



PEMBANGUNAN SISTEM PEMANTAU KUALITAS UDARA MENGUNAKAN FUZZY MAMDANI BERBASIS ESP32 DI LABORATORIUM BERSTANDAR *CLEAN ROOM*

MUHAMMAD RIDZKY FADHLURRAHMAN



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

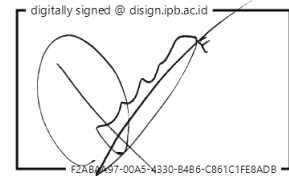


PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Pembangunan Sistem Pemantau Kualitas Udara Menggunakan Fuzzy Mamdani Berbasis ESP32 di Laboratorium Berstandar *Clean Room*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei Tahun 2024



Muhammad Ridzky Fadhlurrahman
J0304201053

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

MUHAMMAD RIDZKY FADHLURRAHMAN. Pembangunan Sistem Pemantau Kualitas Udara Menggunakan Fuzzy Mamdani Berbasis ESP32 di Laboratorium Berstandar *Clean Room*. Dibimbing oleh AEP SETIAWAN.

Kualitas udara merupakan suatu variabel yang penting untuk diperhatikan pada lingkungan laboratorium. Kualitas udara yang baik dapat menjaga pertumbuhan bakteri di dalam laboratorium yang berimbas kepada kegiatan uji suatu produk. Pencemaran partikel, suhu, kelembapan, dan gas pada udara harus terpantau dan terjaga kestabilan nya. Sesuai dengan aturan *Federal Standar 209E* partikel ukuran 0.5 *micron* harus dibawah 10.000 partikel, partikel 5 *micron* harus dibawah 70, suhu dan kelembapan masing-masing harus dibawah 25 *celcius* dan 50%. *Smart Air Monitoring* (SAMO) merupakan alat pemantau kualitas udara, serta melakukan analisis data perhitungan kualitas udara menggunakan perhitungan Fuzzy Mamdani yang kemudian diuji keakuratan nya dengan media pengujian *Total Plate Count* (TPC). Perhitungan fuzzy menggunakan empat fungsi keanggotaan yaitu kuantitas partikel 0.5 dan 5 *micron*, suhu, serta kelembapan. Aturan perhitungan fuzzy dibuat berdasarkan hasil wawancara dengan pihak laboratorium. Didapat hasil perhitungan fuzzy yang dibandingkan dengan pengujian TPC untuk mendeteksi kualitas udara dapat mewakili sebuah kondisi kualitas udara pada saat yang bersamaan.

Kata kunci : fuzzy, kualitas udara, partikel udara, *total plate count*.

ABSTRACT

MUHAMMAD RIDZKY FADHLURRAHMAN. *Development of an Air Quality Monitoring System Using ESP32 Based Fuzzy Mamdani in Clean Room Standardized Laboratory*. Supervised by AEP SETIAWAN.

Air quality is an important variable to consider in a laboratory environment. Good air quality can maintain the growth of bacteria in the laboratory which affects product testing activities. Particle pollution, temperature, humidity, and gas in the air must be monitored and maintained stability. In accordance with Federal Standard 209E, 0.5 micron particles must be below 10,000 particles, 5 micron particles must be below 70, temperature and humidity must be below 25 Celsius and 50% respectively. Smart Air Monitoring (SAMO) is an air quality monitoring tool, and analyzes air quality calculation data using Mamdani Fuzzy calculation which is then tested for accuracy with Total Plate Count (TPC) testing media. Fuzzy calculations use four membership functions, namely the quantity of particles 0.5 and 5 microns, temperature, and humidity. Fuzzy calculation rules are made based on the results of interviews with the laboratory. The results of fuzzy calculations compared to TPC testing to detect air quality can represent an air quality condition at the same time.

Keywords: air particles, air quality, fuzzy, total plate count.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Pelimpahan hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus didasarkan pada perjanjian kerja sama yang terkair



PEMBANGUNAN SISTEM PEMANTAU KUALITAS UDARA MENGUNAKAN FUZZY MAMDANI BERBASIS ESP32 DI LABORATORIUM BERSTANDAR *CLEAN ROOM*

MUHAMMAD RIDZKY FADHLURRAHMAN

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Proyek Akhir: Pembangunan Sistem Pemantau Kualitas Udara Menggunakan Fuzzy Mamdani Berbasis ESP32 di Laboratorium Berstandar *Clean Room*.

Nama : Muhammad Ridzky Fadhlurrahman
NIM : J0304201053

Pembimbing :
Aep Setiawan, S.Si., M.Si.

Disetujui oleh



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI 201811 19861119 2 014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171 99203 1003



Tanggal Ujian:
24 Juni 2024

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga Laporan Akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan April 2024 ini ialah Kualitas Udara dengan judul “Analisis Sistem Pemantau Kualitas Udara Menggunakan Fuzzy Mamdani Berbasis ESP32 di Laboratorium *Clean Room* BPMSPH”.

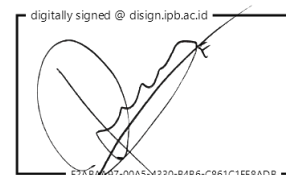
Terima kasih penulis ucapkan kepada pembimbing yaitu Bapak Aep Setiawan, S.Si., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Dr.Inna Novianty, S.Si., M.Si. selaku ketua program studi Teknologi Rekayasa Komputer. Di samping itu, penghargaan serta ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Drh. Imron Suandy, MVPh, selaku Sesditjen PKH & Ibu Drh.Rr Anik Winanningrum sebagai Kepala SubBagian Tata Usaha di Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Produk Hewan (BPMSPH) yang telah menerima peneliti untuk melaksanakan kegiatan PKL di BPMSPH.
2. Ibu Drh.Wiwit Subiyanti dan Ibu Menik Setyarini serta Bapak Hasrul Adiputra Harahap yang membersamai penulis dalam menentukan serta melakukan bimbingan dalam pembuatan projek.
3. Ibu Dr. Drh. Puji Rahayu selaku pimpinan laboratorium di BPMSPH yang membersamai penulis dalam membimbing jalannya analisis data terhadap kualitas udara pada laboratorium.
4. Bapak Sumarno, S.T.Industri selaku perwakilan dari mitra PT.Tela Sepuluh Indonesia yang membimbing penulis dalam memahami sistem partikel pada udara serta kalibrasi alat.
5. Saudara Bambang Slamet Wilujeung serta Saudari Chika Desvi selaku rekan dalam penelitian bersama di BPMSPH.
6. Saudara Ahdian Mirza Azri, Daffa Darmawan, serta Muchammad Syahirul Hafid yang membersamai penulis dalam membantu pembuatan projek serta penelitian ini.

Ungkapan terima kasih juga saya sampaikan kepada bapak, ibu, adik, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis, sehingga dalam penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

Penulis sadar bahwasanya penulisan Laporan Tugas Akhir yang penulis susun masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun penulis nantikan untuk bisa memperbaiki tulisan di masa yang akan datang. Semoga proposal praktik kerja lapangan ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2024

digitally signed @ design.ipb.ac.id

F2AB6607-00A5-4330-B4B6-C861C1FE8ADB

Muhammad Ridzky Fadhlurrahman

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kualitas Udara Bersih	3
2.2 Mikrokontroler ESP32	4
2.3 Sensor	4
2.4 Sistem Monitoring	6
2.5 Konektivitas <i>Blynk</i>	6
2.6 Logika Fuzzy Mamdani	6
2.7 <i>Total Plate Count</i> (TPC)	7
III METODE	8
3.1 Lokasi dan Waktu PKL	8
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	8
3.3 Prosedur Kerja	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Fungsi Keanggotaan <i>Input</i> dan <i>Output</i>	26
4.2 Penerapan Aturan Fuzzy (<i>Rules</i>)	27
4.3 Hasil Tahapan Fuzzifikasi serta Proses Inferensi	29
4.4 Hasil Tahapan Defuzzifikasi	30
4.5 Hasil Pengujian Total Plate Count (TPC)	31
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	59



DAFTAR TABEL

1	Tabel Waktu dan Lokasi	8
2	Skenario Uji Kualitas Udara	21
3	Hasil Pengukuran Setiap uji Skenario	25
4	<i>Rules</i> perhitungan Fuzzy Mamdani	28
5	Hasil Pengujian TPC	32

DAFTAR GAMBAR

1	ESP-32 Devkit V1	4
2	PMS5003 Particle Sensor	5
3	DHT 22 Sensor Suhu dan Kelembapan	6
4	Blok Diagram Alat	9
5	Rangkaian Skematik Alat	10
6	Pembuatan template aplikasi Blynk	16
7	Virtual pin yang digunakan pada Blynk	16
8	Hasil Implementasi Desain Alat	23
9	Tampilan Menu Alat SAMO	23
10	Hasil Pembacaan Sensor DHT22	24
11	Hasil Pembacaan Sensor PMS5003	24
12	Tampilan pada <i>platform Blynk</i> di aplikasi Android	25
13	(A) Grafik Keanggotaan Partikel 0.5 μ (B) Grafik Keanggotaan Partikel 5 μ	26
14	(A) Grafik Keanggotaan Suhu dan (B) Grafik Keanggotaan Kelembapan	27
15	Grafik Keanggotaan Output	27
16	(A) Hasil Skenario Uji Bersih, (B) Hasil Skenario Uji Kotor	30
17	(A) Hasil Defuzzifikasi Skenario Uji Bersih, (B) Hasil Skenario Uji Kotor.	30
18	(A) Hasil Media TPC Skenario Uji Kotor, (B) Hasil Media TPC Skenario Uji Bersih	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Alur tahapan pengumpulan data dan analisis data	37
2	Flowchart sistem alat	38
3	Kode program untuk mengontrol menu menggunakan keypad	39
4	<i>Flowchart</i> sistem perhitungan fuzzy	40
5	Hasil pengujian partikel menggunakan particle counter berjenis 1CFM mitra PT. Tela Sepuluh Indonesia	41
6	Keperluan library untuk menu	42



7	Kode program penyusunan menu	43
8	Kode program sensor PMS5003	44
9	Kode program readPMSdata	45
10	Perbandingan Sensor PMS5003 dengan particle counter berjenis 1CFM	46
11	Rumus kalibrasi sensor PMS5003	47
12	Kode program DHT22	48
13	Rumus kalibrasi sensor DHT22	49
14	Kode program konektivitas Blynk	50
15	Kode program fungsi keanggotaan <i>input</i> dan <i>output</i> fuzzy	51
16	Kode program pendefinisian aturan fuzzy	52
17	Kode program tahapan Fuzzifikasi	53
18	Kode program visualisasi hasil Fuzzifikasi	54
19	Kode program Defuzzifikasi	55
20	Nilai Keseluruhan Uji Skenario Perhitungan Fuzzy Menggunakan TPC	56

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.