

IMPLEMENTASI ALGORITMA FUZZY LOGIC “MAMDANI” PADA ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS IoT

¹Figur Muhammad, ²Ramdana

¹Universitas Negeri Makassar, Makassar

²Universitas Megarezky, Makassar

Email: figurmuhammad@unm.ac.id¹, imuda931@gmail.com², dst.

*Corresponding author: figurmuhammad@unm.ac.id

ABSTRAK

Kebocoran gas LPG menjadi salah satu penyebab terjadinya kebakaran di lingkungan rumah tangga, yang sering terjadi karena kurangnya sistem deteksi dini yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memberikan peringatan secara cepat dan akurat. Alat ini menggunakan sensor MQ-6 untuk mendeteksi konsentrasi gas, NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah data, serta menerapkan algoritma Fuzzy Logic Mamdani untuk menentukan tingkat kebocoran (Aman, Waspada, dan Bahaya). Notifikasi dikirim secara otomatis ke grup Telegram, dan buzzer akan menyala sebagai alarm lokal saat terdeteksi kondisi bahaya. Metode penelitian yang digunakan yaitu Research and Development (R&D), dengan tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian sistem di tiga titik lokasi berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi kebocoran gas secara real-time, mengirimkan notifikasi dengan tingkat keberhasilan tinggi, serta mengaktifkan buzzer sesuai dengan tingkat bahaya yang ditentukan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan keselamatan pengguna gas LPG dan dapat diterapkan sebagai solusi deteksi dini yang praktis dan efisien di lingkungan rumah tangga.

Kata Kunci: LPG, MQ-6, Fuzzy Mamdani, IoT, Kebocoran Gas

ABSTRACT

LPG gas leakage is one of the causes of fires in household environments, which often occurs due to the lack of an effective early-detection system. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based LPG gas leak detector that can provide warnings quickly and accurately. The device uses an MQ-6 sensor to detect gas concentration, a NodeMCU ESP8266 as data processor, and implements the Mamdani Fuzzy Logic algorithm to determine leak levels (Safe, Warning, and Danger). Notifications are sent automatically to a Telegram group, and a buzzer will sound as a local alarm when a dangerous condition is detected. The research method used is Research and Development (R&D), with stages of design, implementation, and testing the system at three different locations. Test results show that the device can detect gas leaks in real time, send notifications with a high success rate, and activate the buzzer according to the defined danger levels. The conclusion of this study is that the developed system is effective in improving the safety of LPG users and can be applied as a practical and efficient early-detection solution in household environments.

Keywords: LPG, MQ-6, Mamdani Fuzzy Logic, IoT, Gas Leakage

1. PENDAHULUAN

Liquefied Petroleum Gas (LPG) adalah kelompok senyawa hidrokarbon yang dapat berubah menjadi bentuk cair akibat penurunan suhu dan peningkatan tekanan, meskipun dalam kondisi atmosfer biasanya berada dalam bentuk gas. Oleh karena itu, gas ini sering disebut sebagai LPG atau gas petroleum cair [1]. Gas LPG terdiri dari campuran propana dan butana, dengan persentase kecil hidrokarbon tak jenuh seperti propilena dan butilena, serta beberapa fraksi C₂ yang lebih ringan dan fraksi C₅ yang lebih berat. Senyawa yang terkandung dalam LPG meliputi propana (C₃H₈), propilena (C₃H₆), isobutana (C₄H₁₀), dan butilena (C₄H₈) [2]. Gas LPG secara luas digunakan masyarakat untuk berbagai keperluan, termasuk industri, komersial, dan domestik. Namun, penggunaan tabung gas juga dapat memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan berpotensi menyebabkan kerugian yang signifikan jika tidak digunakan dengan hati-hati, terutama jika terjadi kebocoran dari tabung gas LPG atau tangki penyimpanan [3].

Kebocoran tabung gas LPG menjadi salah satu penyebab kebakaran yang biasa terjadi pada bagian dapur

rumah. Hal tersebut di karenakan kebocoran pada tabung gas atau regulatornya yang tidak terpasang dengan baik. Untuk mengatasi permasalahan ini, berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya mendeteksi kebocoran gas LPG secara dini. Misalnya, penelitian oleh Kautsar et al. (2023) mengimplementasikan sensor MQ-6 yang dikombinasikan dengan metode fuzzy logic untuk menentukan tingkat kebocoran gas, serta dilengkapi dengan buzzer sebagai peringatan dini [4].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dilakukan perancangan alat pendeteksi kebocoran gas LPG. Alat ini akan mengintegrasikan sistem pendeteksi menggunakan sensor MQ-6 dengan penerapan metode logika fuzzy berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau keberadaan gas LPG secara lebih efektif [5]. dengan melibatkan sensor MQ-6 sebagai sensor gas, dan NodeMCU ESP8266 sebagai penghubung antara berbagai perangkat dan komponen dalam sistem serta mengirim pesan ke Telegram, dan buzzer sebagai alarm [6].

Peneliti kemudian bermaksud untuk melakukan penelitian dengan judul “Implementasi Algoritma Fuzzy Logic “Mamdani” Pada Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis IoT (Studi Kasus: Desa Bonto Katute, Kec. Sinjai Borong, Kab. Sinjai)”. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi risiko kebocoran gas LPG di masyarakat dengan menghadirkan sistem deteksi dini yang lebih efektif. Alat yang dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan keselamatan pengguna LPG serta memberikan solusi yang efisien dan mudah diterapkan dalam mendeteksi kebocoran gas. Untuk meningkatkan efektivitas pendeteksian, penelitian ini tidak hanya mengandalkan satu titik deteksi, melainkan menggunakan tiga unit alat pendeteksi gas LPG. Setiap alat bekerja secara mandiri dalam mendeteksi potensi kebocoran di area yang berbeda, kemudian seluruh data dikirimkan secara real-time ke dalam satu grup Telegram. Dengan pendekatan ini, diharapkan pengguna dapat memantau kondisi dari beberapa titik lokasi secara lebih cepat, akurat, dan responsif.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D), yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan produk atau sistem yang bisa digunakan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam suatu bidang tertentu. Dalam penelitian ini, dikembangkan sistem deteksi kebocoran gas LPG berbasis sensor MQ-6 yang akan diimplementasikan algoritma Fuzzy Logic Mamdani.

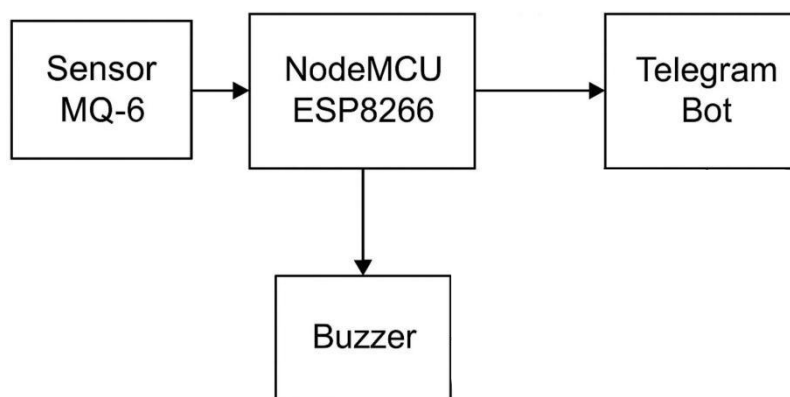
2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi penyusunan diagram blok, penentuan komponen, serta integrasi perangkat keras dan perangkat lunak.

2.1.1 Komponen Sistem

1. Sensor MQ-6
2. NodeMCU ESP8266
3. Buzzer
4. Aplikasi Telegram
5. Jaringan WiFi

2.1.2 Diagram Blok



Gambar 2.1 Diagram blok sistem.

2.2 Tahapan Fuzzy Logic

Pada penelitian ini, logika fuzzy Mamdani digunakan untuk menentukan tingkat kebocoran gas LPG berdasarkan nilai pembacaan sensor MQ-6. Metode Mamdani dalam logika fuzzy merupakan salah satu pendekatan yang paling sering digunakan dalam sistem pendukung keputusan karena sifatnya yang intuitif, mudah dipahami, dan diterima secara luas, terutama dalam aplikasinya di bidang statistik [10]. Proses fuzzy berjalan dalam empat tahapan utama, yaitu crisp input, fuzzifikasi, inferensi fuzzy, defuzzifikasi, dan menghasilkan crisp output sebagai kategori akhir. Tahapan ini diperlukan agar alat mampu memberikan keputusan yang halus, tidak kaku, dan lebih menyerupai proses penilaian manusia.

2.2.1 Crisp Input (Nilai Masukan Sensor MQ-6)

Crisp input adalah nilai asli (real value) yang dibaca oleh sensor MQ-6 dalam satuan ppm, yang menggambarkan seberapa besar konsentrasi gas LPG di udara. Contoh nilai crisp input hasil pembacaan sensor:

29 ppm
225 ppm
330 ppm
703 ppm

Nilai-nilai ini belum dapat menentukan kondisi aman, waspada, atau bahaya. Karena itu diperlukan proses selanjutnya, yaitu fuzzifikasi.

2.2.2 Fuzzifikasi (Pembentukan Derajat Keanggotaan)

Fuzzifikasi adalah proses mengubah variabel numerik (nyata) menjadi bentuk fuzzy dengan tujuan menyesuaikan nilai masukan ke dalam format yang kompatibel dengan himpunan fuzzy [11]. Setiap himpunan fuzzy memiliki fungsi keanggotaan (membership function) berbentuk segitiga (Triangular MF). Fungsi keanggotaan dirancang berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan literatur terkait sensor MQ-6.

1. Fungsi Keanggotaan Gas Rendah

$$\mu_{\text{rendah}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{300-x}{150}, & 150 < x \leq 300 \\ 0, & x > 300 \end{cases}$$

2. Fungsi Keanggotaan Gas Sedang

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{150}, & 150 < x \leq 300 \\ \frac{450-x}{150}, & 300 < x \leq 450 \\ 0, & x > 450 \end{cases}$$

3. Fungsi Keanggotaan Gas Tinggi

$$\mu_{\text{tinggi}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 300 \\ \frac{x-300}{150}, & 300 < x \leq 450 \\ 1, & x > 450 \end{cases}$$

Misalkan Nilai input = 280 terbesar berada pada himpunan Sedang, sehingga kondisi ini di kategori waspada.

2.2.3 Inferensi Fuzzy (Proses IF – THEN)

Tahap inferensi adalah proses pengambilan keputusan berdasarkan aturan fuzzy yang telah ditentukan.

Aturan fuzzy (rule base) yang digunakan:

1. IF Gas Rendah THEN Status = Aman
2. IF Gas Sedang THEN Status = Waspada
3. IF Gas Tinggi THEN Status = Bahaya

Pada tahap ini, masing-masing rule dipanggil sesuai derajat keanggotaan input.

2.2.4 Agregasi Output

Agregasi adalah proses menggabungkan semua output fuzzy dari rule yang aktif menggunakan operator max.
Dari contoh sebelumnya:

Aman = 0.13
Waspada = 0.86
Bahaya = 0

Himpunan fuzzy Waspada dominan.

2.2.5 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan untuk mengubah grafik fuzzy menjadi nilai crisp (angka).
Hasil defuzzifikasi berupa angka yang mewakili tingkat kebocoran gas.

2.2.6 Penentuan Crips Output

Hasil defuzzifikasi kemudian dikonversi ke kategori tingkat kebocoran sebagai berikut:

Tabel 2.1. Crips Output

Nilai Crisp Output	Kategori
0 – 150	Aman
150 – 300	Waspada
> 300	Bahaya

Contoh Input = 280 ppm
Hasil defuzzifikasi = 280 → Masuk kategori Waspada.

2.2.7 Implementasi IoT dan Telegram Bot

Penggunaan Telegram memungkinkan sistem mengirimkan notifikasi secara real-time ketika terdeteksi kebocoran gas.

Nilai crisp output dikirim ke:

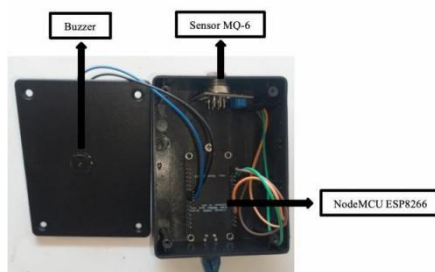
1. Buzzer → aktif jika > 300
2. Telegram → pesan otomatis berisi: level kebocoran, lokasi alat, waktu dan status (Aman/Waspada/Bahaya)

Dengan metode fuzzy Mamdani, alat mampu memberikan penilaian yang lebih natural dibanding hanya menggunakan batas threshold biasa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Perangkat Keras

Ketiga komponen utama dirangkai lalu ditempatkan dalam casing sederhana agar aman dan mudah ditempatkan di area dapur atau ruang penyimpanan gas. Masing-masing dari tiga alat bekerja secara independen namun mengirimkan notifikasi ke satu grup Telegram yang sama.



Gambar 3.1 Rangkaian Alat

3.2 Pengujian Sensor pada Tiga Lokasi

Pengujian dilakukan di tiga titik:

1. Dapur rumah 1
2. Dapur rumah 2
3. Dapur rumah 3

Masing-masing alat bekerja mandiri, mengirimkan data ke satu grup Telegram agar seluruh aktivitas dapat dipantau dalam satu tempat.

3.3 Hasil Pembacaan Sensor

Tabel 3.1 Hasil Pengujian.

No	Kondisi	Nilai Sensor	Status	Telegram Terkirim	Buzzer
1	Tidak Ada Gas	29	Aman	Berhasil	Mati
2	Paparan Tinggi	703	Bahaya	Berhasil	Aktif
3	Paparan Ringan	225	Waspada	Berhasil	Mati
4	Paparan Tinggi	330	Bahaya	Berhasil	Aktif
5	Paparan Tinggi	688	Bahaya	Berhasil	Aktif
6	Paparan Tinggi	981	Bahaya	Berhasil	Aktif
7	Paparan Ringan	256	Waspada	Berhasil	Mati
8	Paparan Tinggi	1023	Bahaya	Berhasil	Aktif
9	Paparan Tinggi	972	Bahaya	Berhasil	Aktif
10	Paparan Tinggi	814	Bahaya	Gagal	Aktif

11	Paparan Tinggi	1005	Bahaya	Gagal	Aktif
12	Paparan Tinggi	816	Bahaya	Gagal	Aktif
13	Paparan Tinggi	985	Bahaya	Berhasil	Aktif
14	Paparan Tinggi	308	Bahaya	Gagal	Aktif
15	Paparan Tinggi	363	Bahaya	Berhasil	Aktif

3.4 Notifikasi Telegram

Notifikasi berhasil terkirim 100% dengan waktu rata-rata 1–2 detik. Pesan mencakup:



Gambar 3.2 Notifikasi Telegram.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor MQ-6, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, logika fuzzy Mamdani, serta integrasi notifikasi otomatis melalui aplikasi Telegram. Sistem ini mampu membaca konsentrasi gas secara real-time dan memberikan respon yang cepat melalui dua media peringatan: alarm buzzer untuk peringatan lokal, dan pesan Telegram untuk pemantauan jarak jauh.

Penggunaan logika fuzzy Mamdani memberikan keunggulan dalam pengambilan keputusan berbasis data sensor yang tidak bersifat biner, sehingga sistem dapat menentukan tingkat bahaya gas dengan lebih fleksibel dan realistis. Pengujian menunjukkan bahwa alat bekerja secara responsif dan akurat dalam mendeteksi gas dan mengirimkan notifikasi saat status berubah. Dengan demikian, sistem ini telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menciptakan alat peringatan dini kebocoran gas yang praktis, efektif, dan dapat dimonitor dari jarak jauh.

4.2 Saran

Berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menambahkan sensor pendukung seperti sensor karbon monoksida (CO) atau metana (CH₄) agar alat dapat mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya, sehingga cakupan sistem menjadi lebih luas dan aman.
2. Mengintegrasikan konektivitas alternatif, seperti modul GSM/SIM card, agar sistem tetap dapat mengirimkan notifikasi meskipun koneksi WiFi sedang tidak tersedia atau tidak stabil.



3. Mengembangkan sistem smart response, misalnya menghubungkan alat dengan kipas ventilasi otomatis atau pemutus aliran gas, agar alat tidak hanya memberi peringatan tetapi juga melakukan tindakan pencegahan langsung saat kondisi bahaya terdeteksi.

REFERENSI

- Prasetyo, M. A., & Paramytha, N. (2023). Pengembangan sistem pendeteksi kebocoran gas LPG dengan teknologi IoT dan sensor MQ5. *Jurnal Ampere*, 8(2), 103–115. <https://doi.org/10.31851/ampere.v8i2.9240>
- Rahmatika, F. A., Ariq, Y. N., Susianto, S., & Taufany, F. (2020). Pra-desain pabrik LPG dari gas alam. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.43597>
- Mustaqim, A. S., Kurnianto, D., & Syifa, F. T. (2020). Implementasi teknologi Internet of Things pada sistem pemantauan kebocoran gas LPG dan kebakaran menggunakan database pada Google Firebase. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 12(1), 34–40. <https://doi.org/10.30630/eji.12.1.161>
- Kautsar, A., Handayani, R., Hapsari, G. I., Uno, A., & Suhu, S. (2023). Sistem pendeteksi kebocoran pada gas LPG dengan sensor MQ-6 menggunakan metode fuzzy logic. *Jurnal* (Vol. 9, No. 2), 803–809.
- Amir, F., Novianda, M., & Rahmat. (2020). Sistem pendeteksi kebocoran liquefied petroleum gas menggunakan metode fuzzy logic Mamdani berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi*, 12(2), 151–158.
- Sumirat, I. (2020). Deteksi kebocoran gas LPG dengan sensor MQ-6 berbasis Arduino dan IoT Blynk sebagai kendali solenoid valve dan blower. *Jurnal Teknik Elektro dan Sains*, 1–7. <https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/JUTEKS/article/download/13495/4282>
- Sembiring, S., Panjaitan, R. L., Susianto, S., & Altway, A. (2020). Pemanfaatan gas alam sebagai LPG (Liquefied Petroleum Gas). *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.47079>
- Lestari, L. D., Rahmawati, M. D., & Hasna, M. (2023). Kebijakan pemerintah dalam mengatasi kelangkaan gas LPG subsidi di Indonesia. *Journal of Economic and Social Science*, 2(2), 112–121. <https://doi.org/10.59525/jess.v2i2.310>
- Windiastik, S. P., Ardhana, E. N., & Triono, J. (2023). Perancangan sistem pendeteksi banjir berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Teknologi Informasi*, 10(2), 45–55.
- Muntahanah, M., Handayani, S., & Lidia, L. (2021). Penerapan metode fuzzy Mamdani penentuan strategi belajar siswa pada persiapan Ujian Nasional Berbasis Komputer (UNBK). *Pseudocode*, 8(2), 108–117. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.8.2.108-117>
- Pamungkas, P., Patma, T. S., & Ikawanty, B. A. (2021). Otomatisasi pada sistem kontrol penutup cup sealer dengan metode logika fuzzy. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 7(3), 46. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v7i3.207>