

Sistem Kontrol Kualitas Udara dan Keamanan Dapur UMKM Berbasis IoT Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Mamdani

Ayatullah Khomeini^{1*}, Faisal Damsi², Yudi Wijanarko³

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

*Penulis Korespondensi, e-mail: ayatullah170904@gmail.com

Received: 26/05/2026

Revised: 11/07/2026

Accepted: 12/07/2026

ABSTRAK

Kualitas udara pada dapur Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) perlu diperhatikan karena aktivitas memasak menghasilkan asap, gas, dan peningkatan suhu yang dapat berdampak pada kesehatan serta kenyamanan pekerja. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* dan kontrol kualitas udara dapur berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor MQ135 untuk mendeteksi kualitas udara, sensor MQ6 untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG, dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu. Data sensor diproses melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan tiga kondisi, yaitu Aman, Waspada, dan Bahaya. Hasil keputusan *fuzzy* digunakan untuk mengendalikan kecepatan *exhaust fan* melalui modul AC *Dimmer* dan mengaktifkan *buzzer* sebagai peringatan dini. Sistem juga terintegrasi dengan platform Blynk sehingga *monitoring* dapat dilakukan secara *real-time* melalui perangkat seluler. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengklasifikasikan kondisi dapur berdasarkan nilai sensor dan mengendalikan *exhaust fan* secara otomatis pada kecepatan 30% (Aman), 60% (Waspada), dan 100% (Bahaya), serta mengaktifkan *buzzer* pada kondisi Bahaya. Sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efektivitas *monitoring*, pengendalian kualitas udara, dan keamanan dapur UMKM secara otomatis dan *real-time*.

Kata Kunci: Kualitas Udara, *Internet of Things*, *Fuzzy Logic*, Dapur UMKM

ABSTRACT

Air quality in Micro, Small, and Medium Enterprise (MSME) kitchens requires attention because cooking activities generate smoke, gas emissions, and elevated temperatures that may affect workers' health and comfort. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based kitchen air quality monitoring and control system using the Mamdani Fuzzy Logic method. The system employs an ESP32 microcontroller integrated with an MQ135 sensor to detect air quality, an MQ6 sensor to measure LPG gas concentration, and a DHT22 sensor to monitor temperature. Sensor data are processed through fuzzification, inference, and defuzzification to classify kitchen conditions into three categories: Safe, Alert, and Danger. The fuzzy output controls the exhaust fan speed through an AC Dimmer and activates a buzzer as an early warning. The system is also integrated with the Blynk platform for real-time monitoring via mobile devices. Experimental results show that the system successfully classifies kitchen conditions based on sensor readings and automatically controls the exhaust fan at 30% (Safe), 60% (Alert), and 100% (Danger), while activating the buzzer under Danger conditions. The proposed system effectively improves real-time air quality monitoring, automatic environmental control, and kitchen safety in MSME.

Keywords: Air Quality, Internet of Things, Fuzzy Logic, MSME Kitchen



1. PENDAHULUAN

Kualitas udara di dalam ruangan adalah salah satu aspek penting yang berpengaruh terhadap kesehatan, kenyamanan, dan keselamatan manusia. Ruangan dengan sirkulasi udara yang buruk bisa menyebabkan penumpukan polutan seperti asap, gas pencemar, dan peningkatan suhu yang dapat menyebabkan masalah kesehatan, terutama pada sistem pernapasan [1]. Salah satu tempat yang memiliki risiko pencemaran udara adalah dapur rumah makan skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) [2]. Kegiatan memasak yang dilakukan terus-menerus menghasilkan emisi asap, uap panas, karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), *Volatile Organic Compounds* (VOC), serta gas dari pembakaran yang dapat menyebabkan penurunan kualitas udara di dalam ruangan [3]. Selain itu, penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai bahan bakar utama juga membawa risiko kebocoran gas yang dapat membahayakan keselamatan [4].

Seiring dengan perkembangan *teknologi Internet of Things* (IoT), proses pemantauan kondisi lingkungan dapat dilakukan secara *real-time* dan jarak jauh melalui pemanfaatan sensor dan mikrokontroler yang terhubung ke internet [5]. Teknologi IoT telah banyak diterapkan pada sistem *monitoring* karena mampu meningkatkan efektivitas pengawasan [6]. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam sistem kontrol cerdas adalah *Fuzzy Logic* [7]. Metode *Fuzzy Logic* terdapat beberapa jenis salah satu nya yang paling sering digunakan yaitu jenis Mamdani karena dapat memodelkan sistem pengambilan keputusan berbasis aturan (*rule-based system*) dan cocok dengan berbagai sistem kontrol [8]. Metode *Fuzzy Logic* Mamdani terdiri atas beberapa tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan proses mengubah nilai masukan (*crisp*) menjadi nilai linguistik berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Tahap inferensi dilakukan dengan menerapkan aturan (*if-then rule*) untuk menghasilkan keluaran *fuzzy*, sedangkan defuzzifikasi digunakan untuk mengubah keluaran *fuzzy* menjadi nilai tegas (*crisp*) yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan [9].

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem *monitoring* dan pengendalian kualitas udara dengan memanfaatkan teknologi IoT serta metode *Fuzzy Logic*. Salah satu penelitian menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani pada sistem *monitoring* kualitas udara berbasis IoT untuk menentukan kondisi kualitas udara secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor [10]. Penelitian lainnya juga mengimplementasikan *Fuzzy Logic* pada sistem pengendalian kondisi ruangan dengan memanfaatkan sensor gas dan sensor suhu untuk mengatur kecepatan *exhaust fan* secara otomatis [11]. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih berfokus pada *monitoring* kualitas udara ruangan atau pengendalian *exhaust fan* secara terpisah dengan parameter yang terbatas, serta belum mengintegrasikan parameter kualitas udara, konsentrasi gas LPG, dan suhu dalam satu sistem pengambilan keputusan berbasis *Fuzzy Logic* Mamdani yang terhubung dengan IoT untuk mendukung *monitoring* secara *real-time*. Selain itu, penerapannya juga belum secara khusus ditempatkan pada lingkungan dapur UMKM yang memiliki karakteristik yang berbeda yakni adanya asap hasil memasak, peningkatan suhu tinggi, dan potensi kebocoran gas LPG.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Fuzzy Logic* jenis Mamdani pada sistem kontrol kualitas udara dan keamanan dapur UMKM berbasis IoT. Sistem ini menggunakan sensor MQ135 untuk memantau kualitas udara, sensor MQ6 untuk mendeteksi kebocoran gas LPG, dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu ruangan dapur. Data dari ketiga sensor diproses menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani untuk menentukan kondisi dapur dalam kategori aman, waspada, atau bahaya. Hasil keputusan fuzzy digunakan untuk mengendalikan kecepatan *exhaust fan* secara otomatis melalui modul AC *Dimmer* serta mengaktifkan *buzzer* sebagai peringatan dini apabila terdeteksi kondisi berbahaya. Data hasil pemantauan dikirimkan melalui IoT dan ditampilkan pada platform *Blynk* sehingga kondisi kualitas udara, konsentrasi gas, suhu, status keamanan dapur, serta kecepatan *exhaust fan* dapat dipantau secara *real-time*.

2. METODE PENELITIAN

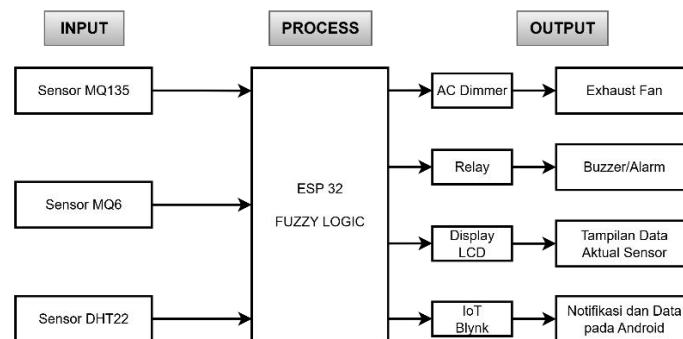
Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* dan kontrol kualitas udara serta keamanan dapur UMKM berbasis IoT menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani. Sistem memanfaatkan sensor MQ135 untuk memantau kualitas udara, sensor MQ6 untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG, dan



sensor DHT22 untuk mengukur suhu lingkungan dapur. Seluruh data sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem. Selanjutnya, data masukan diolah menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi untuk menentukan kondisi dapur dalam kategori Aman, Waspada, atau Bahaya. Hasil keputusan *fuzzy* digunakan untuk mengendalikan kecepatan *exhaust fan* melalui modul AC *Dimmer* serta mengaktifkan *buzzer* sebagai sistem peringatan dini. Selain itu, data hasil pemantauan dikirimkan ke platform Blynk sehingga kondisi dapur dapat dipantau secara *real-time* melalui perangkat seluler.

2.1 Diagram Blok Sistem

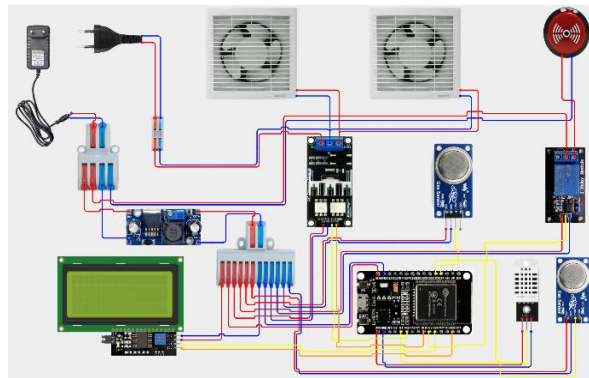
Diagram blok sistem terdiri atas tiga bagian, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Bagian input menggunakan sensor MQ135 untuk memantau kualitas udara, sensor MQ6 untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG, dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu. Data dari sensor diproses oleh ESP32 menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk menentukan kondisi dapur. Hasil pengolahan digunakan untuk mengendalikan kecepatan exhaust fan melalui AC Dimmer, mengaktifkan buzzer, serta menampilkan data pada LCD dan platform Blynk untuk *monitoring* secara *real-time*. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

2.2 Rangkaian Sistem

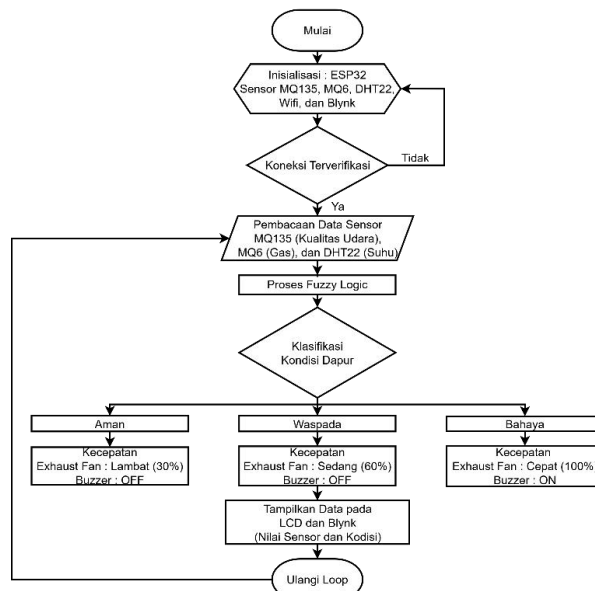
Rangkaian sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor MQ135, MQ6, DHT22, LCD 20×4 I2C, modul AC *Dimmer*, dan *relay*. Sensor MQ135 (GPIO34), MQ6 (GPIO35), dan DHT22 (GPIO4) digunakan sebagai masukan untuk memantau kualitas udara, konsentrasi gas LPG, dan suhu. Data sensor diproses menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani untuk menentukan kondisi dapur. Selanjutnya, AC *Dimmer* terhubung ke GPIO18 sebagai sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) dan GPIO16 sebagai deteksi *zero crossing* untuk mengatur kecepatan *exhaust fan* AC 220 V, sedangkan *relay* pada GPIO19 mengaktifkan *buzzer* saat kondisi bahaya. LCD dihubungkan melalui antarmuka I2C pada pin SDA (GPIO21) dan SCL (GPIO22), sementara koneksi Wi-Fi digunakan untuk mengirimkan data ke platform Blynk. Rangkaian sistem dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Rangkaian Sistem

2.3 Flowchart Sistem

Flowchart sistem menunjukkan alur kerja sistem mulai dari pembacaan data sensor, proses *Fuzzy Logic* Mamdani, hingga pengendalian aktuator dan *monitoring* melalui Blynk. Flowchart sistem dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3 Flowchart Sistem

Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, sistem mengatur kecepatan *exhaust fan* melalui AC *Dimmer*, yaitu 30% pada kondisi aman, 60% pada kondisi waspada, dan 100% pada kondisi bahaya, serta mengaktifkan *buzzer* apabila terdeteksi kondisi bahaya. Selanjutnya, data sensor, kecepatan *exhaust fan*, dan status sistem ditampilkan pada LCD serta dikirim ke platform Blynk untuk pemantauan secara *real-time* dan berulang.

2.4 Penggunaan *Fuzzy Logic* Mamdani

Metode *Fuzzy Logic* Mamdani digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari sensor MQ135, MQ6, dan DHT22 menjadi kondisi lingkungan dapur. Metode *Fuzzy Logic* Mamdani terdiri atas beberapa tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Variabel *fuzzy* yang digunakan terdiri dari variabel masukan (*input*) dan variabel keluaran (*output*). Berikut variable keanggotaan dan himpunan *fuzzy* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel I di bawah ini:



TABEL I. VARIABLE DAN HIMPUNAN *FUZZY*

Variabel	Jenis	Himpunan Fuzzy
Kualitas Udara (MQ135)	Input	Baik (0–250 ppm), Sedang (200–600 ppm), Buruk (500–700 ppm)
Konsentrasi Gas LPG (MQ6)	Input	Aman (0–250 ppm), Bahaya (150–1000 ppm)
Suhu (DHT22)	Input	Rendah (0–35°C), Normal(33–39°C), Tinggi (37–50°C)
Kondisi Dapur	Output	Aman (0-30), Waspada (31-60), Bahaya (61-100)

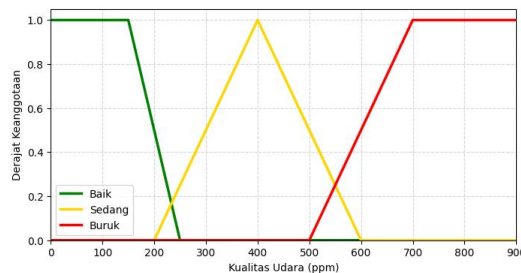
2.4.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap awal yang digunakan untuk mengubah nilai masukan (*crisp*) dari sensor MQ135, MQ6, dan DHT22 menjadi derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy*.

1) Fungsi keanggotaan Sensor MQ135 (Kualitas Udara)

Variabel *input* kualitas udara dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Baik, Sedang, dan Buruk.

Berikut grafik fungsi keanggotaan sensor MQ135 yang dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Fungsi keanggotaan sensor MQ135 (kualitas udara)

Himpunan Baik direpresentasikan pada rentang 0–250 ppm, Sedang pada rentang 200–600 ppm, dan Buruk pada rentang 500–900 ppm. Berikut persamaan yang digunakan:

Himpunan *Fuzzy* Baik

$$\mu_{Baik}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{250-x}{100}, & 150 < x < 250 \\ 0, & x \geq 250 \end{cases} \quad (1)$$

Himpunan *Fuzzy* Sedang

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 200 \\ \frac{x-200}{200}, & 200 < x < 400 \\ \frac{600-x}{200}, & 400 \leq x < 600 \\ 0, & x \geq 600 \end{cases} \quad (2)$$

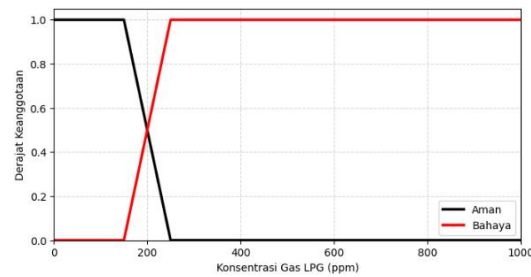
Himpunan *Fuzzy* Buruk

$$\mu_{Buruk}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 500 \\ \frac{x-500}{200}, & 500 < x < 700 \\ 1, & x \geq 700 \end{cases} \quad (3)$$

2) Fungsi Keanggotaan Sensor MQ6 (Konsentrasi Gas)



Variabel *input* konsentrasi gas LPG (MQ6) dibagi menjadi dua himpunan *fuzzy*, yaitu Aman dan Bahaya. Berikut grafik fungsi keanggotaan sensor MQ6 yang dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Fungsi keanggotaan sensor MQ6 (konsetrasi gas)

Himpunan Aman direpresentasikan berada pada rentang 0–250 ppm, sedangkan himpunan Bahaya direpresentasikan menggunakan fungsi keanggotaan trapesium pada rentang 150–1000 ppm. Berikut persamaan yang digunakan:

Himpunan *Fuzzy* Aman

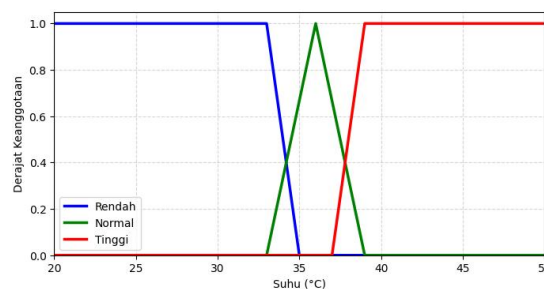
$$\mu_{Aman}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{250-x}{100}, & 150 < x < 250 \\ 0, & x \geq 250 \end{cases} \quad (4)$$

Himpunan *Fuzzy* Bahaya

$$\mu_{Bahaya}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{100}, & 150 < x < 250 \\ 1, & x \geq 250 \end{cases} \quad (5)$$

3) Fungsi Keanggotaan Sensor DHT22 (Suhu)

Variabel *input* suhu yang diperoleh dari sensor DHT22 dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Rendah, Normal, dan Tinggi. Berikut grafik fungsi keanggotaan sensor DHT22 yang dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini:



Gambar 6. Fungsi keanggotaan sensor DHT22 (suhu)

Himpunan Rendah direpresentasikan berada pada rentang 0–35°C, Normal pada rentang 33–39°C, dan Tinggi pada rentang 37–50°C. Berikut persamaan yang digunakan:

Himpunan *Fuzzy* Rendah



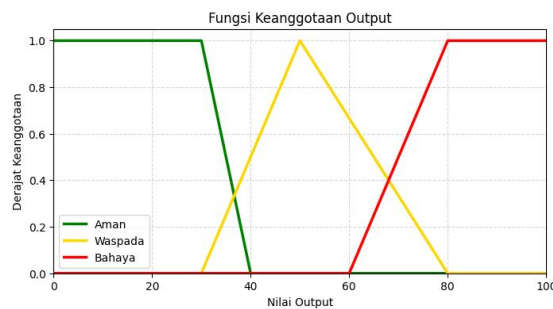
$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 33 \\ \frac{35-x}{2}, & 33 < x < 35 \\ 0, & x \geq 35 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 33 \\ \frac{x-33}{2}, & 33 < x < 35 \\ 1, & 35 \leq x \leq 37 \\ \frac{39-x}{2}, & 37 < x < 39 \\ 0, & x \geq 39 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 37 \\ \frac{x-37}{2}, & 37 < x < 39 \\ 1, & x \geq 39 \end{cases} \quad (8)$$

4) Fungsi Keanggotaan Kondisi Dapur

Variabel *output* Variabel keluaran terdiri atas tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Aman, Waspada, dan Bahaya. Himpunan Aman memiliki rentang 0–40 dengan nilai keanggotaan penuh pada rentang 0–30. Himpunan Waspada berada pada rentang 30–80 dengan puncak keanggotaan pada nilai 50, sedangkan himpunan Bahaya memiliki rentang 60–100 dengan nilai keanggotaan penuh pada rentang 80–100. Berikut grafik fungsi keanggotaan kondisi dapur yang dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7 Fungsi keanggotaan kondisi dapur

2.4.2 Rule Base

Basis aturan (*Rule Base*) digunakan untuk menentukan kondisi dapur berdasarkan kombinasi nilai kualitas udara, konsentrasi gas LPG, dan suhu yang telah melalui proses fuzzifikasi. Berikut *Rule Base* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel II di bawah ini:

TABEL II. BASIS ATURAN (*RULE BASE*)

Rule	(MQ135) Kualitas Udara	(MQ6) Gas LPG	(DHT22) Suhu	Kondisi Dapur
	IF	AND	AND	THEN
R1	Baik	Aman	Rendah	Aman
R2	Baik	Aman	Normal	Waspada
R3	Baik	Aman	Tinggi	Bahaya
R4	Sedang	Aman	Rendah	Waspada
R5	Sedang	Aman	Normal	Waspada
R6	Sedang	Aman	Tinggi	Bahaya



R7	Buruk	Aman	Rendah	Bahaya
R8	Buruk	Aman	Normal	Bahaya
R9	Buruk	Aman	Tinggi	Bahaya
R10	Baik	Bahaya	Rendah	Bahaya
R11	Baik	Bahaya	Normal	Bahaya
R12	Baik	Bahaya	Tinggi	Bahaya
R13	Sedang	Bahaya	Rendah	Bahaya
R14	Sedang	Bahaya	Normal	Bahaya
R15	Sedang	Bahaya	Tinggi	Bahaya
R16	Buruk	Bahaya	Rendah	Bahaya
R17	Buruk	Bahaya	Normal	Bahaya
R18	Buruk	Bahaya	Tinggi	Bahaya

Pada penelitian ini digunakan 18 aturan (*rule base*) yang disusun berdasarkan kombinasi seluruh himpunan *fuzzy* dari setiap variabel input, yaitu kualitas udara, konsentrasi gas LPG, dan suhu. Setiap aturan merepresentasikan kondisi masukan yang menghasilkan keluaran berupa Aman, Waspada, atau Bahaya sebagai dasar pengambilan keputusan sistem.

2.4.3 Inferensi dan Defuzzifikasi

Inferensi merupakan tahap pengambilan keputusan pada metode *Fuzzy Logic* Mamdani dengan mengevaluasi seluruh aturan (*rule base*) yang telah disusun menggunakan operator MIN dan MAX. Selanjutnya, proses defuzzifikasi dilakukan menggunakan metode *Weighted Average* untuk menghasilkan nilai tegas (*crisp value*) berupa nilai Z dengan rentang 0–100 yang digunakan sebagai dasar penentuan kondisi sistem. Nilai keluaran (*crisp value*) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Z = \frac{(\mu_{Aman} \times 30) + (\mu_{Waspada} \times 60) + (\mu_{Bahaya} \times 100)}{\mu_{Aman} + \mu_{Waspada} + \mu_{Bahaya}} \quad (9)$$

Keterangan:

z = nilai hasil defuzzifikasi

μ_{Aman} = derajat keanggotaan kondisi Aman

$\mu_{Waspada}$ = derajat keanggotaan kondisi Waspada

μ_{Bahaya} = derajat keanggotaan kondisi Bahaya

Nilai keluaran (*crisp value*) hasil proses defuzzifikasi dinyatakan sebagai nilai Z dengan rentang 0–100. Nilai Z kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kondisi, yaitu Aman (0–39), Waspada (40–79), dan Bahaya (80–100). Klasifikasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan kondisi dapur serta mengendalikan kecepatan *exhaust fan* dan mengaktifkan *buzzer* pada kondisi Bahaya. Berikut kategori nilai Z dan *output* yang dapat dilihat pada Tabel III di bawah ini:

TABEL III. KATEGORI NILAI Z DAN KONDISI			
Nilai Z	Kondisi Dapur	Exhaust Fan	Buzzer
0 – 39	Aman	Lambat (30%)	OFF
40 – 79	Waspada	Sedang (60%)	OFF
80 – 100	Bahaya	Cepat (100%)	ON

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

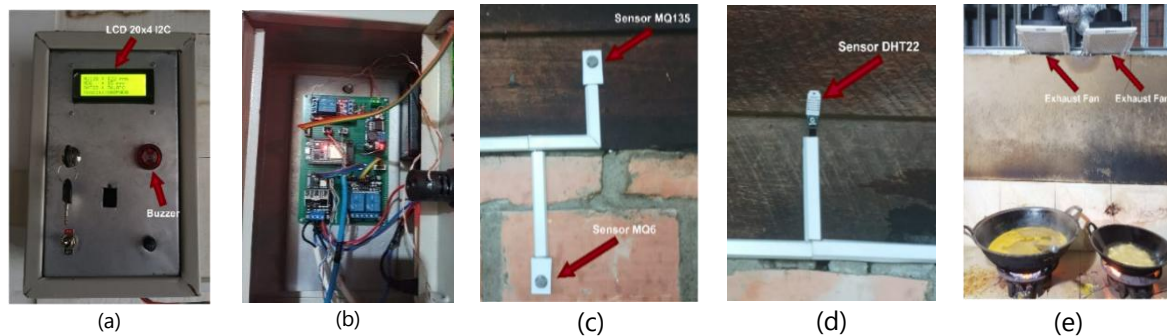
Bagian ini menyajikan hasil implementasi dan pengujian sistem *monitoring* dan kontrol kualitas udara serta keamanan dapur UMKM berbasis IoT menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani. Pengujian



dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam membaca nilai kualitas udara, konsentrasi gas LPG, dan suhu melalui sensor MQ135, MQ6, dan DHT22, serta menentukan kondisi dapur secara otomatis.

3.1 Implementasi Sistem

Sistem yang telah dirancang berhasil diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor MQ135, sensor MQ6, sensor DHT22, modul AC *Dimmer*, *buzzer*, dan LCD 20×4 I2C yang dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini:



Gambar 8 Implementasi sistem pada ruangan dapur UMKM

3.2 Pengujian Sensor

3.2.1 Sensor MQ135

Sebelum pengujian dilakukan, sensor MQ135 melalui proses *pre-heating* hingga pembacaan stabil untuk memperoleh nilai resistansi awal (R_o) sebagai parameter kalibrasi, nilai R_o digunakan sebagai acuan dalam menghitung konsentrasi polusi (ppm). Selama pengujian, sensor MQ135 ditempatkan pada jarak 1,5 meter dari posisi kompor. Berikut hasil pengujian sensor MQ135 dapat dilihat pada Tabel IV di bawah ini:

TABEL IV. PENGUJIAN SENSOR MQ135

No	Aktivitas	Nilai ADC	Nilai MQ135 (ppm)
1	Tidak Ada	250	79.68
		256	85.45
2	Memasak (Sedikit)	375	268.34
		410	352.66
3	Memasak (Banyak)	558	927.45
		610	1236.66

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai ADC serta tingkat polusi udara yang terukur oleh sensor MQ135 mengalami lonjakan seiring bertambahnya aktivitas kegiatan memasak. Pada kondisi tanpa aktivitas memasak, nilai ADC berada pada rentang 250–256 dengan hasil konversi sebesar 79,68–85,45 ppm. Saat memasak sedikit, nilai ADC meningkat menjadi 375–410 dengan nilai 268,34–352,66 ppm, sedangkan pada kondisi memasak banyak nilai ADC mencapai 558–610 dengan hasil konversi 927,45–1236,66 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor MQ135 mampu mendeteksi perubahan kualitas udara akibat aktivitas memasak. Pada penelitian ini, nilai ppm digunakan sebagai indikator relatif perubahan kualitas udara sebagai masukan pada sistem *Fuzzy Logic* Mamdani.

3.2.2 Sensor MQ6

Sebelum pengujian dilakukan, sensor MQ6 melalui proses *pre-heating* hingga pembacaan stabil untuk memperoleh nilai resistansi awal (R_o) sebagai parameter kalibrasi. Nilai R_o digunakan sebagai acuan dalam menghitung konsentrasi gas LPG (ppm). Pengujian dilakukan dengan berbagai aktivitas sehingga dapat

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



diamati perubahan nilai yang terbaca. Sensor MQ6 ditempatkan pada jarak 1 meter dari tabung LPG dan 1,3 meter dari kompor. Berikut hasil pengujian sensor MQ6 yang dapat dilihat pada Tabel V di bawah ini:

TABEL V. PENGUJIAN SENSOR MQ6

No	Kondisi Pengujian	Nilai ADC	Nilai MQ6 (ppm)
1	Tidak Ada	248	7.47
		283	11.27
2	Memasak (Sedikit)	315	15.48
		355	21.63
3	Memasak (Banyak)	376	25.49
		420	33.76

Berdasarkan hasil pengujian, nilai pembacaan sensor MQ6 mengalami peningkatan seiring bertambahnya aktivitas memasak. Pada kondisi tanpa aktivitas memasak, nilai ADC berada pada rentang 248–283 dengan hasil konversi sebesar 7,47–11,27 ppm. Saat memasak sedikit, nilai ADC meningkat menjadi 315–355 dengan nilai 15,48–21,63 ppm, sedangkan pada kondisi memasak banyak nilai ADC mencapai 376–420 dengan hasil konversi 25,49–33,76 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor MQ6 mampu mendeteksi peningkatan konsentrasi gas LPG selama aktivitas memasak. Pada penelitian ini, nilai ppm digunakan sebagai indikator relatif perubahan konsentrasi gas LPG sebagai masukan pada sistem *Fuzzy Logic Mamdani*.

3.2.3 Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan untuk mengukur suhu lingkungan dapur. Sensor ditempatkan di bagian tengah area dapur agar hasil pengukuran dapat merepresentasikan kondisi suhu selama proses memasak. Hasil pengujian sensor DHT22 dapat dilihat pada Tabel VI di bawah ini:

TABEL VI. PENGUJIAN SENSOR DHT22

No	Aktivitas	Nilai DHT22 (°C)	Alat Ukur Referensi Temp Hygrometer (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	Tidak Ada	29.00	28.64	1.26	98.74
		31.10	30.71	1.27	98.73
2	Memasak Sedikit	34.20	33.63	1.69	98.31
		35.80	35.31	1.39	98.61
3	Memasak Banyak	38.30	37.93	0.98	99.02
		39.50	38.77	1.88	98.12

Berdasarkan hasil pengujian, nilai suhu yang terukur oleh sensor DHT22 menunjukkan hasil yang mendekati alat ukur referensi (*Temperature Hygrometer*) pada setiap kondisi pengujian. Pada kondisi tanpa aktivitas memasak, suhu yang terukur berada pada rentang 29,00°C–31,10°C, kemudian meningkat menjadi 34,20°C–35,80°C saat memasak sedikit, dan mencapai 38,30°C–39,50°C pada kondisi memasak banyak. Hasil perbandingan dengan alat ukur referensi menunjukkan rata-rata nilai *error* sebesar 1,41% dengan rata-rata akurasi sebesar 98,59%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor DHT22 layak digunakan sebagai parameter masukan pada metode *Fuzzy Logic Mamdani*.

3.3 Pengujian *Fuzzy Logic Mamdani*

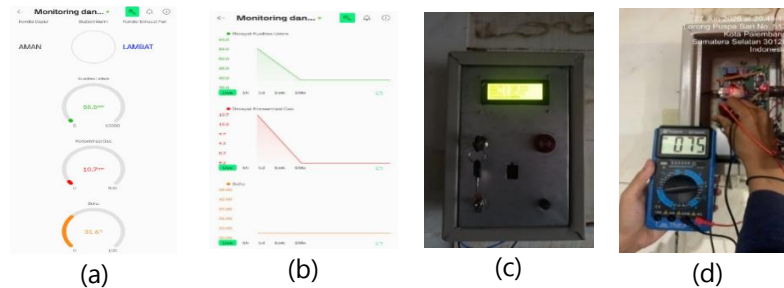
Berikut hasil pengujian sistem menggunakan metode *Fuzzy Logic mamdani* ditunjukkan pada Tabel VI. Pengujian dilakukan dengan beberapa kombinasi nilai masukan sensor untuk mengetahui respon sistem terhadap perubahan kondisi dapur.



TABEL VII. HASIL SISTEM DENGAN FUZZY LOGIC MAMDANI

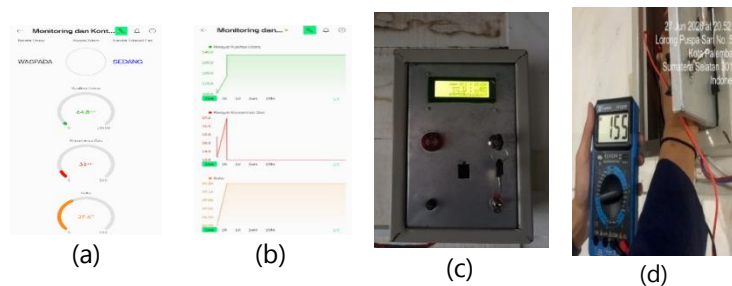
No	MQ135 (ppm)	MQ6 (ppm)	DHT22 (°C)	Kondisi Dapur	Exhaust Fan	Buzzer
1	56.20	29.61	29.00	Aman	Lambat	OFF
2	73.28	31.64	31.10	Aman	Lambat	OFF
3	231.90	33.11	35.60	Waspada	Sedang	OFF
4	352.66	41.69	37.60	Waspada	Sedang	OFF
5	700.81	53.64	38.90	Bahaya	Cepat	ON
6	927.45	53.64	39.00	Bahaya	Cepat	ON

Berikut Gambar 9 di bawah ini merupakan tampilan *dashboard* Blynk, LCD, *buzzer*, dan pengukuran *output* tegangan yang di hasilkan oleh modul AC *Dimmer* sistem pada saat kondisi dapur aman:



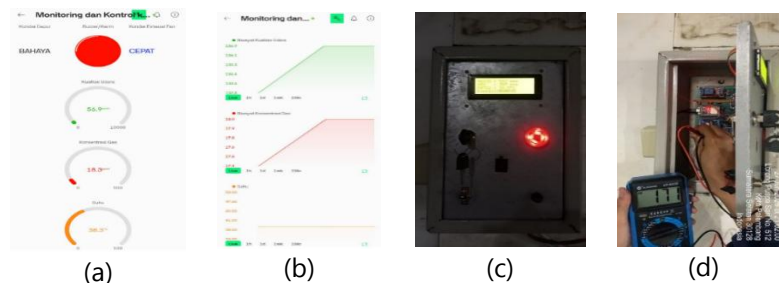
Gambar 9 Tampilan sistem pada saat kondisi dapur (aman)

Berikut Gambar 10 di bawah ini merupakan tampilan *dashboard* Blynk, LCD, *buzzer*, dan pengukuran *output* tegangan yang di hasilkan oleh modul AC *Dimmer* sistem pada saat kondisi dapur waspada:



Gambar 10 Tampilan sistem pada saat kondisi dapur (waspada)

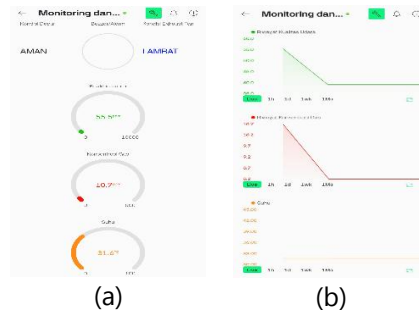
Berikut Gambar 11 di bawah ini merupakan tampilan *dashboard* Blynk, LCD, *buzzer*, dan pengukuran *output* tegangan yang di hasilkan oleh modul AC *Dimmer* sistem pada saat kondisi dapur bahaya:



Gambar 11 Tampilan sistem pada saat kondisi dapur (bahaya)

3.5 Pengujian *Monitoring IoT (Blynk)*

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi komunikasi data antara ESP32 dan platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Data yang dikirim meliputi nilai sensor MQ135, MQ6, DHT22, kondisi sistem, status *buzzer*, dan kecepatan *exhaust fan*. Pengiriman data dilakukan secara berkala setiap 1 detik dengan rata-rata waktu pembaruan sekitar 1 detik sehingga perubahan nilai sensor dapat ditampilkan pada *dashboard* Blynk secara responsif selama proses pengujian. Tampilan *dashboard* Blynk dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini:



Gambar 12 *Dashboard* blynk

Berdasarkan hasil pengujian, hasil parameter yang dikirim oleh ESP32 berhasil diterima dan ditampilkan pada *dashboard* Blynk sesuai dengan kondisi sistem. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan komunikasi data dan *monitoring* kondisi dapur UMKM secara *real-time*.

3.4 Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengujian, sistem *Fuzzy Logic* Mamdani mampu menentukan kondisi dapur berdasarkan kombinasi nilai sensor MQ135, MQ6, dan DHT22. Hasil proses inferensi dan defuzzifikasi menghasilkan tiga kondisi, yaitu Aman, Waspada, dan Bahaya, yang digunakan sebagai dasar pengendalian aktuator. Pada kondisi Aman, AC *Dimmer* mengatur *exhaust fan* pada *setpoint* 30% dengan tegangan keluaran sekitar 75V AC dan *buzzer* dalam keadaan OFF. Saat kondisi Waspada, *setpoint exhaust fan* meningkat menjadi 60% dengan tegangan sekitar 155V AC tanpa mengaktifkan *buzzer*. Selanjutnya, pada kondisi Bahaya, sistem mengatur *exhaust fan* pada *setpoint* 100% dengan tegangan sekitar 171V AC serta mengaktifkan *buzzer* sebagai peringatan dini. Tegangan keluaran AC *Dimmer* merupakan hasil pengaturan daya terhadap beban motor *exhaust fan*, sehingga nilai tegangan yang terukur dipengaruhi oleh karakteristik *dimmer* dan motor AC serta tidak selalu berbanding lurus dengan kecepatan putaran *exhaust fan*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem kontrol kualitas udara dan keamanan dapur UMKM berbasis IoT menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani berhasil diimplementasikan. Sistem mampu melakukan monitoring kondisi dapur secara *real-time* melalui platform Blynk, mengklasifikasikan kondisi dapur menjadi Aman, Waspada, dan Bahaya berdasarkan pembacaan sensor MQ135, MQ6, dan DHT22, serta mengendalikan *exhaust fan* dan *buzzer* secara otomatis sesuai hasil proses inferensi dan defuzzifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat merespons perubahan kondisi kualitas udara, konsentrasi gas LPG, dan suhu sehingga dapat mendukung peningkatan kenyamanan dan keselamatan pada lingkungan dapur UMKM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. L. R. Nasution, E. Girsang, E. F. M. Butar-Butar, N. Z. Hafizah, and P. Manalu, "Dampak Kualitas Udara Dalam Ruang Terhadap Kejadian ISPA di Kecamatan Medan Denai, Kota Medan," *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, vol. 24, no. 3, pp. 277–286, Oct. 2025, doi: 10.14710/jkli.70451.



- [2] S. N. Nazli, A. Z. Ul-Saufie, A. Abd Razak, and M. Elbayoumi, "Assessment of Indoor Air Quality in Small and Medium Food Industries and Effects towards Perceived IAQ Symptoms," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 5, Mar. 2023, doi: 10.3390/su15054065.
- [3] H. L. Davies *et al.*, "A measurement and modelling investigation of the indoor air chemistry following cooking activities," *Environ. Sci. Process. Impacts*, vol. 25, no. 9, pp. 1532–1548, Aug. 2023, doi: 10.1039/d3em00167a.
- [4] K. H. Hendriawan, G. Indrawan, and K. U. Ariawan, "Implementasi Sistem Kontrol Otomatis Exhaust Fan Berbasis IoT untuk Monitoring dan Pengendalian Kualitas Udara Dapur," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, vol. 14, no. 3, pp. 369–380, Apr. 2026, doi: 10.23887/jjpte.v14i3.113224.
- [5] A. Husna and H. Hastuti, "Smart Control dan Monitoring Hidroponik Berbasis IoT (Internet of Things)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 897–907, Oct. 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.528.
- [6] R. Muttaqin, W. Sakti, W. Prayitno, N. E. Setyaningsih, and U. Nurbaiti, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135," *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, vol. 6, no. 2, pp. 2654–251, 2024, doi: 10.14710/jplp.6.2.102-115.
- [7] T. Pratama, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Dalam Ruangan Berbasis Arduino Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 3S1, Oct. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3S1.7759.
- [8] M. M. Madin, "Penggunaan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Evaluasi Kepuasan Pelanggan: Studi Kasus Pada Layanan Perbankan Di Bank Bri," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4775.
- [9] A. Burhanuddin, "Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia," 2023. doi: 10.20895/ledger.v2i1.1013.
- [10] C. E. Delinda, D. Budiman Margana, I. Chandra, and J. Riadi, "Pemantauan dan pengendalian udara dalam ruangan berbasis IoT dengan metode fuzzy logic," *JITEL*, vol. 5, no. 2, pp. 2775–6696, 2025, doi: 10.35313/jitel.v5.i2.2025.89-100.
- [11] S. D. Nursyahuda and B. Hariadi, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Kualitas Kondisi Ruangan Ideal Berbasis Arduino Uno Dengan Metode Fuzzy Logic," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 6, no. 1, pp. 36–47, May 2024, doi: 10.32528/elkom.v6i1.20086.

