

Monitoring Dan Keamanan Dapur Dengan Penentuan Tingkat Bahaya Berbasis IoT

M.Marjuan Qobla¹, Suroso^{1*}, Jon Endri¹

¹ Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30128
E-mail: goblajuan07@gmail.com

Naskah Masuk: 25 Juni 2025; Diterima: 11 Agustus 2025; Terbit: 31 Agustus 2025

ABSTRAK

Abstrak - Penelitian ini mengembangkan sistem keamanan dan pemantauan dapur berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengukur bahaya menggunakan logika *fuzzy*. Penggunaan *LPG*, keamanan dapur sangat penting dalam mencegah kebocoran gas dan kebakaran. Sistem ini menggunakan *mikrokontroler* ESP32 dan dihubungkan ke sensor seperti *Flame Sensor* (api), BME280 (suhu dan kelembapan), dan MiCS-5524 (gas). Protokol MQTT digunakan untuk mengirimkan data waktu nyata ke aplikasi *MIT App Inventor*. Untuk mengelola aktuator seperti kipas, pompa air, dan saluran gas dengan intensitas yang dikontrol melalui PWM, pemrosesan *fuzzy* mengubah keadaan menjadi tiga kategori: aman, waspada, dan berbahaya. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa sistem ini telah menunjukkan kemampuan untuk mengidentifikasi situasi berbahaya dengan cepat dan tepat serta secara otomatis merespons secara proporsional terhadap tingkat risiko. Sistem logika fuzzy lebih canggih dan mudah beradaptasi daripada sistem logika biner karena dapat menafsirkan data sensor secara progresif. Selain meningkatkan keamanan, solusi ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara waktu nyata di dapur pintar.

Kata kunci: ESP32, Internet of Things, Keamanan Dapur, Logika Fuzzy, Sensor Gas

ABSTRACT

Abstract - This research develops an *Internet of Things* (IoT) based kitchen security and monitoring system that measures hazards using fuzzy logic. The use of *LPG*, kitchen safety is very important in preventing gas leaks and fires. This system uses an ESP32 microcontroller and is connected to sensors such as *Flame Sensor* (fire), BME280 (temperature and humidity), and MiCS-5524 (gas). The MQTT protocol is used to send real-time data to the *MIT App Inventor* application. To manage actuators such as fans, water pumps, and gas lines with PWM-controlled intensity, fuzzy processing converts the state into three categories: safe, alert, and dangerous. Thus, it can be said that this system has demonstrated the ability to identify dangerous situations quickly and accurately and automatically respond proportionally to the level of risk. Fuzzy logic systems are more sophisticated and adaptable than binary logic systems because they can interpret sensor data progressively. In addition to improving safety, this solution enables real-time monitoring of environmental conditions in smart kitchens.

Keywords: ESP32, Internet of Things, Kitchen Security, Fuzzy Logic, Gas Sensor.

Copyright © 2025 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan rumah pintar telah mengalami perubahan yang signifikan sebagai akibat dari munculnya teknologi internet of things (IoT) [1]. Sistem dapur pintar merupakan salah satu aplikasinya yang semakin banyak mendapat perhatian. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan memasak dengan mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator yang terhubung ke internet. Selain menawarkan reaksi otomatis terhadap kemungkinan risiko termasuk kebocoran gas, area yang terlalu panas, dan kebakaran, sistem ini memungkinkan pemantauan keadaan dapur secara real-time [2]. Keterlambatan dalam mengidentifikasi kondisi berbahaya seperti kebocoran gas atau peningkatan suhu yang tidak terkendali sering kali menjadi penyebab tingginya angka kebakaran dapur di Indonesia yang diakibatkan oleh kecerobohan[3]. Untuk mengurangi bahaya dan meningkatkan keselamatan pengguna, sangat penting untuk mengembangkan sistem keamanan berbasis IoT [2]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat

sistem keamanan dan pemantauan dapur berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat menggunakan logika fuzzy untuk menilai tingkat ancaman[4]. Selain mendukung penerapan konsep rumah pintar yang adaptif dan responsif terhadap kondisi lingkungan, sistem ini diharapkan mampu memberikan peringatan dini dan mengaktifkan mekanisme keamanan secara otomatis dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sejumlah sensor, termasuk MiCS-5524 dan BME280.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem keamanan dapur berbasis Internet of Things (IoT) dengan teknologi serupa.[5]mengembangkan sistem smart kitchen yang memanfaatkan kombinasi sensor gas, mikrokontroler ESP32, dan solenoid valve untuk mendeteksi kebocoran gas serta secara otomatis mengontrol aliran gas. Selanjutnya, [6]menunjukkan bahwa penggunaan sensor MQ-7 secara signifikan dapat meningkatkan efektivitas deteksi gas karbon monoksida hingga 95%, disertai sistem peringatan berbasis cloud yang mempercepat respons pengguna. Sementara itu [2] merancang sistem berbasis ESP32 dan valve katup yang memungkinkan kontrol aliran gas secara jarak jauh melalui aplikasi seluler.

Pada penelitian ini penulis menggunakan aplikasi *IoT* yang ber *Platform No-code* berbasis web yang disebut kodular,yang berfungsi untuk membuat aplikasi *Android* menggunakan metode *drag-and-drop* komponennya dan pemrograman blok , mirip dengan *MIT App Inventor*, namun lebih kaya fitur [7].

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Internet of things* (IoT) Dalam Sistem Monitoring Dan Keamanan

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik untuk saling berkomunikasi dan bertukar data melalui jaringan internet tanpa interaksi manusia secara langsung [1]. IoT telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk rumah pintar (*smart home*), industri, kesehatan, dan transportasi. Salah satu implementasi yang berkembang pesat adalah dalam sistem keamanan dapur, yang bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dengan memanfaatkan sensor, aktuator, serta konektivitas berbasis cloud [2].

2.2 Mikrokontroler ESP32



Gambar 1. Mikrokontroler ESP32 [8]

ESP32 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan perangkat berbasis IoT karena memiliki prosesor dual-core, konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, serta konsumsi daya yang rendah[2]. Dibandingkan dengan pendahulunya, ESP8266, ESP32 menawarkan peningkatan dalam hal kecepatan pemrosesan, efisiensi daya, serta fitur keamanan yang lebih canggih. Dengan dukungan modul Wi-Fi 802.11 b/g/n dan Bluetooth Low Energy (BLE), ESP32 dapat digunakan untuk komunikasi nirkabel dalam sistem IoT, memungkinkan perangkat berinteraksi dengan cloud atau aplikasi seluler secara real-time[9].

ESP32 dirancang untuk menangani berbagai tugas secara efisien, termasuk pemrosesan data sensor, komunikasi nirkabel, dan integrasi dengan berbagai protokol IoT seperti MQTT, HTTP, dan WebSocket. Selain itu, ESP32 mendukung Over-the-Air (OTA) firmware updates, yang memungkinkan pembaruan perangkat lunak tanpa perlu koneksi fisik, menjadikannya ideal untuk sistem smart kitchen yang memerlukan pemeliharaan jarak jauh[5]. Dalam sistem keamanan dapur pintar, ESP32 berperan sebagai pusat kendali utama yang mengolah data dari sensor dan mengontrol perangkat seperti valve katup untuk menutup suplai gas saat terjadi kebocoran. Selain itu, ESP32 dapat menjalankan algoritma kecerdasan buatan ringan (TinyML) untuk mendeteksi pola penggunaan gas abnormal, sehingga dapat memberikan peringatan dini kepada pengguna sebelum terjadi insiden yang berbahaya. Dengan fitur pemrosesan sinyal dan pengambilan keputusan secara mandiri, ESP32 dapat mengurangi ketergantungan pada server eksternal dan meningkatkan ketahanan sistem terhadap kegagalan jaringan atau gangguan eksternal lainnya[10].

2.3 Sensor MiCS-5524

Sensor MiCS-5524 merupakan salah satu sensor gas berbasis semikonduktor yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida (CO) dalam kisaran 10-1000 ppm. Sensor ini sangat penting dalam sistem keamanan dapur pintar (*smart kitchen*) karena gas CO adalah gas beracun yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa, sehingga sangat sulit dideteksi secara manual oleh

manusia. Kebocoran gas CO dapat menyebabkan keracunan, gangguan pernapasan, bahkan kematian jika terhirup dalam konsentrasi tinggi dalam waktu tertentu [12]. Oleh karena itu, implementasi sensor MiCS-5524 dalam sistem monitoring berbasis IoT sangat penting untuk meningkatkan keamanan lingkungan dapur.



Gambar 2. Sensor MiCS-5524 [11]

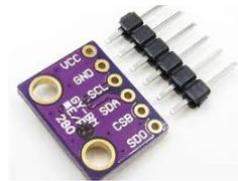
2.4 Valve Katup

Valve katup merupakan komponen mekanis yang berfungsi untuk mengontrol aliran fluida, baik dalam bentuk cairan maupun gas. Dalam konteks sistem keamanan smart kitchen berbasis IoT, valve katup memainkan peran penting dalam mengendalikan aliran gas agar dapat dihentikan secara otomatis saat terdeteksi kebocoran gas karbon monoksida (CO) atau gas berbahaya lainnya [11]. Penggunaan valve katup yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 memungkinkan sistem untuk merespons kebocoran gas secara cepat, otomatis, dan aman, tanpa perlu intervensi langsung dari pengguna [6].

2.5 Modul Step Down (LM2596)

Modul *step-down* adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan input DC ke level tegangan output DC yang lebih rendah dan stabil. Modul ini sangat penting dalam berbagai aplikasi elektronik, terutama ketika perangkat membutuhkan tegangan operasi yang spesifik dan berbeda dari sumber daya yang tersedia.

2.6 Sensor BM280



Gambar 3. Sensor BM280[13]

Sensor BM280 adalah perangkat digital yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembapan udara dengan akurasi tinggi. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pemantauan lingkungan, otomatisasi rumah, dan perangkat IoT (*Internet of Things*) [13].

2.7 Modul Relay

Modul relay adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektromekanis, memungkinkan pengendalian sirkuit bertegangan tinggi atau arus besar menggunakan sinyal bertegangan rendah. Modul ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti otomasi rumah, sistem kontrol industri, dan proyek mikrokontroler.

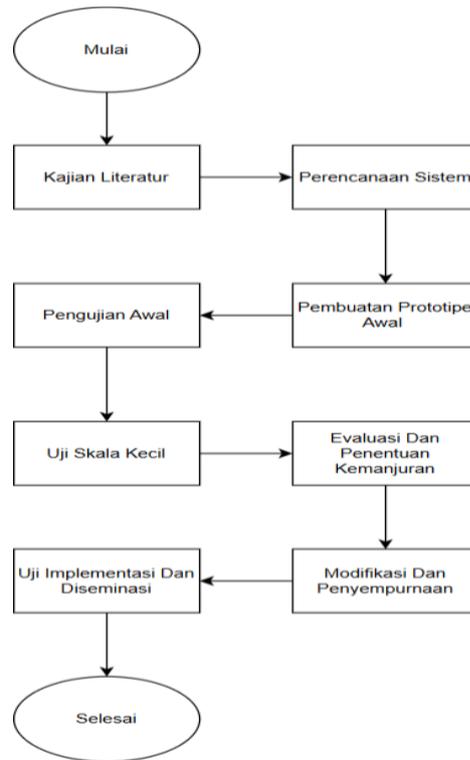


Gambar 4. Modul Relay [14]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan yang berupaya untuk membuat dan mengevaluasi kehandalan sistem atau produk, yang berhubungan dengan pembuatan sistem pemantauan dan keamanan dapur pintar berbasis *Internet of Things* (IoT)[15]. Ada delapan langkah utama dalam proses ini. Tinjauan pustaka tentang teknologi IoT, sistem pemantauan, dan keamanan dapur pintar digunakan untuk melakukan langkah awal penelitian dan pengumpulan informasi. Selain itu, tahap perencanaan diselesaikan dengan membuat strategi pengembangan dan spesifikasi sistem menggunakan data yang dikumpulkan. Pengembangan produk awal, atau tahap ketiga, memerlukan pembuatan prototipe

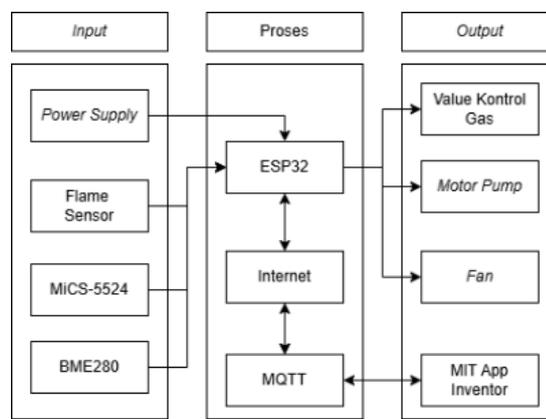
sistem yang menggabungkan mikrokontroler ESP32 dengan banyak sensor. Untuk mendapatkan masukan awal, pada prototipe ini selanjutnya dilakukan uji skala kecil selama fase uji coba pendahuluan. Perubahan produk dilakukan untuk meningkatkan fungsionalitas dan kinerja sistem sebagai respons terhadap hasil pengujian. Langkah berikutnya yaitu dilakukan uji coba lapangan, di mana teknologi dievaluasi dalam pengaturan aktual untuk menentukan kehandalannya. Setelah itu, dilakukan modifikasi produk tambahan untuk meningkatkan sistem berdasarkan kondisi lapangan. Langkah terakhir adalah implementasi dan diseminasi, yang mengacu pada penerapan dan distribusi sistem secara luas sehingga pengguna akhir dapat memanfaatkannya atau dapat ditingkatkan. Rangkaian langkah ini dimaksudkan untuk menjamin bahwa sistem yang dibuat tidak hanya inovatif tetapi juga fleksibel dan memenuhi persyaratan pengguna yang sebenarnya[15]. Dan sudah penulis buat dalam bentuk *Flowchart* dibawah ini.



Gambar 5. *Flowchart*

3.1. Arsitektur Sistem

Tahap selanjutnya adalah merepresentasikan arsitektur sistem secara menyeluruh melalui diagram. Diagram ini berfungsi untuk menggambarkan alur kerja dan hubungan antar komponen utama, mulai dari sensor input hingga unit kendali dan aktuator output dalam sistem monitoring dan keamanan dapur berbasis IoT yang dikembangkan yang ditunjukkan pada gambar 6.

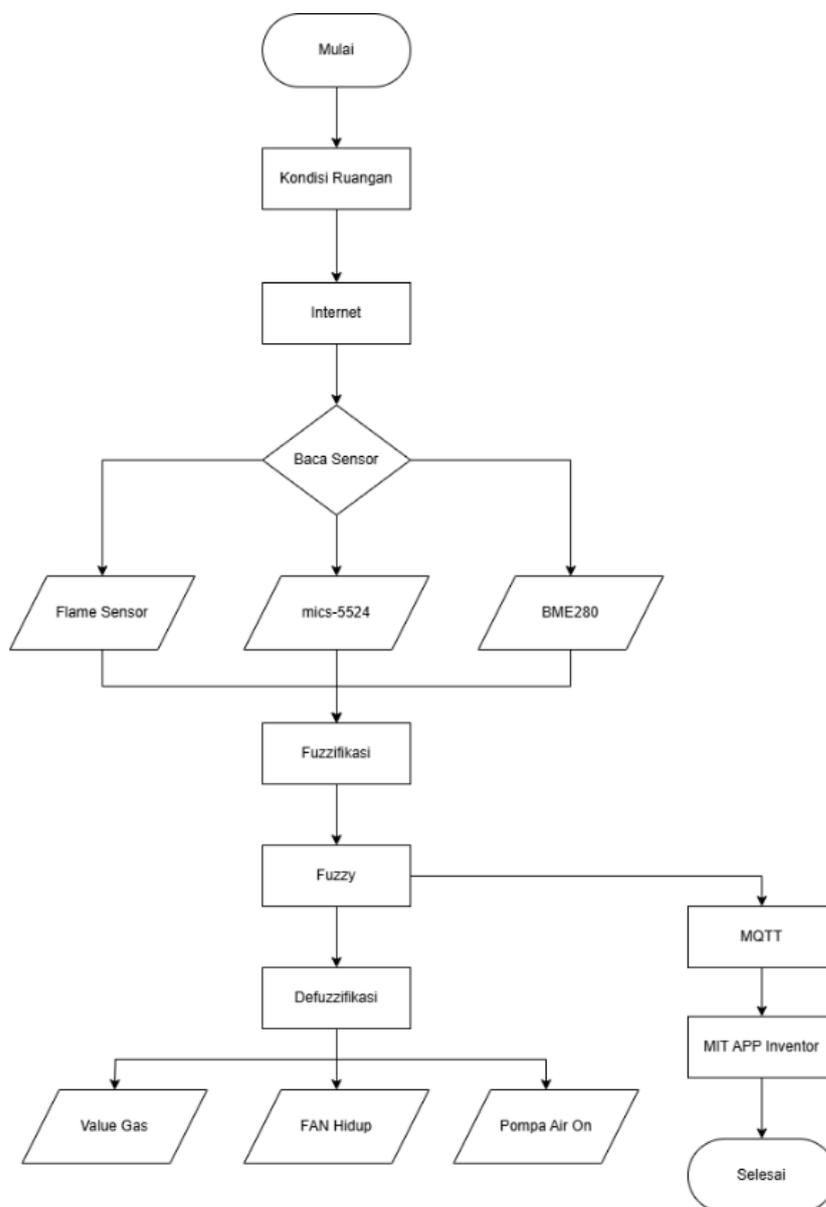


Gambar 6. Diagram Blok

Sistem ini membaca kondisi lingkungan melalui beberapa sensor sebagai input. Catu daya menjalankan seluruh rangkaian. BME280 mengukur suhu, kelembapan, dan tekanan udara; MiCS-5524 mendeteksi gas termasuk metana dan karbon monoksida; sensor Flame mendeteksi api. ESP32 menerima data sensor untuk dijalankan dan dianalisis. Berdasarkan hasil deteksi, ESP32 yang terhubung ke internet melalui MQTT mengaktifkan pompa, kipas, dan katup gas. Selain itu, program MIT App Inventor juga terhubung dengan sistem ini, yang menawarkan pemantauan dan kontrol jarak jauh otomatis dan manual.

3.2. Pembentukan Aturan

Setelah arsitektur sistem digambarkan melalui diagram blok, langkah berikutnya adalah menjelaskan alur proses kerja sistem secara lebih rinci menggunakan flowchart. Diagram ini bertujuan untuk menggambarkan urutan logika dan pengambilan keputusan dalam sistem, mulai dari pembacaan sensor, pemrosesan data dengan logika fuzzy, hingga tindakan yang diambil berdasarkan tingkat bahaya yang terdeteksi yang dapat dilihat pada gambar 7.

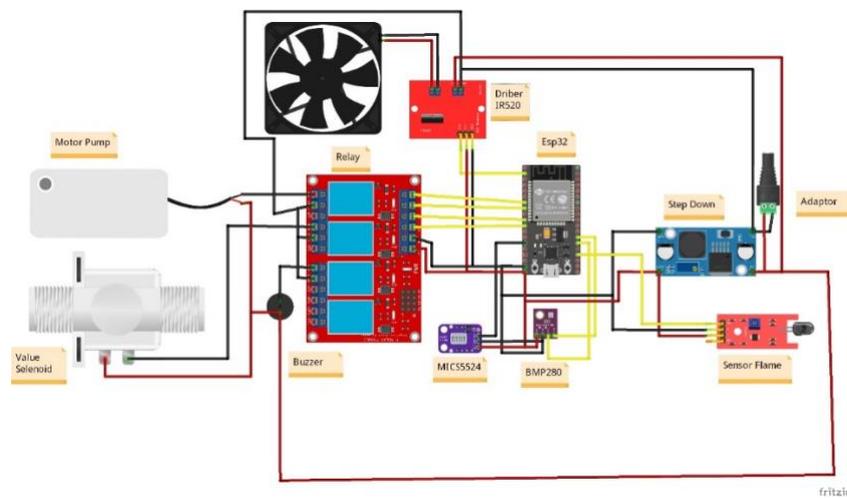


Gambar 7. Flowchart

Metode ini dimulai dengan mendeteksi kondisi ruangan, lalu menghubungkannya ke internet. Sensor Flare, MiCS-5524, dan BME280 membaca api, gas, suhu, dan kelembapan secara bersamaan. Logika fuzzy digunakan dalam pemrosesan data sensor karena kondisi lingkungan tidak menentu. Melalui fuzzifikasi, data dikategorikan ke dalam nilai "rendah," "sedang," atau "tinggi"; selanjutnya, aturan IF-THEN diikuti: jika gas dan suhu tinggi, kipas dinyalakan dan peringatan dikeluarkan; jika api dan suhu tinggi, pompa air dinyalakan. Defuzzifikasi mengubah hasil menjadi tindakan nyata. Sistem menggunakan MQTT untuk menampilkan data, menyalakan aktuator, dan mengirimkan informasi ke MIT App Inventor, sehingga memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time yang cerdas dan responsif.

3.3. Rangkaian Kelistrikan

Setelah alur proses sistem digambarkan secara logis melalui flowchart, tahap berikutnya adalah merancang rangkaian kelistrikan sebagai representasi fisik dari setiap proses yang telah didefinisikan. Rangkaian ini merealisasikan fungsi-fungsi sistem yang dijelaskan dalam diagram alur, seperti aktivasi aktuator, pembacaan sensor, dan pengendalian output, ke dalam hubungan kelistrikan yang konkret antar komponen elektronika seperti gambar dibawah ini

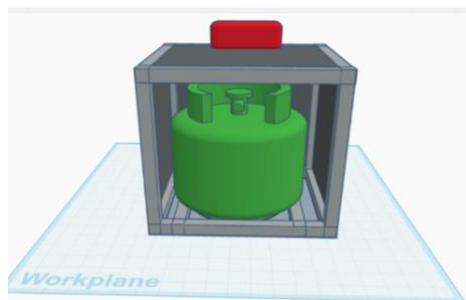


Gambar 8. Rangkaian Kelistrikan

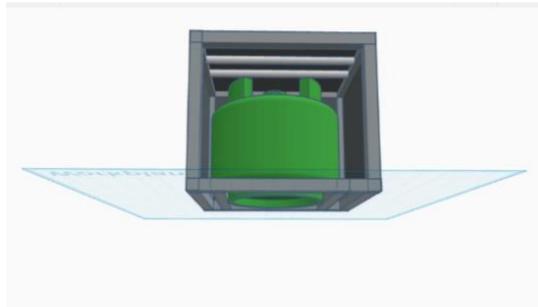
Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi koneksi internet dan kondisi ruangan. Sensor MiCS-5524, Flame, dan BME280 membaca api, gas, suhu, dan kelembapan secara bersamaan. Dengan menggunakan logika fuzzy, data difuzzy menjadi "rendah," "sedang," atau "tinggi," dan selanjutnya aturan IF-THEN diterapkan. Misalnya, jika gas dan suhu tinggi, kipas angin akan menyala dan pemberitahuan akan disampaikan; jika terjadi kebakaran dan suhu tinggi, pompa air akan menyala. Defuzzifikasi menghasilkan tindakan waktu nyata termasuk aktivasi aktuator dan pengiriman data ke MIT App Inventor melalui MQTT, sehingga memungkinkan pemantauan waktu nyata yang cerdas dan responsif.

3.4 Desain 3 Dimensi

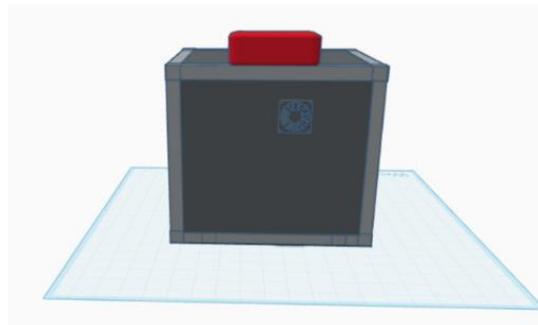
Setelah alur rangkaian kelistrikan yang digambarkan secara logis dan detail, tahap berikutnya adalah merancang desain 3 dimensi yang digunakan sebagai representasi fisik alat yang akan digunakan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 9. Tampak Depan Desain



Gambar 10. Tampak Bawah Desain



Gambar 11. Tampak Belakang Desain

Model 3D ini menggambarkan sistem deteksi dan penanganan kebakaran LPG. Tabung gas 3 kg dibungkus dalam kotak besi pelindung untuk mengurangi pergerakan dan risiko kebocoran. Di dalam, sensor BME280, MiCS-5524, dan Flame ditempatkan secara strategis di dekat tabung untuk mendeteksi suhu, kelembapan, gas berbahaya, dan kebakaran dengan segera. ESP32 memproses data sensor dan mengaktifkan kipas, pompa, atau buzzer sebagai respons terhadap kondisi. Komponen elektronik seperti IRF520, relai, dan step-down juga ditempatkan dalam kotak pelindung untuk mencegah kerusakan. Step-down mengurangi tegangan sensor dan ESP32 dari 12V menjadi 5V, sementara aktuator dikontrol oleh IRF520 dan relai. Desain ini memastikan bahwa sistem merespons kemungkinan kebakaran dengan cara yang aman, efisien, dan andal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sensor Flame

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi kemampuan sensor flame dalam mendeteksi keberadaan nyala api di area dapur secara real-time. Tujuan dari pengujian ini adalah memastikan sistem dapat membedakan kondisi adanya api atau tidak, sebagai bagian dari sistem keselamatan kebakaran di dapur. Pengujian dilakukan dengan menyalakan dan memadamkan api beberapa kali, lalu mencatat respons sensor flame untuk menilai akurasi dan kecepatan deteksi dalam kondisi nyata di lapangan. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sensor flame yang bertugas mendeteksi keberadaan nyala api di area dapur

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor *Flame*

No	Status Api	Flame Sensor
1	Tidak Ada	Tidak Terdeteksi
2	Tidak Ada	Tidak Terdeteksi
3	Ada	Terdeteksi
4	Ada	Terdeteksi
5	Tidak Ada	Tidak Terdeteksi
6	Ada	Terdeteksi
7	Tidak Ada	Tidak Terdeteksi
8	Ada	Terdeteksi
9	Ada	Terdeteksi
10	Tidak Ada	Tidak Terdeteksi

Dari 10 data pengujian, flame sensor berhasil mendeteksi api secara tepat pada 5 kondisi (data ke-3, 4, 6, 8, dan 9), sesuai saat api sengaja dinyalakan. Pada kondisi lain, tidak ada deteksi, menunjukkan sensor tidak menghasilkan sinyal palsu. Ini membuktikan sensitivitas dan stabilitas sensor yang baik, tidak mudah terganggu oleh panas atau cahaya biasa. Deteksi cepat dan akurat sangat penting karena api adalah pemicu utama kebakaran dan risiko ledakan akibat kebocoran gas. Flame sensor berperan penting dalam memicu alarm atau memutus sistem gas otomatis, dan sangat sesuai untuk sistem berbasis ESP32 karena data dapat dikirimkan secara real-time ke server atau aplikasi

4.2 Hasil Pengukuran Konsentrasi Gas Menggunakan Sensor MiCS-5524

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon sensor MiCS-5524 terhadap variasi konsentrasi gas di lingkungan dapur, serta memastikan sistem dapat mendeteksi kebocoran gas secara real-time dengan akurasi yang memadai. Data diambil sebagai simulasi kebocoran gas LPG maupun karbon monoksida untuk memverifikasi kinerja sistem fuzzy dalam menentukan status keamanan (aman, waspada, bahaya) berdasarkan nilai ambang konsentrasi gas. Pengujian ini mendukung penilaian awal terhadap kehandalan sistem sebelum diterapkan secara luas di lapangan.

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran konsentrasi gas menggunakan sensor MiCS-5524 yang sangat penting untuk mendeteksi kebocoran gas seperti LPG atau karbon monoksida (CO).

Tabel 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi Gas

No	Konsentrasi Gas (ppm)	Output Sensor	Status
1	90	1.1 V	Aman
2	120	1.5 V	Aman
3	130	1.6 V	Aman
4	180	1.9 V	Waspada
5	250	2.3 V	Waspada
6	350	2.7 V	Bahaya
7	400	2.9 V	Bahaya
8	420	3.1 V	Bahaya
9	450	3.3 V	Bahaya
10	100	1.2 V	Aman

Tabel 2 menampilkan hasil pembacaan konsentrasi gas yang diambil oleh sensor MiCS-5524. Berdasarkan sepuluh titik data yang kadar gasnya kurang dari 150 ppm, sistem dalam kondisi baik (titik data 1–3). Sistem stabil pada 180-250 ppm (data ke-4 dan ke-5), tetapi karena pertumbuhan, sistem tidak stabil pada 300 ppm (data ke-6 hingga ke-9). Ini menunjukkan sensitivitas dan kemampuan beradaptasi sensor MiCS-5524 dalam mendeteksi gas. ESP32 dan MQTT memungkinkan data sensor digunakan secara real time untuk memantau kadar gas, menyalakan lampu, dan memberi tahu pengguna. Dari sepuluh kasus uji, sensor api mendeteksi api dengan benar dalam lima kasus (titik data 3, 4, 6, 8, dan 9), yang sesuai dengan kasus penyalaan yang disengaja. Tidak terdeteksinya dalam beberapa kondisi menunjukkan bahwa sensor menghasilkan sinyal yang salah. Hal ini menunjukkan betapa sensitif dan stabilnya sensor tersebut, yang membuatnya tahan terhadap fluktuasi panas atau cahaya yang biasa terjadi. Kebakaran merupakan penyebab utama kebakaran dan kemungkinan ledakan akibat kebocoran gas, sehingga deteksi yang cepat dan akurat sangatlah penting. Karena sensor api dapat mengirim data ke server atau aplikasi secara real time, sensor ini cukup kompatibel dengan sistem berbasis ESP32 dan membantu mengaktifkan alarm atau menonaktifkan sistem gas otomatis.

4.3 Hasil Pengujian Suhu Dan Kelembapan Udara Di Dapur

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon sensor suhu dan kelembapan terhadap kondisi nyata di lapangan, serta menguji bagaimana sistem fuzzy logic merespons nilai suhu dan kelembapan yang terukur. Pengambilan data dilakukan untuk memastikan sistem dapat mendeteksi kondisi udara di dapur secara real-time dan menampilkan status sesuai aturan fuzzy yang telah dirancang. Dengan demikian, hasil ini menjadi dasar penilaian awal terhadap kinerja sistem pemantauan sebelum dilakukan uji coba yang lebih luas.

Tabel 3 menampilkan data hasil pengujian sensor BME280 yang digunakan untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan udara di dalam dapur.

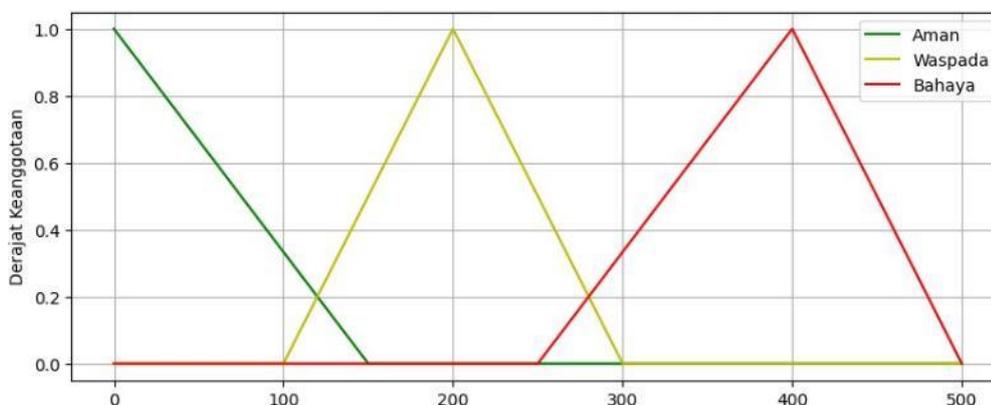
Tabel 3. Hasil Suhu Dan Kelembapan Udara Di Dapur

No	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Status
1	27	60	Normal
2	29	65	Normal
3	31	67	Sedikit Panas
4	33	72	Waspada
5	34	70	Waspada
6	36	75	Bahaya
7	38	78	Bahaya
8	42	80	Bahaya
9	44	83	Bahaya
10	26	55	Normal

Sensor ini mendeteksi faktor lingkungan yang dapat mempercepat atau memperlambat kemungkinan terjadinya kebakaran. Dari 10 data pengujian, kondisi normal ditunjukkan oleh kelembapan di bawah 65% dan suhu di bawah 30°C (data 1 dan 2). Sistem akan memberikan peringatan saat suhu naik hingga 31–34°C dan kelembapan melebihi 70% (data 3–5). Data 6 hingga 9 menunjukkan suhu di atas 36°C dengan kelembapan tinggi yang menunjukkan keadaan berbahaya karena meningkatkan kemungkinan penyebaran kebakaran. Melalui konteks lingkungan yang akurat, sensor ini meningkatkan hasil sensor api dan gas sehingga memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan bahaya dengan lebih tepat dan mengurangi alarm palsu. Sistem IoT dapur lebih cerdas dalam manajemen risiko secara otomatis dan waktu nyata berkat perpaduan sensor.

4.4 Fugsi Keanggotaan Fuzzy Untuk Konsentrasi Gas

Gambar di bawah merupakan grafik fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk variabel **konsentrasi gas** (dalam satuan ppm – parts per million), yang digunakan dalam sistem monitoring keamanan dapur berbasis IoT.

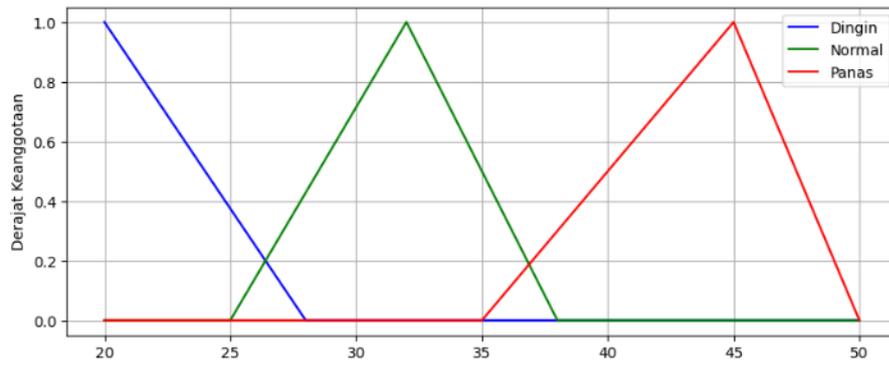


Gambar 12. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Untuk Konsentrasi Gas

Setiap kurva keanggotaan fuzzy dari tiga grafik ini—Aman (hijau), Waspada (kuning), dan Bahaya (merah)—dihasilkan oleh fungsi segitiga. Dari nilai maksimum pada 0 ppm, Kurva Aman turun menjadi 150 ppm. Terdiri dari rentang 100–300 ppm, kurva Waspada mencapai puncaknya pada 200 ppm. Kurva bahaya naik menjadi 400 ppm kemudian turun menjadi 500 ppm dimulai pada 250 ppm. Tidak seperti biner, sistem fuzzy menganalisis data sensor gas secara bertahap, sehingga memandu keputusan seperti mematikan katup gas atau mengaktifkan peringatan dengan lebih masuk akal. Pendekatan ini mengurangi risiko kebocoran gas dapur dengan cukup efektif.

4.5 Fungsi Keanggotaan Fuzzy Untuk Variabel Suhu

Gambar di bawah menunjukkan **fungsi keanggotaan fuzzy** untuk variabel **suhu (°C)** yang digunakan dalam sistem deteksi bahaya dapur berbasis IoT.



Gambar 13. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Untuk Variabel Suhu

Grafik ini menunjukkan masing-masing dari tiga kategori suhu—Dingin (biru), Normal (hijau), dan Panas (merah)—yang ditunjukkan di sini oleh fungsi keanggotaan segitiga. Kurva dingin berkisar antara 20°C hingga 28°C dan mencapai puncaknya pada 20°C. Meliputi suhu 25 hingga 38°C, kurva normal mencapai puncaknya pada 32°C, sehingga menunjukkan kondisi termal yang konstan. Kurva panas menunjukkan risiko panas berlebih; dimulai pada suhu 35°C, mencapai puncaknya pada suhu 45°C, lalu turun hingga 50°C. Sistem fuzzy menggunakan grafik ini untuk mengevaluasi kondisi suhu selangkah demi selangkah, sehingga memungkinkan keputusan yang lebih tepat termasuk aktivasi kipas atau pembuatan alarm saat suhu mendekati zona panas.

4.6 Basis Aturan Fuzzy

Tabel di bawah ini menyajikan aturan basis (rule base) yang dirancang sebagai fondasi dalam pengambilan keputusan pada sistem monitoring dan keamanan dapur berbasis IoT. Aturan-aturan ini diimplementasikan untuk mengatur respons sistem terhadap berbagai kondisi yang terdeteksi oleh sensor, sehingga memungkinkan sistem beroperasi secara otomatis dan adaptif terhadap situasi yang terjadi di lingkungan dapur.

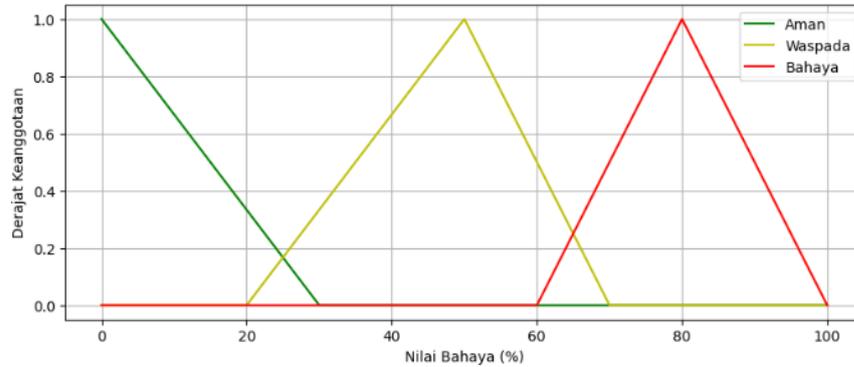
Tabel 4. Hasil Suhu Dan Kelembapan Udara Di Dapur

No	Rule	Output
1	IF Gas Aman AND Suhu Normal AND Flame Tidak Terdeteksi THEN Aman	Aman
2	IF Gas Waspada AND Suhu Normal AND Flame Tidak Terdeteksi THEN Waspada	Waspada
3	IF Gas Bahaya AND Suhu Normal AND Flame Tidak Terdeteksi THEN Bahaya	Bahaya
4	IF Gas Waspada AND Suhu Panas AND Flame Tidak Terdeteksi THEN Bahaya	Bahaya
5	IF Gas Aman AND Suhu Panas AND Flame Tidak Terdeteksi THEN Waspada	Waspada
6	IF Gas Aman AND Suhu Normal AND Flame Terdeteksi THEN Waspada	Waspada
7	IF Gas Waspada AND Suhu Normal AND Flame Terdeteksi THEN Bahaya	Bahaya
8	IF Gas Bahaya AND Suhu Panas AND Flame Terdeteksi THEN Bahaya	Bahaya (tinggi)
9	IF Gas Bahaya AND Suhu Normal AND Flame Terdeteksi THEN Bahaya	Bahaya
10	IF Gas Waspada AND Suhu Dingin AND Flame Tidak Terdeteksi THEN Aman	Aman
11	IF Gas Aman AND Suhu Dingin AND Flame Terdeteksi THEN Waspada	Waspada
12	IF Gas Bahaya AND Suhu Dingin AND Flame Terdeteksi THEN Bahaya	Bahaya

Sistem ini mengintegrasikan tiga masukan dasar: konsentrasi gas, suhu, dan deteksi kebakaran; masing-masing dengan kategori linguistik gas: Aman, Waspada, Bahaya; suhu: Dingin, Normal, Panas; api: Tidak terdeteksi. Selanjutnya dikategorikan ke dalam tiga kelompok yang sama adalah hasil yang dinyatakan sebagai tingkat bahaya. Basis aturan fuzzy menghasilkan penilaian yang sesuai dengan kombinasi logis dari kondisi masukan. Jika gas Aman, misalnya, suhu Normal dan tidak ada api, keadaan tersebut dikatakan Aman. Bahkan jika suhu Normal, sistem menunjukkan Bahaya jika gas Berbahaya dan api terdeteksi. Demikian pula, mekanisme tersebut meningkatkan tingkat bahaya bahkan dalam kasus suhu panas dan gas waspada tanpa api. Teknik fuzzy ini memungkinkan seseorang membuat keputusan yang lebih baik daripada penalaran biner dan memungkinkan penilaian yang lambat. Hasil keputusan dapat digunakan untuk mengaktifkan peringatan, memutus gas, menyalakan kipas angin, atau mengirim peringatan sehingga sistem dapat bereaksi secara proporsional tergantung pada keadaan.

4.7 Fungsi Keanggotaan Fuzzy Untuk Variabel Output Sistem

Gambar di atas memperlihatkan **fungsi keanggotaan fuzzy** untuk variabel output sistem, yaitu **Tingkat Bahaya**, yang diukur dalam satuan persen (%) dan dibagi ke dalam tiga kategori linguistik: **Aman**, **Waspada**, dan **Bahaya**.



Gambar 14. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Untuk Variabel Output Sistem

Fungsi keanggotaan ini menerjemahkan nilai numerik hasil inferensi fuzzy ke dalam kategori bahasa untuk pengambilan keputusan otomatis. Setiap kategori dinyatakan oleh fungsi segitiga yang menunjukkan perubahan yang lambat. Menunjukkan lingkungan yang tidak berbahaya, kurva Aman (hijau) berkisar 0–30% dengan puncak pada 0%. Menunjukkan kondisi yang memerlukan perhatian, zona Peringatan (kuning) berkisar 20–70% dan mencapai puncak pada 50%. Dimulai pada 60% dan naik hingga 80%, Kurva Bahaya (merah) menunjukkan situasi kritis yang memerlukan respons cepat termasuk mematikan gas atau membunyikan peringatan. Fitur-fitur ini memungkinkan sistem untuk merespons secara bertahap, bukan biner, sehingga cocok untuk lingkungan dapur yang dinamis dan tidak pasti.

4.8 Respon Kombinasi Pembacaan Dari Sensor Gas Dan Suhu

Tabel percobaan fuzzy di bawah ini menunjukkan bagaimana sistem keamanan dapur berbasis IoT merespon kombinasi pembacaan dari dua sensor utama, yaitu **sensor gas** dan **sensor suhu**

Tabel 5. Hasil Suhu Dan Kelembapan Udara Di Dapur

No	Gas (ppm)	Suhu (°C)	Fuzzy Gas	Fuzzy Suhu	Output Fuzzy	Defuzzy Bahaya (%)	PWM Fan/Motor	Valve Gas (0=ON, 1=OFF)
1	80	26	Aman	Normal	Aman	20	50	0
2	150	30	Waspada	Normal	Waspada	50	130	0
3	280	35	Bahaya	Normal	Bahaya	85	230	1
4	100	38	Waspada	Panas	Bahaya	80	220	1
5	200	28	Waspada	Normal	Waspada	55	150	0
6	300	32	Bahaya	Normal	Bahaya	90	245	1
7	130	42	Waspada	Panas	Bahaya	75	200	1
8	50	22	Aman	Dingin	Aman	15	30	0
9	180	45	Waspada	Panas	Bahaya	78	210	1
10	90	31	Aman	Normal	Waspada	45	120	0

Reaksi sistem keamanan dapur IoT terhadap kombinasi sensor gas (ppm) dan sensor suhu (°C) untuk memastikan tingkat risiko ditunjukkan oleh tabel eksperimen fuzzy. Aman, Waspada, dan risiko adalah kategori fuzzy tempat data berada; mengikuti dasar aturan, output didefuzzyifikasi menjadi persentase tingkat risiko. Nilai ini diubah menjadi PWM (0–255) untuk menjalankan kipas dan motor pompa di bawah kendali. Nilai PWM meningkat untuk mempercepat respons saat bahaya meningkat. Kipas menghilangkan gas beracun sementara motor pompa menyemprotkan air atau udara yang mengalir. Selanjutnya, katup gas atau nilai kontrol dengan status 0 (ON) dan 1 (OFF) dikendalikan oleh sistem. Katup menutup (nilai 1) di bawah Bahaya; katup tetap terbuka (nilai 0) di bawah Aman atau Waspada. Metode ini membuat sistem lebih cerdas dan fleksibel, bereaksi secara real-time tanpa bergantung pada ambang batas yang ditetapkan, sempurna untuk dapur yang rentan terhadap risiko.

5. KESIMPULAN

Melalui sensor gas, suhu, dan api yang dikombinasikan dengan pemrosesan data yang memanfaatkan logika fuzzy, sistem pemantauan dan keamanan dapur berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan dalam karya ini mampu mendeteksi kemungkinan ancaman. Melalui ESP32 sebagai unit kontrol utama, sistem ini memungkinkan analisis kondisi secara real-time, reaksi otomatis termasuk aktivasi kipas, pompa air, dan katup gas serta pembuatan notifikasi pengguna. Metode ini tidak hanya meningkatkan keamanan lingkungan dapur tetapi juga meningkatkan penerapan teknologi rumah pintar yang peka terhadap situasi darurat. Rekomendasi atau saran di masa mendatang mencakup penggabungan sistem pemadam kebakaran otomatis, penambahan sensor asap untuk meningkatkan ketepatan deteksi, pembuatan peringatan berbasis lokasi, dan penggunaan sumber energi terbarukan seperti panel surya untuk memberi daya pada sistem jika terjadi pemadaman listrik.

REFERENSI

- [1] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, dan M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.
- [2] S. More, S. Shelar, V. Randhave, dan P. A. Bagde, "IoT Based Smart Kitchen System," *Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 4099, pp. 479–485, 2021.
- [3] BNPB, "Data Informasi Bencana Indonesia," Bidang Pengelolaan Data dan Sistem Informasi (PDSI), Pusdatinkom, BNPB. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://dibi.bnpb.go.id/d>
- [4] S. Al-Sarawi, M. Anbar, K. Alieyan, dan M. Alzubaidi, "Internet of Things (IoT) communication protocols: R[1] S. Al-Sarawi, M. Anbar, K. Alieyan, and M. Alzubaidi, 'Internet of Things (IoT) communication protocols: Review,' in ICIT 2017 - 8th International Conference on Information Technology, Proceedings, Oc," *ICIT 2017 - 8th Int. Conf. Inf. Technol. Proc.*, pp. 685–690, 2017.
- [5] K. Gadhari, T. Suryawanshi, A. Garud, dan P. Prasenjit, "IOT Based Smart Kitchen Monitoring and Automation," vol. 10, no. 12, pp. 114–117, 2023.
- [6] T. Rahman, A. S. Zishan, dan N. C. Onkon, "IoT-based Modular Gas Leak Detection and Protection System for Enhanced Household Safety," no. December, 2024.
- [7] Eko Siswanto, "Membangun Aplikasi Android dengan Kodular," teknik informatika-s1 stekom. Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: https://teknik-informatika-s1.stekom.ac.id/artikel/membangun-aplikasi-android-dengan-kodular?utm_source=chatgpt.com#
- [8] Espressif Systems, "ESP32 Series," *Esp32*, pp. 1–65, 2021.
- [9] B. Abstrak, "TECHNOPEX," 2024.
- [10] S. S. Sadi, I. Pratama, dan S. M. Ardi Kalizar, "Perancangan Sistem Smart Home Berbasis Internet Of Things," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, p. 18, 2023.
- [11] F. Ardiansyah, Misbah, dan P. P. S., "Sistem Monitoring Debu Dan Karbon Monoksida Pada Lingkungan Kerja Boiler Di Pt. Karunia Alam Segar," *IKRA-ITH Teknol. J. Sains Teknol.*, vol. 2, no. 3, pp. 62–71, 2018.
- [12] U. J. Ekah, S. Ozuomba, dan E. Ekott, "Available online www.jsaer.com Research Article Evaluating MQ Sensors in Gas Leakage Detection Systems," vol. 11, no. 9, pp. 12–16, 2024.
- [13] A. Widodo, A. Sumaedi, dan E. Hendrawati, "Memanfaatkan Teknologi Sensor Dht22 Pada Sistem Manajemen Gudang Modern Dht22 Sensor Technology In Modern Warehouse Management," vol. 2, no. 3, pp. 138–146, 2024.
- [14] Y. Tjandi dan S. Kasim, "Electric Control Equipment Based on Arduino Relay," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1244, no. 1, 2019.
- [15] K. A. Aka, "Integration Borg & Gall (1983) dan Lee & Owen (2004) models as an alternative model of design-based research of interactive multimedia in elementary school," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1318, no. 1, 2019.