

Implementasi *Fuzzy Logic Multi-Input* untuk Klasifikasi Kenyamanan Ruangan Berbasis IoT pada *Plant-Based Air Purifier*

Muhammad Nandi^{1*}, Yeni Irdyanti², Niksen Alfarizal³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jalan Srijaya Negara, Bukit Besar, Kota Palembang, Indonesia

Penulis Korespondensi, e-mail: muhammadnandi220404@gmail.com

Received: 02/06/2026

Revised: 18/07/2026

Accepted: 18/07/2026

ABSTRAK

Kualitas udara di dalam ruangan memengaruhi kesehatan dan kenyamanan orang yang tinggal di dalamnya. Penelitian ini bertujuan menerapkan sistem pengklasifikasian kenyamanan ruangan yang menggunakan Internet of Things (IoT) dengan metode Fuzzy Logic Multi-Input pada alat penghilang udara berbasis tumbuhan. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor DHT22, MH-Z19B, dan PMS7003 untuk mengukur suhu, konsentrasi karbon dioksida (CO₂), serta partikulat PM2.5 secara langsung dan terus menerus. Data sensor diolah melalui proses fuzzifikasi, inferensi, dan perhitungan fuzzy score untuk mengklasifikasikan kondisi ruangan menjadi tiga kategori, yaitu Ruang Sehat dan Nyaman, Ruang Sehat dan Cukup Nyaman, serta Ruang Kotor dan Tidak Nyaman. Hasil klasifikasi ditampilkan di layar TFT LCD dan platform Blynk, sehingga kondisi kualitas udara bisa diawasi secara langsung di tempat atau dari jarak jauh. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem bisa mengawasi dan mengklasifikasikan kenyamanan ruangan secara langsung, sedangkan penggunaan Plant-Based Air Purifier menunjukkan peningkatan kualitas udara dibandingkan saat tanpa tanaman. Dengan demikian, sistem yang dibuat bisa berfungsi sebagai alat untuk memantau kualitas udara serta mengklasifikasikan kenyamanan ruangan menggunakan teknologi IoT.

Kata Kunci: *Fuzzy Logic Multi-Input, Internet of Things, Klasifikasi Kenyamanan Ruangan, Plant-Based Air Purifier, Kualitas Udara Dalam Ruangan.*

ABSTRACT

Indoor air quality significantly affects the health and comfort of room occupants. This study aims to implement an Internet of Things (IoT)-based room comfort classification system using the Multi-Input Fuzzy Logic method on a Plant-Based Air Purifier. The proposed system employs an ESP32 microcontroller integrated with DHT22, MH-Z19B, and PMS7003 sensors to measure temperature, carbon dioxide (CO₂) concentration, and PM2.5 particulate matter in real time. The acquired sensor data are processed through fuzzification, rule-based inference, and fuzzy score calculation to classify room conditions into three categories: Healthy and Comfortable Room, Healthy and Moderately Comfortable Room, and Unhealthy and Uncomfortable Room. The classification results are displayed on a TFT LCD and transmitted to the Blynk platform, enabling both local and remote monitoring of indoor air quality. The results demonstrate that the proposed system is capable of monitoring indoor air quality and classifying room comfort in real time, while the implementation of the Plant-Based Air Purifier improves indoor air quality compared with conditions without plants. Therefore, the developed system can serve as an effective IoT-based solution for indoor air quality monitoring and room comfort classification.

Keywords: *Fuzzy Logic Multi-Input, Internet of Things, Indoor Air Quality, Plant-Based Air Purifier, Room Comfort Classification.*



1. PENDAHULUAN

Kualitas udara dalam ruangan (Indoor Air Quality/IAQ) merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas penghuni. Sebagian besar aktivitas manusia dilakukan di dalam ruangan, seperti di rumah, sekolah, laboratorium, maupun perkantoran, sehingga kondisi lingkungan di dalam ruangan perlu dipantau secara berkelanjutan. Parameter yang umum digunakan untuk mengevaluasi kualitas udara dalam ruangan meliputi suhu, konsentrasi karbon dioksida (CO_2), dan partikulat halus $\text{PM}_{2.5}$. Peningkatan konsentrasi CO_2 dan $\text{PM}_{2.5}$ dapat menurunkan kualitas udara serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan, sedangkan suhu yang tidak sesuai dapat mengurangi tingkat kenyamanan penghuni dalam beraktivitas [1][2].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan kualitas udara dilakukan secara langsung dan bisa diakses dari berbagai tempat. Menggabungkan sensor lingkungan dengan mikrokontroler dan platform internet memudahkan pengambilan, pengolahan, serta tampilan data secara terus menerus, sehingga kondisi ruangan bisa diawasi dengan lebih efektif. Pemanfaatan IoT dalam sistem pemantauan kualitas udara telah menunjukkan kemampuan untuk memberikan informasi lingkungan yang cepat, akurat, dan mudah diakses oleh pengguna [3] [4].

Selain pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT), penggunaan Plant-Based Air Purifier menjadi salah satu pendekatan ramah lingkungan untuk membantu meningkatkan kualitas udara dalam ruangan. Beberapa penelitian melaporkan bahwa tanaman hias dalam ruangan mampu menyerap karbon dioksida (CO_2), mengurangi konsentrasi partikulat, serta berkontribusi terhadap peningkatan kualitas udara melalui mekanisme fitoremediasi [5]. Namun, efektivitas Plant-Based Air Purifier dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang bersifat dinamis sehingga diperlukan suatu sistem yang mampu memantau perubahan kualitas udara dan mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ruangan secara real-time. Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara berkelanjutan dan hasil pengukuran dapat diakses secara langsung oleh pengguna [6].

Dalam proses pengambilan keputusan, diperlukan suatu metode yang mampu mengolah beberapa parameter lingkungan secara bersamaan dan menghasilkan informasi yang mudah dipahami pengguna. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah Fuzzy Logic karena mampu menangani ketidakpastian data dan merepresentasikan proses pengambilan keputusan yang mendekati cara berpikir manusia. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa Fuzzy Logic mampu meningkatkan proses klasifikasi kondisi lingkungan ketika diintegrasikan dengan sistem pemantauan berbasis IoT [1], [7], [8].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT menggunakan metode Fuzzy Logic. Majidah et al. menerapkan metode Fuzzy Logic Mamdani pada sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT untuk membantu proses analisis kondisi udara secara real-time [1]. Hendrawati et al. mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian kenyamanan termal menggunakan Fuzzy Inference System berbasis IoT yang mampu mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ruangan berdasarkan kondisi lingkungan [2]. Penelitian lain juga mengintegrasikan teknologi IoT dengan algoritma Fuzzy Logic untuk meningkatkan kemampuan klasifikasi kualitas udara secara otomatis [4].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada pemantauan kualitas udara atau klasifikasi kondisi lingkungan secara umum dengan menggunakan satu atau dua parameter pengukuran. Integrasi beberapa parameter utama kualitas udara, yaitu suhu, konsentrasi CO_2 , dan $\text{PM}_{2.5}$, dalam satu sistem klasifikasi kenyamanan ruangan masih relatif terbatas. Selain itu, implementasi sistem klasifikasi pada Plant-Based Air Purifier yang dilengkapi dengan monitoring lokal menggunakan TFT LCD dan monitoring jarak jauh melalui platform IoT juga masih belum banyak dikembangkan [1], [2], [4].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengimplementasikan metode Fuzzy Logic Multi-Input untuk mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ruangan berdasarkan tiga parameter kualitas udara, yaitu suhu, konsentrasi CO_2 , dan partikulat $\text{PM}_{2.5}$ pada Plant-Based Air Purifier berbasis IoT. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT22, MH-Z19B, dan PMS7003, serta memanfaatkan platform Blynk sebagai media monitoring real-time. Kontribusi penelitian ini terletak pada



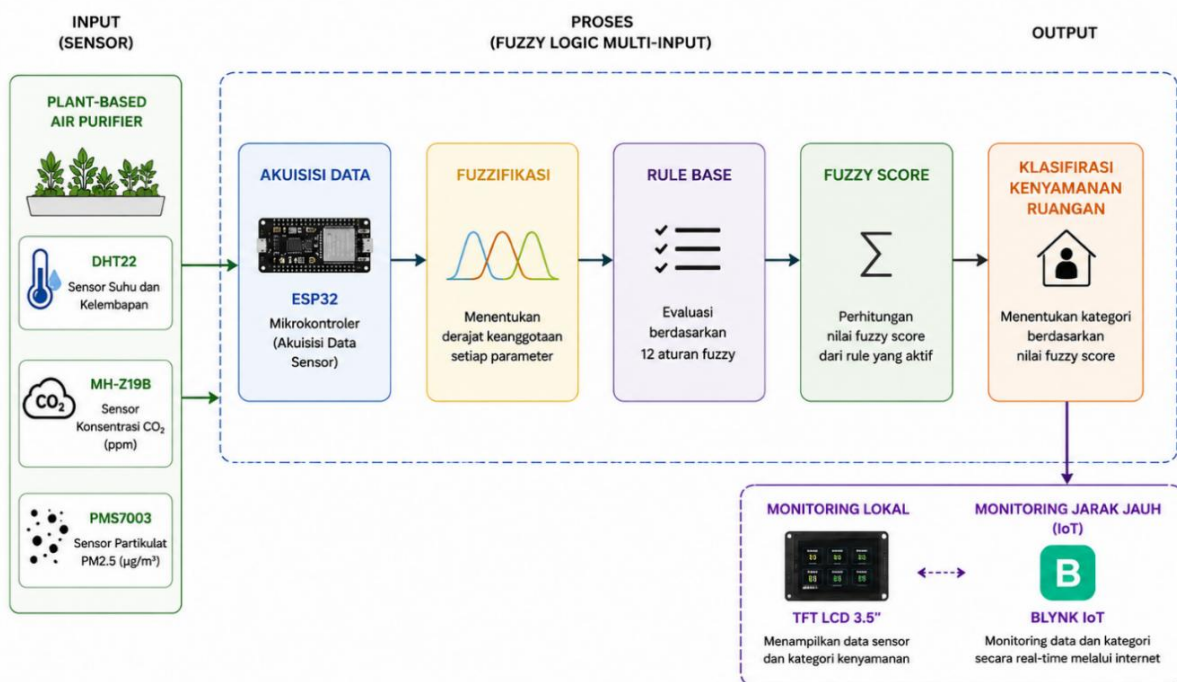
integrasi tiga parameter kualitas udara dalam proses klasifikasi menggunakan Fuzzy Logic Multi-Input yang diterapkan pada Plant-Based Air Purifier, sehingga mampu memberikan informasi kondisi ruangan secara lokal melalui TFT LCD maupun secara jarak jauh melalui platform IoT. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi yang mendukung pemantauan kualitas udara sekaligus klasifikasi kenyamanan ruangan secara real-time.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan sistem pengklasifikasian kenyamanan ruangan berdasarkan Internet of Things (IoT) pada perangkat penjernih udara berbasis tumbuhan, dengan menggunakan metode logika fuzzy multi-input. Sistem dibuat untuk mengawasi kualitas udara dengan melihat suhu, jumlah karbon dioksida (CO₂), dan partikulat PM2.5 secara langsung dan terus-menerus. Data dikumpulkan menggunakan sensor DHT22, MH-Z19B, dan PMS7003 yang terhubung ke mikrokontroler ESP32 sebagai pusat untuk memproses data. Selanjutnya, data dari sensor diolah menggunakan metode Fuzzy Logic dengan beberapa input untuk menentukan kategori seberapa nyaman ruangan itu. Metode itu dipilih karena bisa mengatasi ketidakpastian data lingkungan dan menghasilkan keputusan dengan mempertimbangkan beberapa parameter masukan sekaligus. [9] [10].

2.1 Diagram Blok Sistem

Sistem klasifikasi kenyamanan ruangan pada penelitian ini dirancang menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dan metode Fuzzy Logic Multi-Input yang diterapkan pada Plant-Based Air Purifier. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Klasifikasi Kenyamanan Ruangan Berbasis IoT

Berdasarkan Gambar 1, sistem itu memiliki tiga komponen utama, yaitu input, proses, dan output. Bagian input menggunakan sensor DHT22, MH-Z19B, dan PMS7003 untuk mengukur suhu, tingkat CO₂, dan partikel PM2.5 pada mesin purifier udara berbasis tanaman. Data sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan metode Fuzzy Logic Multi-Input melalui beberapa tahap yaitu



fuzzifikasi, evaluasi aturan basis, dan perhitungan skor fuzzy untuk menentukan kategori kenyamanan ruangan. Hasil klasifikasi ditampilkan di layar TFT LCD sebagai pengawasan lokal dan dikirim ke platform Blynk IoT untuk pengawasan secara langsung dan waktu nyata.

2.2 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Daftar perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel I dan Tabel II.

TABEL I : PERANGKAT KERAS YANG DIGUNAKAN

NO	KOMPONEN	FUNGSI
1	ESP32 DevKit V1	Mikrokontroler dan pusat pengolahan data
2	DHT22	Mengukur suhu dan kelembaban ruangan
3	MH-Z19B	Mengukur konsentrasi karbon dioksida (CO ₂)
4	PMS7003	Mengukur konsentrasi partikulat PM2.5
5	TFT LCD 3.5" ILI9488	Menampilkan data sensor dan hasil klasifikasi
6	Adaptor 5V	Sumber catu daya sistem
7	Kabel Jumper	Menghubungkan antar komponen elektronik

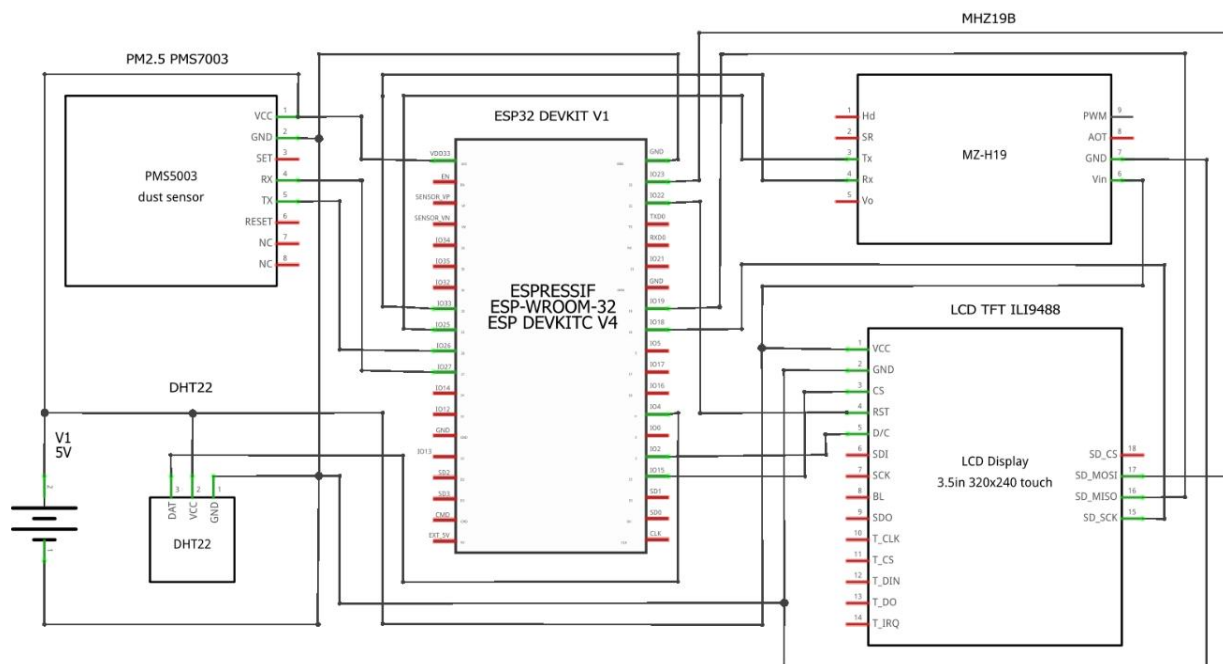
TABEL II : PERANGKAT LUNAK YANG DIGUNAKAN

NO	KOMPONEN	FUNGSI
1	Arduino IDE	Pemrograman dan unggah program ke ESP32
2	Blynk IoT	Monitoring data sensor dan hasil
3	Fritzing	Perancangan wiring sistem
4	Microsoft Word	Penyusunan artikel jurnal

2.3 Wiring Sistem

Wiring Sistem dilakukan dengan menghubungkan sensor DHT22, MH-Z19B, PMS7003, dan layar TFT LCD ke mikrokontroler ESP32 sebagai pusat untuk memproses data. Sistem kabel yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.





Gambar 2. Wiring Sistem Klasifikasi Kenyamanan Ruang Berbasis IoT

2.4 Metode Fuzzy Logic Multi Input

Metode Fuzzy Logic Multi-Input digunakan untuk menentukan tingkat kenyamanan ruangan berdasarkan tiga parameter kualitas udara, yaitu suhu, kadar karbon dioksida (CO_2), dan partikel PM2.5. Metode ini dipilih karena bisa memproses beberapa parameter masukan sekaligus dan mengatasi ketidakpastian dalam data lingkungan, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih fleksibel dibandingkan metode yang bergantung pada nilai ambang [8]. Proses klasifikasi dilakukan dalam empat langkah, yakni menentukan fungsi keanggotaan, membuat aturan dasar, melakukan inferensi dengan metode Mamdani, serta defuzzifikasi dengan metode centroid untuk mendapatkan nilai Fuzzy Score yang digunakan sebagai dasar menentukan tingkat kenyamanan ruangan.

2.4.1 Membership Function

Pada penelitian ini, ada tiga variabel masukan yang digunakan, yaitu suhu, kadar CO_2 , dan kadar PM2.5. Setiap variabel dibagi menjadi tiga kelompok fuzzy, yaitu Baik, Sedang, dan Buruk, sedangkan variabel hasil (output) berupa Fuzzy Score yang digunakan untuk menentukan tingkat kenyamanan ruangan. Rentang nilai untuk setiap variabel fuzzy ditentukan berdasarkan standar kualitas udara dalam ruangan serta kebutuhan sistem klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini. Parameter fuzzy yang digunakan terlihat pada Tabel III.

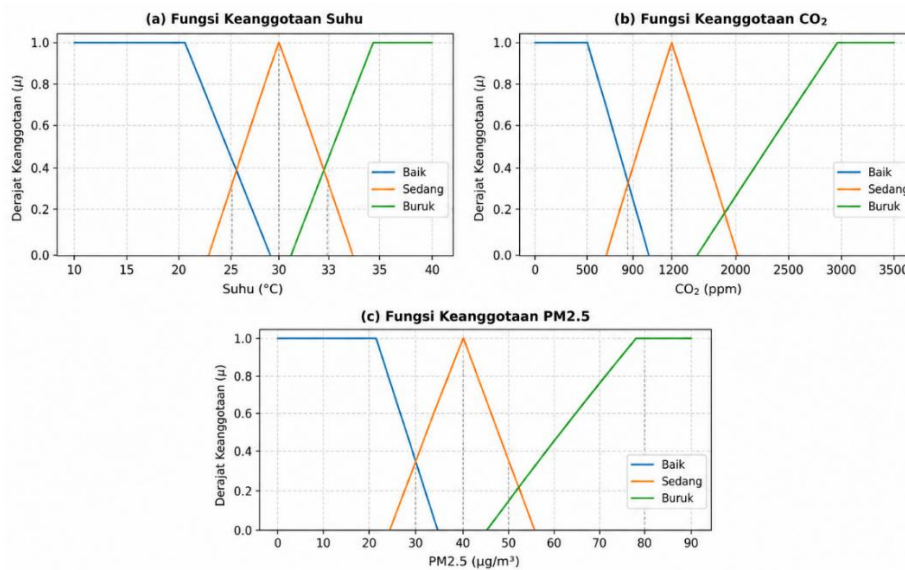
TABEL III : PARAMETER FUZZY LOGIC

Parameter	Baik	Sedang	Buruk
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	10–27	27–33	>33
CO_2 (ppm)	≤ 900	900–1600	>1600
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 30	31–50	>50

Fungsi keanggotaan untuk setiap variabel menggunakan gabungan antara fungsi segitiga dan fungsi bahu. Nilai derajat keanggotaan berada dalam rentang 0 hingga 1, sehingga setiap nilai input bisa memiliki derajat keanggotaan di lebih dari satu himpunan fuzzy. Pendekatan ini memungkinkan sistem membuat



proses pengelompokan yang lebih fleksibel terhadap perubahan kondisi kualitas udara. Grafik fungsi keanggotaan untuk variabel suhu, CO₂, dan PM2.5 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Fuzzy

2.4.2 Rule Base Sistem

Proses pengambilan keputusan menggunakan 12 aturan fuzzy (rule base) yang dibuat dengan menggabungkan kondisi suhu, kadar CO₂, dan PM2.5. Setiap aturan menunjukkan hubungan antara parameter kualitas udara dengan tingkat kenyamanan di dalam ruangan. Hasil penilaian semua aturan digunakan sebagai dasar dalam proses penalaran untuk menghasilkan keluaran dari sistem. Aturan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV : RULE BASE SISTEM

Rule	Suhu	CO ₂	PM2.5	Output
R1	Baik	Baik	Baik	Sehat dan Nyaman
R2	Baik	Baik	Sedang	Sehat dan Nyaman
R3	Baik	Sedang	Baik	Sehat dan Nyaman
R4	Sedang	Baik	Baik	Sehat dan Nyaman
R5	Sedang	Sedang	Baik	Sehat dan Cukup Nyaman
R6	Baik	Sedang	Sedang	Sehat dan Cukup Nyaman
R7	Sedang	Baik	Sedang	Sehat dan Cukup Nyaman
R8	Buruk	Baik	Baik	Kotor dan Tidak Nyaman
R9	Baik	Buruk	Baik	Kotor dan Tidak Nyaman
R10	Baik	Baik	Buruk	Kotor dan Tidak Nyaman
R11	Buruk	Sedang	Sedang	Kotor dan Tidak Nyaman
R12	Buruk	Buruk	Buruk	Kotor dan Tidak Nyaman

2.4.3 Inferensi dan Defuzzifikasi

Proses penalaran dilakukan dengan metode Mamdani, di mana tingkat keanggotaan setiap variabel masuk dinilai berdasarkan 12 aturan fuzzy yang sudah ditentukan. Setiap aturan menghasilkan keluaran yang tidak pasti, kemudian keluaran tersebut digabungkan menggunakan operator MAX, sehingga didapatkan himpunan keluaran yang tidak pasti yang menggambarkan tingkat kenyamanan dalam ruangan.



Selanjutnya, proses defuzzifikasi dilakukan dengan cara Centroid atau Center of Area untuk mengubah hasil fuzzy menjadi angka pasti yang disebut sebagai Fuzzy Score. Nilai tersebut dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$z^* = \frac{\int \mu(z) z dz}{\int \mu(z) dz}$$

Keterangan:

z^* = Nilai Fuzzy Score (crisp output)
 $\mu(z)$ = Derajat keanggotaan keluaran fuzzy
 z = Domain keluaran fuzzy

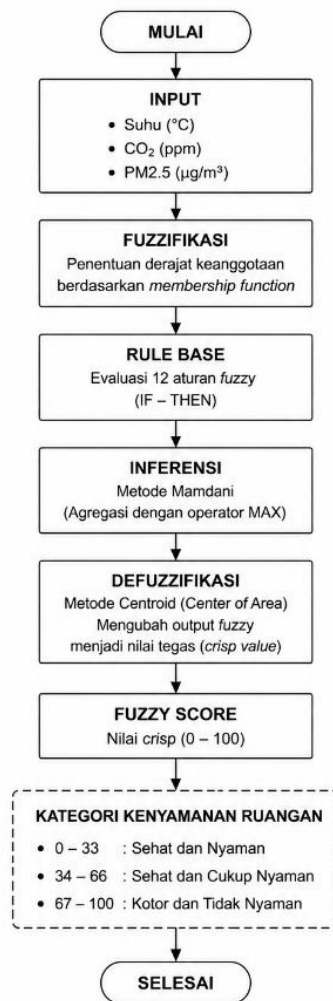
Nilai Fuzzy Score yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam menentukan kategori kenyamanan ruangan berdasarkan kombinasi parameter suhu, konsentrasi karbon dioksida (CO₂), dan partikulat PM2.5. Kategori klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel V.

TABEL V : KATEGORI FUZZY SCORE

Fuzzy Score	Kategori
0 – 33	Sehat dan Nyaman
34 - 66	Sehat dan Cukup Nyaman
67 - 100	Kotor dan Tidak Nyaman

Berdasarkan tahapan yang sudah dijelaskan, proses pengklasifikasian kenyamanan ruangan dengan menggunakan metode Fuzzy Logic Multi-Input dimulai dengan membaca data suhu, konsentrasi karbon dioksida (CO₂), dan partikulat PM2.5 dari sensor. Data tersebut kemudian melalui proses fuzzifikasi untuk menentukan tingkat keanggotaan setiap variabel, lalu dievaluasi menggunakan 12 aturan fuzzy (rule base) dengan metode inferensi Mamdani. Hasil inferensi berikutnya diubah menjadi nilai yang jelas menggunakan metode Centroid, sehingga didapatkan Fuzzy Score yang menjadi dasar untuk menentukan kategori kenyamanan ruangan. Diagram alur proses klasifikasi dengan menggunakan logika fuzzy multi input ditunjukkan pada gambar 4.





Gambar 4. Diagram Alur Klasifikasi Kenyamanan Ruangan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Multi-Input

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menampilkan hasil dari penerapan dan pengujian sistem pengklasifikasian kenyamanan ruangan yang menggunakan teknologi IoT pada perangkat penyaring udara berbasis tanaman, dengan metode logika fuzzy multi-input. Pengujian dilakukan untuk mengecek seberapa baik sistem dalam mengukur parameter seperti suhu, konsentrasi karbon dioksida (CO₂), dan partikulat PM2.5, serta kemampuannya dalam mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ruangan secara langsung dan dalam waktu nyata. Hasil uji coba selanjutnya dilihat untuk mengetahui bagaimana baik buruknya sistem yang sudah dibuat.

3.1 Implementasi Sistem

Sistem klasifikasi kenyamanan ruangan berhasil diterapkan pada alat penyaring udara berbasis tanaman (plant-based air purifier) yang menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini berjalan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan berbagai sensor seperti DHT22, MH-Z19B, PMS7003, layar TFT LCD berukuran 3,5 inci, serta platform Blynk IoT. Sistem dibuat untuk mengawasi suhu, kadar karbon dioksida (CO₂), dan partikel PM2.5 secara langsung, lalu memproses datanya dengan metode Fuzzy Logic Multi-Input agar bisa menghasilkan kategori kenyamanan ruangan.



Implementasi sistem ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil penerapan menunjukkan bahwa semua komponen perangkat keras dan perangkat lunak bisa berjalan bersama secara menyeluruh sesuai dengan rencana sistem yang telah ditetapkan. Data hasil pengukuran dari setiap sensor berhasil diolah oleh ESP32, lalu dikategorikan menggunakan metode Fuzzy Logic Multi-Input, dan tampilan hasilnya ditunjukkan pada layar TFT LCD sebagai alat pemantauan lokal. Selain itu, data dari sensor dan hasil pengklasifikasian juga berhasil dikirim ke platform Blynk IoT melalui jaringan WiFi, sehingga kondisi kualitas udara di dalam ruangan bisa diawasi secara langsung dari tempat yang berbeda.



Gambar 5: Implementasi Plant-Based Air Purifier Berbasis IoT

Selanjutnya, tampilan antarmuka sistem pada TFT LCD dan dashboard Blynk IoT ditunjukkan pada Gambar 6. TFT LCD menampilkan nilai suhu, konsentrasi CO₂, PM2.5, serta hasil klasifikasi kenyamanan ruangan secara local.



Gambar 6: Tampilan Antarmuka TFT LCD

3.2 Pengujian Sensor

Pengujian akurasi sensor dilakukan untuk memeriksa sejauh mana hasil pembacaan sensor DHT22, MH-Z19B, dan PMS7003 sesuai dengan alat ukur standar. Uji dilakukan dalam kondisi lingkungan yang sama dengan mengambil data sebanyak 10 kali untuk setiap sensor. Nilai error dihitung dengan melihat



perbedaan antara hasil yang dikeluarkan sensor dan alat referensi, sedangkan nilai akurasi didapatkan dari hasil perhitungan error tersebut. Ringkasan hasil pengujian akurasi sensor terlihat pada Tabel VI.

TABEL VI : RINGKASAN HASIL PENGUJIAN AKURASI SENSOR

Sensor	Parameter	Alat Referensi	Jumlah Pengujian	Rata Rata Error (%)	Rata Rata Akurasi (%)
DHT22	Suhu	Thermo Hygrometer Digital	10	3,50	96,40
MH-Z19B	CO ₂	CO ₂ Meter	10	7,70	92,20
PMS7003	PM2.5	Sharp GP2Y1010AU0F	10	2,79	97,21

Berdasarkan Tabel VI, semua sensor menunjukkan hasil yang cukup tepat sesuai dengan alat ukur standar. Sensor DHT22 menghasilkan kesalahan rata-rata sebesar 3,50% dan memiliki akurasi sebesar 96,40% saat mengukur suhu. Sensor MH-Z19B memiliki kesalahan rata-rata sebesar 7,70% dan akurasi 92,20% dalam mengukur konsentrasi karbon dioksida (CO₂), sedangkan sensor PMS7003 menunjukkan kesalahan rata-rata terendah yaitu 2,79% dengan akurasi 97,21% saat mengukur partikulat PM2,5. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa ketiga sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, sehingga cocok digunakan sebagai masukan dalam sistem klasifikasi kenyamanan ruangan yang menggunakan metode Fuzzy Logic Multi-Input.

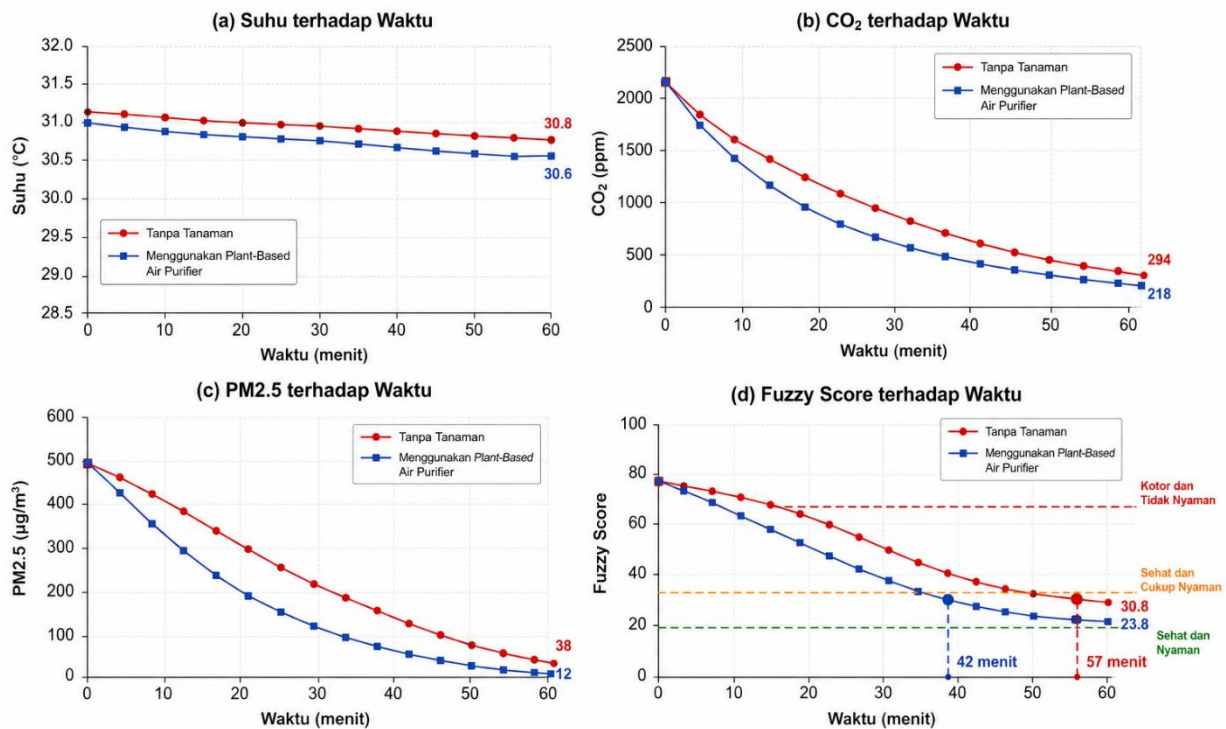
3.3 Perbandingan Hasil Pengujian *Plant-Based Air Purifier*

Pengujian dilakukan untuk melihat dampak positif penggunaan Plant-Based Air Purifier terhadap perbaikan kualitas udara di dalam ruangan. Pengujian dilakukan selama 60 menit dalam dua situasi, yaitu tanpa tanaman dan dengan menggunakan tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*). Parameter yang diamati mencakup suhu, kadar karbon dioksida (CO₂), kadar partikulat PM2.5, serta skor fuzzy sebagai hasil klasifikasi tingkat kenyamanan ruangan. Hasil uji coba disajikan pada Tabel VII, sedangkan perubahan nilai setiap parameter selama uji coba ditampilkan pada Gambar 7.

TABEL VII : RINGKASAN HASIL PENGUJIAN PLANT-BASED AIR PURIFIER

Parameter	Tanpa Tanaman	Menggunakan Tanaman
Suhu Awal (°C)	31,1	31,0
Suhu Akhir (°C)	30,8	30,6
CO ₂ Awal (ppm)	2127	2127
CO ₂ Akhir (ppm)	294	218
PM2.5 Awal (µg/m ³)	495	495
PM2.5 Akhir (µg/m ³)	38	12
Fuzzy Score Awal	77,2	77,2
Fuzzy Score Akhir	30,8	23,8
Waktu mencapai Sehat dan Nyaman	57 menit	42 menit





Gambar 7. Perbandingan perubahan suhu, CO₂, PM_{2.5}, dan Fuzzy Score pada pengujian menggunakan Plant-Based Air Purifier.

Berdasarkan Tabel VII dan Gambar 7, penggunaan alat penyaring udara berbasis tanaman berdampak pada peningkatan kualitas udara di dalam ruangan yang diuji. Konsentrasi karbon dioksida (CO₂) dan partikulat PM_{2.5} turun di kedua kondisi uji, tetapi penurunan tersebut terjadi lebih cepat pada kondisi yang menggunakan tanaman dibandingkan kondisi tanpa tanaman.

Pada akhir pengujian, konsentrasi CO₂ berkurang menjadi 218 ppm saat menggunakan tanaman, sedangkan saat tidak menggunakan tanaman masih mencapai 294 ppm. Pola yang sama juga terjadi pada kadar PM_{2.5}, di mana penggunaan tanaman menghasilkan kadar akhir sebesar 12 µg/m³, sedangkan dalam kondisi tidak ada tanaman kadar tersebut masih mencapai 38 µg/m³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya tanaman berdampak positif pada percepatan peningkatan kualitas udara di dalam ruang uji. Perubahan kadar CO₂ dan PM_{2.5} menyebabkan penurunan skor fuzzy yang dihasilkan dengan metode logika fuzzy multi-input. Dalam kondisi menggunakan tanaman, kategori Sehat dan Nyaman tercapai pada menit ke-42, sedangkan dalam kondisi tanpa tanaman, kategori tersebut baru tercapai pada menit ke-57. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan Purifier Udara Berbasis Tumbuhan mempercepat proses pengelompokan menuju lingkungan ruangan yang lebih nyaman berdasarkan hasil evaluasi terhadap tiga parameter kualitas udara. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa menggabungkan Plant-Based Air Purifier dengan metode Fuzzy Logic Multi-Input berhasil meningkatkan kemampuan sistem dalam memantau serta mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ruangan berdasarkan perubahan kualitas udara secara real-time.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa tanaman hias dalam ruangan berkontribusi terhadap peningkatan kualitas udara melalui penyerapan karbon dioksida (CO₂) dan pengurangan konsentrasi partikulat di udara. Selain itu, integrasi tanaman dengan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) memberikan keuntungan karena kondisi lingkungan dapat dipantau secara real-time, sehingga perubahan kualitas udara dapat diketahui secara lebih cepat. Pada penelitian ini, penggunaan Plant-Based Air Purifier yang dipadukan dengan metode Fuzzy Logic Multi-Input tidak hanya memberikan informasi mengenai kondisi kualitas udara, tetapi juga mampu mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ruangan berdasarkan kombinasi beberapa parameter lingkungan.



Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan Plant-Based Air Purifier mampu meningkatkan efektivitas sistem dalam mempercepat perbaikan kualitas udara di dalam ruang pengujian. Integrasi metode Fuzzy Logic Multi-Input dengan teknologi IoT memungkinkan sistem tidak hanya melakukan pemantauan kualitas udara secara real-time, tetapi juga mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ruangan secara otomatis berdasarkan parameter suhu, konsentrasi CO₂, dan partikulat PM2.5.

3.4 Monitoring IoT Menggunakan Blynk

Sistem pemantauan dibuat dengan menggunakan platform Blynk IoT, sehingga hasil pengukuran suhu, kadar karbon dioksida (CO₂), partikulat PM2.5, serta hasil penilaian berupa Fuzzy Score bisa dilihat langsung melalui perangkat mobile atau komputer yang terhubung ke internet. Data hasil yang dibaca oleh sensor kemudian dikirim ke server Blynk oleh mikrokontroler ESP32 secara teratur melalui koneksi Wi-Fi.

Dalam penelitian ini, sensor dibaca dan data dikirim ke dashboard Blynk setiap 1 detik, sehingga perubahan kualitas udara dapat terlihat secara langsung dan cepat. Selama pengujian berlangsung, komunikasi antara ESP32 dan server Blynk berjalan lancar tanpa ada data yang hilang maupun gagal dalam pembaruan tampilan dashboard. Tampilan pemantauan di platform Blynk ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Monitoring Sistem Menggunakan Platform Blynk IoT

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh parameter yang dikirim oleh ESP32 berhasil ditampilkan pada dashboard Blynk sesuai dengan hasil pembacaan sensor pada perangkat. Dengan demikian, sistem mampu melakukan pemantauan kualitas udara dan klasifikasi kenyamanan ruangan secara real-time, baik melalui tampilan lokal menggunakan TFT LCD maupun melalui platform Internet of Things (IoT).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem klasifikasi kenyamanan ruangan berbasis Internet of Things (IoT) pada Plant-Based Air Purifier menggunakan metode Fuzzy Logic Multi-Input. Sistem yang dikembangkan mampu memantau parameter suhu, konsentrasi karbon dioksida (CO₂), dan partikulat PM2.5 secara real-time, kemudian mengklasifikasikan kondisi ruangan ke dalam kategori Sehat dan Nyaman, Sehat dan Cukup Nyaman, serta Kotor dan Tidak Nyaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor



DHT22, MH-Z19B, dan PMS7003 memiliki tingkat akurasi yang baik sehingga layak digunakan sebagai masukan sistem klasifikasi. Selain itu, penggunaan Plant-Based Air Purifier mempercepat penurunan konsentrasi CO₂ dan PM2.5 serta mempercepat tercapainya kategori Sehat dan Nyaman dibandingkan kondisi tanpa tanaman. Dengan demikian, integrasi Fuzzy Logic Multi-Input, teknologi IoT, dan Plant-Based Air Purifier mampu menghasilkan sistem pemantauan dan klasifikasi kenyamanan ruangan yang efektif serta dapat memberikan informasi kondisi kualitas udara secara real-time.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang sudah memberikan bimbingan, arahan, serta saran selama proses penelitian dan penulisan artikel ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Jurusan Teknik Elektro dan Politeknik Negeri Sriwijaya atas bantuan akademik serta fasilitas yang telah diberikan selama penelitian berlangsung. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga atas doa, dukungan, dan semangat yang terus diberikan, sehingga penelitian ini bisa selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Richi Andrianto, Nopi Purnomo, and Yuda Irawan, "Application of Fuzzy Logic Mamdani in IoT-Based Air Quality Monitoring Systems," *The Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 5, Sep. 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i5.4291.
- [2] D. Hendrawati, B. Widi Dionova, M. Irsyad Abdullah, and D. Anies Munawwaroh, "Thermal Comfort Quality Monitoring and Controlling using Fuzzy Inference System Based on IoT Technology," vol. 15, no. 1, 2025.
- [3] Furizal, Sunardi, and A. Yudhana, "Temperature and Humidity Control System with Air Conditioner Based on Fuzzy Logic and Internet of Things," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 4, no. 3, pp. 308–322, May 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i3.18327.
- [4] Syarifah Nurhafni Ahmad, LM. Fid Aksara, and Asa Hari Wibowo, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Perpustakaan Sekolah Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Internet of things," *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, vol. 4, no. 3, pp. 160–175, Sep. 2025, doi: 10.55606/jupti.v4i3.5415.
- [5] R. Kumar, V. Verma, M. Thakur, G. Singh, and B. Bhargava, "A systematic review on mitigation of common indoor air pollutants using plant-based methods: a phytoremediation approach," Aug. 01, 2023, *Springer Science and Business Media B.V.* doi: 10.1007/s11869-023-01326-z.
- [6] A. M. Simamora, A. Denih, and M. I. Suriansyah, "Indoor Air Quality Detection Robot Model Based on the Internet of Things (IoT)," May 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2505.19600>
- [7] A. N. Qorib, A. Putri, B. Saraswati, A. L. Devani, and A. P. Sari, "Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA) Prediksi Kualitas Udara Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani".
- [8] S. Sholahudin, M. A. S. Yudono, W. D. Nurhidayat, A. I. Muslim, and I. Aminuddin, "IoT-based Mamdani Fuzzy Logic System for Monitoring Air Pollution in Sukabumi Regency," *Fidelity: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 3, pp. 216–222, Sep. 2023, doi: 10.52005/fidelity.v5i3.185.
- [9] T. I. Fajri, N. Rahayu, Wasiran, Y. U. Budiman, and N. Hasti, "Internet of Things (IoT) Integration for Real-Time Monitoring in Smart Cities," *International Journal Software Engineering and Computer Science (IUSECS)*, vol. 5, no. 1, pp. 22–28, Feb. 2025, doi: 10.35870/ijsecs.v5i1.3465.
- [10] Furizal, A. Ma'arif, S. A. Wijaya, Murni, and I. Suwarno, "Analysis and Performance Comparison of Fuzzy Inference Systems in Handling Uncertainty: A Review," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 5, no. 4, pp. 1203–1215, 2024, doi: 10.18196/jrc.v5i4.22123.

