

TUGAS AKHIR

**SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS
LPG PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS
MENGUNAKAN FUZZY LOGIC**



DISUSUN OLEH:

ANDRIKHA RAMADHON

203510375

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2026

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : ANDRIKHA RAMADHON
NPM : 203510375
Kelompok Keahlian : Internet of Things (IoT)
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul TA : SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS LPG
PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS
MENGUNAKAN FUZZY LOGIC

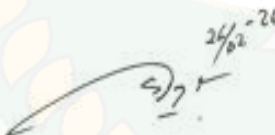
Format sistematika dan pembahasan materi pada masing-masing bab dan sub bab dalam tugas akhir ini telah dipelajari dan dinilai relatif telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kriteria-kriteria dalam metode penelitian ilmiah. Oleh karena itu tugas akhir ini dinilai layak dapat disetujui untuk disidangkan dalam ujian **Seminar Tugas Akhir**.

Pekanbaru, 30 Januari 2026

Di sahkan oleh :

Penguji I

Penguji II


Dr. Ir. Akmar Efendi, S.Kom, M.Kom


Mulyanto, S.T., M.Cs., Ph.D

Ketua Program Studi

Dosen Pembimbing

Teknik Informatika


Dr. Ir. Des Suryani, M.Sc


Dr. Evizal, S.T., M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN
DEWAN PENGUJI TUGAS AKHIR

Nama : Andrikha Ramadhon
NPM : 203510375
Kelompok Keahlian : Internet of Things (IoT)
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul TA : SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS LPG
PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN FUZZY
LOGIC

Tugas Akhir ini secara keseluruhan dinilai telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kaidah-kaidah dalam penulisan penelitian ilmiah serta telah diuji dan dapat dipertahankan dihadapan dewan penguji. Oleh karena itu, Tim Penguji Ujian Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menyatakan bahwa mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan Telah Lulus Mengikuti Ujian Tugas Akhir Pada Tanggal 12 Maret 2026 dan disetujui serta diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Bidang Ilmu Teknik Informatika.

Pekanbaru, 31 Maret 2026

Dewan Penguji

- | | |
|---|---|
| 1. Pembimbing : Dr. Ir. Evizal Abdul Kadir, M.Eng | () |
| 2. Penguji 1 : Mulyanto, S.T., M.Cs., Ph.D | () |
| 3. Penguji 2 : Dr. Ir. Akmar Efendi, S.Kom, M.Kom | () |

Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



Dr Ir DES SURYANI, M.Sc.
NIDN. 1026126801

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 12 Maret 2026



Andrikha Ramadhon
NPM : 203510375

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan Puji dan Syukur atas kehadiran Allah Yang Maha Esa serta Rahmat dan hidayah-Nya sehingga diberikan kesehatan, kelancaran, kemudahan, dan kekuatan dalam penyusunan Proposal Skripsi dengan judul “SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS LPG PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC”.

Penyusunan Proposal Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat kelulusan sebagai sarjana di Fakultas Teknik Informatika Universitas Islam Riau. Selain itu, penyusunan Proposal Skripsi ini bertujuan untuk menambah wawasan dan pengetahuan.

Atas tersusunnya Proposal Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Evizal Abdul Kadir, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing

Penulis tentu menyadari bahwa Proposal ini masih belum sempurna dan masih terdapat kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca yang bersifat membangun. Penulis juga meminta maaf atas kekurangan yang terdapat dalam Proposal ini.

Pekanbaru, 19 Januari 2026



Andrikha Ramadhon

SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGUNAKAN FUZZY LOGIC

Andrikha Ramadhon

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

Email: andrikharamadhon@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Kebocoran gas merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi dan dapat menimbulkan bahaya serius seperti kebakaran dan ledakan, yang berdampak negatif terhadap keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan dan material. Kebocoran gas dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kelalaian pengguna, kerusakan instalasi gas, maupun kondisi lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mendeteksi kebocoran gas secara dini serta memberikan peringatan agar potensi terjadinya kebakaran dapat diminimalkan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka muncul ide untuk membuat sistem pendeteksi dan peringatan kebocoran gas menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dengan mengimplementasikan metode fuzzy logic yang berfungsi untuk menentukan tingkat potensi kebakaran dan memberikan peringatan secara otomatis. Konsep kerja sistem ini adalah menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi kadar gas, sensor flame untuk mendeteksi keberadaan api, serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban ruangan. Seluruh data sensor yang diperoleh akan dikirim dan diproses oleh mikrokontroler ESP32, kemudian diolah menggunakan perhitungan metode fuzzy logic untuk menentukan tingkat potensi kebakaran. Hasil pengolahan data tersebut selanjutnya akan ditampilkan pada LCD serta dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk melakukan monitoring secara realtime. Informasi yang akan ditampilkan adalah kadar gas, suhu, keberadaan api, dan estimasi potensi terjadinya kebakaran. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu meningkatkan keamanan ruangan dan meminimalkan resiko kebakaran akibat kebocoran gas.

Kata Kunci : Kebocoran Gas, Fuzzy Logic, ESP32, Sensor MQ-2, Sensor Flame, Sensor DHT22, Internet of Things (IoT)

SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGUNAKAN FUZZY LOGIC

Andrikha Ramadhon

Department of Informatics Engineering, Faculty of Engineering, Islamic University of Riau

Email: andrikharamadhon@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Gas leakage is one of the common problems that can cause serious hazards such as fires and explosions, which have negative impacts on human safety as well as environmental and material damage. Gas leakage can be caused by various factors, including user negligence, gas installation damage, and environmental conditions. Therefore, a system capable of detecting gas leakage at an early stage and providing warnings is required to minimize the potential occurrence of fires. Based on these problems, this study proposes the development of a gas leakage detection and warning system using Internet of Things (IoT) technology by implementing a fuzzy logic method to determine the level of fire potential and automatically generate warnings. The working concept of this system utilizes an MQ-2 sensor to detect gas concentration, a flame sensor to detect the presence of fire, and a DHT22 sensor to measure room temperature and humidity. All sensor data obtained are transmitted to and processed by the ESP32 microcontroller, then analyzed using fuzzy logic calculations to determine the estimated level of fire potential. The processed results are displayed on an LCD and sent to the Blynk application for real-time monitoring. The information displayed includes gas concentration, temperature, flame detection, and the estimated potential for fire occurrence. With the implementation of this system, it is expected to enhance room safety and minimize the risk of fires caused by gas leakage.

Keywords: Gas Leakage, Fuzzy Logic, ESP32, MQ-2 Sensor, Flame Sensor, DHT22 Sensor, Internet of Things (IoT)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas).....	9
2.2.2 Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto	9
2.2.3 ESP32.....	10
2.2.4 Sensor MQ2.....	11
2.2.5 Sensor DHT-22	13
2.2.6 Sensor Flame	14
2.2.7 Liquid Crystal Display (LCD)	15
2.2.8 Buzzer	16
2.2.9 Blynk.....	17

2.3	Kerangka Pemikiran	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Analisa Sistem Yang Berjalan	21
3.2	Perancangan Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto	22
3.2.1	Fuzzifikasi	23
3.2.2	Pembentukan Aturan	29
3.2.3	Defuzzifikasi	30
3.3	Support	31
3.3.1	Spesifikasi Perangkat Keras	31
3.3.2	Spesifikasi Perangkat Lunak	33
3.4	Perancangan Perangkat Keras	34
3.4.1	Rangkaian Keseluruhan Konfigurasi Perangkat Keras	34
3.5	Blok Diagram	35
3.6	<i>Use Case Diagram</i>	36
3.7	<i>Diagram Activity</i>	37
3.8	<i>Sequence Diagram</i>	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1.	Hasil Perancangan Hardware.....	41
4.2.	Hasil Pengujian Fuzzy	43
4.2.1	Perhitungan Otomatis Oleh Sistem	43
4.2.2	Perhitungan Manual	46
4.3.	Hasil Pengujian Software	47
4.3.1	Web Dashboard	48
4.4.	Hasil Pengujian Hardware.....	49
4.4.1	Pengujian Sensor MQ2	49
4.4.3	Pengujian Sensor DHT-22.....	51
4.4.4	Pengujian Rangkaian Keseluruhan	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1	KESIMPULAN	58

5.2	SARAN.....	59
	DAFTAR PUSTAKA.....	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Pin Out</i> ESP32	10
Gambar 2. 2 <i>Pin Out</i> MQ2	12
Gambar 2. 3 <i>Pin Out</i> DHT22.....	13
Gambar 2. 4 <i>Pin Out</i> Sensor Api	14
Gambar 2. 5 Display LCD	15
Gambar 2. 6 Modul Buzzer	17
Gambar 2. 7 Aplikasi Blynk	18
Gambar 2. 8 Kerangka Pemikiran	20
Gambar 3. 1 Keanggotaan Variabel Nilai Gas LPG	24
Gambar 3. 2 Keanggotaan Variabel Nilai Api	25
Gambar 3. 3 Keanggotaan Variabel Nilai Suhu.....	27
Gambar 3. 4 Keanggotaan Variabel Nilai Tingkat Kebakaran	28
Gambar 3. 5 Rangkaian Keseluruhan Konfigurasi Perangkat Keras.....	35
Gambar 3. 6 Blok Diagram	35
Gambar 3. 7 Use Case Diagram	37
Gambar 3. 8 Diagram Activity	38
Gambar 4. 1 Alat Pendeteksi Kebocoran Gas.....	41
Gambar 4. 2 Alat dan Web Dashboard	42
Gambar 4. 3 Hasil Perhitungan Oleh Sistem Estimasi Kebakaran Rendah	44
Gambar 4. 4 Perhitungan Oleh Sistem Estimasi Kebakaran Sedang	45
Gambar 4. 5 Perhitungan Oleh Sistem Estimasi Kebakaran Tinggi.....	45
Gambar 4. 6 Web Dashboard.....	48
Gambar 4. 7 Estimasi Terjadinya Kebakaran Rendah.....	54
Gambar 4. 8 Estimasi Terjadinya Kebakaran Sedang	55
Gambar 4. 9 Estimasi Terjadinya Kebakaran Tinggi.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32	11
Tabel 2. 2 Pin MQ2.....	12
Tabel 2. 3 Pin DHT22	14
Tabel 2. 4 Pin Sensor Flame	15
Tabel 2. 5 Pin LCD 16X2	16
Tabel 3. 1 Kriteria Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i>	22
Tabel 3. 2 Himpunan Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i> Fuzzy	22
Tabel 3. 3 Aturan Fuzzy Metode Tsukamoto Penentu Tingkat kebakaran	29
Tabel 3. 4 Spesifikasi Perangkat Keras	32
Tabel 3. 5 Spesifikasi Harga	32
Tabel 3. 6 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	33
Tabel 3. 7 Keterangan Activity Diagram.....	38
Tabel 4. 1 Pengujian sensor MQ-2	49
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Flame	51
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor DHT-22	52
Tabel 4. 4 Pengujian Rangkaian Keseluruhan	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) merupakan produk yang diproduksi oleh PT Pertamina (Persero) dan banyak digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. LPG tersedia dalam tiga ukuran tabung, 3 kilogram, 12 kilogram, dan 50 kilogram. LPG tersusun dari gas propana dan butana, LPG ini digunakan secara luas di rumah tangga, restoran, dan usaha kecil untuk memenuhi kebutuhan memasak, pendinginan, serta kebutuhan lainnya yang memerlukan pasokan gas yang stabil dan efisien (Arsyad, 2021). Kehadiran gas LPG yang efisien dalam penggunaannya membuatnya menjadi pilihan yang populer di kalangan masyarakat. Namun, seperti halnya dengan setiap bahan bakar yang mudah terbakar, penggunaan gas LPG juga memiliki risiko yang signifikan terkait kebocoran yang dapat menyebabkan kecelakaan serius, termasuk kebakaran, ledakan, atau keracunan gas.

Di Indonesia, gas LPG digunakan secara luas dan sudah menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari setiap orang. Ini dimulai dengan perpindahan dari minyak tanah ke LPG yang terus meningkat setiap tahun. Akibatnya, masyarakat perlahan meninggalkan penggunaan minyak tanah dan tidak lagi menggunakannya. Penggunaan gas LPG ini banyak diminati dan dinikmati oleh masyarakat karena sangat praktis dalam penggunaannya. Selain itu, gas LPG memiliki banyak manfaat bagi masyarakat. Biayanya yang hemat dan api yang dihasilkan adalah gas yang bersih, dan tidak

meninggalkan kerak pembakaran seperti yang dihasilkan oleh minyak tanah. Meskipun telah ada upaya untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya keamanan gas dan penerapan regulasi yang lebih ketat, kejadian kebocoran gas LPG masih terjadi secara tidak terduga dan dapat menimbulkan dampak yang merugikan.

Salah satu masalah utama dalam mendeteksi kebocoran gas LPG secara dini adalah keterbatasan sistem deteksi konvensional yang umumnya hanya mengandalkan sensor gas yang sederhana. Sensor-sensor ini mungkin tidak sensitif terhadap kadar gas yang rendah atau tidak mampu memberikan informasi yang cukup untuk mengambil keputusan cepat dan tepat dalam situasi darurat. Selain itu, kebanyakan sistem deteksi yang ada juga memiliki keterbatasan dalam hal konektivitas dan integrasi dengan sistem peringatan yang efektif.

Penulis akan membuat alat untuk mengatasi masalah tersebut dengan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pengumpulan data langsung dari sensor yang terhubung ke internet. Hal ini membantu memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu Ketika terjadi kebocoran gas. Dengan mengimplementasikan logika fuzzy, sistem ini dapat lebih baik dalam menginterpretasi data dari sensor, sehingga menghasilkan peringatan dini yang akurat dan meningkatkan respon yang dibutuhkan dalam menangani situasi kebocoran gas. Pada alat ini, sensor yang digunakan adalah sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas bocor, sensor DHT-22 untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam ruangan, dan sensor api untuk mendeteksi api yang muncul sebagai hasil dari kebocoran gas. Dari data hasil pengukuran variabel input akan

dijadikan indikator alarm dan notifikasi peringatan berupa status tingkat bahaya kebakaran yang akan terjadi yang dikirim ke aplikasi Blynk.

1.2 Identifikasi Masalah

Ada beberapa masalah yang dapat diambil dari latar belakang ini untuk diidentifikasi :

1. Kebocoran gas di dalam ruangan merupakan ancaman yang sangat serius bagi keselamatan penghuni. Gas yang bocor dapat menyebabkan keracunan, kebakaran, dan ledakan. Kebocoran gas seringkali sulit terdeteksi oleh indra manusia sebelum mencapai tingkat yang berbahaya.
2. Kurangnya sistem pendeteksi dan peringatan kebocoran gas adalah masalah yang perlu diperhatikan. Tanpa sistem yang kurang memadai, akan sulit untuk mendeteksi kebocoran gas pada ruangan.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana fuzzy logic dapat digunakan untuk membangun sistem yang mendeteksi dan memperingatkan kebocoran gas di ruangan berbasis Internet of Things?
2. Bagaimana fuzzy logic dapat digunakan untuk membuat sistem berbasis Internet of Things yang dapat mendeteksi dan memperingatkan saat terjadinya kebocoran gas?

1.4 Batasan Masalah

Beberapa ruang lingkup diskusi masalah yang disajikan adalah untuk memenuhi tujuan penulis :

1. Sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas yang terurai diudara.
2. Menggunakan sensor DHT-22 untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam ruangan.
3. Menggunakan sensor Api untuk mengidentifikasi api yang disebabkan oleh kebocoran gas.
4. Menggunakan mikrokontroler ESP32, sehingga dapat mengirim data dengan bantuan Wi-Fi.
5. Sistem fuzzy inference metode Tsukamoto digunakan untuk mengolah data dari hasil pengukuran masing-masing sensor untuk menentukan tingkat bahaya kebakaran yang akan terjadi. Hasil *output* akan ditampilkan pada LCD dan diawasi melalui aplikasi Blynk.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sebuah sistem berbasis Internet of Thing yang menggunakan fuzzy logic untuk mendeteksi dan memperingatkan saat terjadinya kebocoran gas di ruangan.

2. Melakukan pengujian dan mengevaluasi kinerja dari sistem pendeteksi dan peringatan kebocoran gas pada ruangan berbasis Internet of Thing menggunakan fuzzy logic yang telah dirancang.

1.6 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat dari penelitian ini :

1. Diharapkan bisa membantu meningkatkan keselamatan penghuni bangunan.
2. Sebagai referensi untuk pengembangan sistem deteksi dan peringatan kebocoran gas yang lebih baik lagi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh (Sujono & Shoimaturrodliyah, 2021) mengacu pada sistem yang akan dibuat untuk merancang sebuah alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas didalam ruangan, dengan menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas yang bocor, dan menggunakan mikrokontroller NodeMCU sebagai otak dari alat yang akan dibuat. Dan memberikan output berupa notifikasi melalui server blynk, LCD untuk menampilkan nilai gas, dan *buzzer* sebagai alarm bahwa telah terjadi kebocoran gas pada ruangan. Penelitian yang akan penulis lakukan memiliki relevansi terhadap penelitian ini untuk membuat alat yang bisa mendeteksi kebocoran gas.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Barqi et al 2022) juga mengacu pada alat yang dibuat, dalam pembuatan alat ini, menggunakan mikrokontroller Esp8266 sebagai otak dari alat, sensor MQ-6 untuk menghitung jumlah gas terurai di dalam ruangan, dan mengukur suhu dan kelembaban ruangan dengan menggunakan sensor DHT-11. Buzzer juga digunakan pada alat ini untuk memberikan peringatan awal pada saat terjadi kebocoran gas di dalam ruangan. Serta sistem ini mengimplementasikan fuzzy logic metode tsukamoto dalam mendeteksi kebocoran gas, sehingga kebocoran gas dapat di deteksi secara baik dan akurat dalam memberikan

status siaga akan terjadi kebakaran. Bot telegram juga digunakan pada alat ini untuk mengirimkan status siaga beserta nilai input gas dan suhu.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dedi Satria, 2023) mengacu pada pembuatan alat ini, menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroller untuk membuat alat ini, sensor MQ-2 dan MQ-6 mendeteksi gas dan asap terurai di dalam ruangan, dan sensor DHI-11 mengukur suhu dan kelembapan di dalam ruangan. Sistem ini akan memberikan peringatan dalam bentuk berupa SMS.

Penelitian sebelumnya yang telah diacu dipilih berdasarkan kemiripan dengan penelitian yang akan dilakukan. Meskipun demikian, terdapat beberapa perbedaan yang mencolok pada alat yang akan dibuat. Beberapa persamaan yang ditemui dalam penelitian terdahulu mencakup tampilan hasil pengukuran melalui LCD 16X2, buzzer sebagai alarm peringatan, dan konektivitas alat dengan jaringan internet. Namun perbedaan signifikan antara penelitian terdahulu dan alat yang akan dibuat adalah penggunaan mikrokontroller yang berbeda, dan pemilihan sensor yang berbeda, yaitu mikrokontroler ESP32 yang akan menjadi otak dari alat, penggunaan sensor gas MQ-2 untuk mengukur gas yang terurai di dalam ruangan, sensor DHT-22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan di dalam ruangan, dan sensor api digunakan untuk mendeteksi percikan api yang disebabkan oleh kebocoran gas, dan menggunakan buzzer sebagai output untuk memberikan sinyal atau bunyi tanda bahaya bahwa tingkat kebakaran pada ruangan sangat tinggi. Metode fuzzy juga diimplementasikan pada alat

ini untuk mengambil keputusan cerdas berdasarkan data yang telah diolah oleh sistem untuk menghasilkan output persentase terjadi kebakaran.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas)

Gas LPG adalah produk dari kilang minyak dan kilang gas. LPG terdiri dari karbon dan hidrogen dan terdiri dari senyawa hidrokarbon Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}), yang memiliki persentase masing-masing 30% propana dan 70% butana. Jika terjadi persenyawaan di udara karna kebocoran, LPG yang digunakan sebagai bahan bakar sangat mudah terbakar.

Karakteristik gas LPG adalah termasuk tekanan yang besar, kemampuan untuk menghambur secara perlahan di udara, dan memiliki berat jenis yang lebih besar daripada udara, tidak mengandung racun berbahaya saat terhirup, dan memiliki daya pemanas yang cukup tinggi (Ismail et al., 2017).

2.2.2 Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto

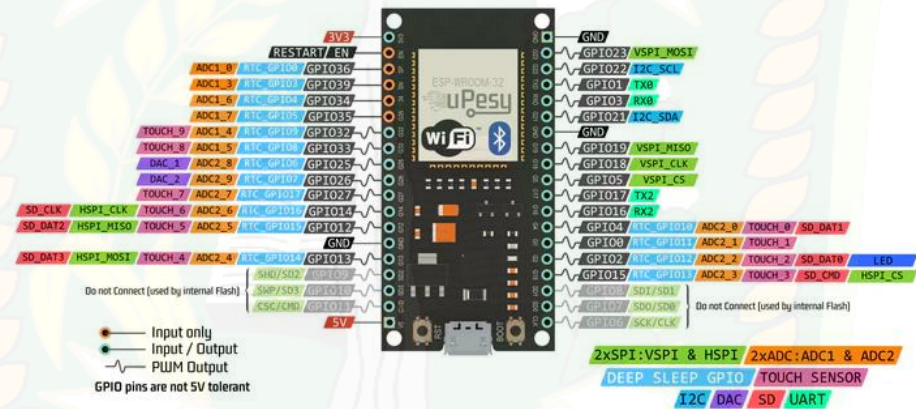
Menurut metode Tsukamoto ini, setiap ide dalam aturan IF-THEN harus diwakili dengan himpunan dan fungsi keanggotaan yang bersifat monoton. Oleh karena itu, output dari setiap aturan diberikan dengan tegas (crisp) berdasarkan a-predikat dan hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

Ada tiga variable input, yaitu A, B, dan C, dan satu variable, yaitu Z. Variable A memiliki himpunan, A1, A2, dan A3, variable B memiliki himpunan, B1, B2, dan B3

dan variable C memiliki himpunan, C1, C2, and C3. Selain itu, variabel Z memiliki himpunan Z1, Z2, and Z3. (Permatasari et al., 2016).

2.2.3 ESP32

Espressif Systems sebuah perusahaan berbasis yang berada di Shanghai China, membuat mikrokontroler yang disebut ESP32. Fitur Wi-Fi mikrokontroler ini memungkinkannya terhubung ke jaringan tanpa menggunakan perangkat tambahan. Gambar 2.1 menunjukkan pin keluar ESP32.



Gambar 2. 1 Pin Out ESP32

Mikrokontroler ESP32 memiliki interface yang lengkap dengan Wi-Fi bawaan, sehingga cocok digunakan untuk alat yang menggunakan teknologi IoT. (Kusumah & Pradana, 2019). Spesifikasi ESP32 dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

No	Atribut	Spesifikasi
1	Tegangan	3,3 V
2	Processor	Tensilica L108 32 BIT
3	Kecepatan Processor	Dual 160 MHz
4	RAM	520K
5	GPIO	34 Pins
6	ADC	7 Pins
7	SPI	3 Pins
8	I2C	2 Pins
9	UART	3 Pins

2.2.4 Sensor MQ2

Sensor MQ2 merupakan alat atau komponen elektronika yang dapat dihubungkan ke sebuah mikrokontroler digunakan untuk mendeteksi dan menghitung konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap, memiliki output sebagai tegangan analog. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di dalam rumah. Sensor ini juga dapat mendeteksi gas seperti LPG, *i-butana*, *propane*, *methane*, *alcohol*, *hydrogen*, *smoke*. Dan dapat di atur sensitifitasnya dengan cara memutar trimpot (Mluyati & Sadi, 2019). Bentuk sensor MQ-2 dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Pin Out MQ2

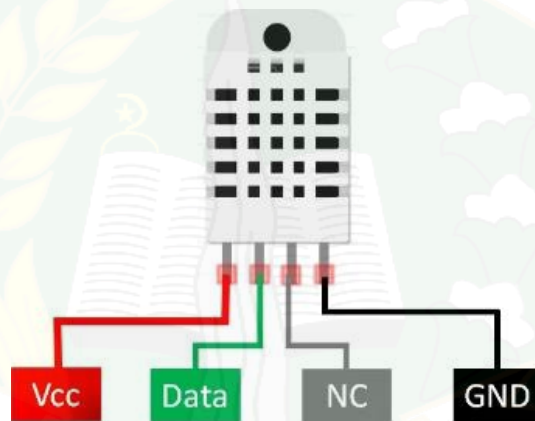
Sensor ini memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi gas berbahaya yang mudah terbakar dengan respon yang sangat cepat dan sensitivitas yang tinggi. Sensor MQ2 ini memiliki 4 pin analog yang bisa dihubungkan ke mikrokontroler ESP32, yang akan menampilkan sinyal analog melalui tegangan 5V DC. Keterangan pin sensor MQ2 dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Pin MQ2

Pin	Keterangan
Pin 1 OA	Output Analog
Pin 2 OD	Output Digital
Pin 3 GND	Dihubungkan ke ground Negatif
Pin 4 VCC.	Dihubungkan ke tegangan +5V

2.2.5 Sensor DHT-22

Sensor DHT-22 juga dikenal sebagai AM2302 DHT22, adalah komponen elektronik yang dapat mengukur suhu dan kelembaban lingkungan sekaligus. *Output* analog DHT22 ini dapat diolah oleh mikrokontroler. Sensor DHT22 ini merupakan model terbaru dari seri sebelumnya yaitu DHT11, sensor ini memiliki resolusi, frekuensi sampel, dan akurasi yang paling tinggi dan lebih baik (Kinnansih & Dzulkifli, 2022). Bentuk sensor DHT22 dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pin Out DHT22

Output sensor DHT22 adalah sinyal digital yang mampu mengukur suhu dan kelembapan dengan jangkauan yang sangat luas dan didukung oleh koefisien kalibrasi pada chip memori, sehingga sangat cepat untuk digunakan di luar. DHT22 ini hanya memerlukan konsumsi daya 3,3-6 VDC. Jumlah pin pada sensor DHT22 ini adalah 4, keterangan setiap pin terdapat pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Pin DHT22

Pin	Keterangan
Pin 1 VCC	Dihubungkan ke tegangan +5V
Pin 2 GND	Dihubungkan ke <i>ground</i> Negatif
Pin 3 Data	Mengirim Data
Pin 4 NC	<i>Not Connected</i>

2.2.6 Sensor Flame

Sensor api terdiri dari komponen elektronika yang bisa digunakan untuk mendeteksi api. Sensor ini mendeteksi api melalui spektrum cahaya infra merah dan ultraviolet, dan microprocessor yang berada di dalam sensor ini dan akan membedakan spektrum cahaya yang terdeteksi pada api. Bentuk sensor flame dapat dilihat pada gambar 2.4.

**Gambar 2. 4 Pin Out Sensor Api**

Sensor api ini biasanya digunakan untuk mendeteksi api di ruangan apartemen, rumah sakit, perhotelan, dan perkantoran. Ini karena sensor ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi api dengan panjang gelombang antara 760nm dan 1100nm. Sudut

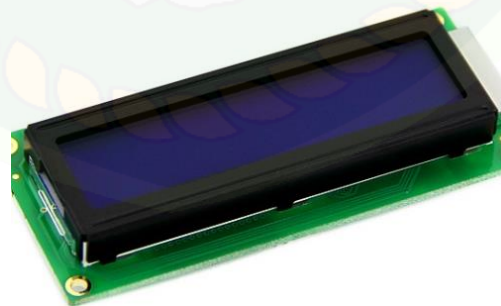
pembacaan besarnya adalah 60 °C, dan suhu normal sensor ini berkisar antara 25 hingga 85 °C. (Madhar, 2018). Jumlah pin pada sensor flame ini adalah 4, keterangan dari masing masing pin dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2. 4 Pin Sensor Flame

Pin	Keterangan
PIN 1 VCC	Dihubungkan ke tegangn +5V
PIN 2 GND	Dihubungkan ke groun Negatif
PIN 3 DO	Digital Analog
PIN 4 AO	Analog Output

2.2.7 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah elektronika yang berfungsi untuk menampilkan output sistem pada layar yang berbentuk gambar atau citra. LCD ini dapat menampilkan data dalam bentuk angka, karakter, huruf, dan grafik. Bentuk dari LCD dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Display LCD

LCD 16x2 ini dapat menampilkan data hingga 32 karakter, terdiri dari dua baris dengan masing masing 16 karakter. Teknologi CMOS logic yang digunakan oleh display ini tidak menghasilkan cahaya sendiri melainkan memantulkan cahaya dari sekitarnya ke arah front line atau mentransmisikan cahaya dari backlight. (Kuniawan et al., 2019). Jumlah pin pada display ini adalah 16, keterangan dari pin dapat dilihat pada table 2.5.

Tabel 2. 5 Pin LCD 16X2

Pin	Keterangan
Pin 1 GND	Dihubungkan ke ground negatif
Pin 2 VCC	Dihubungkan ke tegangan +5V
Pin 3 Kontras	Mengatur tingkat kontras dan pencahayaan
Pin R5	Register Select
Pin RW	Read dan Write LCD
Pin EN	Enable
Pin D0-D7	Data Input dan Output
Pin Backlight	VCC + LED
Pin Backlight (-)	Ground - LED

2.2.8 Buzzer

Buzzer adalah salah satu bagian elektronika yang memiliki kemampuan untuk mengeluarkan suara yang dengan alarm. Buzzer ini bekerja dengan cara mengubah

energi getaran listrik menjadi suara. Bagian kumparan pada diafragma akan dialiri arus listrik, dan mengubahnya menjadi elektromagnet. Setiap pergerakan kumparan yang ditarik keluar dan masuk akan membuat diafragma bergerak bolak-balik, membuat udara bergetar lalu menghasilkan suara. (Siregar & Hambali, 2020). Umumnya buzzer ini digunakan untuk keamanan anti maling pada perumahan dan untuk keamanan lainnya. Bentuk buzzer dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Modul Buzzer

2.2.9 Blynk

Blynk adalah platform open data dan *API* IoT yang memungkinkan pengguna dapat mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan bertindak untuk membaca dan menampilkan data dari sensor. Blynk dapat diintegrasikan ke berbagai jenis arduino, seperti esp8266, nodeMCU, RaspBerry Pi, dan banyak lagi.



Gambar 2. 7 Aplikasi Blynk

Blynk adalah aplikasi yang digunakan dalam membuat aplikasi IoT yang dapat membuat antarmuka untuk project dengan mudah. Selain itu, Blynk adalah platform yang dapat digunakan pada berbagai perangkat keras, menggunakan aplikasi berbasis iOS dan Android untuk mengontrol perangkat Arduino, ESP, Raspberry Pi, dan lainnya melalui internet. (Gunawan et al., 2020).

2.3 Kerangka Pemikiran

Pada tahapan ini menunjukkan bagaimana penelitian mulai dari tahap awal hingga mencapai tujuan akhir. Gambar 2.8 menunjukkan struktur penelitian ini

PERMASALAHAN
- Kebocoran gas di dalam ruangan merupakan ancaman syang sangat serius bagi keselamatan penghuni. Gas yang bocor dapat menyebabkan keracunan, kebakaran, dan ledakan. Kebocoran gas

seringkali sulit terdeteksi oleh indra manusia sebelum mencapai tingkat yang berbahaya.

- Kurangnya sistem pendeteksi dan peringatan kebocoran gas adalah masalah yang perlu diperhatikan. Tanpa sistem yang kurang memadai, akan sulit untuk mendeteksi kebocoran gas pada ruangan.



SOLUSI

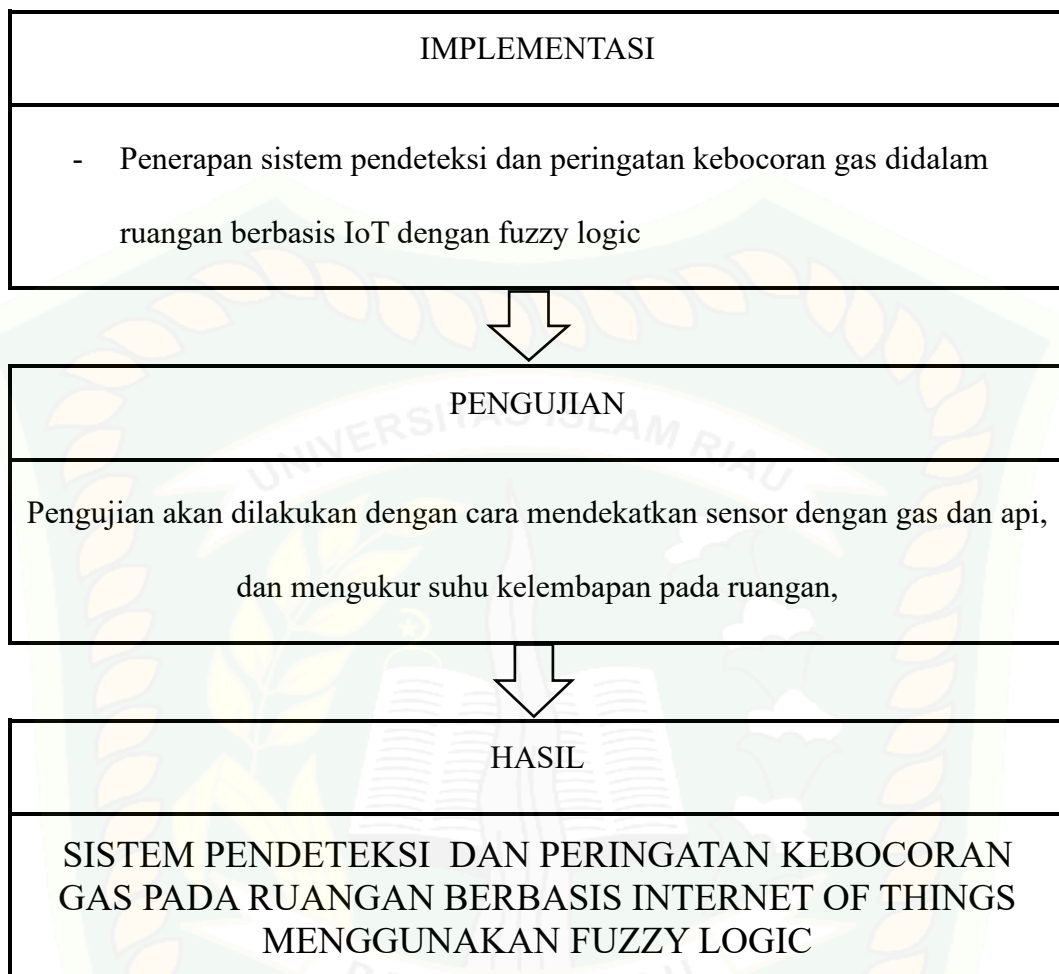
- Menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas didalam ruangan.
- Menggunakan sensor DHT-22 untuk mengukur suhu dan kelembaban didalam ruangan.
- Menggunakan sensor Flame untuk mendeteksi api yang timbul karna kebocoran gas tersebut.
- Mikrokontroler ESP32 yang dikoneksikan dengan Blynk Apps dan Server Lokal. Menggunakan bantuan Wi-Fi



PENGEMBANGAN

- Specification & Design : Rangkaian alat dengan Fritzing.
- Coding : C / C++ (Arduino IDE).
- Testing.





Gambar 2. 8 Kerangka Pemikiran

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisa Sistem Yang Berjalan

Untuk menganalisa prosedur ini, penting untuk memahami prosedur yang sedang berlangsung untuk memberikan gambaran tentang sistem yang akan dibangun. Selain itu, penting untuk mengetahui tujuan *user* sehingga masalah dapat dijelaskan dengan jelas.

Penggunaan gas LPG pada rumah tangga dan tempat komersial semakin meningkat setiap waktu, namun risiko kebocoran gas yang tidak terdeteksi dapat menimbulkan dampak serius, seperti kebakaran hingga ledakan. Kebocoran gas yang tidak diketahui dapat menyebabkan penumpukan gas berbahaya di dalam ruangan, yang berpotensi mengancam keselamatan penghuni. Kurangnya informasi mengenai peringatan dini terhadap kebocoran gas membuat penghuni sering merasa khawatir, terutama ketika tidak berada di lokasi. Dengan itu, perlunya sebuah sistem yang dapat mendeteksi kebocoran gas yang efektif dan otomatis untuk memberikan notifikasi peringatan dini. Dengan menggunakan konsep IoT yang terhubung dengan jaringan internet, memungkinkan monitoring jarak jauh secara real time. Dengan mengimplementasikan logika fuzzy, sistem ini mampu memberikan keputusan yang cerdas berdasarkan tingkat kebocoran gas yang terdeteksi, sehingga peringatan yang diberikan lebih akurat dan tepat waktu.

3.2 Perancangan Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto

Pada perancangan dengan metode ini, dimulai dengan menetapkan variabel input dan variabel output. Variabel yang ditetapkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada table 3.1.

Tabel 3. 1 Kriteria Untuk Variable Input dan Output

Nama	Keterangan	Fungsi
NG	Nilai Gas	Variabel <i>Input</i>
NA	Nilai Api	Variabel <i>Input</i>
NS	Nilai Suhu	Variabel <i>Input</i>
TK	Tingkat Kebakaran	Variabel <i>Input</i>

Selanjutnya pembentukan himpunan input dan output fuzzy yang terdapat dalam tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Himpunan Variabel *Input Output* Fuzzy

Variabel		Himpunan Fuzzy		Domain
Nama	Notasi	Nama	Notasi	
		Rendah	R	[0 – 60]
NG	X1	Sedang	S	[35 – 85]
		Tinggi	T	[60 – 100]
		Rendah	D	[0 – 50]

NA	X2	Sedang	S	[50 – 60]
		Tinggi	J	[50 – 100]
		Rendah	D	[0 – 50]
NS	X3	Sedang	S	[20 – 80]
		Tinggi	J	[50 – 100]
		Rendah	R	[0 – 15]
TK	Z	Sedang	S	[16 – 30]
		Tinggi	T	[31 – 90]

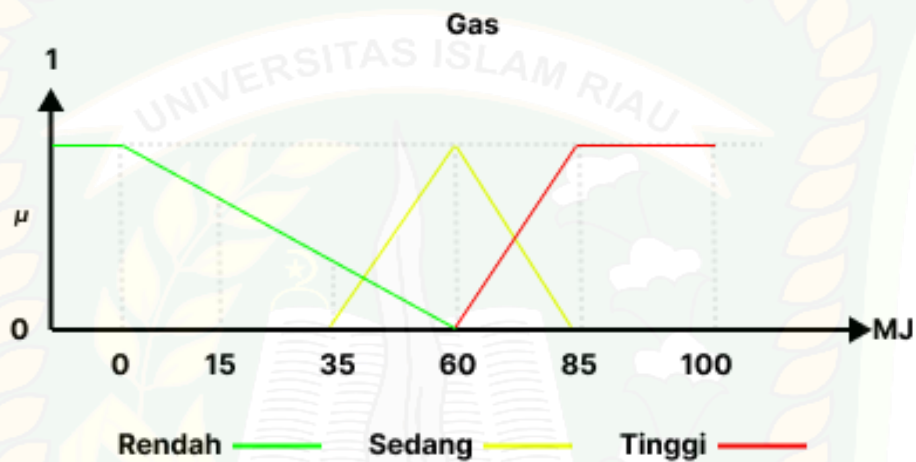
Dalam menentukan tingkat bahaya terjadinya kebakaran, variabel input adalah gas, suhu ruangan, dan api. Dan nilai output berupa keputusan yang tegas (crisp) tingkat bahaya kebakaran menggunakan metode fuzzy Tsukamoto , ada 3 tahap yang perlu dilakukan yaitu :

3.2.1 Fuzzifikasi

Pada tahap fuzzifikasi ini, derajat keanggotaan setiap variabel yang dimasukkan harus diwakili dengan kurva turun, linear segitiga, dan linear naik. Dalam metode fuzzy tsukamoto, variabel input dan output akan dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan ini menjadi ciri khas utama pada penalaran logika fuzzy. Kurva fungsi keanggotaan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.:

3.2.1.1 Fungsi Keanggotaan Variabel Input Konsentrasi Nilai Gas LPG

Variabel input gas rendah, sedang, dan tinggi dibuat dengan rentang pengukuran 0 hingga 100 megajoule. Gambar 3.1 menunjukkan kurva keanggotaan variabel nilai gas.



Gambar 3. 1 Keanggotaan Variabel Nilai Gas LPG

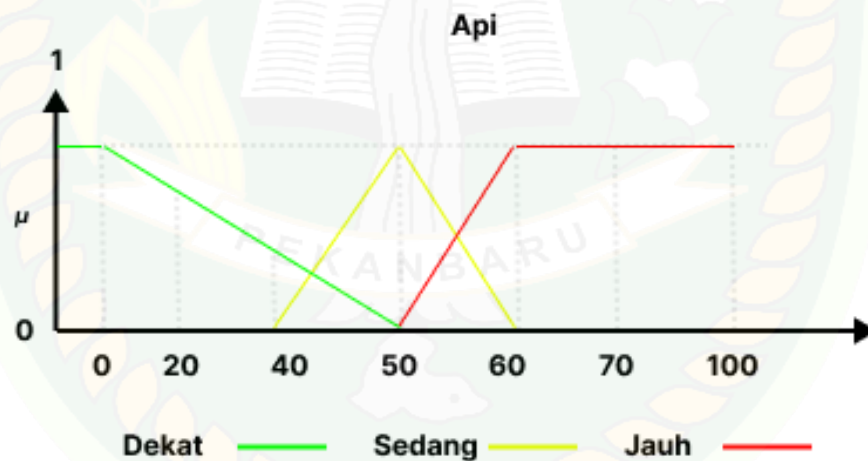
$$(\text{Rendah}) \mu D = \begin{cases} 1 & ; x_1 \leq 0 \\ \frac{60 - x_1}{60} & ; 0 \leq x_1 \leq 60 \\ 0 & ; x_1 \geq 60 \end{cases} \quad 3.1$$

$$(\text{Sedang}) \mu S = \begin{cases} 0 & ; x_1 \leq 35 \text{ atau } x_1 \geq 85 \\ \frac{x_1 - 35}{60 - 35} & ; 35 \leq x_1 \leq 60 \\ \frac{85 - x_1}{85 - 60} & ; 60 \leq x_1 \leq 85 \end{cases} \quad 3.2$$

$$(Tinggi) \mu J = \begin{cases} 0 ; x_1 \leq 60 \\ \frac{x_1 - 60}{100 - 60} ; 60 \leq x_1 \leq 100 \\ 1 ; x_1 \geq 100 \end{cases} \quad 3.3$$

3.2.1.2 Fungsi Keanggotaan Variabel Input Nilai Api

Variabel nilai api dibuat dengan rentang pengukuran 0 sampai dengan 4000. Nilai ini didapat dari hasil pengukuran jarak api yang diukur dengan menggunakan sensor flame. Variabel nilai api memiliki fungsi keanggotaan dekat, sedang, dan jauh. Kurva keanggotaan variabel nilai api akan dijabarkan dan direpresentasikan yang dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Keanggotaan Variabel Nilai Api

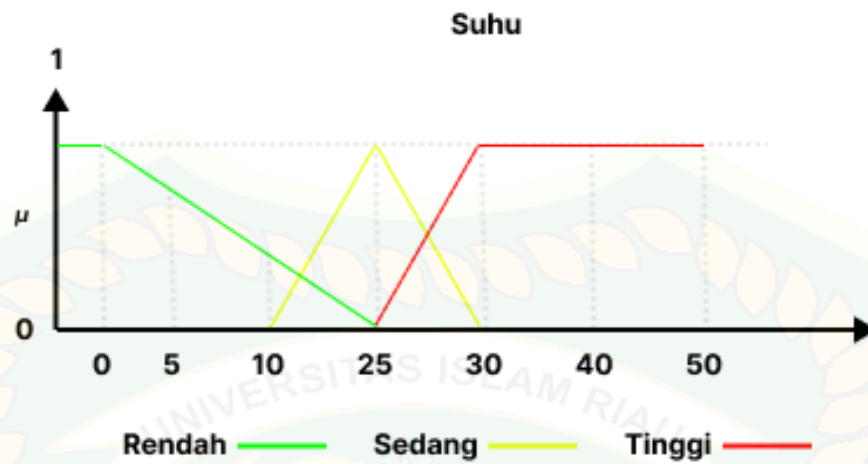
$$(\text{Dekat}) \mu D = \begin{cases} 1 & ; x_2 \leq 0 \\ \frac{50 - x_2}{50} & ; 0 \leq x_2 \leq 50 \\ 0 & ; x_2 \geq 50 \end{cases} \quad 3.4$$

$$(\text{Sedang}) \mu S = \begin{cases} 0 & ; x_2 \leq 40 \text{ atau } x_2 \geq 60 \\ \frac{x_2 - 40}{50 - 40} & ; 40 \leq x_2 \leq 50 \\ \frac{60 - x_2}{60 - 50} & ; 50 \leq x_2 \leq 60 \end{cases} \quad 3.5$$

$$(\text{Jauh}) \mu J = \begin{cases} 0 & ; x_2 \leq 50 \\ \frac{x_2 - 50}{100 - 50} & ; 50 \leq x_2 \leq 100 \\ 1 & ; x_2 \geq 100 \end{cases} \quad 3.6$$

3.2.1.3 Fungsi Keanggotaan Variabel Input Nilai Suhu

Variabel nilai suhu dibuat dengan rentang pengukuran dari 0 sampai 100 °C. Nilai ini didapat dari pengukuran suhu yang diukur dengan menggunakan sensor DHT-22. Variabel nilai suhu ini memiliki fungsi keanggotaan rendah, sedang, dan tinggi. Kurva keanggotaan variabel nilai suhu yang akan dijabarkan dan direpresentasikan yang dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Keanggotaan Variabel Nilai Suhu

$$(\text{Rendah}) \mu D = \begin{cases} 1 & ; x_3 \leq 0 \\ \frac{25 - x_3}{25} & ; 0 \leq x_3 \leq 25 \\ 0 & ; x_3 \geq 25 \end{cases} \quad 3.7$$

$$(\text{Sedang}) \mu S = \begin{cases} 0 & ; x_3 \leq 10 \text{ atau } x_3 \geq 30 \\ \frac{x_3 - 10}{25 - 10} & ; 10 \leq x_3 \leq 25 \\ \frac{30 - x_3}{30 - 25} & ; 25 \leq x_3 \leq 30 \end{cases} \quad 3.8$$

$$(\text{Tinggi}) \mu J = \begin{cases} 0 & ; x_3 \leq 25 \\ \frac{x_3 - 25}{50 - 25} & ; 25 \leq x_3 \leq 50 \\ 1 & ; x_3 \geq 50 \end{cases} \quad 3.9$$

3.2.1.4 Fungsi Keanggotaan Variabel Output Tingkat Bahaya Kebakaran

Variabel Output tingkat bahaya kebakaran dibentuk dari rentang pengukuran dari 0 sampai 90% range ini dibuat untuk mendeteksi tingkat bahaya kebakaran yang akan terjadi berdasarkan data data yang didapat dari masing masing sensor.. Variabel output memiliki fungsi keanggotaan rendah, sedang, dan tinggi. Kurva keanggotaan variabel output tingkat kebakaran akan dijabarkan dan direpresentasikan yang dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3. 4 Keanggotaan Variabel Nilai Tingkat Kebakaran

$$Z = Z_{\max} - a_{\text{predikat}} = (Z_{\max} - Z_{\min});$$

$$Z_{\text{Rendah}} = 15 - a_{\text{predikat}} * (15 - 0)$$

$$Z_{\text{Sedang}} = 16 - a_{\text{predikat}} * (30 - 16)$$

$$Z_{\text{Tinggi}} = 31 - a_{\text{predikat}} * (90 - 31)$$

3.10

3.2.2 Pembentukan Aturan

Pada tahap ini, setiap aturan memiliki pernyataan implikasi dan dilengkapi oleh kaidah if-then. Pada tahap ini diterapkan fungsi MIN pada setiap aturan fuzzy dalam menentukan seluruh α -predikat, selanjutnya output hasil inferensi (crisp) masing-masing aturan dihitung dengan menggunakan nilai seluruh α -predikat.. Pembentukan aturan fungsi ini MIN dilakukan 27 kali. Penyusunan setiap aturan yang dibentuk dengan kaidah *if – then* dengan hasil yang ditentukan oleh logika dalam menentukan tingkat terjadinya kebakaran yang dapat diliha pad tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Aturan Fuzzy Metode Tsukamoto Penentu Tingkat kebakaran

Rule	Gas	Api	Suhu	Output Kebakaran
R1	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
R2	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
R3	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah
R4	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah
R5	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah
R6	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah
R7	Rendah	Jauh	Rendah	Rendah
R8	Rendah	Jauh	Sedang	Rendah
R9	Rendah	Jauh	Tinggi	Rendah
R10	Sedang	Rendah	Rendah	Sedang

R11	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang
R12	Sedang	Rendah	Tinggi	Tinggi
R13	Sedang	Sedang	Rendah	Sedang
R14	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
R15	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi
R16	Sedang	Jauh	Rendah	Sedang
R17	Sedang	Jauh	Sedang	Sedang
R18	Sedang	Jauh	Tinggi	Tinggi
R19	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi
R20	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
R21	Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi
R22	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi
R23	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi
R24	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi
R25	Tinggi	Jauh	Rendah	Tinggi
R26	Tinggi	Jauh	Sedang	Tinggi
R27	Tinggi	Jauh	Tinggi	Tinggi

3.2.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah tahap akhir dalam proses pengolahan data menggunakan metode fuzzy tsukamoto. Setelah tahap fuzzifikasi dan inferensi, maka akan didapatkan beberapa nilai fuzzy yang menggambarkan keputusan atau hasil. Tahap ini akan

mengambil semua hasil perhitungan inferensi dan menggabungkannya menjadi satu nilai yang jelas, dengan cara menghitung rata – rata dari semua nilai yang dihasilkan.

Untuk mencari nilai rata – rata terbobot dapat dicari dengan rumus dibawah ini.

$$Z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 + \alpha_{27} * z_{27}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_{26} + \alpha_{27}} \quad 3.11$$

Penjelasan Rumus :

Z = Variabel Input.

α_1 = Nilai α predikat.

z_1 = Nilai Variabel Ouput.

3.3 Support

Pada tahap ini, penulis akan memberikan penjelasan tentang perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini, serta harga dari masing-masing perangkat untuk pengembangan sistem ini.

3.3.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Dalam pembuatan alat ini, dibutuhkan berbagai alat yang disusun menjadi sebuah prototype. Penulis akan menjelaskan setiap spesifikasi perangkat keras dan perlu dijabarkan dalam membangun sebuah prototype pada tahap implementasi. Spesifikasi dari perangkat keras dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Perangkat Keras

1	Perangkat Keras	Spesifikasi
2	Mikrokontroler	ESP32
3	Sensor Mendeteksi Gas	MQ2
4	Sensor Mendeteksi Api	Sensor Flame
5	Sensor Mengukur Suhu dan Kelembapan	Sensor DHT22
6	Notifikasi Suara	Buzzer
7	Layar Tampilan	Liquid Crystal Display (LCD)

Selain informasi tentang spesifikasi perangkat, informasi tentang harga dari masing-masing komponen perangkat keras juga harus diberikan. Harga dari perangkat keras terdapat pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Spesifikasi Harga

1	Perangkat Keras	Harga
2	ESP32	Rp. 65.000
3	MQ-2	Rp. 25.000
4	Sensor Flame	Rp. 10.000
5	Sensor DHT22	Rp. 25.000
6	Buzzer	Rp. 7.000

7	Liquid Crystal Display (LCD)	Rp. 50.000
---	------------------------------	------------

3.3.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Pada tahap ini penulis menjelaskan apa saja yang dibutuhkan untuk membuat perangkat lunak pada tahap implementasi. Spesifikasi perangkat lunak dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3. 6 Spesifikasi Perangkat Lunak

Perangkat Lunak	Spesifikasi
<i>Cloud Server</i>	Blynk
OS	Windows 10
Aplikasi Pemograman	Arduino IDE 2.3.2
Browser	Google Chrome

Blynk berfungsi sebagai platform untuk menghubungkan ESP32 ke Internet, dengan menyediakan layanan cloud yang memungkinkan ESP32 mengirim data yang telah diproses ke server melalui koneksi WiFi. Dengan demikian, data mengenai persentase tingkat bahaya kebakaran dapat diakses dan dimonitoring secara real-time. Sistem operasi laptop yang digunakan adalah Windows 10 untuk mendukung multitasking serta memaksimalkan kinerja berbagai aplikasi lain. Dalam pengembangan sistem, aplikasi Arduino IDE digunakan untuk mengembangkan dan

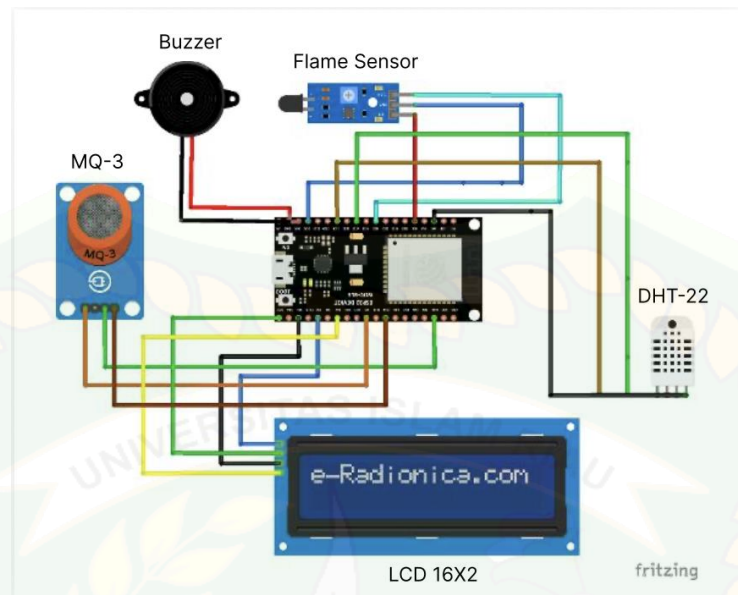
mengirim kode ke mikrokontroler ESP32. Versi Arduino IDE yang digunakan adalah 2.3.2 sebagai versi terbarunya.

3.4 Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini penulis akan menjelaskan tentang uraian dari konfigurasi prototype SISTEM pendeteksi dan peringatan kebocoran gas didalam ruangan berbasis IoT menggunakan fuzzy logic. Perancangan perangkat keras ini adalah rangkaian dari alat yang digunakan untuk dalam membangun prototype sistem pendeteksi dan peringatan kebocoran gas didalam ruangan yang berbasis IoT menggunakan fuzzy logic.

3.4.1 Rangkaian Keseluruhan Konfigurasi Perangkat Keras

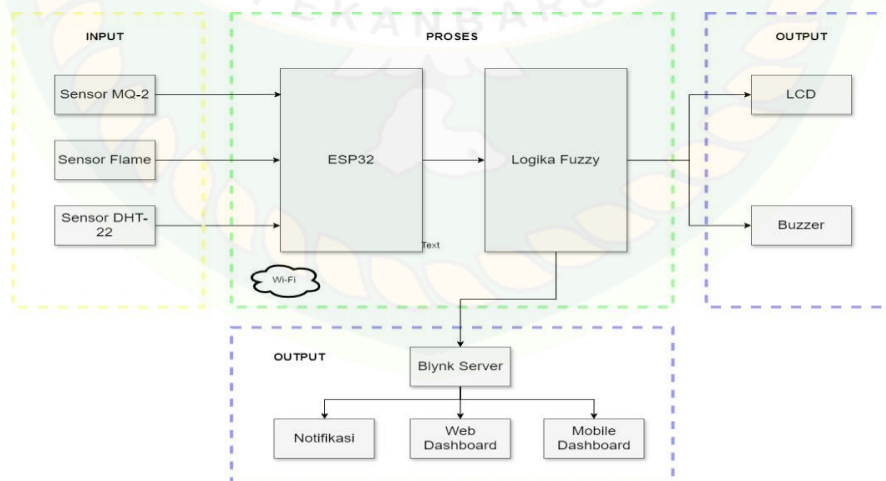
Berikut adalah gambar rangkaian keseluruhan alat sistem pendeteksi dan peringatan kebocoran gas pada ruangan berbasis IoT menggunakan metode fuzzy logic Rangkaian keseluruhan perangkat keras terdapat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Rangkaian Keseluruhan Konfigurasi Perangkat Keras

3.5 Blok Diagram

Dalam perancangan alat ini, alur dari cara kerja alat dapat diilustrasikan kedalam alur blok diagram. Rancangan blok diagram terdapat pada gambar 3.6.



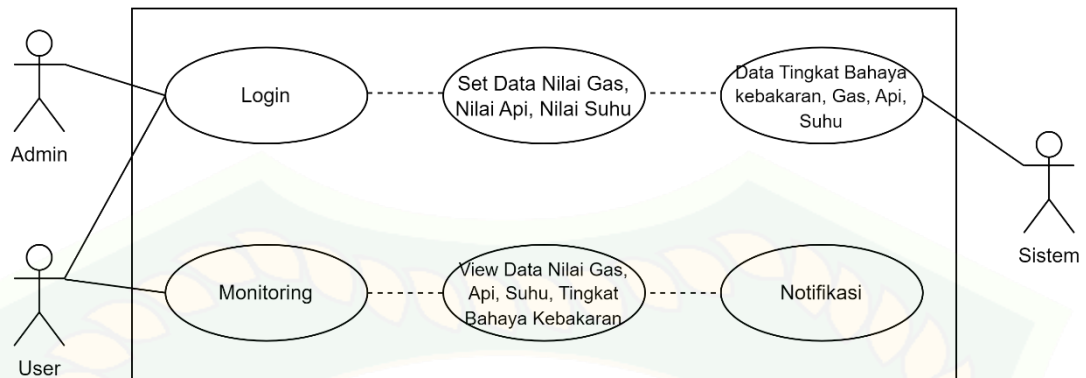
Gambar 3. 6 Blok Diagram

Dalam tahap input masing masing sensor sudah di konfigurasi dengan ESP32, sensor MQ2 digunakan untuk mengukur gas yang terurai didalam ruangan, sensor Flame digunakan untuk mendeteksi dan mengukur api yang timbul, dan sensor DHT22 digunakan sebagai pengukur suhu dan kelembapan didalam ruangan. Yang dimana setiap sensor akan mengukur dan mengirim data ke ESP32.

Pada tahap Proses, ESP32 akan menjadi otak dari alat ini yang digunakan untuk menerima dan mengolah data menggunakan metode fuzzy logic yang sudah diimplementasikan pada ESP32 menggunakan bantuan jaringan Wi-Fi. Kemudian data yang didapat dan sudah diolah akan di kirim ke modul LCD dan digunakan untuk memicu hidupnya alarm dari buzzer. Data data ini nantinya juga akan dikirim ke cloud Blynk melalui koneksi internet, web dashboard yang digunakan sebagai tempat monitoring ruangan secara real time.

3.6 Use Case Diagram

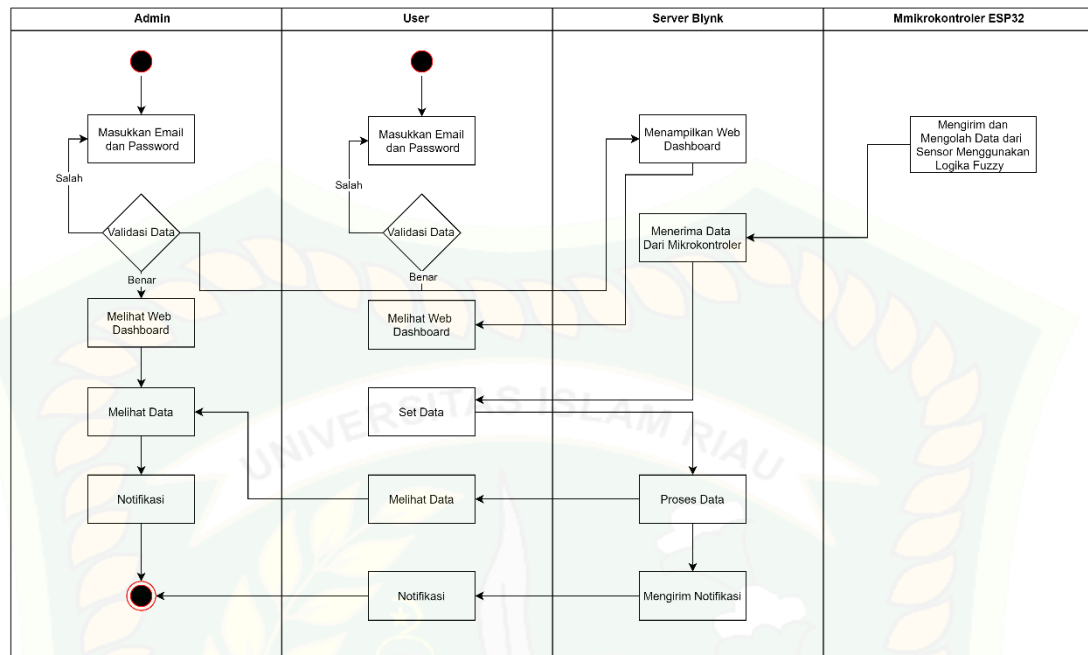
Use case diagram adalah diagram yang menunjukkan interaksi antara sistem dan pengguna. Diagram membantu pengguna untuk melihat fungsi fungsi utama sistem dari sudut pandang pengguna. Terdapat beberapa aktor dalam use case diagram ini termasuk sistem, admin, dan user. Use case diagram dari sistem ini terdapat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Use Case Diagram

3.7 *Diagram Activity*

Activity diagram adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja sebuah sistem. Diagram ini menunjukkan langkah langkah atau aktifitas pada sistem dengan detail. Pada diagram ini, logika suatu sistem dapat dipelajari dan dimengerti dengan mudah. Diagram activity dari sistem ini terdapat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Diagram Activity

Tabel 3.7 akan menjelaskan desain aktifitas sistem, seperti yang dijelaskan oleh Activity Diagram pada gambar 3.8.

Tabel 3. 7 Keterangan Aktivitas Diagram

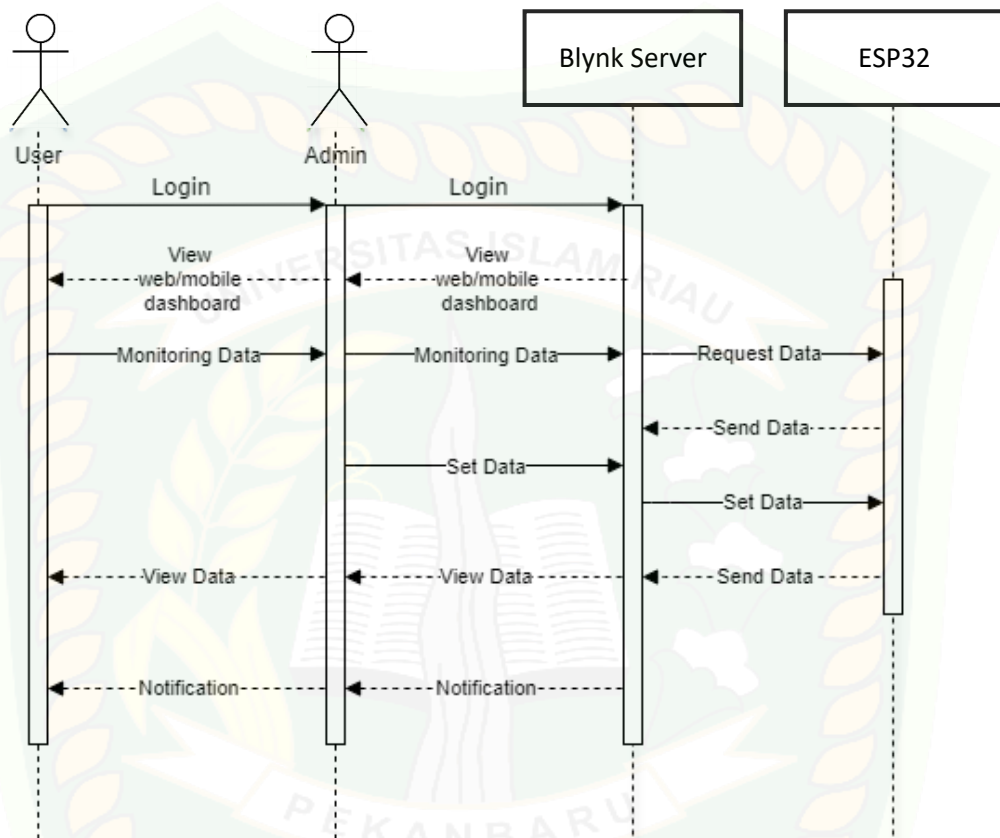
Name Activity Diagram	Activity Diagram System
Server	Blynk Server
Deskripsi	Diagram <i>Activity</i> menjelaskan rancangan aktifitas user, respon sistem pada server dan mikrokontroler.

Prakondisi	Dimulai pada awal sebelum masuk kedalam system			
	Aktifitas User	Aktifitas Admin	Respon Server	Aktifitas Mikrokontroler
Aktifitas dan Respon	1. User berhasil melakukan login 2. Monitoring data	1. Admin berhasil melakukan login 2. Admin setting data 3. Monitoring data	1. Menampilkan Halaman Utama 2. Menampilkan Data Gas, Api, Suhu, dan Persentase tingkat bahaya terjadinya kebakaran	1. Mengirim data yang di dapat dari sensor
Pasca Kondisi	Menampilkan data persentase tingkat bahaya terjadinya kebakaran dan sebagai data monitoring kepada user			

3.8 Sequence Diagram

Diagram sequence merupakan diagram yang menunjukkan alur komunikasi antar bagian dalam sebuah sistem, seperti pengguna dan perangkat, dalam urutan waktu tertentu. Diagram ini memperlihatkan siapa saja yang terlibat, serta bagaimana interaksi atau pesan dikirimkan secara berurutan dari satu objek ke objek lain untuk menyelesaikan sebuah proses. Setiap langkah komunikasi ditampilkan dari atas ke bawah sesuai urutan terjadinya, sehingga kita dapat melihat dengan jelas bagaimana proses tersebut berjalan dari awal sampai akhir. Sequence diagram sangat membantu

untuk memahami dan merancang alur interaksi dalam suatu sistem. Sequence diagram dari sistem ini terdapat pada gambar 3.9.



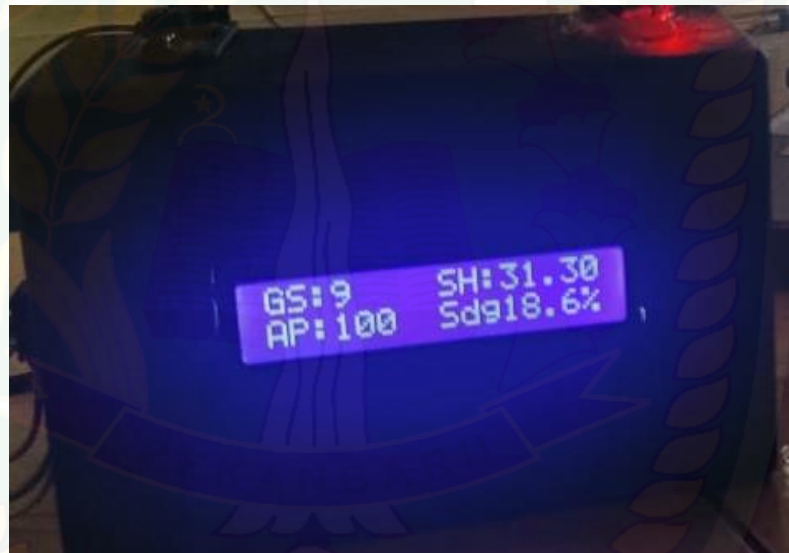
Gambar 3. 9 Sequence Diagram

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Hardware

Gambar dibawah merupakan hasil perancangan hardware Sistem Pendeteksi Dan Peringatan Kebocoran Gas Lpg Pada Ruangan Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Logic yang sudah selesai dirancang. Gambar alat terdapat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Alat Pendeteksi Kebocoran Gas

Gambar 4.2 menunjukkan gambar sistem yang dimonitoring melalui aplikasi Blynk.



Gambar 4. 2 Alat dan Web Dashboard

Pada alat ini, sensor MQ2, sensor flame, dan sensor DHT22 adalah variabel input dalam metode fuzzy logic yang akan digunakan sebagai pengukur dan mendeteksi kebocoran gas yang terjadinya pada ruangan. Alat ini menggunakan ESP32 sebagai otak dalam pemrosesan data untuk mendeteksi kebocoran gas yang dapat menimbulkan kebakaran. Kemudian hasilnya dikirim ke server Blynk yang akan digunakan sebagai monitoring dalam terjadinya kebocoran gas ini.

4.2. Hasil Pengujian Fuzzy

Dalam pengujian metode Fuzzy Tsukamoto dalam sistem mendeteksi kebocoran gas berbasis IoT ini, penulis akan melakukan dua jenis pengujian, pengujian perhitungan otomatis yang dihitung oleh system dan pengujian manual untuk melakukan validasi hasil. Pengujian perhitungan otomatis dilakukan melalui sistem yang telah dirancang, di mana data sensor mq2, sensor flame, dan sensor dht22 akan diolah menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menghasilkan output berupa estimasi potensi terjadinya kebakaram. Hasil dari perhitungan sistem ini kemudian dibandingkan dengan perhitungan manual, yang dilakukan dengan menghitung secara terpisah setiap langkah fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Adapun tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan sistem menghasilkan nilai estimasi potensi kebakaran dini yang akurat dan konsisten dengan perhitungan manual.

4.2.1 Perhitungan Otomatis Oleh Sistem

Pada pengujian perhitungan otomatis oleh sistem ini akan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu kondisi estimasi terjadinya kebakaran pada status Rendah, Sedang dan Tinggi.

Pengujian pertama ini akan menunjukkan kondisi terjadinya kebakaran pada status Rendah. Misalkan sensor MQ-2 membaca ada terjadinya kebocoran gas 9 mj, sensor Flame mendeteksi ada nya percikan api adalah 3, dan sensor DHT22 membaca

suhu pada ruangan 31C , maka hasil perhitungan yang di hitung oleh sistem terdapat pada gambar 4.3.

```
=====
3) Tahap Defuzzycation
=====
Kemungkinan Potensial Kebakaran 8.80%( Rendah )
Gas Kalibrasi : 9
Gas : 385
Api Kalibrasi : 3
Api: 3991
Suhu: 31°C
===== Main =====
Nilai Gas : 9
Nilai Api : 3
Nilai Suhu : 31.80
=====
```

Gambar 4. 3 Hasil Perhitungan Oleh Sistem Estimasi Kebakaran Rendah

Pengujian kedua ini akan menunjukkan kondisi terjadinya kebakaran pada status Sedang. Misalkan sensor MQ-2 membaca ada terjadinya kebocoran gas 47 mj, sensor Flame mendeteksi ada nya percikan api adalah 31, dan sensor DHT22 membaca suhu pada ruangan 31C, maka hasil perhitungan yang di hitung oleh sistem terdapat pada gambar 4.4.

```

=====
3) Tahap Defuzzycation
=====
Kemungkinan Potensial Kebakaran 25.74%( Sedang )
Gas Kalibrasi : 47
Gas : 1935
Api Kalibrasi : 100
Api: 0
Suhu: 31°C
===== Main =====
Nilai Gas : 47
Nilai Api : 100
Nilai Suhu : 31.80
=====

```

Gambar 4. 4 Perhitungan Oleh Sistem Estimasi Kebakaran Sedang

Pengujian ketiga ini akan menunjukkan kondisi terjadinya kebakaran pada status Rendah. Misalkan sensor MQ-2 membaca ada terjadinya kebocoran gas 11 mj, sensor Flame mendeteksi ada nya percikan api adalah 100, dan sensor DHT22 membaca suhu pada ruangan 31C , maka hasil perhitungan yang di hitung oleh sistem terdapat pada gambar 4.5.

```

=====
3) Tahap Defuzzycation
=====
Kemungkinan Potensial Kebakaran 51.75%( Tinggi )
Gas Kalibrasi : 11
Gas : 464
Api Kalibrasi : 100
Api: 0
Suhu: 31°C
===== Main =====
Nilai Gas : 11
Nilai Api : 100
Nilai Suhu : 31.40
=====

```

Gambar 4. 5 Perhitungan Oleh Sistem Estimasi Kebakaran Tinggi

4.2.2 Perhitungan Manual

Dalam pengujian perhitungan manual akan dilakukan sebanyak 3 kali berdasarkan data yang didapat dari perhitungan oleh sistem, yaitu kondisi estimasi terjadinya kebakaran pada status Rendah, Sedang dan Tinggi.

Pada pengujian pertama yang dihitung oleh sistem, data yang diukur oleh masing masing sensor yaitu sensor MQ-2 membaca bahwa terdapat kebocoran gas 9 mj, sensor Flame mendeteksi nilai api adalah 3, dan sensor DHT22 membaca suhu pada ruangan yaitu 31C, maka nilai defuzzifikasinya dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$Z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 \dots + \alpha_{27} * z_{27}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \dots + \alpha_{26} + \alpha_{27}} \quad 3.11$$

$$Z = 8.80$$

Pada pengujian kedua yang dihitung oleh sistem, data yang diukur oleh masing masing sensor yaitu sensor MQ-2 membaca bahwa terdapat kebocoran gas 47 mj, sensor Flame mendeteksi nilai api adalah 100, dan sensor DHT22 membaca suhu pada ruangan yaitu 31C , maka nilai defuzzifikasinya dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$Z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 \dots + \alpha_{27} * z_{27}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \dots + \alpha_{26} + \alpha_{27}} \quad 3.11$$

$$Z = 25.74$$

Pada pengujian ketiga yang dihitung oleh sistem, data yang diukur oleh masing masing sensor yaitu sensor MQ-2 membaca bahwa terdapat kebocoran gas 11 mj, sensor Flame mendeteksi nilai api adalah 100, dan sensor DHT22 membaca suhu pada ruangan yaitu 31C , maka nilai defuzzifikasinya dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$Z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 \dots + \alpha_{27} * z_{27}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \dots + \alpha_{26} + \alpha_{27}} \quad 3.11$$

$$Z = 51.75$$

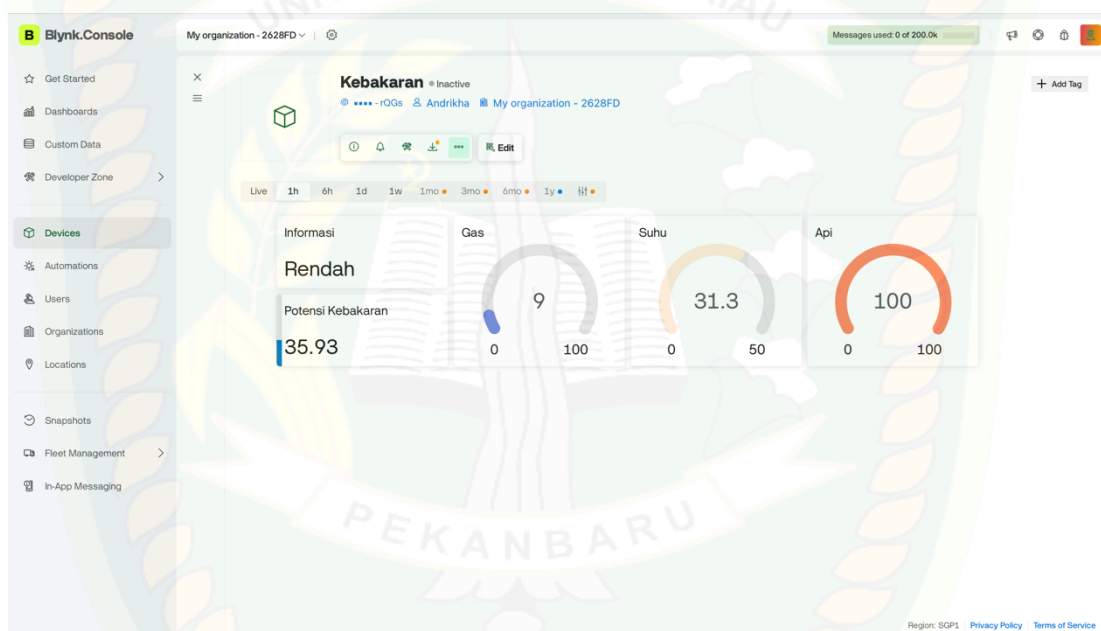
Berdasarkan hasil pengujian perhitungan otomatis yang dihitung oleh sistem dan dengan perhitungan manual, menunjukkan bahwa hasil yang didapat adalah sama, tidak terdapat selisih perbedaan antara kedua metode ini, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi logika fuzzy pada sistem pendeteksi kebocoran gas ini telah berjalan dengan baik dan akurat dalam memprediksi estimasi terjadinya kebakaran yang akan terjadi secara real time.

4.3. Hasil Pengujian Software

Dalam pengujian Software ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari aplikasi Blynk yang digunakan. Software diuji langsung dengan alat yang sudah dirancang dengan menggunakan parameter uji coba yang telah dilakukan untuk melihat apakah data berhasil di kirim secara baik.

4.3.1 Web Dashboard

Tampilan dari web dashboard ini merupakan halaman untuk menampilkan data data yang telah diukur oleh sensor dan diolah dengan logika fuzzy dengan menyajikan realtime monitoring field. Hasil yang didapatkan secara realtime berubah ketika keadaan alat menyala dan terhubung ke internet. Bentuk *interface* dari web dashboard dari sistem ini terdapat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Web Dashboard

Web dashboard monitoring telah berhasil berfungsi dengan baik, menunjukkan alat pendeteksi kebocoran gas ini yang menggunakan sensor MQ2, sensor Flame, sensor DHT-22 telah bekerja dengan baik. Data yang akan ditampilkan secara realtime pada web dashboard adalah nilai gas, nilai api, nilai suhu, estimasi terjadinya

kebakaran, dan status terjadinya kebakaran berdasarkan hasil perhitungan fuzzy logic inferensi tsukamoto. Sistem ini telah menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan platform IoT sudah berjalan dengan baik dan memberikan output monitoring yang akurat dan pasti melalui Blynk.

4.4. Hasil Pengujian Hardware

Dalam pengujian hardware ini, penulis akan menguji 3 sensor utama yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas yaitu sensor MQ-2, sensor Flame, dan sensor DHT-22, serta melakukan pengujian terhadap keseluruhan alat yang telah dirancang.

4.4.1 Pengujian Sensor MQ2

Pada pengujian sensor MQ2 ini perlu dilakukan untuk menguji sensor berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan sistem dengan cara memberikan program ke dalam ESP32 sehingga sensor MQ-2 bisa mengukur setiap kebocoran gas yang naik dan turun. Hasil pengujian sensor MQ-2 terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengujian sensor MQ-2

Pengujian	Gas Terbaca	Rata-rata pembacaan	Keterangan
1	Rendah	23	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada pembacaan nilai gas rendah

2	Sedang	32	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada pembacaan nilai gas sedang
3	Tinggi	50	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada pembacaan nilai gas tinggi

Berdasarkan pengujian sensor MQ2 yang dilakukan lima kali percobaan, dan pengujian ini menghasilkan rata rata pembacaan sensor yang konsisten, maka dapat disimpulkan kinerja sensor MQ2 ini sudah dapat mendeteksi kebocoran gas dengan baik dan akurat.

4.4.2 Pengujian Sensor Flame

Pengujian sensor Flame perlu dilakukan untuk menguji seberapa baik sensor ini dapat mengukur cahaya yang ditimbulkan oleh api yang terjadi dan mengubahnya menjadi data digital yang bisa diolah oleh sistem. Sensor flame bekerja dengan prinsip mendeteksi cahaya api yang sampai ke sensor. Pengujian ini dilakukan dengan mensimulasikan berbagai tingkat cahaya api, mulai dari tingkat cahaya api dekat, sedang, hingga jauh, dengan cara menggunakan korek api sebagai alat pengujiannya. Setiap pengujian akan diulang beberapa kali untuk memastikan konsistensi pembacaan data sensor. Hasil pengujian sensor Flame terdapat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Flame

Pengujian	Intensitas Api	Rata-rata pembacaan	Keterangan
1	Dekat	25	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada pembacaan cahaya api dekat
2	Sedang	52	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada pembacaan cahaya api sedang
3	Jauh	88	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada pembacaan cahaya api jauh

Berdasarkan hasil pengujian sensor Flame yang dilakukan lima kali percobaan dengan cara menghidupkan korek api dengan jarak dekat hingga jauh, dan pengujian ini menghasilkan rata rata pembacaan sensor yang konsisten, maka dapat disimpulkan kinerja sensor sensor Flame ini sudah dapat mengukur cahaya api dengan baik.

4.4.3 Pengujian Sensor DHT-22

Pada pengujian sensor DHT-22 ini perlu dilakukan untuk mengevaluasi sensitifitas sensor dalam mengukur tingkat suhu pada ruangan dan mengubahnya menjadi data digital yang bisa diolah oleh sistem. Sensor DHT-22 ini bekerja dengan mengukur suhu dan kelembapan didalam ruangan, di mana suhu dan kelembapan pada ruangan akan mempengaruhi terjadinya kebakaran. Proses pengujian ini dilakukan dengan menguji sensor ditempat yang lembab atau dingin dan diruangan terbuka atau

panas. Setiap pengujian diulangi beberapa kali untuk memastikan konsistensi hasil pembacaan. Hasil pengujian sensor DHT-22 terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Pengujiam Sensor DHT-22

Pengujian	Suhu	Rata-rata pembacaan (°C)	Keterangan
1	Rendah	24.00	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada suhu rendah
2	Sedang	28.10	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada kekeruhan air sedang
3	Tinggi	31.10	Sensor memberikan pembacaan konsisten pada kekeruhan air tinggi

Berdasarkan hasil pengujian sensor dht-22 yang dilakukan lima kali percobaan, pengujian ini menghasilkan rata rata pembacaan sensor yang konsisten, maka dapat disimpulkan kinerja sensor sensor DHT-22 ini sudah dapat mengukur suhu dan kelembapan didalam dengan baik.

4.4.4 Pengujian Rangkaian Keseluruhan

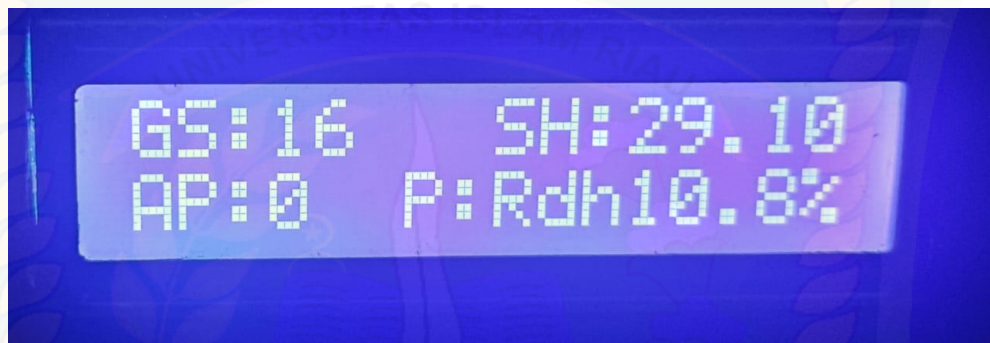
Pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui sistem yang telah di rancang sudah bekerja dengan baik. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dan didapatkan hasil yang terdapat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Gas(mj)	Api	Suhu(°C)	Hasil Fuzzy (%)	Status Kebakaran
9	16	31.70	11.3	Rendah
17	29	31.50	18.20	Sedang
30	43	31.00	20.4	Sedang
41	36	31.60	35.7	Tinggi
67	54	31.10	54.1	Tinggi

Pengujian dilakukan beberapa kali dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem pendeteksi kebocorann gas ini dapat mengkategorikan kondisi berdasarkan pembacaan dari sensor MQ2, sensor flame, sensor DHT-22, dan berdasarkan perhitungan menggunakan logika fuzzy. Pada kondisi atau pengujian pertama menunjukkan bahwa kebocoran gas 9mj, sensor api membaca nilai cahaya api 16, dan sensor DHT-22 membaca nilai suhu 31.70°C, dan menghasilkan output fuzzy estimasi terjadinya kebakaran diangka Rendah 11.3%. Pada pengujian ketiga menunjukkan bahwa kondisi kebocoran gas 30mj, sensor api membaca nilai api 43, dan sensor DHT-22 membaca nilai suhu sedang 31.00, dan menghasilkan output fuzzy estimasi terjadinya kebakaran diangka Sedang 20.4%. Pada pengujian kelima menunjukkan bahwa kondisi kebocoran gas 67mj, sensor api membaca nilai api 54, dan sensor DHT-22 membaca nilai suhu 31.10°C, dan menghasilkan output fuzzy estimasi terjadinya kebakaran diangka Tinggi 54.1%.

Apabila sistem memprediksi status estimasi terjadinya kebakaran adalah rendah, maka alarm tidak akan berbunyi. Pada layar LCD, menampilkan nilai pembacaan dari sensor MQ-2 yaitu 16MJ, nilai api 0, dan suhu pada ruangan 29.10°C dan menghasilkan output estimasi terjadinya kebakaran adalah rendah 10.8% yang terdapat pada gambar 4.7.



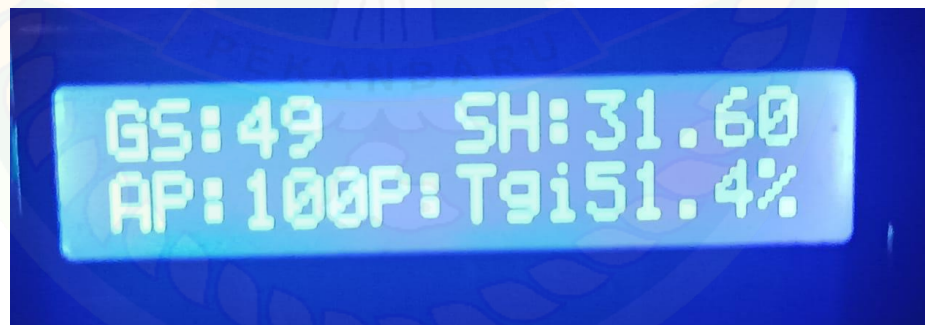
Gambar 4. 7 Estimasi Terjadinya Kebakaran Rendah

Apabila sistem memprediksi status estimasi terjadinya kebakaran adalah sedang, maka alarm tidak akan berbunyi. Pada layar LCD, menampilkan nilai pembacaan dari sensor MQ-2 yaitu 20MJ, nilai api 64, dan suhu pada ruangan 30.40°C dan menghasilkan output estimasi terjadinya kebakaran adalah rendah 28.6% yang terdapat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Estimasi Terjadinya Kebakaran Sedang

Apabila sistem memprediksi status estimasi terjadinya kebakaran adalah sedang, maka alarm tidak akan berbunyi. Pada layar LCD, menampilkan nilai pembacaan dari sensor MQ-2 yaitu 49MJ, nilai api 100, dan suhu pada ruangan 31.60°C dan menghasilkan output estimasi terjadinya kebakaran adalah rendah 51.4% yang terdapat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Estimasi Terjadinya Kebakaran Tinggi

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa alat pendeteksi dan peringatan kebocoran gas LPG yang dirancang ini telah terbukti efektif dalam memprediksi

terjadinya kebakaran dan memberikan peringatan dini dalam terjadinya kebakaran. Prediksi ini didasarkan pada kondisi nyata yang diukur oleh sensor-sensor seperti sensor MQ2 untuk mendeteksi dan mengukur kebocoran gas, sensor Flame untuk mendeteksi percikan atau cahaya api, serta sensor DHT-22 untuk mengukur suhu dan kelembapan didalam ruangan. Alat ini mampu mengolah data secara real-time menggunakan metode Fuzzy Logic Tsukamoto, sehingga memberikan output keputusan berupa estimasi terjadinya kebakaran. Dengan demikian, sistem ini nantinya dapat membantu masyarakat dalam mengambil langkah pencegahan lebih awal dan cepat sebelum bencana kebakaran benar-benar terjadi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengembangan dan pengujian yang telah selesai dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Alat pendeteksi dan peringatan kebocoran gas LPG berbasis IoT Menggunakan metode fuzzy logic yang menggunakan sensor MQ2, sensor Flame, sensor DHT-22, Mikrokontroler ESP32 sebagai tempat pemrosesan data, buzzer digunakan untuk alarm peringatan bahwa kebakaran akan terjadi, menggunakan aplikasi Blynk berbentuk website dashboard untuk melakukan monitoring terjadinya kebakaran sudah bekerja dan berfungsi dengan baik sehingga sistem ini memprediksi estimasi terjadinya kebakaran secara akurat berdasarkan kondisi nyata.
2. Alat ini nantinya dapat memberikan peringatan dini bahwa akan terjadinya kebakaran secara cepat, sehingga dapat mengambil tindakan dan langkah lebih awal dalam menangani bencana kebakaran ini, dan diharapkan dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana ini.

5.2 SARAN

Beberapa saran bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan penelitian ini

1. Memilih dan menggunakan sensor yang lebih baik dan canggih yang memiliki tingkat sensitivitas dan akurasi yang lebih baik dalam mendeteksi kebocoran gas dan cahaya yang ditimbulkan oleh api.
2. Membuat website atau aplikasi mobile untuk monitoring terjadinya kebakaran untuk memberikan peringatan langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M. (2021). Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Teknik (SENASTIKA), 2021*(Senastika), 1–14.
- Barqi, D. A., Utomo, M. S., Nurraharjo, E., & Budiarmo, Z. (2022). Sistem Peringatan Dini Kebocoran Gas LPG Menggunakan ESP8266 dan API Telegram dengan Metode Fuzzy. *Jurnal Teknoinfo*, 16(2), 213. <https://doi.org/10.33365/jti.v16i2.1762>
- Dedi Satria. (2023). Sistem Peringatan Dini Kebakaran Dan Kebocoran Gas LPG Berbasis Notifikasi SMS Gateway. *Jurnal Informatika*, 2(2), 9–13. <https://doi.org/10.57094/ji.v2i2.1025>
- Gunawan, I., Akbar, T., & Giyandhi Ilham, M. (2020). Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.29408/jit.v3i1.1789>
- Ismail, R. L., Suseno, J. E., & Suryono, S. (2017). Rancang bangun sistem pengaman kebocoran gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) menggunakan mikrokontroler. *Youngster Physics Journal*, 6(4), 368–376.
- Kinnansih, I. W., & Dzulkifli. (2022). Rancang Bangun Alat Pengontrol Suhu dan Kelembapan Pada Tempat Penetasan Telur Menggunakan Sensor DHT22 dan Motor Swing Berbasis IoT. *57Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 11(3), 57–72.
- Kuniawan, H., Triyanto, D., & Nirmala, I. (2019). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Dan Monitoring Banjir Menggunakan Arduino Dan Website. *Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 07(01), 11–22.
- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal CERITA*, 5(2), 120–134. <https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237>
- Madhar. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Kebakaran Dengan Fitur Gps Berbasis Website. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 2(1), 367–372. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/1692>
- Mluyati, S., & Sadi, S. (2019). Internet of Things (IoT) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 dan SIM800L. *Jurnal Teknik*, 7(2). <https://doi.org/10.31000/jt.v7i2.1358>
- Permatasari, H. S., Suyatno, A., & Kridalaksana, A. H. (2016). Sistem Pendukung

Keputusan Pemilihan Program Studi Di Universitas Mulawarman Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus : Fakultas MIPA). *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.30872/jim.v10i1.19>

Siregar, D. A., & Hambali, H. (2020). Alat Pembasmi Hama Tanaman Padi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Tegangan Kejut Listrik. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 55–62. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.17>

Sujono, & Shoimaturrodliyah. (2021). Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis Iot. *Exact Papers in Compilation*, 3(4), 433–438.



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU
NOMOR : 0836/KPTS/FT-UIR/2025
TENTANG PENGANGKATAN TIM PEMBIMBING PENELITIAN DAN PENYUSUNAN SKRIPSI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

- Membaca** : Surat Ketua Program Studi Teknik Informatika Nomor : 264/TA-TI/FT/2024 tentang persetujuan dan usulan pengangkatan Tim Pembimbing penelitian dan penyusunan Skripsi.
- Menimbang** : 1. Bahwa untuk menyelesaikan perkuliahan bagi mahasiswa Fakultas Teknik perlu membuat Skripsi.
2. Untuk itu perlu ditunjuk Tim Pembimbing penelitian dan penyusunan Skripsi yang diangkat dengan Surat Keputusan Dekan.
- Mengingat** : 1. Undang - Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan
5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 63 Tahun 2009 Tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan
6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi
7. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018
8. Peraturan Universitas Islam Riau Nomor 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

MEMUTUSKAN

- Menetapkan** : 1. Mengangkat saudara-saudara yang namanya tersebut dibawah ini sebagai Tim Pembimbing Penelitian & penyusunan Skripsi Mahasiswa Fak. Teknik Program Studi Teknik Informatika.

No	Nama	Pangkat	Jabatan
1.	Dr. Ir. Evizal, S.T., M.Eng.	Lektor Kepala	Pembimbing

2. Mahasiswa yang akan dibimbing :

Nama : Andrikha Ramadhon
NPM : 203510375
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : Sistem Pendeteksi dan Peringatan Kebocoran Gas LPG pada Ruang Berbasis Internet of Things Menggunakan Fuzzy Logic

3. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan dikemudian hari segera ditinjau kembali.

Ditetapkan di : Pekanbaru
Pada Tanggal : 11 Rajab 1447 H
31 Desember 2025 M

Dekan,



Dr. Ir. KURNIA HASTUTI, S.T., M.T
NPK : 1008057102

Tembusan disampaikan :

1. Yth. Bapak Rektor UIR di Pekanbaru.
2. Yth. Sdr. Ketua Program Studi Teknik Informatika FT-UIR
3. Arsip

**Surat ini ditandatangani secara elektronik*



YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM (YLPI) RIAU
UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoyan Pekanbaru Riau Indonesia – Kode Pos: 28284
Telp. +62 761 674674 Fax. +62 761 674834 Website: www.uir.ac.id Email: info@uir.ac.id

F.A.3.10

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR
SEMESTER GANJIL TA 2024/2025

NPM : 203510375
Nama Mahasiswa : ANDRIKHA RAMADHON
Dosen Pembimbing : 1. Dr EVIZAL ST., M.Eng 2.
Program Studi : TEKNIK INFORMATIKA
Judul Tugas Akhir : SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS LPG PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC
Judul Tugas Akhir (Bahasa Inggris) : LPG GAS LEAK DETECTION AND WARNING SYSTEM IN ROOMS BASED ON INTERNET OF THINGS USING FUZZY LOGIC

Lembar Ke : 1

NO	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Hasil / Saran Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Senin/28 Oktober 2024	BAB 1 - 3	Perbaiki dan selesaikan alatnya	<i>mx</i>
2	Rabu/30 Oktober 2024	BAB 1 - 3	Memperbaiki penulisan dan daftar pustaka	<i>mx</i>
3	Senin/18 November 2024	BAB 1 - 3	Perbaiki dan selesaikan alatnya	<i>mx</i>
4	Kamis/17 April 2025	DEMO ALAT	Perbaiki sensor gas dan sensor api dan tambah durasi alarm	<i>mx</i>
5	Jum'at/25 April 2025	DEMO ALAT	Daftar sempro	<i>mx</i>
6	Senin/22 Desember 2025	BAB 1 - 5	Perbaiki daftar isi dan Penulisan nomor pada setiap rumus	<i>mx</i>
7	Selasa/23 Desember 2025	DEMO ALAT	Perbaiki minor dan Demo alat	<i>mx</i>
8	Rabu/24 Desember 2025	DEMO ALAT	Daftar kompre	<i>mx</i>

Pekanbaru,
Wakil Dekan I/Ketua Departemen/Ketua Prodi



MJAZNTEWMZC1

Catatan :

1. Lama bimbingan Tugas Akhir/ Skripsi maksimal 2 semester sejak TMT SK Pembimbing diterbitkan
2. Kartu ini harus dibawa setiap kali berkonsultasi dengan pembimbing dan HARUS dicetak kembali setiap memasuki semester baru melalui SIKAD
3. Saran dan koreksi dari pembimbing harus ditulis dan diparaf oleh pembimbing
4. Setelah skripsi disetujui (ACC) oleh pembimbing, kartu ini harus ditandatangani oleh Wakil Dekan I/ Kepala departemen/Ketua prodi
5. Kartu kendali bimbingan asli yang telah ditandatangani diserahkan kepada Ketua Program Studi dan kopiannya dilampirkan pada skripsi.
6. Jika jumlah pertemuan pada kartu bimbingan tidak cukup dalam satu halaman, kartu bimbingan ini dapat di download kembali melalui SIKAD

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU
NOMOR : 0027/KPTS/FT-UIR/2026
TENTANG PENETAPAN DOSEN PENGUJI SKRIPSI MAHASISWA FAK. TEKNIK UNIV. ISLAM RIAU

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

- Menimbang** : 1. Bahwa untuk menyelesaikan studi S.1 bagi mahasiswa Fakultas Teknik Univ. Islam Riau dilaksanakan Ujian Skripsi/Komprehensif sebagai tugas akhir. Untuk itu perlu ditetapkan mahasiswa yang telah memenuhi syarat untuk ujian dimaksud serta dosen penguji.
2. Bahwa penetapan mahasiswa yang memenuhi syarat dan dosen penguji yang bersangkutan perlu ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.
- Mengingat** : 1. Undang - Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan
5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 63 Tahun 2009 Tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan
6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi
7. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018
8. Peraturan Universitas Islam Riau Nomor 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

MEMUTUSKAN

- Menetapkan** : 1. Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang tersebut namanya dibawah ini :
- | | |
|--------------------|---|
| Nama | : Andrikha Ramadhon |
| NPM | : 203510375 |
| Program Studi | : Teknik Informatika |
| Jenjang Pendidikan | : Strata Satu (S1) |
| Judul Skripsi | : Sistem Pendeteksi Dan Peringatan Kebocoran Gas LPG Pada Ruang Berbasis Internet of Things Menggunakan Fuzzy Logic |
2. Penguji Skripsi/Komprehensif mahasiswa tersebut terdiri dari :
- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Dr. Evizal, S.T., M.Eng. | Sebagai Ketua Merangkap Penguji |
| 2. Mulyanto, S.T., M.Cs, Ph.D | Sebagai Anggota Merangkap Penguji |
| 3. Dr. Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom | Sebagai Anggota Merangkap Penguji |
3. Laporan hasil ujian serta berita acara telah sampai kepada Pimpinan Fakultas selambat-lambatnya 1(satu) bulan setelah ujian dilaksanakan.
4. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkannya dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan dikemudian hari segera ditinjau kembali.
- KUTIPAN** : Disampaikan kepada yang bersangkutan untuk dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Ditetapkan di : Pekanbaru
Pada Tanggal : 25 Rajab 1447 H
14 Januari 2026 M

Dekan,



Dr. Ir. KURNIA HASTUTI, S.T, M.T
NPK : 1008057102

Tembusan disampaikan :

1. Yth. Rektor UIR di Pekanbaru.
2. Yth. Ketua Program Studi Teknik Informatika FT-UIR
3. Yth. Pembimbing dan Penguji Skripsi
3. Mahasiswa yang bersangkutan
5. Arsip

**Surat ini diandatangani secara elektronik*



**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM (YLPI) RIAU
UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoan Pekanbaru Riau Indonesia – Kode Pos: 28284
Telp. +62 761 674674 Website: www.eng.uir.ac.id Email: fakultas_teknik@uir.ac.id

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru, tanggal 11 Maret 2026, Nomor: 0027/KPTS/FT-UIR/2026, maka pada hari Kamis tanggal 12 Maret 2026, telah dilaksanakan Ujian Skripsi Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Jenjang Studi S1, Tahun Akademik 2025/2026 berikut ini.

1. Nama : Andrikha Ramadhon
2. NPM : 203510375
3. Judul Skripsi : Sistem Pendeteksi Dan Peringatan Kebocoran Gas LPG Pada Ruangan Berbasis Internet of Things Menggunakan Fuzzy Logic
4. Waktu Ujian : 09.00 WIB s.d. Selesai
5. Tempat Pelaksanaan Ujian : Ruang Sidang Fakultas Teknik UIR

Dengan keputusan Hasil Ujian Skripsi:

Lulus* / Lulus dengan Perbaikan* / Tidak Lulus*

*Coret yang tidak perlu.

Nilai Ujian:

Nilai Ujian Angka = ~~78~~...~~27~~ Nilai Huruf = ~~A-~~

Tim Penguji Skripsi.

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Dr. Evizal, S.T., M.Eng.	Ketua	1.
2	Dr. Ir. Akmar Efendi, S.Kom, M.Kom	Anggota	2.
3	Mulyanto, S.T., M.Cs, Ph.D	Anggota	3.

Panitia Ujian Ketua,

Dr. Evizal, S.T., M.Eng.,
NIDN. 1029027601

Pekanbaru, 12 Maret 2026 Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kusuma Hastuti, S.T., M.T.,
NIDN. 1008057102



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

الجامعة الإسلامية الريوية

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No.113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 674674 Email: fakultas_teknik@uir.ac.id Website: www.eng.uir.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

Nomor: 003/A-UIR/5-T/2026

Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menerangkan bahwa Mahasiswa/i dengan identitas berikut:

Nama : ANDRIKHA RAMADHON
NPM : 203510375
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi TA : SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBOCORAN GAS LPG PADA RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC

Dinyatakan **Bebas Plagiat**, berdasarkan hasil pengecekan pada Turnitin menunjukkan angka **Similarity Index < 30%** sesuai dengan peraturan Universitas Islam Riau yang berlaku.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,

Kaprodi. Teknik Informatika

Assoc. Prof. Dr. Ir. Hj. Des Suryani, M.Sc.

Pekanbaru, 6 January 2026 M
17 Rojab 1447 H

Staff Pemeriksa

Syatra Safira Anjani, S.Pd