

PROTOTYPE DETEKSI DINI KEBOCORAN GAS DENGAN METODE *FUZZY LOGIC* BERBASIS ESP32-S DAN BYLNK

Mochamad Aditya Rizky Fahreza¹, Sri Aji Eka Mahendra¹, Yandhika Surya Akbar Gumilang¹
¹Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang

E-Mail: yandhika.gumilang@unmer.ac.id

Abstrak – Deteksi dini kebocoran gas merupakan hal yang penting untuk mencegah kecelakaan terutama kebakaran akibat kebocoran gas. Dalam penelitian ini, kami mengusulkan sistem deteksi dini kebocoran gas menggunakan sensor gas dan sensor suhu dengan metode logika fuzzy Mamdani berbasis mikrokontroler ESP32-S. Sensor gas digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas di lingkungan sekitar, sementara sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu lingkungan. Metode logika fuzzy Mamdani digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan input dari kedua sensor tersebut. Mikrokontroler ESP32-S digunakan sebagai platform untuk implementasi karena kemampuannya mengolah data sensor dan melakukan komunikasi nirkabel. Sistem ini dihubungkan dengan aplikasi Bylnk agar dapat dipantau melalui internet. Dari pengujian yang sudah dilakukan terdapat error 0,055% pada output fuzzy Kipas DC. Dari pengujian tersebut nilai error dibawah 1% masih dinyatakan valid dalam pemrograman Fuzzy Logic-nya. Pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan respons yang cepat dan akurat dalam mendeteksi kebocoran gas. Dengan demikian, sistem deteksi dini kebocoran gas ini memiliki potensi untuk memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan di berbagai lingkungan.

Kata Kunci – Kebocoran Gas, MQ135, MAX6675, Fuzzy Logic, ESP32, Bylnk

I. PENDAHULUAN

Indonesia menempati peringkat ke-26 secara global dalam hal konsumsi gas yang signifikan [1], mencakup berbagai penggunaan seperti kendaraan bahan bakar gas, gas metana, dan kompor gas [2], [3]. Memenuhi permintaan yang tinggi ini memerlukan produksi gas yang luas. Namun, dengan tingginya permintaan gas, harus juga dipersiapkan penanganan masalah kebocoran gas.

Kebocoran gas dapat terjadi di berbagai lingkungan, mulai dari rumah tangga hingga industri besar [4]. Berita yang meluas tentang kebakaran yang disebabkan oleh ledakan tabung gas telah menimbulkan keraguan yang signifikan di kalangan sebagian besar masyarakat untuk menggunakan LPG, terutama pada tabung berukuran 3 kg. Keraguan ini disebabkan oleh liputan berita yang sering menggambarkan tabung berukuran tersebut sebagai penyebab ledakan atau kebakaran. Kejadian kebakaran akibat kebocoran gas sering dialami oleh masyarakat dengan latar belakang ekonomi menengah ke bawah dan daerah pemukiman yang padat penduduk [5], [6]. Kebocoran gas memiliki potensi bahaya yang serius, seperti ledakan, keracunan, dan kerusakan lingkungan [7]. Oleh karena itu, deteksi dini kebocoran gas

menjadi sangat penting untuk mengidentifikasi dan menanggulangi potensi bahaya tersebut dengan cepat dan tepat.

Dalam upaya untuk mendeteksi kebocoran gas secara dini, penggunaan sensor gas dan sensor suhu telah menjadi solusi yang umum. Sensor gas digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas tertentu di udara, sementara sensor suhu digunakan untuk memantau suhu lingkungan. Kombinasi dari kedua sensor ini dapat memberikan informasi yang komprehensif tentang kondisi lingkungan di sekitar mereka.

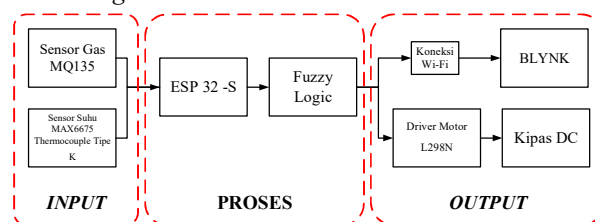
Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan informasi dari sensor gas dan sensor suhu adalah dengan menggunakan metode logika fuzzy Mamdani. Metode ini memungkinkan kita untuk menggambarkan aturan-aturan berbasis logika fuzzy yang mencerminkan pengetahuan manusia tentang kondisi lingkungan. Dengan menggunakan metode ini, sistem deteksi dapat memberikan respons yang adaptif dan cerdas terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah.

Mikrokontroler ESP32-S merupakan pilihan yang ideal untuk mengimplementasikan sistem deteksi dini kebocoran gas berbasis sensor. ESP32-S memiliki kemampuan komputasi yang cukup tinggi, serta dukungan untuk berbagai jenis sensor dan komunikasi nirkabel [8]. Hal ini memungkinkan pengembangan untuk membuat sistem deteksi yang handal dan efisien dengan menggunakan platform yang terjangkau dan mudah diakses.

Dalam *paper* ini, akan dibahas mengenai implementasi deteksi dini kebocoran gas menggunakan sensor gas dan sensor suhu dengan metode logika fuzzy Mamdani berbasis mikrokontroler ESP32-S. Metode ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem deteksi kebocoran gas yang lebih cerdas dan responsif, sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan keamanan dalam berbagai aplikasi industri dan kehidupan sehari-hari.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Blok Diagram

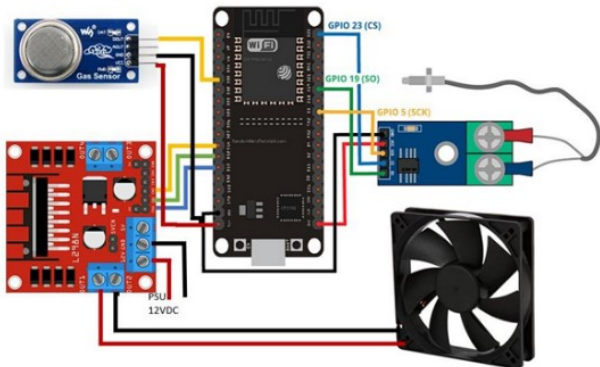


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Blok diagram untuk mengimplementasikan deteksi dini kebocoran gas menggunakan sensor gas, sensor suhu, dan metode logika fuzzy Mamdani berbasis mikrokontroler ESP32-S antara lain:

1. Mikrokontroler ESP32-S: Sebagai otak dari sistem deteksi, ESP32-S memiliki kemampuan komputasi yang cukup tinggi dan dukungan untuk berbagai jenis sensor dan komunikasi nirkabel [9].
2. Sensor Gas MQ135: Untuk mendeteksi kebocoran gas, diperlukan sensor gas yang mampu mendeteksi jenis gas yang ingin diawasi, seperti sensor gas karbon monoksida (CO), sensor gas metana (CH₄) [10], atau sensor gas lainnya sesuai kebutuhan aplikasi.
3. Sensor Suhu MAX6675 Thermocouple Tipe K : Sensor suhu digunakan untuk memantau suhu lingkungan sekitar. Hal ini penting karena suhu lingkungan dapat memengaruhi kinerja sensor gas dan juga dapat menjadi indikator adanya kebocoran gas.
4. Modul Logika Fuzzy Mamdani: Untuk mengimplementasikan logika fuzzy Mamdani, diperlukan modul logika fuzzy yang dapat memproses aturan-aturan logika fuzzy dan menghasilkan keluaran berdasarkan kondisi masukan [11], [12].
5. Driver L298N : Adalah salah satu jenis driver kipas yang banyak digunakan dalam aplikasi kendali kipas DC. Driver ini dapat mengendalikan arah dan kecepatan putaran kipas DC dengan menggunakan sinyal kontrol dari mikrokontroler atau sumber lainnya.
6. Kipas DC: Kipas DC adalah kipas yang akan dikendalikan. Driver kipas L298N dapat mengendalikan satu kipas DC atau dua kipas DC secara independen.

B. Wiring Schematic



Gambar 2. Wiring Diagram

Tabel 1. Wiring Schematic Alat

Input/output	Nama pin input/output	Pin ESP32-S
Sensor Suhu MAX6675	VCC	3V3
	GND	GND
	SCK	D5
	CS	D23
Sensor Gas MQ135	VCC	Vin
	GND	GND
	A0	D35
Driver L298N	ENA	D13
	IN1	D12

	IN2	D14
--	-----	-----

Pada gambar 2 wiring diagram tersebut mikrokontroler yang digunakan adalah ESP 32-S yang difungsikan sebagai kontrol program dari fuzzy mamdani dengan input sensor suhu dan sensor gas. Output berupa driver kipas.

Sistem deteksi dini kebocoran gas hanya berupa *prototype* menggunakan 1 sensor suhu, 1 sensor gas MQ135 dan 1 kipas DC.

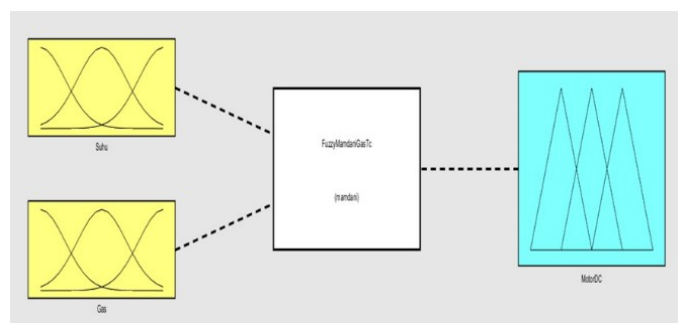
C. Fuzzy Logic

Metode fuzzy mamdani pada studi kasus ini untuk mengontrol kecepatan Kecepatan DC dengan input berupa sensor gas dan sensor suhu. Sehingga yang ditentukan berupa luaran kecepatan kipas yang dikontrol dengan PWM. Fuzzy logic diimplementasikan pada ESP-32. *Fuzzy Designer* pada Matlab hanya digunakan sebagai acuan dan simulasi fuzzy.

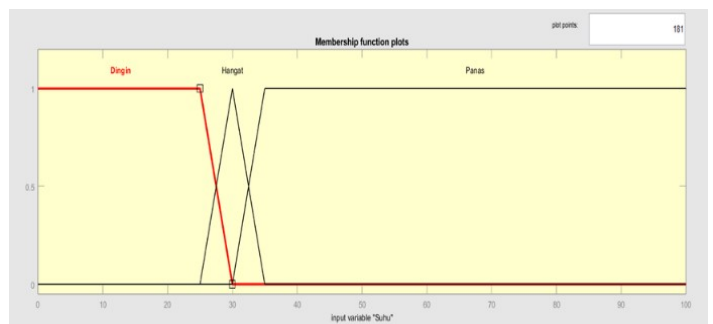
Pada Gambar 3 sampai gambar 6 merupakan *fuzzy designer* yang berada didalam *software* matlab sebagai simulasi logika fuzzy pada tabel 2. Desain pada fuzzy mamdani diatas menggunakan 2 input dan 1 output. Input yang tertera pada gambar berupa input Suhu dan Gas sedangkan output berupa Kipas DC.

Tabel 2. Himpunan Sistem Fuzzy

Fungsi	Input/output	Nama Himpunan	Jumlah
Input	Suhu	Dingin	0-30 °C
		Hangat	25-35 °C
		Panas	35-100 °C
	Gas	Sedikit	0-225 ppm
		Sedang	150-300 ppm
		Banyak	225-500 ppm
Output	Kipas DC	Lambat	0-85 PWM
		Sedang	60-110 PWM
		Kencang	85-255 PWM



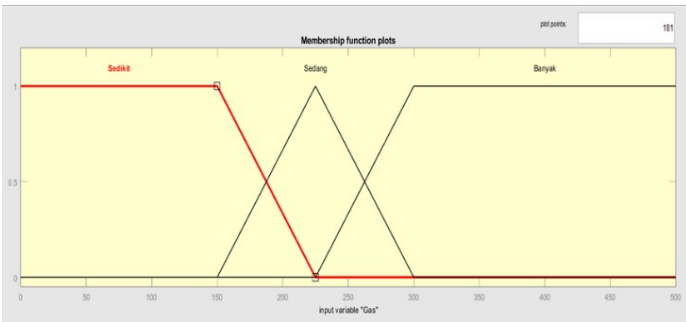
Gambar 3. Fuzzy Logic Designer Matlab



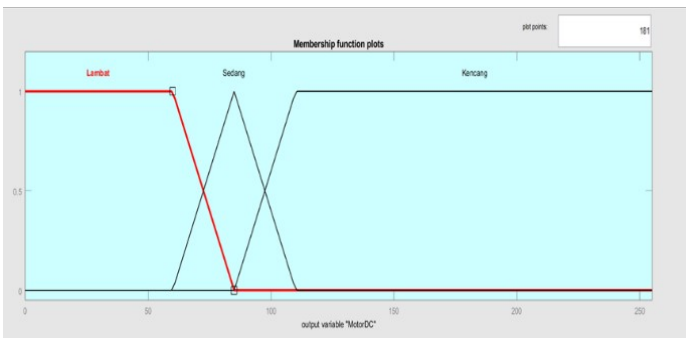
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 7 merupakan hasil dari uji pertama yang dihasilkan dari alat pada saat dijalankan. Pada gambar tersebut terdapat variabel pada serial monitor Suhu = 41,25°C : Gas = 119,0 PPM (Parts per Million) : PWM =84,98 (variabel PWM adalah keluaran dari defuzzyfikasi output Kipas DC 0 - 255). Data yang terdapat pada serial monitor Arduino IDE kemudian di komparasi atau disamakan dengan nilai input dan output hasil dari fuzzy mamdani yang dihasilkan pada matlab. Nilai yang dihasilkan yaitu PWM Kipas DC = 85.

Gambar 4. Membership Function Suhu



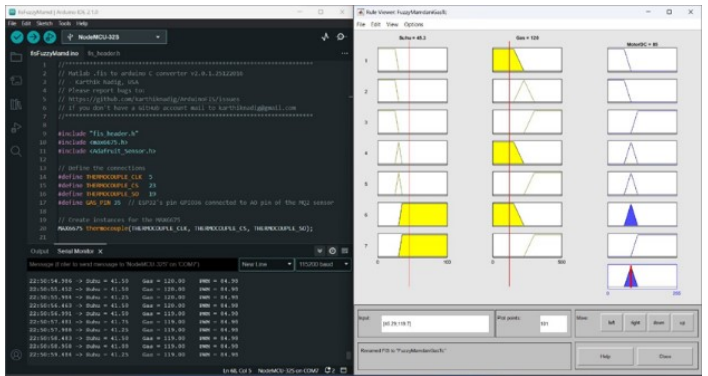
Gambar 5. Membership Function Gas



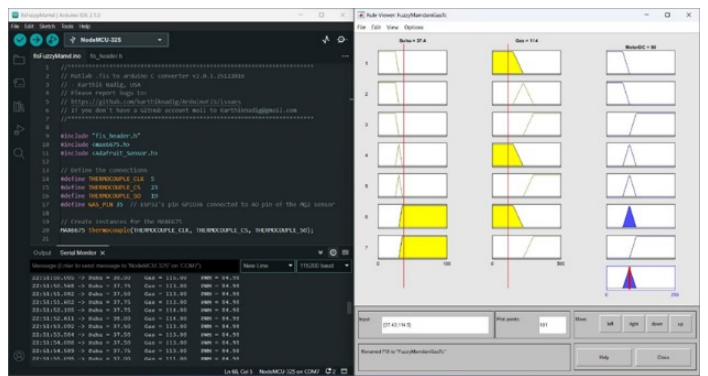
Gambar 6. Membership Function Kipas

Rule :

1. *If (Suhu is Dingin) and (Gas is Sedikit) then (Kipas DC is Lambat)*
2. *If (Suhu is Dingin) and (Gas is Sedang) then (Kipas DC is Lambat)*
3. *If (Suhu is Dingin) and (Gas is Banyak) then (Kipas DC is Kencang)*
4. *If (Suhu is Hangat) and (Gas is Sedang) then (Kipas DC is Sedang)*
5. *If (Suhu is Hangat) and (Gas is Sedikit) then (Kipas DC is Sedang)*
6. *If (Suhu is Hangat) and (Gas is Sedikit) then (Kipas DC is Sedang)*
7. *If (Suhu is Panas) and (Gas is Banyak) then (Kipas DC is Kencang)*

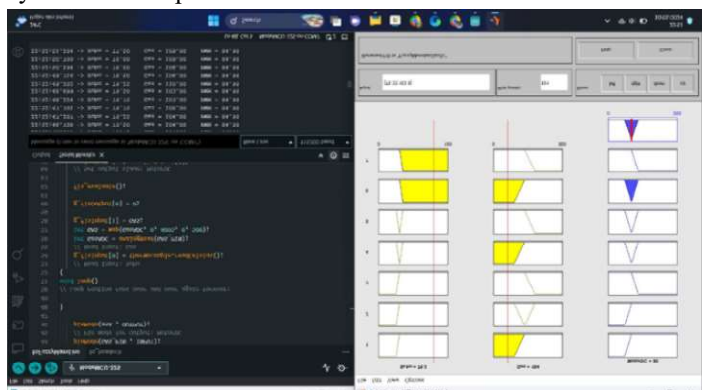


Gambar 7. Uji Coba 1



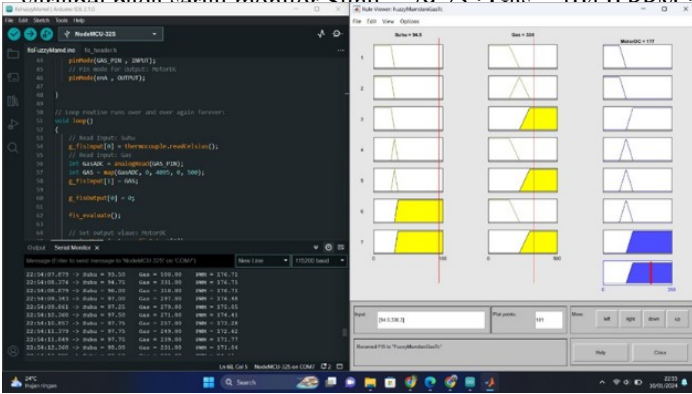
Gambar 8. Uji coba 2

Gambar 8 merupakan hasil dari uji kedua yang dihasilkan dari alat pada saat dijalankan. Pada gambar tersebut terdapat variabel pada serial monitor Suhu = 37,75 °C : Gas = 114,0 PPM : PWM =84,98 (variabel PWM adalah keluaran dari defuzzyfikasi output Kipas DC 0 - 255). Data yang terdapat pada serial monitor Arduino IDE kemudian di kompaarasi atau disamakan dengan nilai input dan output hasil dari fuzzy mamdani yang dihasilkan pada matlab. Nilai yang dihasilkan yaitu PWM Kipas DC = 85.



Gambar 9. Uji coba 3

Gambar 9 merupakan hasil dari uji ketiga yang dihasilkan dari alat pada saat dijalankan. Pada gambar tersebut terdapat variabel pada serial monitor Suhu = 70,25 ; Gas = 104,0 PPM ;



Gambar 10. Uji coba 4

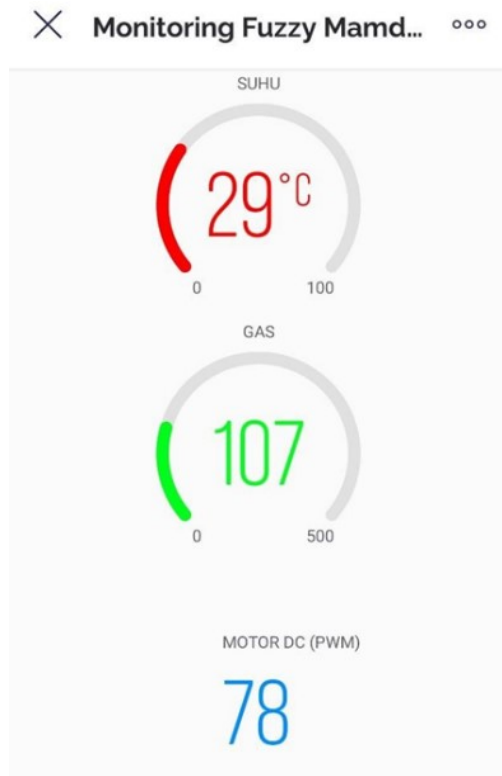
Gambar 10 merupakan hasil dari uji keempat yang dihasilkan dari alat pada saat dijalankan. Pada gambar tersebut terdapat variabel pada serial monitor Suhu = 94,75 °C : Gas = 331,0 PPM : PWM = 176,71 (variabel PWM adalah keluaran dari defuzzifikasi output Kipas DC 0 - 255). Data yang terdapat pada serial monitor Arduino IDE kemudian di komparasi atau disamakan dengan nilai input dan output hasil dari fuzzy mamdani yang dihasilkan pada matlab. Nilai yang dihasilkan yaitu PWM Kipas DC = 177. Dari ujicoba 1 sampai 4 disajikan dalam tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Output Fuzzy Kipas DC

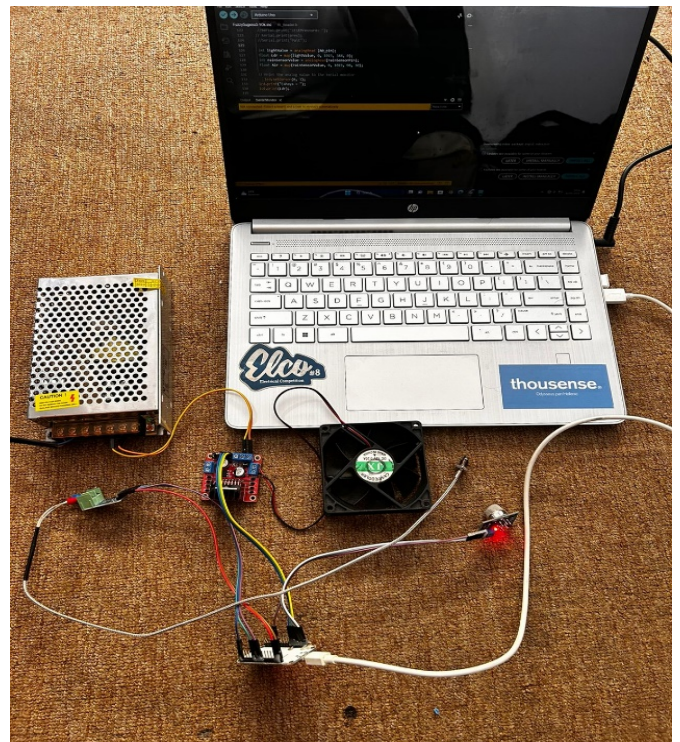
Uji Coba Ke -	Suhu	Gas	Kipas DC (Simulasi Matlab (PWM))	Kipas DC (Alat) (PWM)	Selisih (PWM)	Selisih % Error
1	41,25	120	85	84,98	0,02	0,02
2	37,75	114	85	84,98	0,02	0,02
3	79,5	104	85	84,98	0,02	0,02
4	94,75	331	177	176,71	1,71	0,16
Rata-rata					0,4425	0,055

Pengujian dilakukan dengan melakukan perbandingan alat dengan Fuzzy Logic Designer pada Matlab. Diketahui simulasi fuzzy logic designer matlab dapat mendeteksi output fuzzy dengan akurat. Setelah dilakukan uji coba rata-rata kesalahan fuzzy alat dengan simulasi yaitu 0.055%. Hasil tersebut dinyatakan valid karena hasil error sangat kecil.

Pada gambar 11 merupakan tampilan yang dihasilkan dari software blynk yang berfungsi sebagai monitoring variabel nilai Suhu, Gas dan nilai dari PWM Kipas DC.



Gambar 11. Monitoring pada aplikasi Blynk



Gambar 12. Hasil Jadi Proyek

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi dini kebocoran gas menggunakan sensor gas dan sensor suhu dengan metode

fuzzy Mamdani logic berbasis ESP32-S telah berhasil dikembangkan dengan baik. Pengujian sensor gas dan sensor suhu menunjukkan tingkat akurasi yang baik dalam mendeteksi keberadaan gas dan mengukur suhu lingkungan, yang merupakan fondasi penting dalam kinerja sistem ini. Implementasi logika fuzzy Mamdani dalam pengambilan keputusan sistem juga terbukti efektif dalam mengatasi ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam lingkungan nyata. Dari pengujian yang sudah dilakukan terdapat error 0,055% pada output fuzzy Kipas DC. Dari pengujian tersebut nilai error dibawah 1% masih dinyatakan valid dalam pemrograman *Fuzzy Logic*-nya.

Pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan respons yang cepat dan akurat dalam mendeteksi kebocoran gas, dengan potensi untuk memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan di berbagai lingkungan. Meskipun demikian, masih ada potensi untuk pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan sensitivitas sensor, keandalan sistem, dan integrasi dengan sistem lainnya. Dengan demikian, sistem ini memiliki potensi untuk menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi masalah kebocoran gas dengan respons yang cepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Setiaji, A. Sumarahinsih, and S. Subairi, "Purwarupa Robot Pipe Following Pendeteksi Kebocoran Gas Internet of Things Berbasis Web dan Aplikasi Android," *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika dan Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 29–40, 2022.
- [2] I. Kurniaty and H. Hermansyah, "Potensi Pemanfaatan Lpg (Liquefied Petroleum Gas) Sebagai Bahan Bakar Bagi Pengguna Kendaraan Bermotor," *Prosiding Semnastek*, 2016.
- [3] D. S. Priyarsono, M. Tambunan, and M. Firdaus, "Perkembangan konsumsi dan penyediaan energi dalam perekonomian Indonesia," *Indonesian Journal of Agricultural Economics*, vol. 1, no. 02, 2012.
- [4] S. Tambunan and A. Stefanie, "Monitoring Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Pada Rumah dengan Notifikasi Bot Telegram," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 2, pp. 1228–1423, 2023.
- [5] M. Z. Mukti, "Kajian Optimasi Lokasi Pos Pemadam Kebakaran Di Kota Pekanbaru," 2020.
- [6] U. Marfuah, C. Casban, D. Sunardi, and A. P. Dewi, "Pelatihan Pencegahan dan Penanganan Kebakaran Untuk Warga RT 08 RW 09 Kelurahan Kebon Pala Kecamatan Makasar Jakarta Timur," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, vol. 3, no. 1, pp. 7–16, 2021.
- [7] S. Tambunan and A. Stefanie, "Monitoring Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Pada Rumah dengan Notifikasi Bot Telegram," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 2, pp. 1228–1423, 2023.
- [8] J. Kim, "Analysis and optimization of DC supply range for the ESP32 development board," *Authorea Preprints*, 2023.
- [9] G. D. Wahanie, R. Lim, and I. Sugiarto, "Rancang Bangun Sistem Meter Listrik Prabayar Dengan Pembayaran Menggunakan QRIS di Rumah Kost," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 16, no. 1, pp. 5–10, 2023.
- [10] F. N. Abbas, I. M. Saadoon, Z. K. Abdalrdha, and E. N. Abud, "Capable of gas sensor MQ-135 to monitor the air quality with Arduino Uno," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 13, no. 10, pp. 2955–2959, 2020.
- [11] E. Sonalitha and S. Ratih, "Analisis Perbandingan Metode Analytical Hierarchy Process Dan Fuzzy Dalam Process Market Matching UMKM," in *Seminar Nasional Sistem Informasi (SENASIF)*, 2017, pp. 850–860.
- [12] L. A. Wahid, A. Sumarahinsih, and Y. S. A. Gumilang, "Implementasi Metode Fuzzy Untuk Mempertahankan Suhu dan Kelembapan Pada Kandang Ayam," in *Seminar Nasional Teknologi Industri*, 2023, pp. 256–264.