

Sistem *Monitoring* Kebocoran Gas LPG berbasis IoT dan Alarm Otomatis

IoT-Based LPG Gas Leak Monitoring System with Automatic Alarms

¹Muhammad Hafizal*, ²Safwandi, ³Kurniawati, ⁴Muchlis abd Muthalib, ⁵Said Fadlan Anshari

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

^{1,2,3,4,5}Bukit Indah, Lhokseumawe, 24353, Indonesia

*e-mail: muhammad.210170286@mhs.unimal.ac.id

(received: 20 April 2026, revised: 9 June 2026, accepted: 17 June 2026)

Abstrak

Kebocoran gas LPG merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kebakaran di lingkungan rumah tangga maupun pangkalan distribusi gas. Rendahnya kesadaran serta keterlambatan dalam mendeteksi kebocoran gas dapat meningkatkan risiko kerugian materi dan membahayakan keselamatan jiwa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *monitoring* kebocoran gas LPG 3 kg berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memberikan peringatan dini secara otomatis dan *real-time*. Sistem dirancang menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama sekaligus media komunikasi data, serta *Buzzer*, LED dan LCD sebagai indikator peringatan lokal. Metode *threshold* diterapkan untuk menentukan kondisi aman dan berbahaya berdasarkan nilai ambang batas gas yang telah ditetapkan. Selain itu, sistem dilengkapi dengan notifikasi jarak jauh melalui aplikasi Telegram sehingga pengguna dapat menerima peringatan meskipun tidak berada di lokasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kebocoran gas secara akurat pada berbagai kondisi serta mengirimkan notifikasi peringatan secara otomatis ketika kadar gas melebihi ambang batas. Dengan demikian, sistem ini dinilai efektif dan responsif serta berpotensi meningkatkan keselamatan pengguna dalam penggunaan gas LPG.

Kata kunci: Gas LPG, *internet of things*, kebocoran gas, *monitoring*, sensor MQ-2

Abstract

Liquefied Petroleum Gas (LPG) leaks are one of the leading causes of fires in households and LPG distribution facilities. Limited public awareness and delays in detecting gas leaks can significantly increase the risk of property damage and endanger human safety. Therefore, this study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring system for 3 kg LPG gas leaks that provides automatic, real-time early warning notifications. The proposed system employs an MQ-2 gas sensor to detect LPG concentration, a NodeMCU ESP8266 as the main controller and data communication module, and a buzzer, LED, and LCD as local warning indicators. A threshold-based method is implemented to classify safe and hazardous conditions according to predefined gas concentration limits. In addition, the system is integrated with remote notifications via Telegram, enabling users to receive alerts even when they are away from the monitored location. Experimental results demonstrate that the proposed system can accurately detect LPG gas leaks under various operating conditions and automatically send warning notifications whenever the gas concentration exceeds the predefined threshold. These findings indicate that the system is effective, responsive, and has strong potential to enhance user safety in the use of LPG.

Keywords: gas leakage, *internet of things*, LPG gas, *monitoring* system, MQ-2 sensor

1 Pendahuluan

Perkembangan era digital saat ini telah menempatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai inovasi signifikan yang mengubah interaksi manusia dengan lingkungannya melalui perangkat yang saling terhubung dan mampu bertukar data secara efisien serta cepat tanggap [1]. Salah satu penerapan penting teknologi ini adalah sistem pemantauan kebocoran gas LPG (*Liquefied Petroleum*

Gas), yang menjadi sumber energi utama bagi sebagian besar rumah tangga di Indonesia. Meskipun memiliki berbagai keunggulan, LPG juga memiliki tingkat risiko yang tinggi karena sifatnya yang mudah terbakar dan berpotensi menyebabkan kebakaran, ledakan, hingga korban jiwa apabila terjadi kebocoran. Seiring meningkatnya penggunaan LPG di Indonesia, konsumsi LPG nasional terus mengalami peningkatan dan mencapai sekitar 8,9 juta ton pada tahun 2024, dengan sekitar 96% digunakan oleh sektor rumah tangga. Tingginya tingkat penggunaan tersebut turut meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan akibat kebocoran gas apabila tidak diimbangi dengan sistem pengamanan yang memadai [2].

Masalah kebocoran gas sering kali dipicu oleh kesalahan penggunaan, kerusakan regulator, selang yang tidak layak pakai, maupun instalasi yang tidak memenuhi standar keselamatan. Sistem deteksi yang banyak digunakan saat ini masih bersifat lokal dengan memanfaatkan alarm suara sebagai indikator bahaya. Kondisi tersebut menyebabkan keterlambatan respons ketika pengguna tidak berada di lokasi kejadian. Selain itu, pengguna umumnya baru menyadari adanya kebocoran setelah tercium bau gas yang menyengat, padahal pada kondisi tersebut konsentrasi gas dapat mendekati tingkat yang berbahaya dan berpotensi menimbulkan kebakaran maupun ledakan. Penelitian mengenai kasus luka bakar akibat LPG di Indonesia menunjukkan bahwa kebocoran LPG menjadi penyebab utama kecelakaan terkait LPG dengan persentase mencapai 94,7% dari kasus yang diamati [3].

Berbagai penelitian terdahulu telah berupaya mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian oleh br Siahaan dkk. (2024) berfokus pada pengembangan konsep alat deteksi kebocoran gas menggunakan metode brainstorming [4]. Muslimah dan Irawan (2023) mengembangkan sistem *monitoring* gas berbasis website sebagai media pemantauan dan pengelolaan data, sedangkan Sanhaji dkk. (2023) memanfaatkan aplikasi Blynk untuk pemantauan gas, suhu, dan kelembapan secara jarak jauh. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih bergantung pada platform IoT tertentu atau berfokus pada *monitoring* data tanpa menitikberatkan pada mekanisme peringatan instan yang mudah diakses pengguna sehari-hari [5].

Berdasarkan telaah penelitian sebelumnya, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang masih perlu dikembangkan, yaitu implementasi sistem deteksi kebocoran gas yang mengombinasikan sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 dengan layanan notifikasi Telegram secara *real-time* [6]. Meskipun penggunaan sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 telah banyak diterapkan pada penelitian sebelumnya, pemanfaatan Telegram sebagai media notifikasi memiliki beberapa keunggulan, antara lain gratis, ringan, tidak memerlukan server khusus, mendukung pengiriman pesan instan secara langsung ke perangkat pengguna, serta lebih mudah diimplementasikan dibandingkan platform IoT tertentu yang memerlukan dashboard dan layanan berlangganan [7]. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada proses deteksi kebocoran gas, tetapi juga pada peningkatan kecepatan penyampaian informasi bahaya kepada pengguna sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat dan efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang sistem *monitoring* kebocoran gas LPG berbasis NodeMCU ESP8266 dan sensor MQ-2 yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram untuk meningkatkan keselamatan pengguna melalui mekanisme peringatan dini yang responsif dan mudah diakses.

2 Tinjauan Literatur

Tabel 1 Analisis perbandingan penelitian terdahulu dan posisi penelitian yang diusulkan

No	Peneliti	Teknologi yang Digunakan	Kontribusi Penelitian	Keterbatasan Penelitian	Research Gap
1	br Siahaan dkk. (2024)	Sensor gas, LCD, alarm <i>buzzer</i>	Mengembangkan konsep alat deteksi kebocoran gas dengan indikator lokal	Belum mendukung <i>monitoring</i> dan notifikasi jarak jauh	Diperlukan sistem peringatan yang dapat diakses dari lokasi berbeda secara <i>real-time</i>
2	Muslimah & Irawan (2023)	Sensor gas dan website <i>monitoring</i>	Menyediakan pemantauan kondisi gas melalui web	Pengguna harus membuka website untuk mengetahui kondisi terbaru	Belum tersedia notifikasi otomatis yang dikirim secara langsung kepada pengguna
3	Sanhaji dkk.	NodeMCU	<i>Monitoring</i> gas,	Bergantung pada	Diperlukan platform

(2023)	ESP8266, MQ-2, Blynk	suhu, dan kelembapan berbasis IoT	platform Blynk dan konfigurasi aplikasi tambahan	notifikasi yang lebih sederhana dan mudah digunakan
4	Penelitian yang Diusulkan	NodeMCU ESP8266, MQ-2, Bot Telegram	Deteksi kebocoran gas, alarm lokal, dan notifikasi otomatis Telegram secara <i>real-time</i>	Fokus pada deteksi dan notifikasi tanpa sistem pemadaman otomatis
				Mengisi celah penelitian pada aspek peringatan dini yang cepat, murah, mudah digunakan, dan dapat diakses dari mana saja

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa penelitian terdahulu telah berhasil mengembangkan berbagai sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor MQ-2 dan teknologi IoT. Namun, sebagian besar penelitian masih memiliki keterbatasan pada aspek penyampaian informasi secara cepat kepada pengguna. Beberapa penelitian hanya menggunakan alarm lokal, sedangkan penelitian lainnya mengharuskan pengguna melakukan pemantauan aktif melalui website atau aplikasi tertentu [8].

Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem *monitoring* kebocoran gas LPG berbasis NodeMCU ESP8266 dan sensor MQ-2 yang terintegrasi dengan Bot Telegram. Pemilihan Telegram didasarkan pada kemudahan penggunaan, sifatnya yang gratis, ringan, serta kemampuannya mengirim notifikasi otomatis secara *real-time* tanpa memerlukan pemantauan aktif dari pengguna [9] [10].

Novelty penelitian ini terletak pada integrasi sistem deteksi kebocoran gas LPG dengan mekanisme notifikasi instan berbasis Bot Telegram yang mampu memberikan peringatan dini secara otomatis, sehingga meningkatkan kecepatan respon pengguna terhadap potensi kebocoran gas dibandingkan sistem alarm lokal maupun sistem *monitoring* yang memerlukan akses manual ke aplikasi atau website.

3 Metode Penelitian

Kerangka kerja metodologis dalam penelitian ini disusun untuk memastikan validitas, reliabilitas, dan replikabilitas proses penelitian. Aspek yang dibahas dalam metodologi ini meliputi pendekatan penelitian yang digunakan, alur penelitian, skema sistem, serta perancangan sistem yang diterapkan.

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental melalui pengembangan prototipe sistem keamanan berbasis *Internet of Things* (IoT). Objek utama dalam penelitian ini adalah tabung gas LPG 3 kg, dengan ruang lingkup pengujian difokuskan pada efektivitas deteksi kebocoran gas di lingkungan domestik atau pangkalan gas. Lokasi penelitian dan pengujian sistem dilakukan di Pangkalan PT Amalia Zahwa, Gampong Rawang Itek, Kecamatan Tanah Jambo Aye, Kabupaten Aceh Utara, dengan durasi penelitian selama empat bulan dari januari sampai april 2026.

Bahan dan alat utama dalam rancang bangun sistem ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras utama terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai unit pemroses pusat dan modul komunikasi WiFi, sensor MQ-2 sebagai instrumen pendeteksi kadar gas, LCD 16x2 I2C untuk visualisasi status lokal, serta *Buzzer* dan LED sebagai indikator alarm suara dan visual [11]. Di sisi perangkat lunak, penelitian ini memanfaatkan Arduino IDE untuk penulisan kode program dengan bahasa C++, serta platform Telegram sebagai media pengiriman notifikasi peringatan jarak jauh melalui fitur Bot Telegram [12].

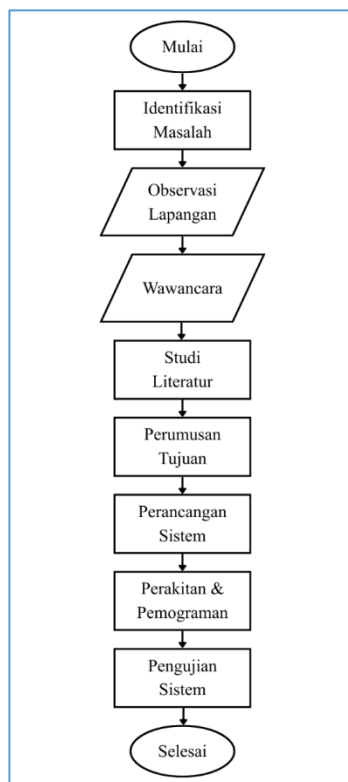
Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu observasi lapangan untuk memahami kondisi riil di pangkalan gas, wawancara dengan pihak pengelola pangkalan untuk memperkuat data permasalahan, dan studi literatur dari berbagai jurnal serta buku referensi terkait teknologi sensor dan *Internet of Things* (IoT). Rancangan kegiatan penelitian mengikuti alur yang dimulai dari identifikasi masalah, perancangan skema sistem, perakitan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler, hingga tahap pengujian fungsionalitas alat [13].

Definisi operasional variabel dalam penelitian ini berfokus pada kadar konsentrasi gas LPG yang dideteksi oleh sensor MQ-2 dalam satuan *Parts Per Million* (PPM) sebagai variabel independen, serta respon sistem (aktivasi alarm dan pengiriman notifikasi) sebagai variabel dependen. Teknik analisis

data dilakukan dengan metode *threshold*. Analisis ini bekerja dengan membandingkan nilai masukan (input) dari sensor MQ-2 terhadap nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditetapkan dalam kode program. Jika nilai pembacaan sensor berada di bawah ambang batas, sistem menganalisisnya sebagai kondisi "Aman", namun jika nilai tersebut melampaui batas, sistem secara otomatis mengambil keputusan untuk mengaktifkan mekanisme alarm dan mengirimkan peringatan *real-time* ke perangkat pengguna [14]

3.2 Tahap dan Alur Penelitian

Rangkaian penelitian ini meliputi studi literatur, perancangan sistem, analisis sistem, dan membuat kesimpulan. Gambaran menyeluruh mengenai tahapan tersebut dapat dilihat pada diagram alir berikut:

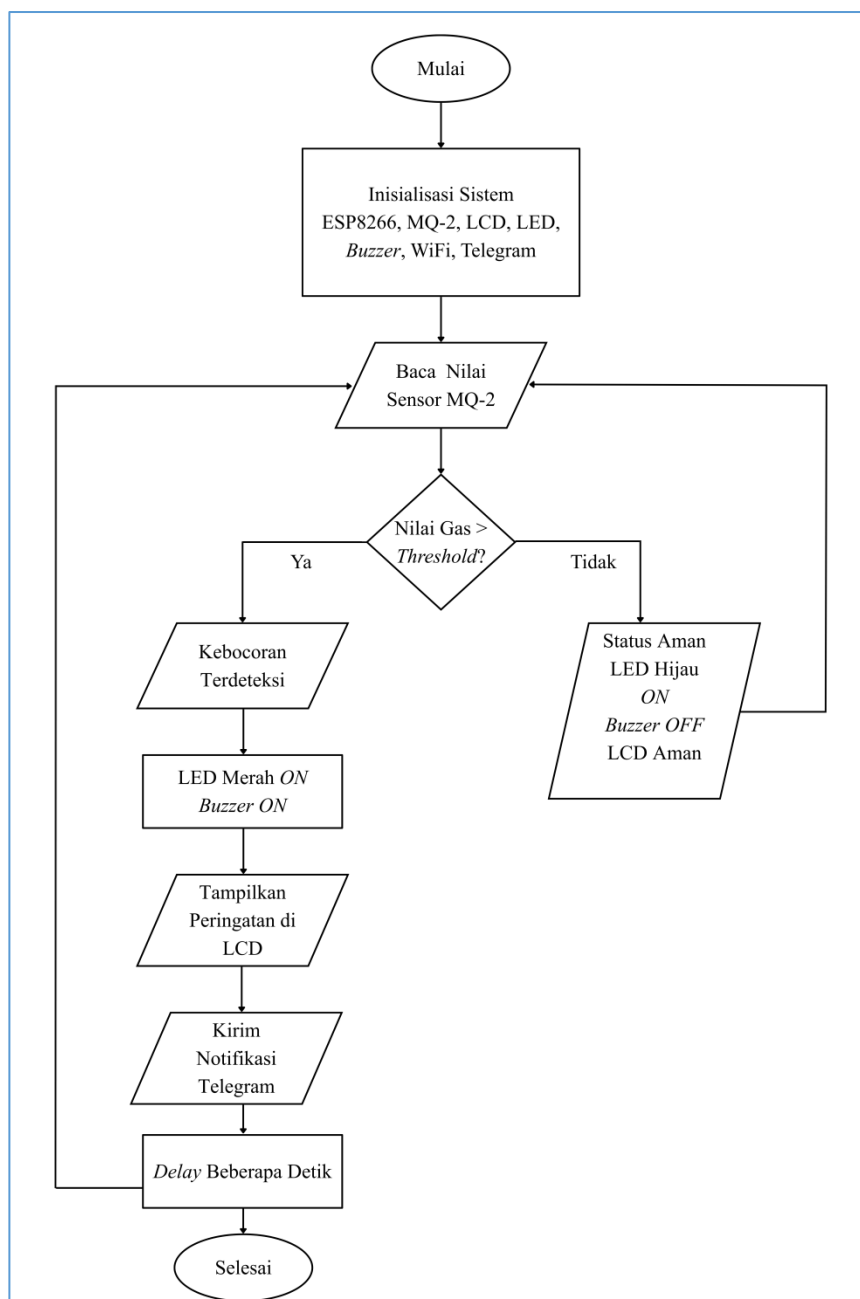


Gambar 1 Tahap dan alur kerja sistem

Rangkaian tahap dan alur penelitian pada Gambar 1, adalah untuk memastikan rincian setiap tahap dan alur kerja dalam penelitian berjalan dengan lancar, diawali dengan identifikasi masalah sebagai dasar dilaksanakannya penelitian. Selanjutnya, dilakukan observasi lapangan untuk mengetahui kondisi nyata yang berkaitan dengan permasalahan penelitian. Untuk memperkuat hasil observasi, peneliti melakukan wawancara dengan pihak terkait guna memperoleh informasi tambahan yang relevan. Setelah itu, studi literatur dilakukan dengan mempelajari buku, jurnal, serta penelitian terdahulu yang sesuai sebagai landasan teori dan referensi penelitian. Berdasarkan data yang telah diperoleh, tujuan penelitian kemudian dirumuskan agar arah penelitian menjadi lebih jelas. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang meliputi penyusunan desain perangkat keras dan perangkat lunak sesuai kebutuhan penelitian. Setelah desain selesai, dilakukan perakitan dan pemrograman sistem agar dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan. Tahap terakhir adalah pengujian sistem untuk memastikan seluruh komponen dan fungsi berjalan sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

3.3 Skema Sistem

Alur ini berfungsi sebagai instruksi bagi mikrokontroler NodeMCU dalam memproses *input* dari sensor MQ-2 untuk menghasilkan *output* pada alarm dan LCD.



Gambar 2 Skema sistem

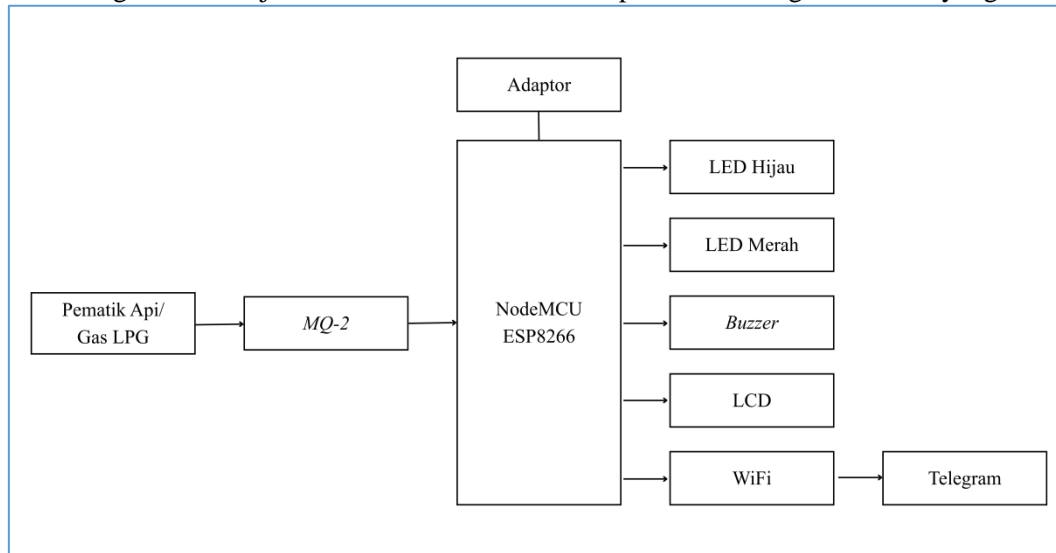
Gambar 2 menunjukkan sistem dimulai ketika program pada mikrokontroler dijalankan, kemudian ESP8266 melakukan inisialisasi seluruh komponen yang digunakan, seperti sensor MQ-2, LCD, LED, Buzzer, serta koneksi WiFi dan Telegram agar siap beroperasi. Setelah itu, sensor MQ-2 membaca kadar gas di udara dan mengirimkan nilai pembacaan ke ESP8266 untuk dibandingkan dengan nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan. Nilai *threshold* pada sensor MQ-2 ditentukan berdasarkan hasil kalibrasi dan pengujian yang dilakukan secara bertahap pada lingkungan penelitian. Proses kalibrasi dilakukan dengan mengamati perubahan nilai keluaran sensor ketika diberikan paparan gas LPG pada berbagai konsentrasi. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis untuk menentukan batas (*threshold*) yang mampu membedakan kondisi normal dan kondisi terindikasi kebocoran gas secara optimal. Nilai *threshold* dipilih pada titik yang menunjukkan peningkatan respons sensor secara konsisten terhadap keberadaan gas LPG, sehingga dapat meminimalkan kemungkinan terjadinya *false* alarm maupun keterlambatan deteksi. Dengan pendekatan ini, sistem mampu memberikan peringatan dini secara lebih akurat sesuai dengan kondisi lingkungan pengujian. Apabila nilai gas melebihi *threshold*, sistem akan mendeteksi adanya

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

kebocoran gas dengan menyalakan LED merah, mengaktifkan *Buzzer*, menampilkan pesan peringatan pada LCD, serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram kepada pengguna. Sebaliknya, jika nilai gas berada di bawah *threshold*, sistem akan menampilkan kondisi aman dengan menyalakan LED hijau, mematikan *Buzzer*, dan menampilkan informasi status aman pada LCD. Setelah proses tersebut, sistem memberikan jeda beberapa detik agar pembacaan lebih stabil sebelum kembali membaca sensor dan mengulangi proses secara terus-menerus.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan ini bertujuan untuk memberikan deskripsi teknis mengenai sistem yang dibangun.



Gambar 3 Perancangan sistem

Sistem *monitoring* kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* (IoT) ini bekerja dengan memanfaatkan sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama. Sistem diawali dengan pemberian sumber daya dari *adaptor* untuk mengaktifkan seluruh rangkaian, kemudian sensor MQ-2 mendeteksi keberadaan gas LPG di udara sekitar dan mengubahnya menjadi sinyal *analog* yang dikirim ke NodeMCU untuk diproses. NodeMCU ESP8266 selanjutnya membandingkan nilai gas yang terbaca dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan, di mana kondisi aman ditandai dengan LED hijau menyala dan informasi ditampilkan pada LCD, sedangkan kondisi kebocoran gas ditandai dengan LED merah menyala, *Buzzer* aktif sebagai alarm peringatan, serta pesan peringatan ditampilkan pada LCD. Selain memberikan peringatan secara lokal, sistem juga memanfaatkan koneksi WiFi untuk mengirimkan notifikasi kebocoran gas kepada pengguna melalui aplikasi Telegram secara *real-time*, sehingga pengguna dapat segera mengetahui adanya kebocoran gas meskipun tidak berada di lokasi alat.

4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil yang diperoleh dari prototipe sistem *Internet of Things* (IoT) untuk *monitoring* kebocoran gas LPG 3 kg yang menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor MQ-2 telah berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan. Sistem ini mengintegrasikan komponen perangkat keras seperti LCD 16x2, LED dan *Buzzer* sebagai indikator peringatan lokal, serta aplikasi Telegram sebagai media peringatan jarak jauh.

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian sensor MQ-2 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi konsentrasi gas LPG berdasarkan nilai *Analog-to-Digital Converter* (ADC), tegangan keluaran sensor, dan estimasi kadar gas dalam satuan *Parts Per Million* (PPM).

1. Nilai tegangan sensor diperoleh menggunakan Persamaan

$$V_{out} = \frac{ADC \times 1,2}{1023} \dots \dots \dots (4.1)$$

2. Nilai tegangan untuk menghitung resistansi sensor (R_s)

$$R_s = \left(\frac{V_c - V_{out}}{V_{out}} \right) \times R_L \dots \dots \dots (4.2)$$

3. Konsentrasi gas (PPM) kemudian dihitung dengan menggunakan pendekatan karakteristik sensor MQ-2

$$PPM = f \left(\frac{R_s}{R_o} \right) \dots \dots \dots (4.3)$$

Pada percobaan dengan nilai ADC sebesar 710 diperoleh:

$$V_{out} = \frac{710 \times 1,2}{1023} = 0,83 \text{ Volt}$$

Berdasarkan hasil perhitungan resistansi sensor dan konstanta kalibrasi yang telah diperoleh sebelumnya, sistem menghasilkan estimasi konsentrasi gas sebesar 102 PPM. Nilai ini telah melewati ambang batas (*threshold*) yang ditetapkan sehingga sistem mengklasifikasikan kondisi sebagai kebocoran ringan dan mengaktifkan alarm serta notifikasi Telegram.

Tabel 2 Hasil pengujian respons sensor MQ-2

No	Kondisi Pengujian	ADC	Voltage (V)	PPM	Status Sistem
1	Udara Bersih	220	0,26	22	Aman
2	Udara Bersih	228	0,27	24	Aman
3	Udara Bersih	235	0,28	27	Aman
4	Asap Rokok	410	0,49	58	Aman
5	Asap Rokok	435	0,52	63	Aman
6	Uap Air	320	0,38	42	Aman
7	Kebocoran Ringan	720	0,86	105	Bahaya
8	Kebocoran Ringan	745	0,89	112	Bahaya
9	Kebocoran Berat	915	1,09	138	Bahaya
10	Kebocoran Berat	940	1,12	146	Bahaya

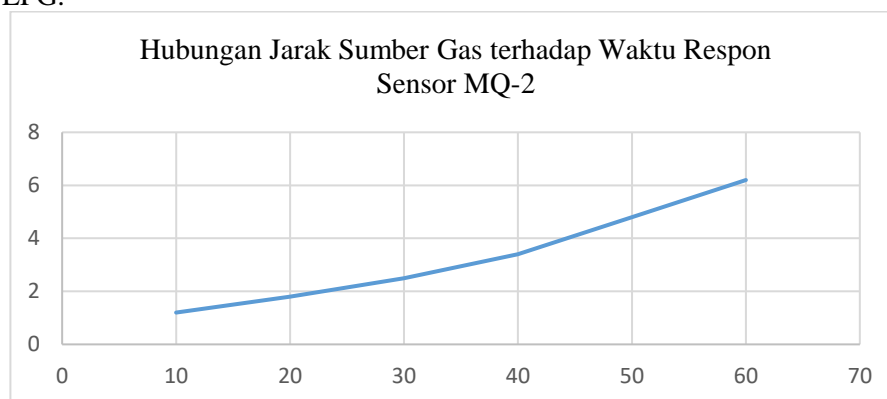
Berdasarkan Tabel 2, sensor MQ-2 menunjukkan nilai pembacaan yang relatif stabil pada kondisi udara bersih dengan rentang ADC 220–235. Pengujian gangguan lingkungan menggunakan asap rokok dan uap air menunjukkan adanya peningkatan nilai ADC dibandingkan kondisi normal, namun nilainya masih berada di bawah ambang batas sistem sehingga tidak memicu alarm. Sebaliknya, pada kondisi kebocoran LPG, terjadi peningkatan nilai ADC yang signifikan hingga melewati nilai *threshold* yang telah ditetapkan sehingga sistem mampu mendeteksi kondisi bahaya dengan baik.

Tabel 3 Hasil pengujian jarak sumber gas terhadap waktu respon sensor

Jarak Sumber Gas (cm)	ADC Rata-rata	PPM	Waktu Respon (detik)
10	945	148	1,2
20	890	136	1,8
30	820	122	2,5
40	760	114	3,4
50	690	98	4,8
60	610	85	6,2

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan jarak antara sumber gas dan sensor MQ-2 menyebabkan penurunan nilai ADC dan konsentrasi gas yang terdeteksi. Selain itu, waktu respon sensor juga meningkat seiring bertambahnya jarak sumber gas. Hal ini menunjukkan

bahwa posisi pemasangan sensor memiliki pengaruh penting terhadap kecepatan dan akurasi deteksi kebocoran gas LPG.



Gambar 4 Grafik hubungan jarak sumber gas terhadap waktu respon sensor MQ-2

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara jarak sumber gas LPG terhadap waktu respon sensor MQ-2. Berdasarkan hasil pengujian, semakin jauh jarak sumber gas dari sensor, semakin lama waktu yang dibutuhkan sistem untuk mendeteksi keberadaan gas. Pada jarak 10 cm, sensor mampu merespon dalam waktu sekitar 1,2 detik, sedangkan pada jarak 60 cm waktu respon meningkat menjadi sekitar 6,2 detik. Kondisi ini terjadi karena konsentrasi gas yang mencapai permukaan sensor semakin berkurang akibat proses difusi di udara. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 memiliki performa deteksi yang lebih baik ketika ditempatkan lebih dekat dengan sumber potensi kebocoran, seperti regulator atau tabung LPG. Oleh karena itu, penempatan sensor menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas sistem *monitoring* kebocoran gas LPG berbasis IoT yang dikembangkan pada penelitian ini.

4.2 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan mampu mendeteksi kebocoran gas LPG secara efektif melalui sensor MQ-2 yang terintegrasi dengan NodeMCU ESP8266. Peningkatan nilai ADC dan konsentrasi gas (PPM) yang terdeteksi menunjukkan adanya hubungan yang sejalan antara konsentrasi gas LPG di lingkungan dengan respons sensor, sehingga membuktikan bahwa sensor MQ-2 memiliki sensitivitas yang memadai untuk digunakan pada sistem deteksi kebocoran gas rumah tangga. Selain itu, pengujian variasi jarak menunjukkan bahwa semakin jauh sumber gas dari sensor, semakin lama waktu respon yang dibutuhkan sistem. Kondisi ini disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi gas yang mencapai permukaan sensor akibat proses difusi di udara. Oleh karena itu, penempatan sensor di area yang dekat dengan sumber potensi kebocoran, seperti regulator atau tabung LPG, menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini.

Jika dibandingkan dengan penelitian Muslimah dan Irawan (2023), sistem yang dikembangkan memiliki keunggulan pada mekanisme penyampaian informasi karena mampu mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram tanpa mengharuskan pengguna melakukan pemantauan aktif melalui website. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Sanhaji dkk. (2023) yang memanfaatkan teknologi IoT untuk *monitoring real-time*, namun menawarkan kemudahan implementasi melalui Telegram Bot yang lebih ringan, gratis, dan mudah diakses oleh pengguna. Dari aspek keselamatan, sistem telah memenuhi fungsi utama *early warning system* dengan memberikan peringatan lokal melalui LED dan buzzer serta notifikasi jarak jauh ketika konsentrasi gas melewati nilai ambang batas. Meskipun demikian, sensor MQ-2 masih memiliki keterbatasan karena sensitif terhadap beberapa jenis gas lain dan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti asap serta kelembapan udara. Selain itu, kecepatan pengiriman notifikasi juga bergantung pada kualitas koneksi internet. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada peningkatan akurasi kalibrasi sensor, penambahan sensor pendukung, serta pengujian pada lingkungan yang lebih beragam untuk meningkatkan keandalan sistem.



Gambar 5 Sistem pendeteksi kebocoran gas LPG saat pengujian berlangsung

Keunikan utama dari penelitian ini terletak pada penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem *monitoring* kebocoran gas LPG yang tidak hanya mampu mendeteksi keberadaan gas secara lokal, tetapi juga memberikan peringatan jarak jauh secara *real-time* melalui aplikasi Telegram. Berbeda dengan alat pendeteksi kebocoran gas konvensional yang umumnya hanya mengandalkan alarm suara di lokasi, sistem ini mengintegrasikan sensor MQ-2, NodeMCU ESP8266, LCD, LED, dan *Buzzer* dalam satu perangkat yang saling terhubung sehingga informasi kondisi gas dapat diketahui dengan lebih cepat dan akurat. Kelebihan utama penelitian ini adalah kemampuannya dalam memberikan respons otomatis ketika terjadi kebocoran, yaitu dengan menampilkan status pada LCD, menyalakan indikator visual, membunyikan alarm, serta mengirimkan notifikasi langsung kepada pengguna meskipun pengguna tidak berada di tempat. Selain itu, sistem ini dirancang dengan komponen yang relatif sederhana, biaya yang terjangkau, serta mudah dikembangkan lebih lanjut sehingga memiliki potensi untuk diterapkan secara luas sebagai solusi peningkatan keselamatan penggunaan gas LPG di lingkungan rumah tangga maupun usaha kecil [15].

5 Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa perancangan sistem *Internet of Things* (IoT) untuk *monitoring* kebocoran gas LPG 3 kg menggunakan sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 telah berhasil menjawab tujuan penelitian dalam menciptakan alat deteksi yang responsif dan akurat. Sistem ini mampu mengklasifikasikan tingkat bahaya kebocoran secara presisi melalui metode *threshold*, di mana nilai ADC di atas 700 memicu alarm lokal dan notifikasi jarak jauh. Keberhasilan integrasi dengan Bot Telegram memungkinkan pengiriman peringatan secara *real-time* dengan rata-rata waktu tunda hanya ± 2 detik, sehingga memberikan perlindungan yang lebih efektif bagi pengguna melalui informasi yang proaktif. Penggunaan platform Telegram terbukti menjadi solusi yang lebih efisien dan mudah diakses dibandingkan metode pemantauan berbasis web atau aplikasi pihak ketiga lainnya, sekaligus memberikan keunggulan pada sistem peringatan dini yang tidak terbatas oleh jarak, yang pada akhirnya dapat meminimalkan risiko kecelakaan akibat kebocoran gas LPG di lingkungan rumah tangga maupun pangkalan gas.

Referensi

- [1] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, Vol. 17, No. 4, pp. 2347–2376, 2015, DOI: 10.1109/COMST.2015.2444095.
- [2] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, "Internet of Things (IoT): A Literature Review," *J. Comput. Commun.*, Vol. 03, No. 05, pp. 164–173, 2015, DOI: 10.4236/jcc.2015.35021.
- [3] P. K. Pateriya, A. A. Munna, A. saha, H. Biswas, A. Ahammed, and A. Shah, "IoT-based LPG

- Gas Leakage Detection and Prevention System,” SSRN Electron. J.*, 2021, DOI: 10.2139/ssrn.3884477.
- [4] F. Y. br Siahaan and dkk, “Perancangan *Smart Gas Leak Detector* sebagai Alat Pendeteksi Kebocoran Gas melalui Metode *Brainstorming*,” *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, Vol. 7, No. 1, 2024, DOI: 10.32734/ee.v7i1.2213.
- [5] G. Sanhaji, I. Pratama Putra, and I. Abdul Rojak, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kebocoran Gas, Suhu, dan Kelembapan pada Dapur berbasis *Internet of Things* menggunakan *Mikrokontroler Wemos D1 Mini*,” *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, Vol. 5, No. 4, pp. 335–343, 2023, DOI: 10.38035/rnj.v5i4.785.
- [6] F. Prasetya, “*IoT based Gas Leakage Detection System*,” *J. Electr. Autom. Technol.*, Vol. 1, No. 2, pp. 46–55, 2022, DOI: 10.61844/jeat.v1i2.233.
- [7] A. Sudiatmika and S. Dewi, “*E-Learning berbasis Telegram Bot*,” *KERNEL J. Ris. Inov. Bid. Inform. dan Pendidik. Inform.*, Vol. 1, No. 2, pp. 49–60, 2021, DOI: 10.31284/j.kernel.2020.v1i2.1469.
- [8] A. T. Jordan, Eko Purwanto, and Afu Ichsan Pradana, “Implementasi IoT untuk Deteksi Kebocoran Gas dan Peringatan Dini di Rumah Tangga,” *Innov. J. Soc. SCI. Res.*, Vol. 5, pp. 7716–7731, 2025, DOI: 10.31004/innovative.v5i3.19428.
- [9] S. Sahara, B. P. Pamungkas, and I. M. Firdaus, “Pengembangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG menggunakan Sensor Mq-2 sebagai Upaya Pencegahan Dini terhadap Risiko Kebakaran,” *J. Ilm. Glob. Educ.*, Vol. 5, No. 2, pp. 1260–1273, 2024, DOI: 10.55681/jige.v5i2.2736.
- [10] T. K. Hadi, “Analisis Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG berbasis Sensor MQ-2 dan Arduino Uno,” *J. Minfo Polgan*, Vol. 11, No. September, pp. 105–108, 2022, DOI: 10.33395/jmp.v11i2.11804.
- [11] A. Wibowo, F. Kurniawan, T. Informasi, F. Teknik, and U. M. Kotabumi, “Implementasi Keamanan Ruangan berbasis IoT dengan Sensor PIR , Telegram , dan Peringatan Suara,” *Journal of Applied Computer Science And Technology (JACOST)*, Vol. 5, No. 2, pp. 172–178, 2024, DOI: 10.52158/jacost.v5i2.860.
- [12] T. Ristanti and R. Pradana, “Penggunaan Metode *Threshold* dalam Pembuatan Sistem Pendeteksi Asap dan Api dengan berbasis *Firebase* dan *Android* menggunakan Nodemcu pada BJ House 77,” *J. Ticom Technol. Inf. Commun.*, Vol. 11, No. 1, pp. 44–49, 2022, DOI: 10.70309/ticom.v11i1.70.
- [13] T. Taufik, N. Nurdin, and T. Taufiq, “Penerapan *Smart Wastafel* berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan Aplikasi Blynk dan Cloud,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, Vol. 5, No. 1, pp. 67–78, 2023, DOI: 10.18196/mt.v5i1.19576.
- [14] M. Garonga, A. Michael, and M. Dudung, “Sistem Pendeteksi Kebocoran *Liquified Petroleum Gas (LPG)* menggunakan Sensor MQ-2 berbasis Mikrokontroler,” *J. Dyn. Saint*, Vol. 6, No. 1, pp. 25–30, 2021, DOI: 10.47178/dynamicsaint.v6i1.1274.
- [15] H. Rachman, L. A., & Hasbullah, “Rancang Bangun *Fearless (Fire Supression and Smart Alert System)* pada Kebocoran Gas,” *Technomedia J.*, Vol. 7, No. 2, pp. 262–279, 2022, DOI: 10.33050/tmj.v7i2.1904.