapan Aturan Dalam Model Fuzzy Mamdani.....	51
Gambar 4. 9 Pengujian Metode Fuzzy Mamdani.....	52
Gambar 4. 10 Pengukuran Menggunakan Alat Ukur Standar AQMS dan Alat Peneliti	53
Gambar 4. 11 Hasil Perbandingan Partikulat Menggunakan Alat Ukur Standar AQMS dan Alat Peneliti	54
Gambar 4. 12 Hasil Perbandingan CO Menggunakan Alat Ukur Standar AQMS dan Alat Peneliti.....	55
Gambar 4. 13 Hasil Perbandingan NO ₂ Menggunakan Alat Ukur Standar AQMS dan Alat Peneliti.....	56

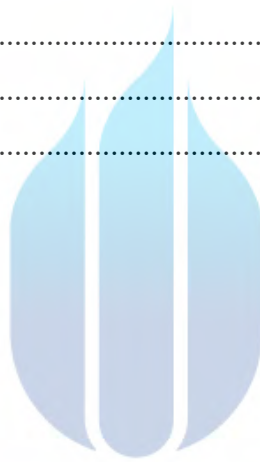
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Research Gap Comparison Table.....	8
Tabel 2. 2 Konversi Nilai Konsentrasi.....	13
Tabel 2. 3 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	14
Tabel 2. 4 Perbandingan Baku Mutu PM2.5 di Beberapa Negara.....	14
Tabel 2. 5 Spesifikasi Sensor MQ-7	18
Tabel 3. 1 Tabel Fungsi Keanggotaan dan Defuzzifikasi Partikulat (PM2.5).....	36
Tabel 3. 2 Tabel Fungsi Keanggotaan dan Defuzzifikasi Nitrogen Dioksida (NO2)	37
Tabel 3. 3 Tabel Fungsi Keanggotaan dan Defuzzifikasi Karbon Monoksida (CO)	38
Tabel 3. 4 Fuzzy Rule	39
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Deteksi Partikulat Udara.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Deteksi Gas Karbon Monoksida (CO).....	46
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Deteksi Gas Nitrogen Dioksida (NO2).....	47
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor Deteksi Gas Driver Motor L289n.....	48
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Menggunakan Sistem Blynk	49
Tabel 4. 6 Pengujian Metode Fuzzy Mamdani	52
Tabel 4. 7 Hasil Perbandingan Pengukuran Menggunakan Alat Ukur Standar AQMS dan Alat Peneliti Pada Ruangan 4x6 Meter.....	54
Tabel 4. 8 Hasil Perbandingan dan Nilai Koreksi.....	56

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1).....	23
Persamaan_(2.2).....	23
Persamaan_(2.3).....	24
Persamaan_(2.4).....	24
Persamaan_(2.5).....	25
Persamaan_(2.6).....	26
Persamaan_(2.7).....	26
Persamaan_(2.8).....	27
Persamaan_(4.1).....	55
Persamaan_(4.2).....	55
Persamaan_(4.3).....	56



UNIVERSITAS
MERCU BUANA