Jurnal Riset Multidisiplin Edukasi
https://journal.hasbaedukasi.co.id/index.php/jurmie
Halaman : 1246 - 1259

PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI SISTEM MONITORING KEBOCORAN GAS LPG SECARA REAL-TIME

Nur Hannyfa[1], Syahwin[2], Muhammad Zulfansyuri Siambaton[3]
Prodi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara Medan-Indonesia [1,2.3]
Email: hannyfahanny06@gmail.com

Informasi

Volume : 3
Nomor : 6
Bulan : Juni
Tahun : 2026
E-ISSN : 3062-9624

Abstract

Liquefied Petroleum Gas (LPG) leakage is one of the major causes of household fires. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based LPG gas leakage detection system using an ESP32 microcontroller and an MQ-2 gas sensor. The system implements a dual-threshold rule method that classifies conditions into three categories: Safe (<100 PPM), Warning (100–299 PPM), and Danger (≥300 PPM), while controlling an LED, buzzer, and exhaust fan as early warning devices. The testing results show that the system is capable of detecting gas concentrations within a range of 2.0 PPM to 10000.0 PPM, activating warning devices according to the detected condition, and sending real-time notifications to the user's smartphone through the Telegram application. In addition, monitoring data, including date, time, PPM values, and system status, are automatically stored in Google Spreadsheet every 15 seconds. Based on the testing results, the developed system performs effectively as an LPG gas leakage detection and monitoring device for household applications.

Keyword: *ESP32, MQ-2 Sensor, LPG Gas Leakage, Internet of Things, Telegram Bot, Google Spreadsheet.*

Abstrak

Kebocoran gas Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kebakaran di lingkungan rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-2. Sistem ini menerapkan metode ambang batas ganda (dual-threshold rule) yang membagi kondisi menjadi tiga kategori, yaitu Aman (<100 PPM), Waspada (100–299 PPM), dan Bahaya (≥300 PPM), serta mengendalikan LED, buzzer, dan exhaust fan sebagai perangkat peringatan dini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi konsentrasi gas dengan rentang pembacaan 2,0 PPM hingga 10000,0 PPM, mengaktifkan perangkat peringatan sesuai kondisi yang terdeteksi, serta mengirimkan notifikasi secara real-time ke smartphone pengguna melalui aplikasi Telegram. Selain itu, data hasil pemantauan berupa tanggal, waktu, nilai PPM, dan status kondisi berhasil disimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet setiap 15 detik. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik sebagai alat pendeteksi dan monitoring kebocoran gas LPG pada skala rumah tangga.

Kata Kunci: *ESP32, Sensor MQ-2, Kebocoran Gas LPG, Internet of Things (IoT) Telegram Bot, Google Spreadsheet.*

A. PENDAHULUAN

Pada era modern saat ini, penggunaan Liquefied Petroleum Gas (LPG) baik pada sektor rumah tangga maupun industri telah menjadi kebutuhan yang sangat penting. Kemudahan dalam pengoperasian serta harga yang relatif terjangkau menjadikan LPG sebagai bahan bakar yang banyak digunakan, khususnya untuk keperluan rumah tangga. Namun demikian, penggunaan LPG yang tidak sesuai dengan prosedur keselamatan dapat menimbulkan dampak negatif, terutama risiko kebakaran. Sifat LPG yang mudah terbakar dan mampu menyebar dengan cepat di udara menjadikannya berpotensi menyebabkan kebakaran apabila terjadi kebocoran. Kebocoran gas LPG umumnya disebabkan oleh kesalahan pemasangan regulator, kerusakan katup, pipa yang tidak layak, maupun karet pengaman yang mengalami kerusakan sehingga gas dapat keluar dari sistem penyaluran. Kondisi ini sering kali terlambat disadari atau bahkan tidak terdeteksi, terutama ketika akumulasi gas terjadi di ruang tertutup yang mengandung campuran gas, oksigen, dan panas, sehingga meningkatkan risiko kebakaran secara signifikan (Sinaga, 2021).

LPG merupakan gas yang dihasilkan dari proses pengolahan di kilang minyak dan kilang gas, yang tersusun atas senyawa hidrokarbon berupa propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) dengan komposisi sekitar 30% propana dan 70% butana. Sebagai bahan bakar, LPG memiliki sifat mudah terbakar apabila bereaksi dengan udara. Oleh karena itu, penting untuk memahami karakteristik LPG guna mencegah terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan. Karakteristik tersebut antara lain memiliki tekanan yang relatif tinggi, mampu menyebar secara perlahan di udara, memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan udara, tidak bersifat racun, serta memiliki daya pemanas yang cukup tinggi (Ismail et al., 2017).

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar sistem pendeteksi kebocoran gas hanya menyediakan alarm lokal. Sistem tersebut belum dilengkapi dengan fitur monitoring real-time, notifikasi jarak jauh, serta pencatatan data digital. Oleh karena itu, penelitian ini, yang saya lakukan mengusulkan penerapan teknologi Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32, sensor MQ 2, buzzer, LED, dan data logger, sehingga mampu memberikan monitoring real-time, notifikasi jarak jauh melalui aplikasi Telegram, serta penyimpanan data hasil pembacaan sensor ke Google Spreadsheet sebagai data logger berbasis cloud. Dengan demikian, sistem yang diusulkan memiliki keunggulan fungsional dibandingkan penelitian sebelumnya, baik dari segi akurasi pemantauan maupun kemudahan akses informasi bagi pengguna.

Penggunaan gas LPG sebagai sumber energi utama pada rumah tangga memiliki risiko keselamatan yang tinggi apabila tidak disertai dengan sistem pengawasan yang memadai. Salah satu risiko terbesar adalah kebocoran gas yang dapat berujung pada ledakan dan kebakaran. Kasus nyata terjadi pada 2024 di Komplek Perumahan Liberty, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan, di mana kebocoran tabung gas LPG menyebabkan ledakan yang mengakibatkan dua orang mengalami luka-luka serta kerusakan signifikan pada bangunan rumah dan kendaraan di sekitarnya, termasuk retaknya dinding rumah akibat tekanan ledakan. Peristiwa tersebut menunjukkan bahwa kebocoran gas sering kali tidak terdeteksi secara dini oleh penghuni rumah, sehingga potensi bahaya baru disadari setelah terjadi kejadian fatal. Kondisi ini menegaskan perlunya penerapan sistem monitoring dan peringatan dini berbasis teknologi yang mampu mendeteksi kebocoran gas secara real-time dan memberikan notifikasi cepat kepada pengguna guna mencegah terjadinya ledakan maupun kebakaran rumah. (Kompas.com, 2024).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan terciptanya sistem keamanan rumah yang cerdas (smart home safety). Melalui teknologi IoT, berbagai perangkat elektronik dapat saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan proses monitoring, analisis data, serta memberikan peringatan secara otomatis. Penerapan IoT pada sistem deteksi kebocoran gas dinilai lebih efektif dibandingkan dengan detektor konvensional, karena mampu mengirimkan informasi dan notifikasi secara real-time kepada pengguna melalui platform digital, seperti Telegram Bot atau aplikasi mobile. Dengan kemampuan tersebut, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan dan menerima peringatan dini meskipun berada di lokasi yang berbeda, sehingga risiko kecelakaan akibat kebocoran gas dapat diminimalkan. (Khahar, I. et al. 2025).

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor gas MQ-2, bagaimana kinerja sistem dalam mendeteksi kebocoran gas LPG berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan, bagaimana sistem dapat mengirimkan notifikasi peringatan kebocoran gas LPG kepada pengguna secara real-time melalui aplikasi Telegram, serta bagaimana sistem menyimpan data hasil pembacaan sensor ke dalam data logger berbasis Google Spreadsheet. Penelitian ini dibatasi pada fungsi deteksi, peringatan, dan notifikasi kebocoran gas tanpa mencakup fitur pemadaman api otomatis. Selain itu, pengiriman notifikasi real-time sangat bergantung pada ketersediaan dan stabilitas jaringan Wi-Fi, sensor yang digunakan hanya sensor MQ-2 tanpa

kalibrasi menggunakan alat ukur laboratorium bersertifikat, serta pengujian dilakukan pada ruang simulasi berskala terbatas yang terbuat dari material triplek dan akrilik, bukan pada instalasi dapur rumah tangga sebenarnya. Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang sistem deteksi kebocoran gas LPG berbasis IoT, mengukur kinerja sistem dalam mendeteksi kebocoran gas berdasarkan nilai ambang batas sensor MQ-2 melalui pengujian fungsional terhadap aktivasi buzzer dan LED sebagai peringatan dini, mengimplementasikan notifikasi kebocoran gas LPG secara real-time kepada pengguna melalui aplikasi Telegram dengan pengujian konektivitas jaringan, serta mengevaluasi kemampuan data logger dalam merekam dan menyimpan data hasil pembacaan sensor gas LPG untuk keperluan pemantauan dan analisis melalui metode pencatatan dan pengujian sistem.

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa sistem (engineering research) dengan pendekatan eksperimen untuk merancang, membangun, dan menguji sistem monitoring kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan sensor MQ-2. Sistem ini terdiri atas perangkat keras berupa ESP32, sensor MQ-2, LCD 16×2, buzzer, LED, relay, exhaust fan, adaptor, dan akrilik sebagai miniatur rumah, serta perangkat lunak seperti Arduino IDE, Telegram Bot, Google Spreadsheet, dan beberapa library pendukung. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan sistem, perakitan alat, pembuatan program, pengujian perangkat, pengujian sistem, dan analisis data. Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG yang kemudian diproses oleh ESP32 dan dikonversi ke satuan Parts Per Million (PPM). Berdasarkan nilai tersebut, sistem mengklasifikasikan kondisi menjadi tiga kategori, yaitu Aman (<100 PPM), Waspada (100–299 PPM), dan Bahaya (≥300 PPM). Pada kondisi waspada dan bahaya, sistem akan mengaktifkan LED, buzzer, exhaust fan, serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram secara real-time. Selain itu, data hasil pembacaan sensor disimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet setiap 15 detik sebagai media monitoring dan dokumentasi.

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen dan sistem terintegrasi bekerja sesuai rancangan. Pengujian perangkat keras mencakup ESP32, sensor MQ-2, LCD, LED, buzzer, dan exhaust fan, sedangkan pengujian sistem dilakukan dengan mensimulasikan kebocoran gas LPG pada berbagai tingkat konsentrasi. Hasil pengujian dianalisis berdasarkan kemampuan sensor mendeteksi perubahan konsentrasi gas, kecepatan respons sistem, keberhasilan pengiriman notifikasi Telegram, serta kestabilan penyimpanan data pada Google

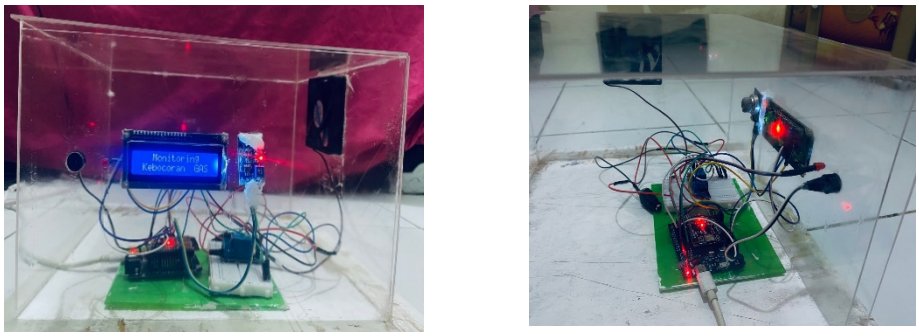
Spreadsheet. Metode ambang batas ganda digunakan untuk meningkatkan akurasi deteksi dan mengurangi alarm palsu, dengan batas waspada pada rentang 100–299 PPM dan bahaya pada nilai ≥300 PPM. Analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai konsentrasi gas terhadap respons sistem, meliputi aktivasi indikator peringatan, pengiriman notifikasi, dan pencatatan data. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi kebocoran gas LPG, memberikan peringatan dini secara real-time, serta mendukung pemantauan kondisi lingkungan secara otomatis dan berkelanjutan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Pada tahap ini telah dilakukan implementasi sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem terdiri dari sensor MQ-2 sebagai pendeteksi gas, LCD 16×2 sebagai media tampilan, LED dan buzzer sebagai indikator peringatan, *exhaust fan* sebagai penanganan dini kebocoran gas, serta modul WiFi untuk komunikasi data.

Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh perangkat keras dan perangkat lunak sesuai perancangan pada Bab III. Setelah proses perakitan dan pemrograman selesai, sistem diuji untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja dengan baik. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kebocoran gas, menampilkan informasi pada LCD, mengaktifkan LED, buzzer, dan *exhaust fan*, serta mengirimkan notifikasi dan menyimpan data melalui internet.



Gambar 1 Rangkaian Sistem Monitoring Gas LPG

Pengujian Monitoring Kebocoran Gas LPG

Tabel 1 Pengujian Sensor Gas MQ-2

No	Waktu	Nilai Gas (PPM)	Kondisi
1	16.20.14	2.1	NORMAL
2	16.20.31	2.1	NORMAL
3	16.21.05	2.0	NORMAL

4	16.36.53	5.1	NORMAL
5	16.37.00	10000.0	BAHAYA
6	16.37.15	451.4	BAHAYA
7	16.20.27	287.7	WASPADA
8	16.37.36	37.9	NORMAL
9	16.37.45	1041.1	BAHAYA
10	16.37.58	262.2	WASPADA
11	16.38.07	48.1	NORMAL
12	16.38.20	14.3	NORMAL
13	16.38.35	9.2	NORMAL
14	16.38.44	10000.0	BAHAYA
15	16.38.52	275.4	WASPADA
16	16.39.01	41.4	NORMAL
17	16.39.14	16.6	NORMAL
18	16.39.30	121.6	WASPADA
19	16.39.40	58.6	NORMAL
20	16.39.52	14.7	NORMAL

Berdasarkan Tabel 1, sensor MQ-2 menunjukkan kemampuan yang baik dalam mendeteksi perubahan konsentrasi gas LPG. Pada kondisi normal, nilai pembacaan sensor berada di bawah 100 PPM yang menunjukkan bahwa lingkungan masih dalam keadaan aman dan tidak terindikasi adanya kebocoran gas. Pada rentang ini, sistem menetapkan status NORMAL, Ketika nilai konsentrasi gas berada pada rentang 100–299 PPM, sistem mengubah status menjadi WASPADA. Kondisi ini menunjukkan bahwa sensor mulai mendeteksi adanya peningkatan konsentrasi gas LPG di lingkungan. Selanjutnya, ketika nilai konsentrasi gas mencapai atau melebihi 300 PPM, sistem menetapkan status BAHAYA. Pada kondisi ini, nilai pembacaan sensor meningkat secara signifikan hingga mencapai 10000,0 PPM saat diberikan paparan gas LPG. Kondisi bahaya menunjukkan bahwa konsentrasi gas yang terdeteksi telah melewati batas aman sehingga diperlukan tindakan penanganan segera.

Setelah sumber gas dijauhkan dan *exhaust fan* bekerja, nilai konsentrasi gas yang terdeteksi mengalami penurunan secara bertahap dari kondisi bahaya menuju waspada, kemudian kembali ke kondisi normal. Perubahan nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu merespons keberadaan gas LPG dengan cepat serta dapat mendeteksi perubahan konsentrasi gas selama proses penyebaran dan pengurangan gas di lingkungan pengujian. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 layak digunakan sebagai komponen utama dalam sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang dikembangkan.

Tabel 2 Pengujian LED, Buzzer dan LCD

No	waktu	Nilai Gas (ppm)	Kondisi	LED	Buzzer	Tampilan LCD
1	16.20.14	2.1	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 2.1 PPM
2	16.20.31	2.1	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 2.1 PPM
3	16.21.05	2.0	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 2.0 PPM
4	16.36.53	5.1	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 5.1 PPM
5	16.37.00	10000.0	BAHAYA	Menyala	Bunyi	STATUS: BAHAYA Gas: 10000.0 PPM
6	16.37.15	451.4	BAHAYA	Menyala	Bunyi	STATUS: BAHAYA Gas: 451.4 PPM
7	16.20.27	287.7	WASPADA	Menyala	Bunyi	STATUS: WASPADA Gas: 287.7 PPM
8	16.37.36	37.9	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 37.9 PPM
9	16.37.45	1041.1	BAHAYA	Menyala	Bunyi	STATUS: BAHAYA Gas: 1041.1 PPM
10	16.37.58	262.2	WASPADA	menyala	Bunyi	STATUS: WASPADA Gas: 262.2 PPM
11	16.38.07	48.1	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 48.1 PPM
12	16.38.20	14.3	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 14.3 PPM
13	16.38.35	9.2	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 9.2 PPM
14	16.38.44	10000.0	BAHAYA	Menyala	Bunyi	STATUS: BAHAYA Gas: 10000.0 PPM
15	16.38.52	275.4	WASPADA	Menyala	Bunyi	STATUS: WASPADA Gas: 275.4 PPM
16	16.39.01	41.4	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 41.4 PPM
17	16.39.14	16.6	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 16.6 PPM
18	16.39.30	121.6	WASPADA	Menyala	Bunyi	STATUS: WASPADA Gas: 121.6 PPM
19	16.39.40	58.6	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 58.6 PPM
20	16.39.52	14.7	NORMAL	Padam	Padam	Kondisi Aman Gas: 9.7 PPM

Hasil Pengujian Monitoring Kebocoran Gas LPG

Hasil Pengujian LCD 16×2

Gambar 2 Tampilan Awalan LCD

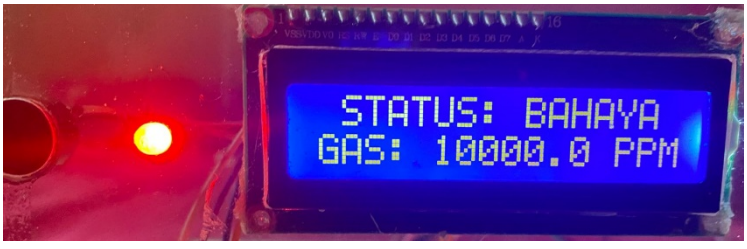
Pengujian dilakukan tanpa adanya paparan gas di sekitar sensor untuk mengetahui respon sistem dalam kondisi aman.

Gambar 3 Kondisi Normal Pada Alat

Pada kondisi ini sensor MQ-2 tidak mendeteksi adanya konsentrasi gas LPG yang melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan. LCD menampilkan informasi "Kondisi Aman" pada baris pertama dan nilai konsentrasi gas sebesar 9,1 PPM pada baris kedua. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kadar gas yang terdeteksi di lingkungan masih sangat rendah dan berada pada kategori aman.

Gambar 4 Kondisi Waspada Pada Alat

Berdasarkan Gambar 4, ketika konsentrasi gas elpiji meningkat dan memasuki rentang parameter 100–299 PPM (pada contoh pengujian sebesar 121,6 PPM), sistem langsung mengubah bendera status menjadi Waspada. Layar LCD merespon secara instan dengan memunculkan teks "STATUS: WASPADA" pada baris pertama. Perubahan visual ini diiringi dengan aktifnya indikator LED merah sebagai peringatan visual awal bagi pengguna.



Gambar 5 Kondisi Bahaya Pada Alat

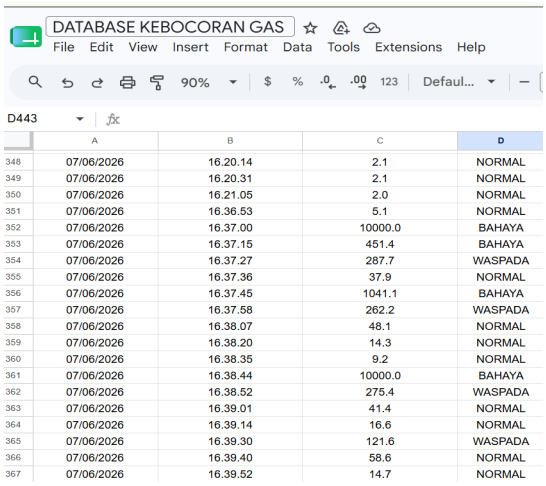
Berdasarkan Gambar 4.5, saat paparan gas pekat membuat nilai pembacaan melonjak melebihi ambang batas 300 PPM (menyentuh angka pengunci maksimal program yaitu 10000,0 PPM), mikrokontroler langsung menetapkan sistem dalam keadaan darurat utama. Layar LCD mengubah visualisasinya menjadi "STATUS: BAHAYA". Pada detik yang sama, ESP32 mengaktifkan alarm *buzzer* berfrekuensi cepat, menyalakan LED, dan memicu relay untuk mengaktifkan *exhaust fan* guna mendilusi tumpukan gas keluar dari ruang maket akrilik.

Hasil Pengujian Aplikasi Telegram

Gambar 6 Notifikasi Telegram

Berdasarkan hasil sistem berhasil mengirimkan notifikasi secara otomatis melalui Telegram Bot sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor MQ-2. Notifikasi yang dikirim meliputi kondisi Aman, Waspada, dan Bahaya beserta nilai konsentrasi gas dalam satuan PPM. Saat nilai gas berada pada rentang 100–299 PPM, sistem mengirimkan notifikasi Waspada**,** sedangkan pada nilai ≥ 300 PPM sistem mengirimkan notifikasi Bahaya. Ketika konsentrasi gas kembali di bawah 100 PPM**,** sistem mengirimkan notifikasi Aman**.** Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur notifikasi Telegram dapat bekerja dengan baik dan mampu memberikan informasi kondisi gas secara *real-time* kepada pengguna.

Hasil Pengujian Data Logger


DATABASE KEBOCORAN GAS

File Edit View Insert Format Data Tools Extensions Help

D443

	A	B	C	D
348	07/06/2026	16.20.14	2.1	NORMAL
349	07/06/2026	16.20.31	2.1	NORMAL
350	07/06/2026	16.21.05	2.0	NORMAL
351	07/06/2026	16.36.53	5.1	NORMAL
352	07/06/2026	16.37.00	10000.0	BAHAYA
353	07/06/2026	16.37.15	451.4	BAHAYA
354	07/06/2026	16.37.27	287.7	WASPADA
355	07/06/2026	16.37.36	37.9	NORMAL
356	07/06/2026	16.37.45	1041.1	BAHAYA
357	07/06/2026	16.37.58	262.2	WASPADA
358	07/06/2026	16.38.07	48.1	NORMAL
359	07/06/2026	16.38.20	14.3	NORMAL
360	07/06/2026	16.38.35	9.2	NORMAL
361	07/06/2026	16.38.44	10000.0	BAHAYA
362	07/06/2026	16.38.52	275.4	WASPADA
363	07/06/2026	16.39.01	41.4	NORMAL
364	07/06/2026	16.39.14	16.6	NORMAL
365	07/06/2026	16.39.30	121.6	WASPADA
366	07/06/2026	16.39.40	58.6	NORMAL
367	07/06/2026	16.39.52	14.7	NORMAL

Gambar 7 Data Pada Google Spreadsheet

Berdasarkan hasil pengujian, data pembacaan sensor berhasil dikirim dan disimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet setiap 15 detik. Data yang tersimpan meliputi tanggal, waktu, nilai konsentrasi gas dalam satuan PPM, dan kondisi sistem. Penyimpanan data ini memudahkan proses monitoring dan dokumentasi riwayat kebocoran gas.

Analisis Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis IoT mampu bekerja sesuai dengan perancangan. Sensor MQ-2 dapat mendeteksi perubahan konsentrasi gas LPG dan mengonversinya ke dalam satuan PPM. Sistem menggunakan ambang batas Normal (<100 PPM), Waspada (100–299 PPM), dan Bahaya (≥300 PPM) untuk menentukan kondisi lingkungan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika nilai konsentrasi gas berada di bawah 100 PPM, sistem berada pada kondisi normal sehingga LED, buzzer, dan *exhaust fan* tidak aktif. Saat konsentrasi gas berada pada rentang 100–299 PPM, sistem masuk ke kondisi waspada dan mengaktifkan LED, buzzer, serta *exhaust fan* sebagai peringatan dini. Selanjutnya, ketika nilai gas mencapai atau melebihi 300 PPM, sistem menetapkan kondisi bahaya dan mengaktifkan seluruh perangkat peringatan serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram Bot.

Selain itu, sistem juga mampu mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke Google Spreadsheet secara otomatis sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dan melihat riwayat data kebocoran gas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja secara terintegrasi dengan baik.

Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem yang dikembangkan telah berhasil mendeteksi kebocoran gas LPG dan memberikan peringatan kepada pengguna secara lokal

maupun jarak jauh. Sensor MQ-2 menunjukkan respons yang baik terhadap perubahan konsentrasi gas, yang ditunjukkan oleh meningkatnya nilai PPM ketika diberikan paparan gas LPG.

Penentuan ambang batas pada penelitian ini menggunakan metode ambang batas ganda (*dual-threshold*), yaitu kondisi Normal pada nilai di bawah 100 PPM, Waspada pada rentang 100–299 PPM, dan Bahaya pada nilai ≥ 300 PPM. Ambang batas 100 PPM dipilih berdasarkan datasheet sensor MQ-2 yang menunjukkan bahwa rentang deteksi efektif gas LPG dimulai dari konsentrasi 100 PPM. Oleh karena itu, nilai tersebut digunakan sebagai batas awal untuk mendeteksi adanya peningkatan konsentrasi gas LPG di lingkungan. Sementara itu, ambang batas 300 PPM digunakan sebagai kondisi bahaya untuk memberikan peringatan dini sebelum konsentrasi gas semakin tinggi. Penetapan nilai ini juga bertujuan untuk mengurangi kemungkinan alarm palsu akibat fluktuasi pembacaan sensor yang sering terjadi pada konsentrasi gas rendah.

Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja akurat sesuai ambang batas: kondisi Normal (<100 PPM), Waspada (100–299 PPM) dengan aktivasi alarm, dan Bahaya (300 PPM) disertai pengiriman notifikasi darurat melalui Telegram Bot. Integrasi ESP32 dengan Telegram dan Google Spreadsheet berhasil berjalan secara *real-time* untuk fungsi monitoring serta penyimpanan data log otomatis.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-2. Sistem mampu membaca serta mengolah data sensor, mengendalikan perangkat keluaran seperti LCD, buzzer, dan LED, serta terhubung dengan jaringan internet secara baik. Selain itu, sistem mampu mendeteksi kebocoran gas LPG berdasarkan nilai konsentrasi dalam satuan Parts Per Million (PPM) menggunakan metode ambang batas ganda, yaitu kondisi Normal (<100 PPM), Waspada (100–299 PPM), dan Bahaya (≥300 PPM), sehingga dapat memberikan respons otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi. Sistem juga berhasil mengirimkan notifikasi kondisi Aman, Waspada, dan Bahaya kepada pengguna melalui Telegram Bot secara real-time sehingga memudahkan proses pemantauan jarak jauh. Selanjutnya, data hasil pembacaan sensor dapat direkam dan disimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet yang memuat informasi waktu, nilai konsentrasi gas, dan status kondisi

sistem, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai media monitoring serta dokumentasi hasil pengukuran secara berkelanjutan.

E. DAFTAR PUSTAKA

Arumsari, F. T., Maulindar, J., & Pradana, A. I. (2023). Rancang bangun sistem pendeteksi kebakaran berbasis Internet of Things. INFOTECH Journal, 9(1), 175–182. https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.5317

Fathonia, G., & Yahfizham, Y. (2023). Analisis studi literatur bahasa pemrograman C++. SABER: Jurnal Teknik Informatika.

Fauziyah, I. N., Harliana, & Gigih, M. B. (2020). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Arduino (Sensor MQ 6). Jurnal Inovasi Teknologi,2(2),15–24. https://jurnal.umus.ac.id/index.php/intech/article/view/185/122

Feriyanto, D., Tandayu, V. M., Afrida, Y., Aminudin, N., & Ratnasari. (2024). Identifikasi dan pemilihan mikrokontroler untuk project Internet of Things (IoT). Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE), 7(1). Universitas Aisyah Pringsewu. p-ISSN 2686-0139..

Hidayat, T., & Nugroho, A. (2022). Pemanfaatan LED sebagai indikator visual pada sistem peringatan dini berbasis mikrokontroler. Jurnal Teknologi Elektronika, 7(2),3038.https://ejournal.nusantaraglobal.ac.id/index.php/jige/article/view/2736/2932

Ikhwanusshofa, M., Nuramal, A., & Supardi, N. I. (2020). Pemanfaatan Internet of Things untuk monitoring suhu di BPPT–MEPPO.

Ismai, R. L., Suseno, J. E., & Suryono, S. (2017). Rancang bangun sistem pengaman kebocoran gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) menggunakan mikrokontroler. In Youngster Physics Journal (Vol. 6, Issue 4).

Khahar, I. E., Affandi, F., & Fachrezi, D. (2025). A real-time LPG leakage detection system based on ESP32 with alerts via buzzer and Telegram. IJEEE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Electronics, 2(1), 34–40.

Kompas.com. (2024, 16 Mei). Kronologi tabung elpiji meledak di Medan, terdengar suara seperti bom. Kompas.com. Diakses dari https://medan.kompas.com/read/2024/05/16/154012278/kronologi-tabung-elpiji-meledak-di-medan-terdengar-suara-seperti-bom?utm_sourc

Kusumo, D. A. T., Fernandi, M. I., & Rosmiati, M. (2024). Pembangunan Sistem Pendeteksi

Kebocoran Gas LPG Berbasis IoT. Journal of Applied Engineering and Social Science (JAESS).

Kusumo, D. A. T., Fernandi, M. I., & Rosmiati, M. (2024). Pembangunan Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things. Journal of Applied Engineering and Social Science (JAESS), 5(1), 26–35. https://journals.telkomuniversity.ac.id/jaess/article/view/8378

Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler ESP32 sebagai alat monitoring pintu berbasis web. Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, 6(2), September 2022.

Padlin, E., Febrianti, I. K., Perawati, & Irwansi, Y. (2025). Rancang bangun alat deteksi kebocoran gas LPG berbasis ESP8266 dengan notifikasi Telegram. Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika, 3(3), 45–53.

https://doi.org/10.61132/uranus.v3i3.1064

PPSDM Migas ESDM - Penggunaan Liquefied Petroleum Gases (LPG): Upaya Mengurangi Kecelakaan Akibat LPG

Pratama, A., & Hidayat, R. (2023). Sistem deteksi LPG menggunakan sensor MQ-2 berbasis Internet of Things dengan peringatan ke smartphone. Jurnal Teknik Elektro.

Pratama, R., & Nugroho, A. (2022). Pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE pada sistem IoT berbasis ESP32. Jurnal Informatika dan Komputer, 6(1), 30–39.

Pratama, R., & Wijaya, D. (2021). Sistem pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-2 berbasis mikrokontroler dengan alarm buzzer. Jurnal Teknik Elektro.

Ridwan, M., & Kurniawan, A. (2021). Rancang bangun sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis IoT.

Rofik, A. (2021). Analisa Kebocoran LPG Dengan Menggunakan Sensor Gas MQ-2.

Rosaly, & Prasetyo. (2019). Flowchart sebagai representasi visual algoritma dan logika sistem. Jurnal PROSISKO, Vol. 12 No. 3.#

Sahara, S., Pragat, B. P., & Firdaus, I. M. (2024). Pengembangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ 2. Jurnal Ilmiah Global Engineering, 3(1),

Sayogi, I. M., & Syukron, A. A. (2025). Implementasi Pembuatan Sensor Deteksi Kebocoran LPG Berbasis Arduino. Jurnal Multimedia Informatika, 5(2), 45–52. https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jumin/article/view/5857

Simanungkalit, J. T., & Rambe, B. M. (2025). Penerapan IoT dalam pendeteksi gas (CO) dan kebakaran dengan notifikasi Telegram menggunakan ESP32. Jurnal Minfo Polgan, 14(1), 691-701. https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14843

Sinaga, A. B. (2021). Implementasi Sistem Monitoring Ketinggian Air Di Bak Penampungan Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Minfo Polgan, 10(2), 20–24. https://doi.org/10.33395/jmp.v10i2.11447

Suryanto, A., & Pratama, R. (2021). Analisis penggunaan kabel jumper pada perancangan rangkaian prototipe elektronika. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 5(2), 45–53.

Syahfitri, A. (2025). Internet of Things (IoT): Sejarah, teknologi, dan penerapannya. Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika, 3(1), 113–120.
https://doi.org/10.61132/uranus.v3i1.667

Wahyuni, R. T., Subagiyo, H., & Huda, A. (2022). The design and construction of a dynamic multi-sensor data logger. Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan.

Wibowo, Y. (2020). Implementasi sensor MQ-2 untuk deteksi LPG. Jurnal Teknik Elektro.

Wicaksono, A. (2022). Implementasi LCD 16×2 pada sistem embedded. Jurnal Sistem Tertanam.