

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Internet of Things (IoT)

Teknologi ini menghubungkan berbagai perangkat atau objek di lingkungan sekitar sehingga dapat berkomunikasi satu sama lain dan membantu mempermudah berbagai aktivitas manusia secara lebih efisien. Saat ini, penggunaan IoT semakin berkembang dan banyak diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan (Susanto et al., 2022).

Istilah “*Internet of Things*” terdiri dari dua kata utama, yaitu internet yang berfungsi sebagai media koneksi jaringan dan things yang mengacu pada objek atau perangkat yang terhubung dalam sistem tersebut. Dengan konsep ini, perangkat mampu mengumpulkan data, mengirimkannya melalui jaringan internet, serta memungkinkan perangkat lain untuk mengakses informasi tersebut tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia ataupun dari manusia ke komputer (Selay et al., 2022).

Menurut Syahfitri (2025) *Internet of Things (IoT)* merupakan teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik atau sistem rancangan awal terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pengelolaan serta pemantauan data secara jarak jauh sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam berbagai aktivitas yang memerlukan pengawasan dari lokasi yang berbeda.

Internet of Things juga diartikan sebagai suatu konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik, seperti sensor, aktuator, perangkat elektronik, kendaraan, maupun peralatan rumah tangga, terhubung dengan internet sehingga mampu berkomunikasi dan bertukar data tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Perangkat tersebut dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan jaringan komunikasi (Prasiani et al., 2022).

Berdasarkan pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah suatu teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik yang terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan menerima data secara otomatis sehingga dapat mendukung proses pemantauan serta pengelolaan sistem secara lebih efektif dan efisien.

1. Kebocoran Gas

Kebocoran gas merupakan kondisi keluarnya gas dari suatu sistem atau wadah penyimpanan yang seharusnya tertutup, seperti tabung LPG, regulator, maupun selang penghubung. Kebocoran ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kerusakan pada komponen, pemasangan yang kurang tepat, atau usia peralatan yang sudah tidak layak pakai. Gas LPG yang bocor memiliki sifat mudah menguap dan mudah terbakar, sehingga apabila terakumulasi di dalam ruangan dapat meningkatkan risiko terjadinya kebakaran maupun ledakan (Tambunan et al., 2023).

Menurut Istiyanto et al. (2022) kebocoran gas LPG sering kali sulit diketahui secara langsung oleh pengguna, terutama apabila terjadi dalam skala kecil dan berlangsung secara perlahan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan secara berkelanjutan agar keberadaan gas dapat dideteksi lebih dini sebelum menimbulkan dampak yang lebih besar.

Perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler memungkinkan pengembangan sistem pendeteksi kebocoran gas yang bekerja secara otomatis. Satria (2023) menjelaskan bahwa sensor gas seperti MQ-2 dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas berbahaya di lingkungan sekitar dan mengubahnya menjadi data yang dapat diproses oleh mikrokontroler. Dengan kemampuan tersebut, sistem dapat memberikan peringatan ketika kadar gas melebihi batas yang telah ditentukan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa kebocoran gas merupakan kondisi keluarnya gas dari Liquefied Petroleum Gas atau biasa disebut LPG yang berpotensi menimbulkan bahaya seperti ledakan dan kebakaran sehingga dapat membahayakan keselamatan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendeteksi kebocoran gas yang mampu melakukan pemantauan dan memberikan peringatan secara otomatis guna meminimalkan risiko yang dapat ditimbulkan.

2. Liquefied Petroleum Gas (LPG)

Gas LPG merupakan gas hidrokarbon sebagian besar terdiri dari propana dan butana yang dicairkan melalui proses penekanan sehingga lebih

mudah untuk disimpan dan didistribusikan. Penggunaan LPG dinilai lebih efisien dibandingkan bahan bakar tradisional karena menghasilkan pembakaran yang relatif lebih bersih (Aziza, 2022).



Gambar 2.1 Gas LPG 3KG.

Menurut Darnoto et al. (2023) LPG memiliki sifat mudah menguap dan mudah terbakar, sehingga penggunaannya perlu diperhatikan dengan baik dari segi keamanan. Dalam kondisi normal, LPG tidak berwarna, namun diberikan zat tambahan berupa odorant agar kebocoran dapat terdeteksi melalui bau khas. Meskipun demikian, dalam kondisi tertentu kebocoran gas tidak selalu dapat langsung diketahui, terutama jika terjadi secara perlahan atau dalam kadar yang rendah.

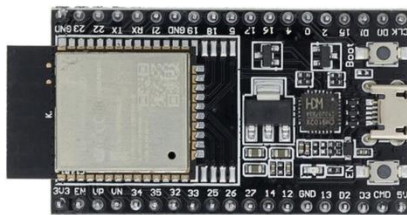
Selain itu, Mara et al. (2023) menyatakan bahwa gas LPG memiliki tekanan yang cukup tinggi dan mudah menyebar di udara apabila terjadi kebocoran. Gas ini juga cenderung lebih berat dari udara sehingga dapat mengendap di bagian bawah ruangan, yang dapat meningkatkan risiko terjadinya kebakaran atau ledakan apabila terkena sumber api.

Bedasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa LPG itu sumber energi yang banyak sekali digunakan untuk kehidupan sehari-hari soalnya lebih praktis dan mudah ditemui. Namun LPG bisa terbakar bahkan

meledak membuat LPG berpotensi cukup fatal menimbulkan bahaya apabila terjadi kebocoran gas.

3. ESP32

Menurut Arrahma & Mukhaiyar (2023) ESP32 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis IoT. Mikrokontroler ini dikembangkan oleh Epressif System, yaitu teknologi asal shanghai yang mengembangkan berbagai mikrokontroler. ESP juga telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi serta Bluetooth sehingga mampu ngedukung komunikasi data secara nirkabel. Dengan kemampuan tersebut, ESP32 banyak diterapkan untuk sistem monitoring dan kontrol yang memerlukan internet secara real time.



Gambar 2.2 ESP32 DevKit V4 Wroom 32U.

Selain punya fitur lengkap, ESP32 juga punya kemampuan memproses data cukup baik buat mendukung berbagai aplikasi IoT. Mikrokontoler ini dapat dihubungkan dengan berbagai sensor melalui pin input-output yang tersedia sehingga memudahkan proses integrasi perangkat dalam suatu sistem (Kusuma et al., 2024).

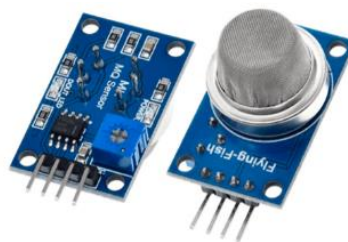
Dalam penerapannya, ESP32 mampu menerima data dari sensor, mengolah data, kemudian mengirim hasil pemrosesan lewat jaringan internet

kepada pengguna. Kemampuan ini memungkinkan sistem dapat meningkatkan efisiensi dalam pengoprasian suatu sistem berbasis IoT (Saputro et al., 2025).

Bedasarkan uraian tersebut, disimpulkan bahwa ESP32 merupakan mikrokontoler yang memiliki kemampuan pemrosesan data yang baik serta telah dilengkapi dengan fitur Wi-Fi dan Bluetooth. ESP32 mampu berkomunikasi dengan berbagai sensor perangkat pendukung lainnya sehingga sangat sesuai digunakan dalam pengembangan sistem Internet of Things (IoT), termasuk pada sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang perlu proses monitoring pengiriman notif secara real time.

4. Sensor MQ-2

Sensor MQ2 bekerja dengan memanfaatkan perubahan resistansi pada elemen sensornya ketika terpapar gas tertentu, sehingga nilai tersebut dapat diubah menjadi sinyal analog yang merepresentasikan tingkat konsentrasi gas di udara. Dengan kemampuan tersebut, sensor MQ-2 banyak digunakan dalam sistem keamanan berbasis mikrokontroler (Mukhtarov et al., 2024).



Gambar 2.3 Sensor MQ-2

Menurut Galceran et al. (2023) sensor MQ-2 banyak digunakan dalam sistem monitoring gas berbasis Internet of Things (IoT) karena memiliki sensitivitas yang cukup baik terhadap gas-gas yang mudah terbakar. Data yang dihasilkan sensor dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi adanya peningkatan kadar gas sehingga sistem dapat memberikan peringatan dini sebelum terjadi kondisi yang membahayakan.

Selain itu, Hadi (2022) menjelaskan bahwa sensor MQ-2 menghasilkan keluaran berupa sinyal analog dan digital yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Sensor ini umumnya memiliki pin VCC, GND, A0, dan D0. Pin A0 digunakan untuk menghasilkan data analog yang menunjukkan tingkat konsentrasi gas, sedangkan pin D0 digunakan untuk menghasilkan sinyal digital berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Dengan karakteristik tersebut, sensor MQ-2 mudah diintegrasikan ke dalam sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis mikrokontroler.

Bedasarkan berbagai pendapat diatas, disimpulkan bahwa sensor MQ-2 merupakan sensor yang mampu mendeteksi keberadaan gas mudah terbakar, khususnya LPG, melalui perubahan resistansi pada elemen sensornya. Sensor ini menghasilkan data analog maupun digital.

5. Telegram Bot

Telegram Bot merupakan fitur yang disediakan oleh aplikasi Telegram yang memungkinkan pengguna untuk membuat sistem otomatis yang dapat berinteraksi melalui pesan. Bot ini dapat diprogram untuk

menerima perintah, mengolah data, serta memberikan respon secara otomatis sesuai dengan kebutuhan sistem. Telegram Bot banyak dimanfaatkan dalam pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT) karena mampu digunakan sebagai media komunikasi antara perangkat dan pengguna secara real time (Abdillah et al., 2024).

Telegram Bot bekerja dengan memanfaatkan Telegram Bot API yang memungkinkan pengembang untuk menghubungkan sistem dengan server Telegram. Melalui API tersebut, sistem dapat mengirim maupun menerima data secara otomatis. Dalam implementasinya, mikrokontroler seperti ESP32 dapat mengirim hasil pembacaan sensor ke Telegram sehingga dapat memperoleh informasi kondisi sistem secara langsung melalui smartphone (Pradita & Pranomo, 2024).

Selain itu, Nugroho & Pratama (2025) menjelaskan bahwa penggunaan Telegram Bot dalam sistem IoT dinilai cukup efektif karena mudah diimplementasikan, ringan, serta tidak memerlukan pengembangan antarmuka tambahan seperti aplikasi khusus. Selain itu, Telegram Bot juga mendukung pengiriman pesan secara instan sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem peringatan dini.

Berdasarkan uraian diatas, disimpulkan bahwa Telegram Bot merupakan media komunikasi berbasis pesan yang dapat diintegrasikan dengan sistem IoT lewat Telegram Bot API. Telegram Bot mampu mengirimkan perintah on untuk menyalakan sensor, dan off untuk

mematikan sensor serta notifikasi seabgai serana peringatan dini pada sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis ESP32.

6. Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai alat penghasil suara atau bunyi dalam suatu rangkaian sistem. Komponen ini sering digunakan sebagai alarm pada berbagai perangkat elektronik, termasuk sistem keamanan. Buzzer bekerja dengan mengubah sinyal listrik menjadi getaran mekanik yang kemudian menghasilkan suara. Pada umumnya, buzzer digunakan sebagai media peringatan ketika terjadi kondisi tertentu, seperti adanya gangguan atau bahaya dalam sistem (Patel, 2023).



Gambar 2.4 Buzzer alat penghasil suara.

Menurut Perumal et al. (2026) buzzer memiliki dua jenis utama, yaitu buzzer aktif dan buzzer pasif. Mekanisme kerja masing-masing jenis buzzer adalah sebagai berikut.

- a. Buzzer aktif akan langsung menghasilkan suara ketika diberikan tegangan listrik tanpa memerlukan sinyal tambahan, karena di dalamnya sudah terdapat rangkaian osilator.

- b. Buzzer pasif memerlukan sinyal frekuensi tertentu dari mikrokontroler agar dapat menghasilkan suara, sehingga pengguna dapat mengatur variasi bunyi sesuai kebutuhan sistem.

Buzzer juga banyak digunakan dalam sistem berbasis mikrokontroler sebagai alat peringatan dini karena mampu memberikan respon suara secara langsung ketika terjadi kondisi tertentu. Buzzer biasanya dihubungkan dengan mikrokontroler seperti ESP32 untuk menghasilkan bunyi berdasarkan logika program yang telah ditentukan (Firdaus et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, disimpulkan bahwa buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghasil suara dan banyak digunakan sebagai alrm peringatan dalam suatu sistem. Buzzer mampu mengubah sinyal listrik menjadi bunyi sehingga dapat memberikan informasi atau peringatan kepada pengguna ketika terjadi kondisi tertentu. Dengan kemampuannya menghasilkan respon suara secara cepat serta mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler.

7. Organic Light Emitting Diode (OLED)

LCD ini digunakan buat menampilkan informasi dalam bentuk teks maupun grafis. OLED bekerja dengan memanfaatkan material organik yang dapat memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik sehingga tidak perlu pencahayaan tambahan seperti pada *Liquid Crystal Display (LCD)*. Teknologi ini punya keunggulan berupa komsumsi daya yang relatif rendah, ukuran yang ringkas, serta kualitas tampilan yang lebih baik dengan tingkat kontras yang tinggi (Pardosi et al., 2024).



Gambar 2.5 LCD OLED 12c 16x2.

Menurut Chisab et al. (2023) Oled banyak digunakan pada sistem berbasis mikrokontroller karena mampu menampilkan informasi hasil pembacaan sensor secara real time dengan mikrokontroler menggunakan komunikasi 12C sehingga proses integrasi perangkat menjadi lebih mudah dan efisien.

Dalam penerapannya, OLED sering digunakan sebagai media monitoring untuk menampilkan data yang diperoleh dari sensor, Sumaedi et al. (2024) menjelaskan bahwa penggunaan display pada sistem monitoring berbasis ESP32 membantu pengguna dalam memperoleh informasi secara langsung tanpa harus mengakses aplikasi atau perangkat lain. Oleh karena itu, OLED menjadi salah satu komponen yang banyak digunakan dalam sistem monitoring.

Bedasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa OLED merupakan perangkat display elektronik buat menampilkan informasi secara real time. OLED punya keunggulan hemat daya, ukuran minimal, kualitas baik, serta mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler. Oleh

karena itu, OLED sangat sesuai digunakan sebagai media tampilan informasi pada sistem pendeteksi keocoran gas LPG berbasis ESP32.

8. Light Emitting Diode (LED)

LED merupakan komponen yang berfungsi sebagai sumber cahaya dalam suatu rangkaian sistem. LED bekerja dengan memanfaatkan prinsip elektroluminesensi, yaitu proses perubahan energi listrik menjadi cahaya ketika arus listrik mengalir melalui bahan semikonduktor (Atmadja et al., 2022).



Gambar 2.6 Indikator LED Merah.

Dalam sistem berbasis mikrokontroler ESP32, LED sering dimanfaatkan sebagai indikator kondisi atau status sistem. LED dapat dihubungkan dengan pin output mikrokontroler untuk memberikan informasi visual kepada pengguna, seperti status aktif, siaga, maupun bahaya. Penggunaan LED sebagai indikator visual dinilai efektif karena mampu memberikan respon secara langsung dan mudah dipahami pengguna (Bhattarai et al., 2024).

Selain itu, LED memiliki berbagai jenis berdasarkan warna, seperti merah, hijau, dan kuning, yang masing-masing dapat digunakan untuk menunjukkan kondisi yang berbeda dalam suatu sistem. Pada sistem monitoring berbasis IoT, LED digunakan untuk indikator lokal guna

melengkapi informasi yang tampil pada layar maupun notifikasi (Susanto et al., 2022).

Berdasarkan uraian diatas, disimpulkan bahwa LED merupakan komponen yang berfungsi sebagai indikator visual dengan cara mengubah energi listrik menjadi cahaya, LED memiliki ukuran yang kecil, konsumsi daya rendah, serta respon yang cepat hingga banyak digunakan dalam sistem berbasis mikrokontroler. Pada penelitian ini, LED digunakan untuk indikator kondisi sistem apabila terjadi kebocoran gas maka LED akan menyala.

9. Flowchart

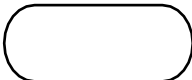
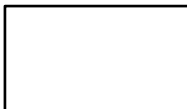
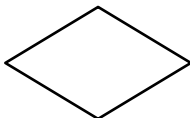
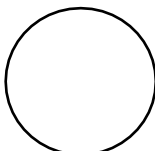
Flowchart merupakan diagram alur untuk menggambarkan proses suatu sistem secara sistematis menggunakan simbol-simbol, flowchart berfungsi membantu analisis serta merancang sistem sehingga alur sistem dapat dipahami dengan lebih jelas sebelum tahap implementasi dilakukan. Menurut Rulmenti (2025) flowchart digunakan media visual untuk menggambarkan logika proses sistem sehingga memudahkan dalam memahami alur program serta mengidentifikasi potensi kesalahan.

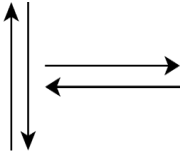
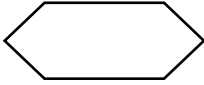
Dalam penelitian ini, flowchart digunakan untuk alur kerja sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* (IoT). Dimulai dari proses pembacaan data oleh sensor MQ-2, kemudian data diproses ESP32 menentukan kondisi gas berdasarkan kategori aman atau bahaya. Selanjutnya, sistem menampilkan informasi pada OLED, mengaktifkan LED dan buzzer sebagai indikator lokal, serta mengirim notifikasi melalui

Telegram apabila terdeteksi adanya kebocoran gas (Listyoningrum et al., 2023).

Penggunaan flowchart membantu menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem sehingga proses kerja alat dapat dipahami dengan lebih mudah. Selain itu, flowchart juga memudahkan proses perancangan dan pengembangan sistem karena setiap tahapan kerja dapat divisualisasikan secara terstruktur sebelum sistem diimplementasikan. Hal ini didukung oleh penelitian (Khesya, 2021) yang menyatakan bahwa penggunaan flowchart dalam perancangan sistem dapat membantu visualisasi alur proses. Tabel flowchart dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminal	Menampilkan awal dan akhir dari tahapan.
	Pemrosesan	Pemrosesan untuk menampilkan proses apapun yang dilakukan sistem.
	Keputusan	Menunjukkan titik menentukan tindakan selanjutnya.
	Konektor	Menjalin koneksi antar elemen pada flowchart.

	Garis Alir	Untuk hubungkan tanda-tanda pada flowchart.
	Preparation	Persiapan awal sebelum masuk ke tahap proses.

10. UML (Unified Modeling Language)

Menurut Laguia et al. (2022) UML membantu proses analisis dan perancangan sistem melalui berbagai jenis diagram. UML digunakan untuk menggambarkan kebutuhan, struktur, maupun alur kerja sistem sehingga proses pengembangan dapat dilakukan secara lebih sistematis.

UML menyediakan berbagai diagram yang memiliki fungsi berbeda sesuai kebutuhan perancangan sistem. Diagram tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan interaksi pengguna dengan sistem, alur aktivitas yang terjadi, hingga urutan komunikasi antarobjek selama sistem berjalan. Dengan adanya pemodelan tersebut, pengembang dapat memperoleh gambaran sistem secara menyeluruh sebelum proses implementasi dilakukan (Mahardika et al., 2023).

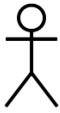
Selain sebagai alat pemodelan, UML juga berfungsi sebagai dokumentasi yang mempermudah komunikasi antara pengembang, pengguna, maupun pihak lain yang terlibat dalam proses pengembangan sistem. Oleh karena itu, penggunaan UML dapat membantu mengurangi kesalahan pada tahap implementasi (Susanto et al., 2022).

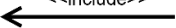
Berdasarkan uraian tersebut, UML digunakan dalam penelitian ini sebagai alat bantu untuk memodelkan sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis IoT. Diagram yang digunakan meliputi *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Sequence Diagram* untuk menggambarkan interaksi pengguna dengan sistem, alur proses pendeteksian kebocoran gas, serta komunikasi antar komponen sistem. Dengan pemodelan tersebut, proses perancangan menjadi lebih terstruktur sehingga memudahkan pengembangan sistem sesuai dengan kebutuhan penelitian.

a. Use Case diagram

Use case diagram dideskripsikan sebagai interaksi antara satu atau lebih actor atau pengguna dengan sistem informasi yang akan dibangun. Taufan & Ananta (2022) menjelaskan bahwa use case diagram digunakan untuk menggambarkan fungsi yang tersedia pada sistem serta menunjukkan hubungan antara actor dengan sistem yang dikembangkan. Melalui use case diagram, fungsioanal sistem dapat diidentifikasi dengan lebih jelas sehingga memudahkan proses analisis dan perancangan sistem. Tabel use case diagram yang bisa dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Simbol *Use Case Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	Aktor	Entitas yang berinteraksi dengan sistem.
	Use Case	Fungsi yang disediakan untuk mencapai tujuan.

	Association	Hubungan antara aktor dengan use case.
	Include	Use case melibatkan use case lain sebagai bagian proses.
	Extend	Fungsi tambahan yang bersifat opsional.

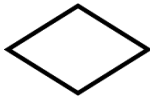
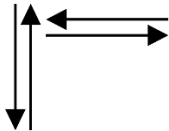
Sumber (Rhifky et al., 2024)

b. Activity diagram

Activity diagram merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas atau proses kerja suatu sistem dari awal hingga akhir. Diagram ini menunjukkan urutan aktivitas, Keputusan, serta interaksi yang terjadi selama sistem menjalankan suatu proses. Menurut Pebriad et al. (2023) activity diagram digunakan untuk memodelkan alur kerja (*workflow*) dan proses bisnis suatu sistem secara terstruktur. Pada penelitian ini, activity diagram untuk menggambarkan alur kerja sistem.

Tabel 2. 3 *Activity Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	Initial node	Titik awal dimulainya suatu proses.
	Action	Sistem yang menggambarkan kegiatan tertentu.

	Decision	Percabangan yang menentukan pilihan suatu kondisi.
	Line Connector	Alur menghubungkan aktivitas urutan proses dalam sistem.
	Final node	Titik terakhir dalam suatu proses dalam sistem.

Sumber (Rhifky et al., 2024)

c. Sequence diagram

Rohmanto & Setiawan (2022) menjelaskan bahwa sequence diagram merupakan diagram UML untuk menggambarkan urutan interaksi antar objek dalam suatu sistem berdasarkan waktu terjadinya proses. Diagram ini menunjukkan pesan yang dikirim dan diterima oleh setiap objek, sehingga alur kerja sistem dapat dipahami dengan lebih jelas. Sequence berfungsi untuk memperlihatkan bagaimana objek dan komponen sistem.

Tabel 2. 4 *Sequence Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	Aktor	Entitas yang berinteraksi dengan sistem.
	Entity Class	Digunakan untuk menyimpan data pada sistem.
	Boundary Class	Berfungsi sebagai antarmuka antara aktor.

	Control Class	Mengatur logika sistem boundary dengan entity.
---	------------------	---

Sumber (Rudiarto, 2023).

B. Kajian Empiris

Pertama, penelitian oleh Nugroho dan Pratama (2025) mengembangkan sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis sensor MQ-2 dan mikrokontroler Arduino. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi keberadaan gas secara otomatis dan memberikan peringatan melalui buzzer ketika terjadi kebocoran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu mendeteksi gas.

Kedua, dalam penelitian oleh Khahar et al. (2025) dikembangkan sistem pendeteksi gas berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor MQ-2 dan ESP8266 yang terhubung dengan aplikasi monitoring. Sistem ini mampu mengirimkan data secara real time serta memberikan notifikasi kepada pengguna ketika terjadi kebocoran gas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat meningkatkan efektivitas sistem dalam memberikan peringatan dini.

Ketiga, penelitian oleh Kusuma dan Juliasari (2024) merancang sistem keamanan rumah berbasis sensor gas yang dilengkapi dengan indikator buzzer dan LED sebagai alarm lokal. Ini menunjukkan bahwa penggunaan indikator suara dan visual dapat membantu pengguna dalam mengetahui kondisi bahaya secara langsung tanpa harus melihat data secara detail.

Keempat, penelitian oleh Tambunan dan Stefanie (2023) mengembangkan sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor gas untuk monitoring lingkungan secara real time. Data yang diperoleh dari sensor dikirimkan melalui jaringan internet sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi gas dari jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berbasis ESP32 mampu bekerja secara stabil dan efisien dalam mendeteksi kebocoran gas.

Kelima, penelitian oleh Fauzi et al. (2025) mengimplementasikan penggunaan Telegram Bot sebagai media notifikasi dalam sistem berbasis IoT. Sistem ini mampu mengirimkan pesan secara otomatis kepada pengguna ketika terjadi kondisi tertentu yang telah ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Telegram Bot efektif digunakan sebagai media komunikasi karena mudah diimplementasikan serta mampu memberikan notifikasi secara cepat dan real time.

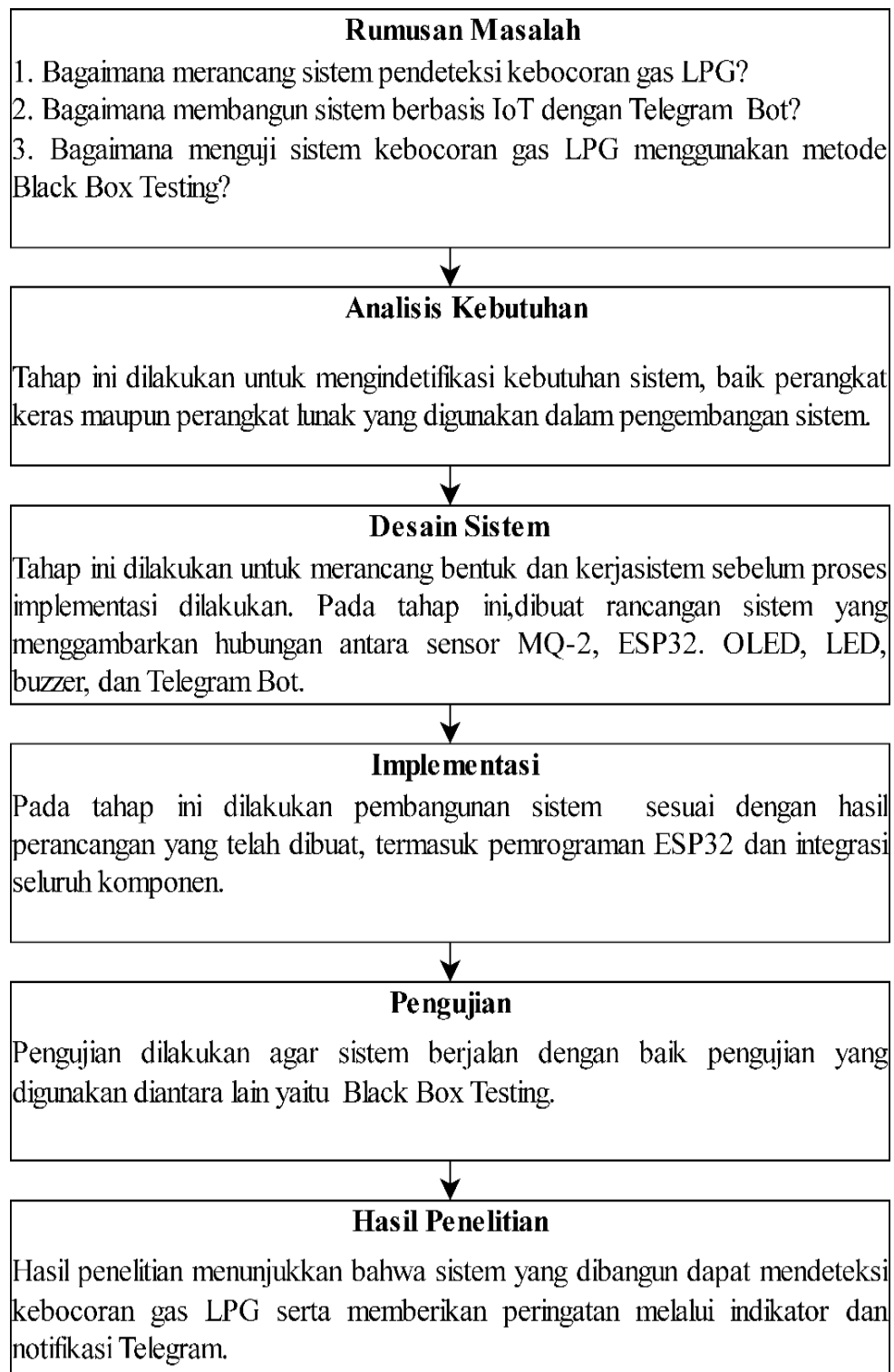
Kajian empiris menunjukkan bahwa penggunaan sensor MQ-2 dan mikrokontroler seperti ESP32 dalam sistem pendeteksi kebocoran gas memiliki potensi yang cukup baik dalam meningkatkan keamanan lingkungan rumah. Selain itu, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) serta penggunaan Telegram Bot sebagai media notifikasi dapat membantu pengguna dalam memantau kondisi secara real time dan memberikan peringatan dini terhadap potensi bahaya. Namun, efektivitas sistem masih dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti sensitivitas sensor, kondisi lingkungan, serta penempatan alat.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada penelitian ini disusun berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan serta tahapan pengembangan sistem menggunakan metode V-Model. Penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan terkait potensi kebocoran gas LPG dan kebutuhan akan sistem yang mampu mendeteksi kebocoran serta memberikan peringatan secara otomatis kepada pengguna. Tahap selanjutnya adalah analisis kebutuhan untuk menentukan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dilakukan perancangan sistem yang meliputi perancangan perangkat keras, perangkat lunak, alur kerja sistem, serta pemodelan menggunakan UML. Setelah proses perancangan selesai, sistem diimplementasikan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, kemudian dilakukan pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian.

Hasil dari keseluruhan tahapan tersebut berupa sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis ESP32 dan sensor MQ-2 yang mampu mendeteksi adanya kebocoran gas, mengaktifkan indikator lokal berupa buzzer dan LED, menampilkan informasi pada LCD, serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram kepada pengguna. Kerangka berpikir ini menjadi pedoman dalam pelaksanaan penelitian sehingga setiap tahapan dapat dilakukan secara sistematis dan terarah.



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir