



**KLASIFIKASI KUALITAS UDARA BERBASIS IOT  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP-32  
DENGAN ALGORITMA FUZZY MAMDANI**

**LAPORAN SKRIPSI**

**UNIVERSITAS  
ADITYA WARDANA  
41520010048  
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2024**



**KLASIFIKASI KUALITAS UDARA BERBASIS IOT  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP-32  
DENGAN ALGORITMA FUZZY MAMDANI**

**LAPORAN SKRIPSI**

**ADITYA WARDANA**

**41520010048**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Wardana  
NIM : 41520010048  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Laporan Skripsi : Klasifikasi Kualitas Udara Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler ESP-32 Dengan Algoritma Fuzzy Mamdani

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi 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 Skripsi saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 22 Juli 2024



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Aditya Wardana

## HALAMAN PENGESAHAN

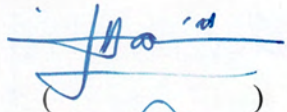

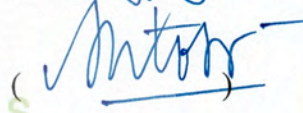
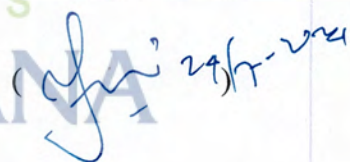
Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Aditya Wardana  
NIM : 41520010048  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Laporan Skripsi : Klasifikasi Kualitas Udara Berbasis IOT Menggunakan Mikrokontroler ESP-32 Dengan Algoritma Fuzzy Mamdani

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Lukman Hakim, ST, M.Kom  
NIDN : 0327107701  
Ketua Penguji : Prastika Indriyanti, S.Kom, M.Cs  
NIDN : 0312089401  
Penguji 1 : Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom  
NIDN : 0225067701  
Penguji 2 : Dr. Afiyati, S.Si., M.T  
NIDN : 0316106908


  
()<sup>24/07</sup>  
()  
()<sup>24/07-2024</sup>


Jakarta, 23 Juli 2024

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi

  
Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI  
NIDN: 0320037002

  
Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom  
NIDN: 0225067701

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa, atas segala rahmat dan ridhanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena kesempurnaan sejatinya hanya milik Tuhan yang Maha Esa. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun senantiasa penulis terima dengan senang hati. Serta berkat dukungan, motivasi, bantuan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercubuana.
4. Bapak Dosen Pembimbing Lukman Hakim, ST, M.Kom. dan Ibu Prastika Indriyanti, S.Kom, MCS. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan tugas akhir ini terjadwal dengan baik.
5. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Dr. Afiyati, S.Si., MT. selaku dosen penguji saya pada saat sidang skripsi.
6. Kedua Orang Tua saya yang selalu mensupport dalam bentuk apapun, mendoakan dan mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercubuana.
7. Terimakasih juga saya ucapkan kepada Setia Ningsih, selaku kaka saya yang selalu mensupport setiap langkah yang saya kerjakan.
8. Teman-teman dari tim SIKAP yang turut mendukung dan ikut andil banyak dalam penyusunan skripsi ini. terimakasih kepada Razif yang sudah banyak memberikan motivasi dan juga keikutsertaannya dalam merakit alat dan membuat website SIKAP, terimakasih kepada Ganis yang sudah membantu untuk membuat autonomous (otomatisasi alat SIKAP) dan kesediaannya

membantu saya dalam merakit IOT, terimakasih kepada Shinta yang sudah membantu dalam pembuatan Manual BOOK untuk HAKI dan membantu dalam penyusunan laporan skripsi.

9. Semua teman kuliah yang selalu berbagi informasi dan memberikan dukungan dalam bentuk yang berbeda-beda.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah, serta panjang umur kepada kita semua, aamiin. Terima Kasih.

Jakarta, 22 Juli 2024



Aditya Wardana



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Wardana  
NIM : 41520010048  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Laporan Skripsi : Klasifikasi Kualitas Udara Berbasis IOT Menggunakan Mikrokontroler ESP-32 Dengan Algoritma Fuzzy Mamdani

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Laporan Magang/Skripsi/Tesis/Disertasi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 22 Juli 2024

Yang menyatakan,

Aditya Wardana

## ABSTRAK

Nama : Aditya Wardana  
NIM : 41520010048  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Laporan Skripsi : Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IOT  
Menggunakan Mikrokontroler ESP-32 Dengan  
Algoritma Fuzzy Mamdani  
Dosen Pembimbing : Lukman Hakim, ST, M. Kom

Menghirup udara segar merupakan kebutuhan penting bagi manusia, namun sayangnya kualitas udara di sekitar kita tidak selalu terjamin. Salah satu ancaman berbahaya yang dapat mencemari udara adalah gas Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dan Karbon Monoksida (CO). Penelitian ini bertujuan untuk mengolah dan mengklasifikasi data dari perangkat pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Mikrokontroler ESP-32 yang dapat membaca kadar Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) di lingkungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Jakarta Barat sebagai tempat pengambilan data. Sistem ini memanfaatkan sensor MQ-135 untuk mengukur konsentrasi  $\text{NO}_2$  dan sensor MQ-7 untuk mengukur konsentrasi CO. Algoritma Fuzzy Mamdani diterapkan untuk mengolah data sensor agar dapat menghasilkan klasifikasi kualitas udara yang lebih akurat dan diharapkan data yang dihasilkan dapat memberikan kemudahan dalam pemahaman membaca kadar kualitas udara bagi pengguna. Dengan menerapkan konsep IoT, sistem ini dapat memantau kualitas udara secara real-time dan memberikan peringatan dini jika terjadi penurunan kualitas udara yang mengancam kesehatan. Diharapkan sistem pemantauan kualitas udara ini dapat membantu masyarakat dalam menjaga kesehatan dan kenyamanan lingkungan.

**Kata kunci:** *CO,  $\text{NO}_2$ , Fuzzy Mamdani, Internet of Things, sensor MQ-135.*



## ABSTRACT

Nama : Aditya Wardana  
NIM : 41520010048  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Laporan Skripsi : Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IOT  
Menggunakan Mikrokontroler ESP-32 Dengan  
Algoritma Fuzzy Mamdani  
Dosen Pembimbing : Lukman Hakim, ST, M. Kom

Breathing fresh air is a necessity for human daily life, but unfortunately not all air around us is guaranteed quality. One of the dangerous threats that can contaminate the air is the presence of Nitrogen Dioxide ( $\text{NO}_2$ ) and Carbon Monoxide (CO) gases. This research aims to process data from an Internet of Things (IoT) based air quality monitoring system using an ESP-32 Microcontroller that can read Carbon Monoxide (CO) and Nitrogen Dioxide ( $\text{NO}_2$ ) levels in the environment around the Suku Dinas Lingkungan Hidup Jakarta Barat as a data collection point. The system utilises an MQ-135 sensor to measure  $\text{NO}_2$  concentration and an MQ-7 sensor to measure CO concentration. The Fuzzy Mamdani algorithm is applied to process sensor data in order to produce more accurate air quality classifications and it is hoped that the data generated can provide ease in reading air quality levels for users. By applying the IoT concept, this system can monitor air quality in real-time and provide early warning in case of a decline in air quality that threatens health. It is hoped that this air quality monitoring system can help the community in maintaining environmental health and comfort.

**Kata kunci:** CO,  $\text{NO}_2$ , Fuzzy Mamdani, Internet of Things, sensor MQ-135.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Teori Pendukung .....	15
2.2.1 Udara .....	15
2.2.2 Algoritma Fuzzy.....	16
2.2.2.1 Algoritma Fuzzy Mamdani .....	17
2.2.3 Karbon Monoksida .....	18
2.2.4 Nitrogen Dioksida .....	18
2.2.5 Anaconda.....	19
2.2.6 Jupiter .....	19
2.2.6.1 Numpy .....	20
2.2.6.2 Pandas .....	20
2.2.6.3 Skfuzzy .....	20

BAB III METODE PENELITIAN .....	22
3.1 Jenis Penelitian .....	22
3.2 Deskripsi Organisasi.....	23
3.3 Analisis Kebutuhan .....	24
3.4 Tahapan Penelitian .....	24
3.4.1 Teknik Pengumpulan Data .....	24
3.4.2 Metode Pengembangan Sistem .....	26
BAB IV PEMBAHASAN.....	28
4.1 Analisa Kebutuhan .....	28
4.2 Dataset Hasil Pendeteksian Kadar.....	28
4.3 Flowchart Pemrosesan Data .....	30
4.4 Proses Pengolahan Data .....	30
4.5 Hasil Pengolahan Data.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran .....	42
DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN.....	44
Lampiran 1 KARTU ASISTENSI.....	44
Lampiran 2 CURRICULUM VITAE.....	45
Lampiran 3 SURAT PERNYATAAN HAKI.....	46
Lampiran 4 SERTIFIKAT BNSP .....	48
Lampiran 5 SURAT IZIN RISET PERUSAHAAN.....	49
Lampiran 6 SURAT RISET INSTANSI.....	50
Lampiran 7 Form Revisi Dosen Penguji.....	51
Lampiran 8 HASIL TURNITIN .....	53
Lampiran 9 FOTO/WAWANCARA/OBJEK PENELITIAN .....	54
Lampiran 10 Biaya Alat.....	55
Lampiran 11 Halaman Persetujuan .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait .....	6
Tabel 4. 1 Range untuk CO_M dan CO_K.....	32
Tabel 4. 2 Range untuk NO <sub>2</sub> _M dan NO <sub>2</sub> _K .....	32
Tabel 4. 3 Rule Base CO_M dan CO_K.....	36
Tabel 4. 4 Rule Base NO <sub>2</sub> _M dan NO <sub>2</sub> _K.....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Kadar Udara Konsentrasi CO (Bulan Mei) .....	1
Gambar 1. 2 Grafik Kadar Udara Konsentrasi NO <sub>2</sub> (Bulan Mei) .....	2
Gambar 2. 1 Rumus Defuzzifikasi .....	17
Gambar 2. 2 Batasan Kadar CO .....	18
Gambar 3. 2 Logo Suku Dinas Lingkungan Hidup Jakarta Barat .....	23
Gambar 3. 1 Model Prototipe .....	26
Gambar 4. 1 Data CO Masuk .....	28
Gambar 4. 2 Data CO Keluar .....	29
Gambar 4. 3 Data NO <sub>2</sub> Masuk .....	29
Gambar 4. 4 Data NO <sub>2</sub> Keluar .....	29
Gambar 4. 5 Flowchart Pengolahan Data .....	30
Gambar 4. 6 Input Data .....	30
Gambar 4. 7 Data Input .....	31
Gambar 4. 8 Batasan AQI .....	31
Gambar 4. 9 Membership Range .....	32
Gambar 4. 10 Range Membership Kadar CO .....	33
Gambar 4. 11 Data Kategori CO .....	34
Gambar 4. 12 Range Membership Kadar NO <sub>2</sub> .....	35
Gambar 4. 13 Implementasi Rule Base di Python .....	37
Gambar 4. 14 Rumus Deffuzifikasi Centroid .....	37
Gambar 4. 15 Program Perintah Deffuzifikasi .....	38
Gambar 4. 16 Hasil Deffuzifikasi .....	38
Gambar 4. 17 Hasil Algoritma Fuzzy Mamdani pada konsentrasi kadar CO .....	39
Gambar 4. 18 Hasil Algoritma Fuzzy Mamdani pada konsentrasi kadar NO <sub>2</sub> .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 KARTU ASISTENSI .....	44
Lampiran 2 CURRICULUM VITAE .....	45
Lampiran 3 SURAT PERNYATAAN HAKI.....	46
Lampiran 4 SERTIFIKAT BNSP .....	48
Lampiran 5 SURAT IZIN RISET PERUSAHAAN .....	49
Lampiran 6 SURAT RISET INSTANSI.....	50
Lampiran 7 Form Revisi Dosen Penguji.....	51
Lampiran 8 HASIL TURNITIN .....	53
Lampiran 9 FOTO/WAWANCARA/OBJEK PENELITIAN .....	54
Lampiran 10 Biaya Alat.....	55



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA