

PENGEMBANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN GAS LPG UNTUK PENINGKATAN KEAMANAN RUMAH TANGGA BERBASIS ESP32

Muhammad Putra Maulana^{1*}, Rini Puji Astutik^{2*}

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik; Jl. Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia; Telepon: (031) 3951414

Received: 10 Juli 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

MQ-2;

FLAME SENSOR;

ESP32;

Correspondent Email:

putramln99@gmail.com

Abstrak. Ada beberapa suatu faktor bahaya bagi lingkungan sekitar atau rumah dan manusia terutama yang harus dicegah ialah kebocoran LPG tidak hanya menyebabkan suatu terjadinya kebakaran tetapi juga dapat berbahaya bagi kesehatan ketika terhirup oleh manusia, Sistem sirkulasi udara mutlak diperlukan di dalam ruangan, terutama di dapur. Dapur adalah tempat sebagian besar proses memasak dilakukan. Gas yang dihasilkan pada saat pembakaran banyak mengandung zat berbahaya seperti karbon monoksida (CO), sehingga sistem sirkulasinya harus diperhatikan. Tentang sistem monitoring sirkulasi udara pada dapur dan ada juga yang harus di cegah yaitu terjadinya kebakaran. Sehingga pada penelitian ini perlu adanya sebuah rancang sistem pendeteksi kebocoran LPG, karbon monoksida (CO), Api. Sistem monitoring ini menggunakan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi Kebocoran LPG dan Karbon Monoksida (CO) dengan satuan ppm dan Flame Sensor sebagai pendeteksi Api. dan Suatu pembacaan kedua sensor tersebut akan diproses melalui Modul Wifi ESP32 dengan mempunyai output monitoring Aplikasi Blynk. Sementara output Exhaust Fan menyala Sesuai dari Aturan Fuzzy Logic Mamdani jika kadar Gas LPG, Karbon Monoksida dan sementara output buzzer menyala ketika terdeteksinya api.

Abstract. There are several dangerous factors for the surrounding environment or home and humans, especially those that must be prevented, namely LPG leaks not only cause fires but can also be dangerous for health when inhaled by humans. An air circulation system is absolutely necessary in the room, especially in the kitchen. The kitchen is where most of the cooking process takes place. The gas produced during combustion contains many dangerous substances such as carbon monoxide (CO), so attention must be paid to the circulation system. Regarding the air circulation monitoring system in the kitchen and there are also things that must prevent fires. So in this research it is necessary to design a leak detection system for LPG, carbon monoxide (CO), fire. This monitoring system uses the MQ-2 sensor as an LPG and Carbon Monoxide (CO) Leak detector in ppm units and a Flame Sensor as a Fire detector. and a reading of the two sensors will be processed via the ESP32 Wifi Module with the monitoring output of the Blynk Application. Meanwhile the Exhaust Fan output lights up in accordance with Mamdani's Fuzzy Logic Rules and while the buzzer output lights up when a fire is detected.

1. PENDAHULUAN

Fungsi LPG sebagai bahan bakar yang sudah dikenal oleh masyarakat perlu ditinjau kembali dan masyarakat harus diberikan pemahaman

mengenai dampaknya. Pada tahun 2021, penggunaan LPG untuk memasak di rumah tangga mencapai 79,53%. LPG menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna dan energi

panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak tanah. Saat ini, LPG menjadi kebutuhan utama dalam aktivitas rumah tangga seperti memasak. LPG adalah singkatan dari liquefied petroleum gas, yaitu gas minyak bumi yang dicairkan. LPG atau sering disebut Elpiji adalah campuran gas hidrokarbon yang mudah terbakar, terutama terdiri dari propana, butana, dan propilena. Dengan penambahan tekanan dan penurunan suhu, gas ini berubah menjadi cair. Salah satu risiko penggunaan LPG adalah kebocoran pada tabung atau pipa, yang dapat menyebabkan kebakaran jika terkena api [1].

Karbon monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sehingga berbahaya jika terhirup dalam jumlah banyak. Sumber gas CO di udara antara lain mobil, truk, dan kendaraan lainnya. Kompor minyak tanah, cerobong asap, dan benda-benda rumah tangga seperti kompor bocor, kompor gas, dan asap rokok merupakan benda-benda yang dapat mengeluarkan gas CO ke dalam ruangan [2].

Dikarenakan pengaruh kebocoran gas LPG serta api yang menyebabkan kebakaran dan Karbon Monoksida (CO) yang berbahaya bagi manusia, maka peneliti ini bertujuan untuk membuat alat sistem pendeteksi kebocoran LPG, Karbon Monoksida, dan Api yang berada di dalam rumah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressive system sebagai penerus ESP8266. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul Wi-Fi bawaan, sehingga sangat cocok untuk aplikasi Internet of Things (IoT). ESP32 memiliki 34 pin general purpose input/output (GPIO) yang fungsinya dapat diatur dengan mengkonfigurasi register yang sesuai. GPIOs pada ESP32 dibagi menjadi empat kategori: digital only, analog-enabled, capacitive-touch-enabled. Pin capacitive-touch-enabled dan analog-enabled juga dapat dikonfigurasi sebagai GPIO digital [3].

2.2 Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan suatu sensor yang memiliki fungsi untuk mendeteksi konsentrasi gas mudah terbakar di udara serta asap, dengan output berupa tegangan analog. Sensitivitas sensor gas asap MQ-2 dapat diatur langsung

dengan memutar trimpotnya. Sensor ini sering digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri. Gas yang dapat dideteksi antara lain LPG, i-butane, propane, methane, alkohol, hidrogen, dan Karbon Monoksida [4].

2.3 Flame Sensor

Flame sensor ialah suatu sensor yang berfungsi untuk mendeteksi nyala api dengan panjang gelombang antara 760nm hingga 1100nm. Sensor ini menggunakan inframerah sebagai transduser untuk mendeteksi kondisi nyala api. Sensor ini sering digunakan untuk mendeteksi api di dalam ruangan sektor industri, apartemen, dan hotel, dll. Sensor ini beroperasi pada suhu normal antara 25°C hingga 85°C dengan sudut pembacaan sebesar 60° [5].

2.4 Modul Relay

Relay adalah sebuah sakelar yang berfungsi secara elektrik. Umumnya, relay menggunakan prinsip kerja elektromagnetik untuk menggerakkan dan mengontrol kondisi sakelar listrik tertentu. Relay sering dipakai sebagai kontak dalam rangkaian kontrol yang menggunakan sinyal berdaya rendah (dengan asumsi bahwa isolasi listrik antara rangkaian kontrol dan rangkaian yang dikendalikan sudah terpenuhi dan aman), atau di situasi di mana lebih dari satu rangkaian perlu dikendalikan melalui satu sinyal [6].

2.5 Buzzer

Buzzer merupakan suatu komponen elektronik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi gelombang suara. Komponen ini terdiri dari kumparan yang dipasang pada diafragma. Ketika kumparan tersebut dialiri arus, ia menjadi sebuah elektromagnet yang dapat menarik atau mendorong diafragma tergantung pada arah dan polaritas magnetnya. Karena kumparan ini terhubung dengan diafragma, setiap gerakan kumparan akan menyebabkan diafragma bergerak bolak-balik, menghasilkan getaran udara yang menghasilkan suara [7].

2.6 Exhaust Fan

Exhaust fan umumnya berfungsi sebagai pendingin udara, penyebar udara, dan ventilasi. Alat ini bekerja dengan mengeluarkan udara

panas atau kotor dari dalam ruangan ke luar, sambil memasukkan udara sejuk dari luar ke dalam ruangan. Dengan demikian, exhaust memastikan adanya pergantian udara yang konstan dan menjaga sirkulasi udara yang baik dalam ruangan [8].

2.7 Blynk

Blynk adalah platform yang mendukung sistem operasi iOS dan Android untuk mengendalikan modul Arduino, ESP32, dan perangkat serupa lainnya melalui internet, ada beberapa tahap pembuatan blynk untuk monitoring yaitu, Membuat Proyek Baru untuk memulai proyek baru, Token Auth untuk mengirim token autentikasi Blynk ke email yang akan digunakan dalam kode program, Kotak Widget untuk membuat gauges yang diperlukan tampilan sensor yang ingin dibaca parameteranya, atur pembacaan nilai sensor yang ingin dibaca, Interface pengguna aplikasi Blynk yang berfungsi sebagai antarmuka untuk memonitor data sensor [9].

2.8 Google Spreadsheet

Google Spreadsheet adalah salah satu fitur yang disediakan oleh Google yang fungsinya hampir mirip dengan Microsoft Excel, namun berbasis online dan gratis. Pengguna akun Gmail dapat mengaksesnya kapan saja melalui tautan yang diberikan. Google Spreadsheet juga bisa diakses melalui situs web atau aplikasi Google Drive [10].

2.9 Google Drive

Aplikasi Google Drive adalah merupakan suatu layanan penyimpanan online yang dimiliki oleh Google dan diluncurkan pada 24 April 2012. Google Drive menyediakan penyimpanan gratis sebesar 15GB, yang dapat ditingkatkan dengan pembayaran tertentu. Dengan demikian, dalam sebuah sistem yang dikembangkan, muncul aplikasi penyimpanan dari Google yang disebut Google Drive, yang dapat digunakan untuk pengolahan dan penyimpanan file dengan kapasitas gratis sebesar 15GB, aplikasi ini juga dapat menyimpan file foto, video, spreadsheet, dan dokumen teks [11].

2.10 Fuzzy Logic Mamdani

Pada metode Fuzzy Logic Mamdani yang digunakan kali ini, himpunan fuzzy diperoleh

dengan mengambil nilai minimum dari aturan yang ada, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah fuzzy dan diterapkan pada output dengan operator OR (union). Dalam metode Mamdani, setiap konsekuensi dari aturan IF – THEN harus direpresentasikan oleh himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan [12].

3. METODE PENELITIAN

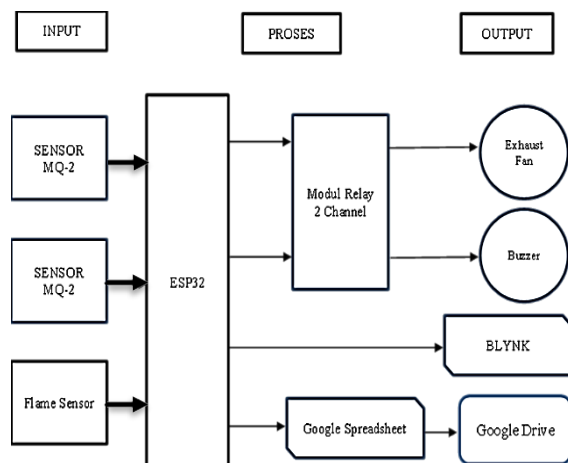
Metode penelitian ini yang bertujuan untuk mendukung penelitian. Data akan dikumpulkan dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, skripsi, dan penelitian sebelumnya, serta melalui konsultasi dengan dosen dan ahli yang berkompeten di bidangnya.

3.1 Perencanaan Sistem dan Pembuatan

Setelah menyelesaikan tahap pertama dengan mengumpulkan data dari berbagai referensi untuk mengetahui komponen yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah merancang sistem berdasarkan desain yang akan digunakan dalam penelitian.

3.1.1 Konsep Blok Sistem

Dalam blok sistem ini ialah konsep awal dalam suatu pembuatan prototype pendeteksi kebocoran Gas LPG, Karbon Monoksida (CO) dan Api di dalam ruangan. Adapun konsep awal dalam suatu pembuatan prototype ini dapat dilihat pada Gambar 1.



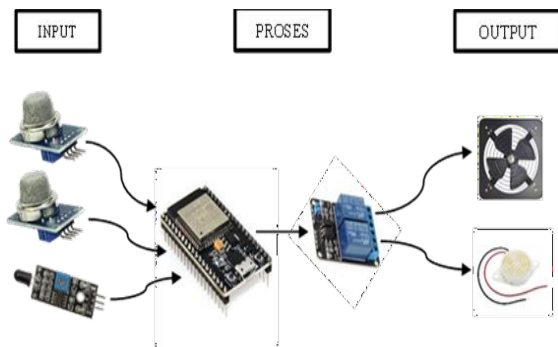
Gambar 1: Konsep Blok Sistem

Dapat jelaskan dalam blok sistem diatas ini menggunakan input sensor MQ-2 yang di gunakan untuk mendeteksi suatu kebocoran gas LPG dan Karbon monoksida (CO), Flame sensor digunakan untuk mendeteksi api yang

menyala. Input sensor tersebut diproses dengan ESP32 dan modul relay 2 channel. Sementara output ada Exhaust Fan, Exhaust Fan menyala Sesuai dari defuzzifikasi Fuzzy logic Mamdani. Sedangkan output buzzer menyala ketika terdeteksinya api yang menyala pada ruangan untuk monitoring bisa melalui akses lewat Blynk, pengaksesan riwayat data sensor input melalui data report menggunakan aplikasi Google Spreadsheet tertampil secara real time dan kemudian tersimpan padda Google Drive.

3.1.2 Desain Hardware

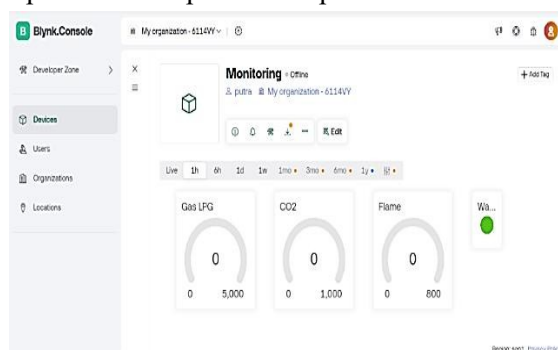
Pada desain Hardware ini telah rancang dengan suatu komponen yang akan di gunakan pada sistem penelitian nantinya, penempatan hardware dirancang sedemikian rupa agar nanti dapat sebuah penataan tata letak yang tepat. Adapun juga gambar yang dapat di lihat pada Gambar 2.



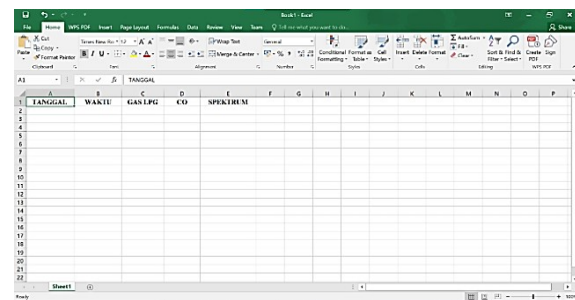
Gambar 2: Desain Hardware

3.1.3 Desain Software

Sistem Interface User diprogram menggunakan monitoring Aplikasi Blynk dengan membuat desain tampilan Interface, sedangkan data Log menggunakan Google spreadsheet daripada data tersebut tercatat secara real-time. Berikut merupakan desain interface Aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet dapat di lihat pada Gambar 3-4.



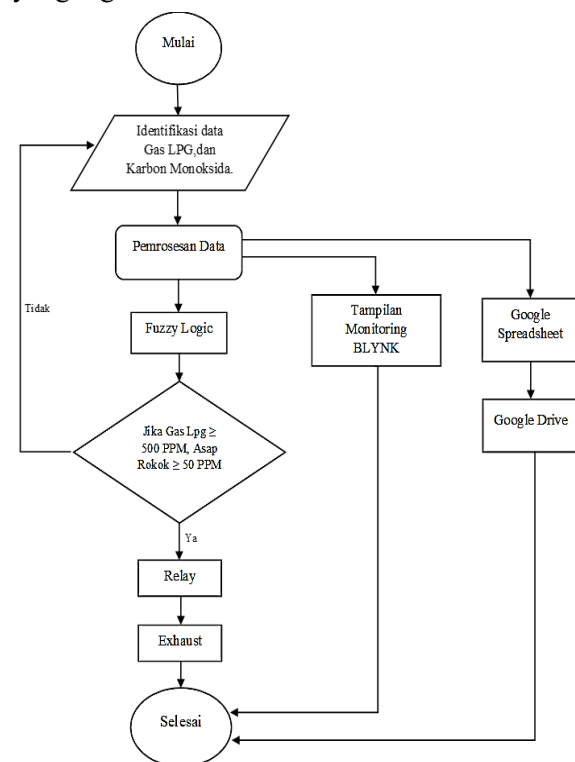
Gambar 3: Desain Aplikasi Blynk



Gambar 4: Desain Google Spreadsheet

3.2 Proses Kerja Sistem

Pada proses tahapan ini akan dijelaskan berikut merupakan alur kerja cara kerja sistem yang digambarkan melalui Gambar 5-6.



Gambar 5: Flowchart Sensor MQ-2 dan Output Exhaust

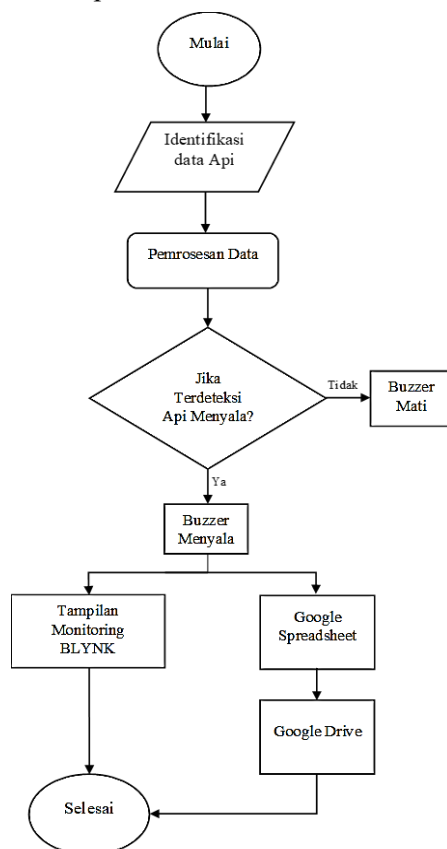
Flowchart diatas dapat diketahui bahwa alat yang akan dibuat memiliki proses kerja sistem :

- Input sensor MQ-2 mengambil data pada ruangan sebagai input data awal, input data ini disesuaikan dengan kebutuhan didalam ruangan. Setelah didapatkan, data akan diproses oleh ESP32. Output exhaust akan menyala sesuai dari aturan Fuzzy Logic Mamdani.
- Aplikasi BLYNK akan memonitoring dari hasil pembacaan nilai parameter sensor dan Google Spreadsheet kemudian akan

mencatat data report pembacaan dari data sensor MQ-2. Dari setiap terjadinya perubahan pada data pembacaan sensor MQ-2 dan data tersebut akan Tertampil secara realtime.

Serta flowchart dibawah ini yang terlihat pada Gambar 6. Dapat diketahui bahwa alat yang akan dibuat memiliki proses kerja sistem :

- Input Flame Sensor mengambil data pada ruangan sebagai input data awal, input data ini sesuaikan dengan didalam rungan. Setelah didapatkan, data akan diproses oleh ESP32. Output Buzzer akan menyala Jika terdeteksinya suatu api di dalam ruangan sedangkan jika tidak terdeteksi Buzzer dalam keadaan mati.
- Aplikasi BLYNK akan memonitoring dari hasil pembacaan nilai parameter sensor dan Google Spreadsheet kemudian akan mencatat data report pembacaan dari data Flame Sensor. Dari setiap terjadinya perubahan pada data pembacaan sensor Flame Sensor dan data tersebut akan Tertampil secara realtime.



Gambar 6: Flowchart Kerja Sistem Flame Sensor dan Output Buzzer

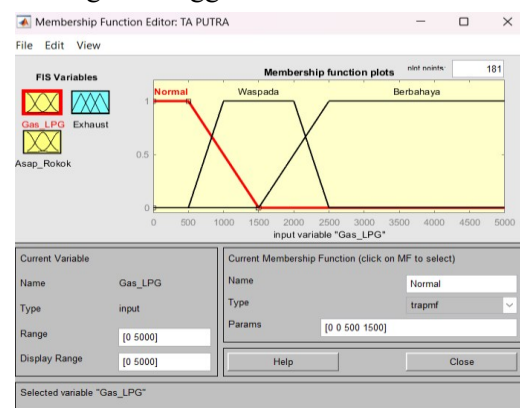
3.3 Perencanaan Metode Fuzzy Logic Mamdani

Perencanaan logika fuzzy Mamdani melibatkan fungsi keanggotaan, basis aturan, dan proses defuzzifikasi. Algoritma yang menentukan tindakan perangkat elektronik dalam sistem yang berjalan akan dimasukkan ke dalam ESP32. Fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 7. Fungsi keanggotaan ini akan ditentukan oleh derajat keanggotaan, yang nantinya menentukan tingkat kesesuaian setiap anggota dengan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan dalam himpunan fuzzy.



Gambar 7: Metode Fuzzy Logic Mamdani

- Fungsi Keanggotaan Gas LPG



Gambar 8: Fungsi Keanggotaan Input Variable Gas LPG

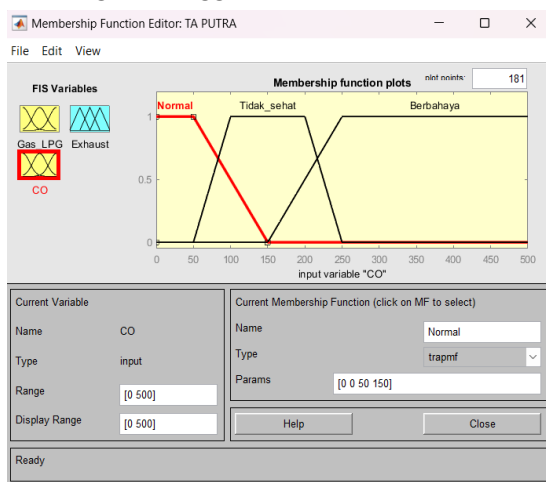
Fungsi Keanggotaan Gas LPG ditunjukkan oleh persamaan 3. 1 – 3. 3 dibawah ini :

$$\mu R \text{ Normal}[x] = \begin{cases} 1, & x < 500 \\ \frac{1500-x}{1500-500}, & 500 \leq x \leq 1500 \\ 0, & x > 1500 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu R \text{ Waspada}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1000 \text{ atau } \leq 2000 \\ \frac{x-500}{2500-1000}; & 500 < x < 1000 \\ \frac{2500-x}{10}; & 2000 < x < 2500 \\ 0; & x \leq 500 \text{ atau } \geq 2500 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu R \text{ Berbahaya}[x] = \begin{cases} 1, & x \geq 2500 \\ \frac{x-1500}{2500-1500}, & 1500 \leq x \leq 2500 \\ 0, & x \leq 1500 \end{cases} \quad (3.3)$$

• Fungsi Keanggotaan CO



Gambar 9: Fungsi Keanggotaan Input Variable CO

Fungsi Keanggotaan CO ditunjukkan oleh persamaan 3. 4 – 3. 6 dibawah ini :

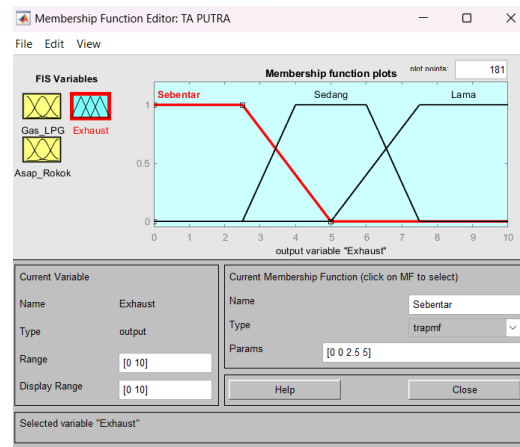
$$\mu R \text{ Normal}[x] = \begin{cases} 1, & x < 50 \\ \frac{150-x}{150-50}, & 50 \leq x \leq 150 \\ 0, & x > 150 \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\mu R \text{ Tidak Sehat}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 100 \text{ atau } \leq 200 \\ \frac{x-50}{250-100}; & 50 < x < 100 \\ \frac{250-x}{10}; & 200 < x < 250 \\ 0; & x \leq 50 \text{ atau } \geq 250 \end{cases} \quad (3.5)$$

$\mu R \text{ Berbahaya}[x]$

$$= \begin{cases} 1, & x \geq 250 \\ \frac{x-150}{250-150}, & 150 \leq x \leq 250 \\ 0, & x \leq 150 \end{cases} \quad (3.6)$$

• Fungsi Keanggotaan Output Exhaust



Gambar 10: Fungsi Keanggotaan Output Variable Exhaust

Fungsi Keanggotaan Output Exhaust ditunjukkan oleh persamaan 3. 7 – 3. 9 dibawah ini :

$$\mu R \text{ Sebentar}[x] = \begin{cases} 1, & x < 2,5 \\ \frac{5-x}{5-2,5}, & 2,5 \leq x \leq 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\mu R \text{ Sedang}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 4,5 \text{ atau } \leq 5,5 \\ \frac{x-2,5}{7,5-2,5}; & 2,5 < x < 4,5 \\ \frac{7,5-x}{10}; & 5,5 < x < 7,5 \\ 0; & x \leq 2,5 \text{ atau } \geq 7,5 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\mu R \text{ Lama}[x] = \begin{cases} 1, & x \geq 7,5 \\ \frac{x-5}{7,5-5}, & 5 \leq x \leq 7,5 \\ 0, & x \leq 5 \end{cases} \quad (3.9)$$

Aturan Rules Fuzzy Mamdani yang digunakan untuk basis aturan output dari nilai kadar Gas LPG, CO sebagai berikut :

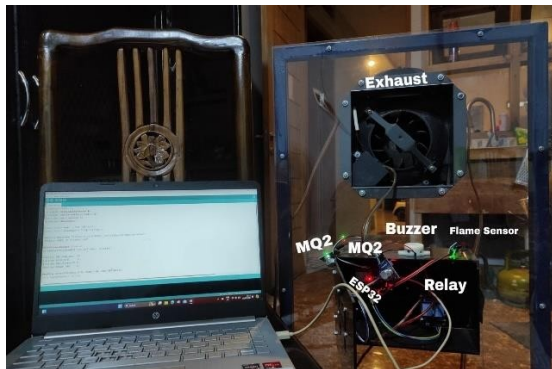
Table 1: Rules Fuzzy Logic Mamdani

NO	Gas LPG	CO	Exhaust
1	Normal	Normal	Sebentar

2	Normal	Tidak Sehat	Sedang
3	Normal	Berbahaya	Lama
4	Waspada	Normal	Sebentar
5	Waspada	Tidak Sehat	Sedang
6	Waspada	Berbahaya	Lama
7	Berbahaya	Normal	Sedang
8	Berbahaya	Tidak Sehat	Lama
9	Berbahaya	Berbahaya	Lama

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem alat ini menggunakan piranti ESP32 dengan sensor MQ-2 untuk mendeteksi kadar gas LPG serta CO dan Flame Sensor untuk mendeteksi suatu api yang menyala. Prototipe ini dibuat menggunakan metode fuzzy logic mamdani.



Gambar 11: Prototipe Sistem Peringatan Dini Keamanan Rumah Tangga

Pengujian ini dilakukan selama 3 jam pada objek tempat dapur rumah yang dapat dilihat pada Gambar 11.

4.1 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor ialah suatu penambahan indikator persamaan untuk mencapai tujuan tersebut, menguji kelayakan sensor untuk menghasilkan hasil sesuai metrik yang diinginkan yaitu akurasi dan presisi. Berikut ini merupakan hasil pengujian sensor MQ-2 yang dapat di lihat pada Table 2-5.

4.1.1 Pegujian Sensor MQ-2

Table 2: Pengujian Sensor MQ-2 Gas LPG

Waktu	Gas LPG (PPM)	Gas Detector (PPM)	Error (%)
1 Juli 2024 at 12.13	1.320	1.317	0.01
1 Juli 2024 at 12.43	527	525	0.02
1 Juli 2024 at 13.13	975	972	0.02
1 Juli 2024 at 13.43	688	683	0.01
1 Juli 2024 at 14.13	744	747	0.01
1 Juli 2024 at 14.43	467	465	0.01
Rata-rata error			0.01

Table 3: Pengujian Sensor MQ-2 Kadar CO

Waktu	Kadar CO (PPM)	Gas Detector (PPM)	Error (%)
1 Juli 2024 at 12.13	57	55	0.01
1 Juli 2024 at 12.43	89	90	0.01
1 Juli 2024 at 13.13	156	155	0.01
1 Juli 2024 at 13.43	191	190	0.01
1 Juli 2024 at 14.13	163	163	0
1 Juli 2024 at 14.43	139	139	0
Rata-rata error			0.01

Dari Table 2-3 diketahui hasil kalibrasi tersebut mendekati nilai yang akurat dengan rata-rata error kadar gas LPG sebesar 0.01% dan kadar CO sebesar 0.01%.

4.1.2 Pengujian Flame Sensor

Table 4: Pengujian Flame Sensor

Tanggal	Jarak (cm)	Pemacaan sensor
1 Juli 2024	10	Terdeteksi api
1 Juli 2024	30	Terdeteksi api
1 Juli 2024	50	Terdeteksi api
1 Juli 2024	80	Terdeteksi api
1 Juli 2024	100	Terdeteksi api

1 Juli 2024	120	Tidak terdeteksi
-------------	-----	------------------

Dari Table 4 diketahui hasil pengujian Flame Sensor tersebut yang telah di bandingkan keadaan api menyala mendekati nilai yang akurat dengan memiliki deteksi api sampai 100cm.

4.1.3 Pengujian Metode Fuzzy Logic mamdani

Table 5: Pengujian Fuzzy Logic Mamdani

Rules Fuzzy Logic Mamdani	Output Sistem	Output Matlab	Error (%)
LPG 1.320 CO 57	2.31	2.33	0.01
LPG 527 CO 89	3.63	3.65	0.01
LPG 975 CO 156	5.14	5.16	0.01
LPG 688, CO 191	5.98	6.00	0.01
LPG 744 CO 163	5.37	5.39	0.01
LPG 467 CO 139	4.69	4.71	0.01
Rata-rata error			0.01

Pengujian fuzzy logic mamdani yang dapat di lihat pada Table 5 dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat output exhaust dari sistem yang dibandingkan dengan output matlab memiliki rata-rata eror sebesar 0.01%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan, pembuatan dan pengujian alat untuk mencapai nilai akurat dan maksimal, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Sensor MQ-2 dapat membaca nilai parameter Kadar gas LPG dan Kadar CO sangat baik, dengan akurasi rata-rata error sebesar 0.01%.
- Flame Sensor telah di uji dengan keadaan api menyala mendekati nilai yang akurat dengan memiliki deteksi api sampai jarak 100cm.
- Fuzzy Logic Mamdani dapat menghasilkan nilai defuzzifikasi yang sesuai dengan error rata-rata sebesar 0.01%, sehingga exhaust berputar sesuai dengan aturan yang ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arrasyid M.R.A.N., Rahmadani M.A., Nurriszky M.Y., 2018. "Analisis perilaku keselamatan penggunaan tabung gas LPG pada pekerja di rumah makan warteg di Kelurahan Kalianyar Kecamatan Tambora Jakarta Barat", ARKESMAS, vol. 3, no. 1, 26-31.
- [2] American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH). 2008. Carbon monoxide. in: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- [3] Fivit Marwita., (2021). "Sistem Monitoring Sirkulasi Udara Pada Ruang Dapur Hotel", Program Studi Teknik Elektro, Sinusoida Vol. XXIII No. 1.
- [4] S. Dewi., D. G. Prasetyo., and F. Hidayat., "Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Menggunakan SMS Module Berbasis Mikrokontroler ATmega," Insa. -J. Inov. dan Sains Tek. Elektro, vol. 1, no. 2, 2020.
- [5] SINAGA., R. A. (2019). "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Arduinouno". Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas sains dan Teknologi.
- [6] Ichibot., (2021), "Spesifikasi Relay 2 Channel" dari[ONLINE]<https://store.ichibot.id/product/modul-relay-2-channel-2ch-5v/>.
- [7] Bahari, W. P., & Sugiharto., A. (2019). "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT)". (Doctoral dissertation, University of Technology Yogyakarta).
- [8] Yoga Kusuma Wardhana., Cok Gede Indra Partha., I Wayan Sukerayasa., (2021), "Pemanfaatan Udara Buang Exhaust Fan Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dengan Pengaruh Penambahan Honeycomb Berbasis ATMEGA 2560". Jurnal SPEKTRUM Vol. 8, No. 1 Maret 2021.
- [9] Blynk., 2017. Blynk. [Online] Tersedia di: <https://www.blynk.cc/> [Diakses 06 February 2018].
- [10] Ganapathy, R. (2016). Learning google apps script. Packt Publishing Ltd.
- [11] Jogiyanto, H.M. (2005). Sistem Teknologi: Pendekatan Terintegrasi: Konsep Dasar, Teknologi, Aplikasi Pengembangan dan Pengelolaan. Edisi ke-2. BPFE Yogyakarta: Andi Offset.

- [12] Putri, S. N., & Saputro, D. R. S. (2021, February). Construction fuzzy logic with curve shoulder in inference system mamdani. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1776, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.