

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mayoritas orang memanfaatkan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai sumber energi untuk menghangatkan kebutuhan sehari-hari. LPG merupakan suatu campuran dari propena, dan butana, yang termasuk dalam kategori hidrokarbon yang cenderung menguap dengan mudah. Proses produksi LPG melibatkan bahan kimia yang sangat mudah terbakar seperti propana dan butana [1]. Penggunaan LPG juga memiliki risiko apabila tidak digunakan dengan hati-hati. Salah satu risiko utama yang perlu diwaspadai adalah potensi kebocoran gas ke atmosfer. Hal ini dapat berpotensi memicu kebakaran yang cepat jika gas yang bocor tersebut terpapar api [2]. LPG dapat mengalir dalam bentuk cairan atau gas, dan kebocoran semacam ini bisa menghasilkan konsekuensi yang serius. Jika LPG mengalir keluar dalam wujud cair, dan akan menyebabkan LPG cenderung menguap dan meresap dalam udara lebih lama [3].

LPG memiliki sifat mudah terbakar dan dapat meledak jika terperangkapnya gas yang bocor di dalam ruangan tertutup. Kebakaran atau ledakan yang diakibatkan dari kebocoran LPG dipicu oleh tiga unsur segitiga api. Segitiga api terdiri dari tiga unsur utama yaitu, hidrokarbon (yang merupakan bahan bakar minyak atau gas), oksigen (yang terdapat dalam udara yang kita hirup), dan panas (seperti yang dihasilkan oleh korek api, pemantik, percikan api, atau statis listrik). Jika salah satu dari unsur segitiga api tersebut terpenuhi saat terjadinya kebocoran LPG, maka LPG dapat meledak atau menimbulkan kebakaran. Konsentrasi LPG dalam keadaan bocor di ruangan tertutup dapat menyebabkan ledakan pada konsentrasi 20.000 PPM [4]. Untuk mengurangi risiko ledakan, salah satu unsur segitiga api dapat dihilangkan sesuai dengan kebutuhan yang berbeda [5].

Data yang diterbitkan oleh Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan (Gulkarmat) DKI Jakarta pada awal tahun 2022 mengindikasikan adanya peningkatan jumlah kejadian kebakaran di Ibu Kota, dengan sebagian besar

insiden tersebut disebabkan oleh korsleting listrik [6]. Faktor-faktor yang paling berperan sebagai penyebab utama kebakaran mencakup, kebocoran tabung gas, serta masalah arus pendek listrik. Selain itu, pemilik properti yang melakukan perubahan fungsi, seperti mengubah rumah menjadi tempat industri, juga dapat meningkatkan risiko kebakaran. Oleh karena itu, pencegahan dan respon cepat menjadi sangat penting dalam upaya mencegah kerugian akibat kebakaran [7]. Dalam konteks upaya mencegah kebakaran, penting untuk mempertimbangkan berbagai variabel yang cenderung memiliki nilai yang tidak pasti, seperti tingkat potensi risiko kebakaran akibat dari kebocoran tabung gas. *Fuzzy logic*, yang memungkinkan penanganan nilai-nilai kabur atau samar-samar, dapat menjadi metode untuk memodelkan dan mengambil keputusan terkait dengan faktor-faktor ini.

*Fuzzy logic* adalah pendekatan dalam teori logika yang memungkinkan penggunaan nilai kabur atau samar-samar dalam pernyataan, berbeda dengan logika klasik yang hanya mengenal nilai tegas 0 atau 1. *Fuzzy logic* menggunakan derajat keanggotaan dalam rentang nilai 0 hingga 1, sehingga suatu pernyataan dapat memiliki derajat kebenaran yang bervariasi. Perbedaan utama adalah kemampuannya untuk memungkinkan suatu nilai menjadi sebagian benar dan sebagian salah pada saat yang sama, berbeda dengan logika klasik yang hanya mengenal anggota himpunan atau tidak. *Fuzzy logic* digunakan untuk mengartikan besaran dalam bahasa linguistik, seperti kecepatan kendaraan yang dijelaskan sebagai "pelan," "agak cepat," "cepat," dan "sangat cepat," memungkinkan penentuan sejauh mana nilai tersebut benar atau salah dalam konteks tersebut, tanpa harus mengikuti aturan matematik tegas. Kelebihan utama adalah kemampuannya dalam penalaran berdasarkan bahasa manusia, tanpa perlu persamaan matematik ketat, yang memungkinkan pemodelan yang lebih akurat dan pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam situasi di mana nilai-nilai tidak pasti atau tidak tegas [8].

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, pada penelitian kali ini akan merancang sebuah sistem yang menggabungkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan implementasi Metode *Fuzzy Logic* untuk mendeteksi dan meminimalisir

risiko kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas LPG. Sistem ini akan secara otomatis menyalakan alarm *buzzer*, *exhaust fan*, dan memutus arus listrik jika terdeteksi adanya kebocoran gas, sehingga mengurangi risiko terjadinya kebakaran. Selain itu, sistem akan memberikan notifikasi sebagai alarm peringatan berbahaya melalui aplikasi Telegram kepada pemilik rumah atau pengguna jika terjadi kebocoran gas. Dengan mengintegrasikan Metode *Fuzzy Logic*, sistem ini dapat memberikan respon yang lebih cerdas dan adaptif terhadap situasi kebocoran gas yang mungkin beragam. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem keamanan rumah dari kebocoran gas LPG dan mengurangi risiko kebakaran.

## 1.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai teknologi *Internet of Things* pada sistem keamanan rumah untuk deteksi kebocoran gas LPG telah banyak dilakukan oleh banyak pihak. Kajian penelitian terdahulu merupakan suatu penegasan keaslian penelitian yang akan dilakukan dan menjelaskan perbandingan terhadap riset sebelumnya yang menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir ini. Berikut ini penelitian serupa yang menjadi referensi utama yang ditunjukkan Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Tabel referensi utama.

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul
1	Arip Kristiyanto, Ahmad Fikri Zulfikar	2021	Deteksi Kebocoran LPG Berbasis IOT Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i>
2	Wira Adi Winata, Khairul Anam, Ali Rizal Chaidir	2022	Robot Beroda Pendeteksi Gas Karbon Monoksida dan Metana Berbasis IoT Menggunakan Metode <i>Finite State Machine</i> dan <i>Fuzzy logic</i>

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul
3	Dimas Marsus Pandega, Hendra Marcos	2023	Perancangan Prototipe Deteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Rumah Tangga
4	Astrie Kusuma Dewi, Asepta Surya Wardhana, Akbar Pratama, Wijaya Adi Nugraha	2021	Alat Deteksi Kebocoran Gas Rumah Tangga Berbasis <i>Internet of Things</i>
5	Nursyifa N, M. Ridwan, Arif Jaya, Andi Syafruddin, BA Ashad	2022	Rancang Bangun <i>Smart Home</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> Menggunakan <i>Firebase Real Time Database</i> dan Aplikasi Android

Penelitian mengenai sistem teknologi *Internet of Things* pada deteksi kebocoran gas LPG telah dilakukan oleh berbagai lembaga, baik universitas ataupun lembaga riset. Pada Tabel 1.1 diperlihatkan masing masing penelitian yang berkaitan dengan sistem deteksi kebocoran gas LPG dengan Metode *Fuzzy Logic* berbasis *Internet of Things*.

Arip Kristiyanto, dkk [9] melakukan penelitian tentang sistem deteksi kebocoran gas yang memanfaatkan *Fuzzy Logic* dan dapat diakses melalui perangkat *smartphone* Android atau komputer. Sistem ini memiliki kemampuan untuk memberikan informasi tentang tingkat bahaya kebocoran gas kepada pihak terkait dan melakukan tindakan pencegahan awal terhadap kebocoran gas. Menggunakan perangkat Arduino Uno yang akan menerapkan Metode *Fuzzy Tsukamoto* untuk menilai tingkat risiko kebocoran gas, serta *ethernet shield* sebagai alat *transfer* data dari mikrokontroler ke perangkat *smartphone*. Sensor MQ-6 digunakan sebagai sensor khusus untuk mendeteksi gas LPG, sementara sensor

DS18B20 berfungsi untuk mengukur suhu, dan akan dilengkapi dengan *exhaust fan* untuk tindakan pencegahan awal. Pada penelitian ini tidak ada pemutusan arus listrik rumah otomatis saat terdeteksi kebocoran gas.

Wira Adi Winata, dkk [10] melakukan penelitian dengan mengembangkan sebuah prototipe robot yang mampu mendeteksi gas karbon monoksida dan metana dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan mengadopsi pendekatan kombinasi *Finite State Machine* (FSM) dan *fuzzy logic*. FSM digunakan sebagai sistem kontrol untuk mengarahkan pergerakan robot dengan menggunakan penghalang dalam lingkungan sekitarnya sebagai referensi navigasi. *Fuzzy logic* dengan Metode Sugeno digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat keamanan terhadap gas yang terdeteksi, diindikasikan melalui penggunaan *buzzer*. Dalam penelitian ini, fokus pengujian berfokus pada dua jenis gas, yaitu gas metana dan gas karbon monoksida. Pada penelitian ini *output* dari sistemnya hanya menggunakan *buzzer*.

Dimas Marsus Pandega, dkk [11] melakukan penelitian alat deteksi kebocoran gas ini menggunakan berbagai komponen, termasuk sensor MQ-6, Arduino Uno, *relay*, *jumper*, resistor, *buzzer*, LCD 16 x 4, *potentiometer*, LED, dan *breadboard*. Prinsip kerjanya adalah ketika sensor MQ-6 mendeteksi gas di dalam ruangan, *buzzer* akan segera mengeluarkan suara dan LED merah akan menyala, sambil memberikan peringatan melalui layar LCD tentang adanya bahaya gas. Pada penelitian ini tidak terdapat peringatan notifikasi kepada pengguna dari jarak jauh jika terdeteksi adanya kebocoran gas.

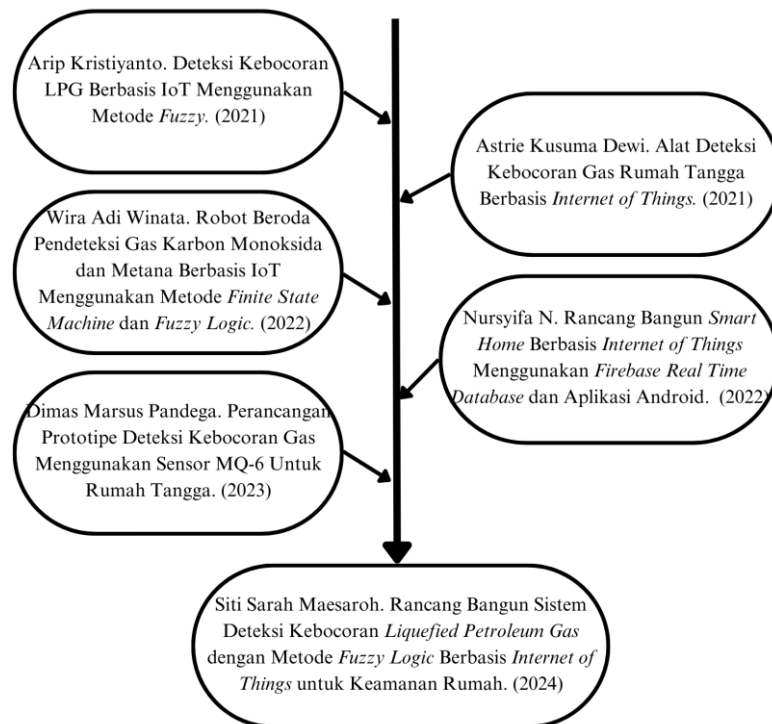
Astrie Kusuma Dewi, dkk [12] melakukan penelitian dengan membuat alat deteksi kebocoran gas rumah tangga berbasis IoT. Menggunakan sensor gas MQ-2 dengan mikrokontroler NodeMCU V3 untuk terhubung dengan aplikasi *Blynk* IoT, dengan *output* LCD *display* dan status kebocoran gas pada aplikasi *Blynk* IoT. Pada penelitian tersebut tidak terdapat alarm peringatan dan *exhaust fan* jika terdeteksi kebocoran gas.

Nursyifa N, dkk [13] melakukan penelitian pembuatan prototipe *smart home* yang berbasis *internet of things* dengan menggunakan *firebase real-time database*

dan aplikasi Android. Prototipe *smart home* ini dirancang dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kontrol yang bertanggung jawab mengendalikan berbagai perangkat elektronik, termasuk dua lampu, satu kipas, satu *motor servo* untuk mengendalikan pintu, satu *solenoid lock* untuk mengontrol kunci pintu, satu *motor stepper* untuk mengendalikan pintu garasi rumah, satu sensor DHT21 untuk memantau suhu dan kelembapan ruangan dalam rentang 20°C hingga 40°C, serta satu sensor MQ-2 untuk mendeteksi kebocoran gas LPG dengan ambang batas lebih dari 3.000 PPM. Selain itu, terdapat juga *buzzer* sebagai indikator jika terjadi kebocoran gas dan peningkatan suhu di atas 35°C. Pada penelitian tersebut tidak menggunakan Metode *Fuzzy Logic* dalam menentukan keputusan kebocoran gas.

Berdasarkan tinjauan literatur terhadap sejumlah penelitian sebelumnya, tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem deteksi kebocoran gas LPG dengan Metode *Fuzzy Logic* yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode *Fuzzy Logic* digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan variabel *input* yaitu konsentrasi gas dan suhu. Hasil dari metode ini akan digunakan untuk memutus aliran listrik melalui *relay*, menyalakan kipas, dan *buzzer* yang ada di rumah, serta mengirim notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Telegram jika terdeteksi kebocoran gas LPG. Pengimplementasikan sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, dipilih karena telah dilengkapi dengan modul *Wi-Fi*, yang diperlukan untuk menjalankan sistem IoT. Sensor gas MQ-2 dipilih karena sensitivitasnya terhadap gas LPG, mampu membaca konsentrasi gas LPG dari 200 PPM hingga 10.000 PPM. Sensor suhu DHT21 digunakan karena mampu stabil dalam pengukuran suhu dalam jangka panjang, dengan rentang suhu -40°C hingga 80°C. Penelitian ini berfokus pada implementasi Metode *Fuzzy Logic* untuk menentukan keputusan putaran kipas dari hasil deteksi kebocoran gas LPG serta sistem pemutus arus listrik otomatis.

Kajian penelitian terdahulu penelitian menggunakan rujukan lima artikel nasional yang berhubungan dengan penelitian ini. Hubungan diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Hubungan penelitian.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan:

1. Bagaimana desain dan implementasi sistem deteksi kebocoran LPG dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis *internet of things*?
2. Bagaimana pengujian dan analisis kinerja sistem deteksi kebocoran LPG dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis *internet of things*?

### 1.4 Tujuan

Dari latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendesain dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran LPG dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis *internet of things*.
2. Melakukan pengujian dan menganalisis kinerja sistem deteksi kebocoran LPG dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis *internet of things*.

## 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

### 1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik sebagai rujukan dan pengembangan teknologi dibidang keilmuan memanfaatkan Metode *Fuzzy Logic* dan teknologi *internet of things* dalam hal keamanan rumah. Teknologi ini dapat menghasilkan sistem deteksi kebocoran gas yang mampu memberikan keputusan cerdas dengan menggunakan Metode *Fuzzy Logic*.

### 2. Manfaat Praktis

Mengimplementasikan sistem yang telah dibuat sehingga dapat dimanfaatkan oleh praktisi di lapangan yaitu pemilik rumah, dalam meningkatkan keamanan rumah dari kebakaran akibat kebocoran gas berbasis *internet of things*. Sistem dapat meyalakan *exhaust fan*, *alarm buzzer*, notifikasi kepada pengguna, dan memutus otomatis arus listrik rumah jika terdeteksi kebocoran gas berlebihan.

## 1.6 Batasan Masalah

Batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangat luas, maka dari itu perlu adanya batasan masalah dalam merancang dan membangun sistem deteksi kebocoran gas LPG dengan Metode *Fuzzy Logic* berbasis *internet of things*, agar memperoleh hasil yang lebih spesifik, terarah, dan sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut batasan masalah pada penelitian ini.

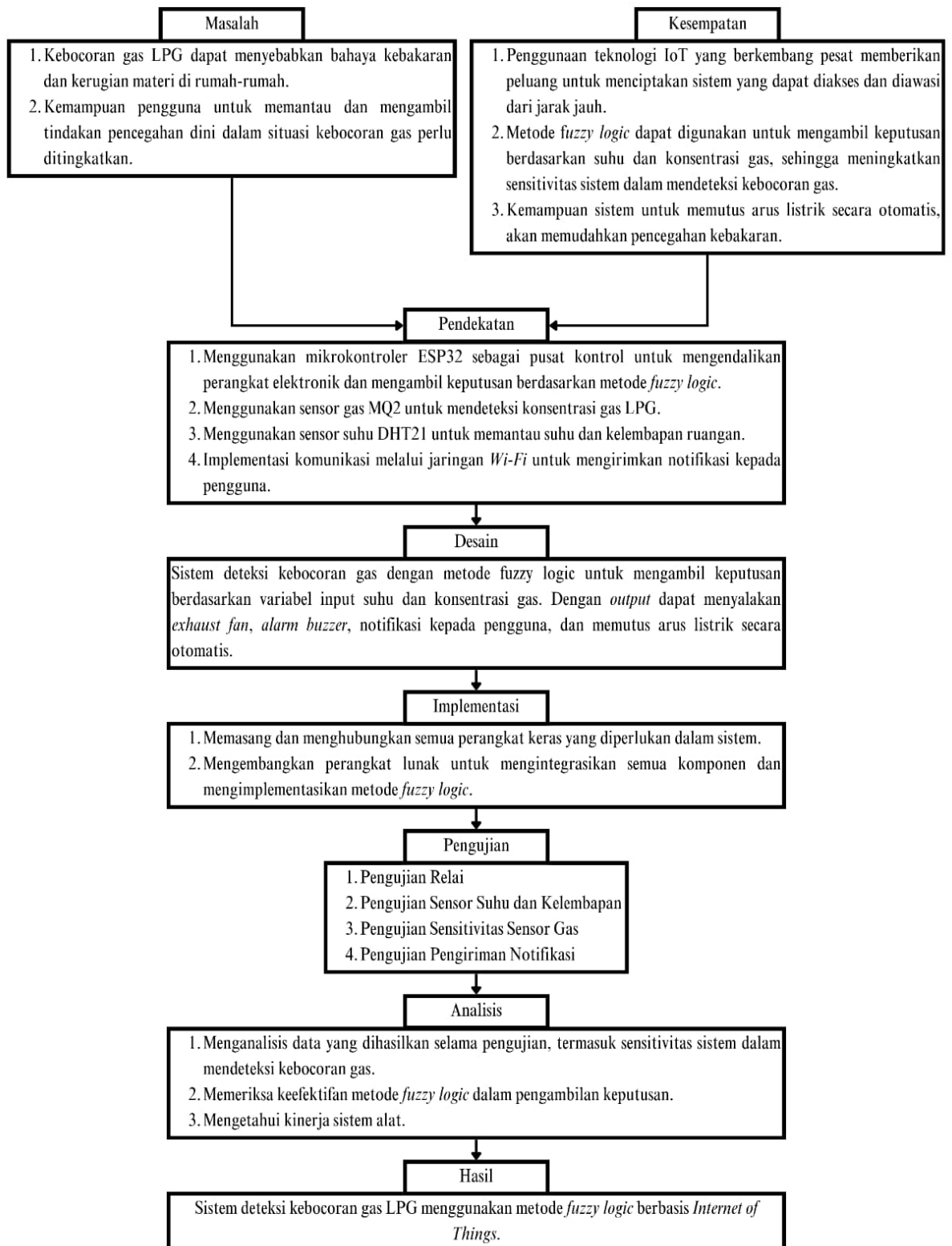
1. Penelitian ini terbatas pada deteksi kebocoran gas LPG.
2. Sistem ini berfokus pada deteksi kebocoran gas yang berasal dari sumber *internal*, seperti tabung gas rumah tangga, dan tidak mencakup kebocoran yang berasal dari luar lingkungan rumah.
3. Penelitian ini memiliki skala terbatas untuk pengujian, pengujian dilakukan dalam ruangan tertutup pada satu ruangan dengan ukuran ruangan 3 m × 3 m.



4. Perangkat mikrokontroler pada *node sensor* menggunakan ESP32 tipe DEVKIT V1 dengan 30 pin.
5. Penerapan IoT pada *system* ini yaitu dalam mengirim notifikasi sebagai alarm peringatan berbahaya dengan aplikasi Telegram kepada pengguna jika terdeteksi kebocoran gas.
6. Keamanan komunikasi sistem dan efisiensi penggunaan enkripsi dalam konteks pengiriman data IoT tidak menjadi fokus utama dalam penelitian ini.
7. *Software* Arduino IDE untuk membuat program pada perangkat ESP32 dengan Bahasa C++.
8. *Software* MATLAB untuk pemrosesan perhitungan *fuzzy logic*.
9. Penelitian ini diasumsikan beroperasi dalam lingkungan jaringan *Wi-Fi* yang stabil dan tidak mempertimbangkan tantangan yang mungkin muncul dalam lingkungan.
10. Penelitian ini berfokus pada keamanan terkait kebocoran gas, tetapi tidak mempertimbangkan aspek keamanan rumah lainnya.
11. Sistem deteksi kebocoran gas meliputi, pemutus arus, dapat menyalakan kipas, dan *buzzer* berbasis *fuzzy logic*. Dalam pembuatan keputusannya, dilakukan pengukuran konsentrasi gas LPG menggunakan sensor MQ-2, dan pengukuran suhu dengan sensor DHT21.
12. Penelitian ini berskala prototipe dengan komponen yang digunakan yaitu *relay* dan kipas 12 VDC.

### **1.7 Kerangka Berpikir**

Kerangka berpikir penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Kerangka berpikir penelitian.

## **1.8 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan untuk tugas akhir ini terdiri dari suatu tahapan penyusunan data dan penulisan dalam suatu penelitian yang terdiri dari 6 bab agar dapat menghasilkan penulisan yang baik, diantaranya sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, Kajian Penelitian Terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka pemikiran, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TEORI DASAR**

Pada bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan dalam penelitian serta memberikan gambaran peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI**

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian sistem deteksi kebocoran gas LPG dengan Metode *Fuzzy Logic* berbasis IoT.

### **BAB IV PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI**

Pada bab ini berisikan tentang semua skema rancangan dan alur prinsip kerja dari sistem yang akan dibuat. Hal yang termasuk didalamnya adalah rancangan desain *hardware* dan *software* untuk sistem deteksi kebocoran LPG, desain *Fuzzy Logic* pada sistem deteksi kebocoran LPG, dan implementasi kode sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Dalam bab ini dilakukan serangkaian pengujian untuk mendapatkan hasil serta analisis berdasarkan teori yang sudah ada dalam menganalisa rancang bangun deteksi kebocoran LPG dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis IoT.

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, serta berisi saran terkait dengan bagaimana cara dan apa saja yang harus

dikembangkan pada rancang bangun sistem deteksi kebocoran LPG dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis IoT.

