

Rancang Bangun Sistem Monitoring Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Mikrokontroler

1st Ari Musawa
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

arimusawa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Mohammad Yanuar Hariyawan
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

myanuar@telkomuniversity.ac.id

3rd Dimas Adiputra
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

dimasze@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan sumber energi utama yang banyak digunakan di rumah tangga dan industri, tetapi memiliki risiko kebocoran yang dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi kebocoran gas LPG berbasis mikrokontroler menggunakan sensor MQ-2 dan ESP32 dengan mekanisme peringatan dini. Sistem ini mendeteksi kebocoran gas melalui sensor MQ-2, mengolah data menggunakan ESP32, dan memberikan peringatan melalui buzzer, indikator LED, serta kipas otomatis yang dikendalikan oleh relay untuk mengurangi konsentrasi gas di udara. Selain itu, sistem ini terhubung dengan layanan notifikasi berbasis IoT melalui Telegram dan Blynk agar pengguna dapat menerima peringatan secara real-time. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi sensor, kecepatan respons sistem, serta efektivitas peringatan dini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kebocoran gas secara akurat, memberikan peringatan dalam waktu kurang dari satu detik, dan mengaktifkan kipas untuk menurunkan kadar gas di lingkungan. Dengan implementasi sistem ini, risiko kebakaran akibat kebocoran gas LPG dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan keselamatan bagi pengguna, terutama di lingkungan rumah tangga dan industri kecil.

Kata kunci— LPG, Deteksi Kebocoran Gas, ESP32, IoT, Sensor MQ-2

I. PENDAHULUAN

LPG (Liquefied Petroleum Gas) merupakan sumber energi utama yang banyak digunakan oleh masyarakat, baik dalam skala rumah tangga maupun industri. Keunggulan LPG terletak pada harganya yang terjangkau serta kemudahan dalam distribusi dan penggunaan. Namun, di balik manfaatnya, LPG juga memiliki risiko besar, terutama terkait kebocoran gas yang dapat memicu kebakaran atau ledakan. Menurut laporan tahun 2022, terdapat 79 kasus kebakaran rumah akibat kebocoran gas LPG, menunjukkan bahwa aspek keselamatan dalam penggunaannya perlu mendapat perhatian serius[1].

Seiring berkembangnya teknologi, berbagai sistem deteksi kebocoran gas telah dikembangkan untuk meningkatkan keamanan, salah satunya dengan memanfaatkan sensor gas dan teknologi berbasis Internet of

Things (IoT). Penelitian sebelumnya telah mengusulkan berbagai pendekatan dalam mendeteksi kebocoran gas, seperti penggunaan sensor MQ-6 dan sistem peringatan berbasis SMS. Namun, tantangan yang masih dihadapi adalah bagaimana meningkatkan akurasi pendeteksian, mempercepat respons sistem, serta memastikan bahwa pengguna mendapatkan notifikasi peringatan secara real-time[2].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring kebocoran gas LPG berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-2. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kebocoran gas secara real-time dan memberikan peringatan dini melalui notifikasi di platform Telegram serta visualisasi data menggunakan aplikasi Blynk. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat dapat segera mengambil tindakan preventif sebelum kebocoran gas berkembang menjadi kebakaran atau ledakan yang berbahaya.

II. KAJIAN TEORI

A. Liquefied Petroleum Gas (LPG)

Liquefied Petroleum Gas (LPG) adalah produk hidrokarbon yang dihasilkan melalui serangkaian proses pengolahan kompleks di fasilitas kilang minyak dan gas. Komposisi utama LPG terdiri dari dua senyawa hidrokarbon: propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀), yang dikompresi dan disimpan dalam wadah bertekanan berbentuk tabung untuk memudahkan distribusi dan penggunaan[3].

B. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dirancang oleh Espressif Systems, sebuah perusahaan teknologi yang berbasis di Shanghai, Cina. Perangkat ini memiliki keunggulan utama berupa konektivitas WiFi yang telah terintegrasi, memungkinkan ESP32 untuk berfungsi secara mandiri sebagai penghubung antara mikrokontroler dan jaringan WiFi. Selain itu, ESP32 juga dilengkapi dengan prosesor dual-core yang mengoperasikan proses Xtensa LX16, memberikan performa tinggi untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pemrosesan data secara cepat dan efisien[4].



GAMBAR 1
(ESP32)

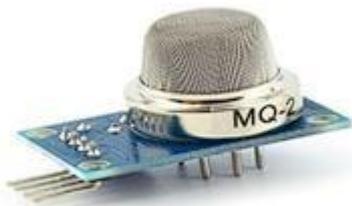
Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan, kumparan tersebut bertindak sebagai elektromagnet[7].



GAMBAR 4
(BUZZER)

C. Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah perangkat deteksi gas yang dirancang untuk mengukur kadar gas-gas mudah terbakar serta asap di udara. Sensor ini mengeluarkan hasil pengukuran dalam bentuk tegangan analog, sehingga memungkinkan pengolahan data yang mudah menggunakan mikrokontroler. Salah satu fitur unggulan dari sensor ini adalah sensitivitasnya yang dapat disesuaikan dengan pengaturan trimpot, memberikan fleksibilitas dalam penggunaannya[5].



GAMBAR 2
(SENSOR MQ-2)

F. Servo

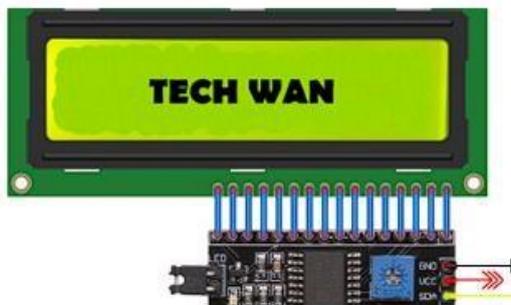
Motor servo merupakan aktuator yang berfungsi menghasilkan gerakan dengan tingkat presisi tinggi berdasarkan sinyal kendali. Komponen ini terdiri dari motor DC, sistem roda gigi, potensiometer, serta rangkaian pengontrol. Motor servo sering digunakan dalam aplikasi seperti robotika, sistem kendali industri, dan perangkat elektronik yang membutuhkan pengaturan posisi atau kecepatan dengan akurat[8].



GAMBAR 5
(SERVO)

D. LCD

Sensor MQ-2 adalah perangkat deteksi gas yang dirancang untuk mengukur kadar gas-gas mudah terbakar serta asap di udara. Sensor ini mengeluarkan hasil pengukuran dalam bentuk tegangan analog, sehingga memungkinkan pengolahan data yang mudah menggunakan mikrokontroler[6].



GAMBAR 3
(LCD)

G. Relay

Relay merupakan sakelar elektronik yang mengendalikan perangkat listrik melalui sinyal listrik berdaya rendah. Dalam sistem kipas DC, relay digunakan untuk menghubungkan sumber daya ke kipas berdasarkan sinyal dari mikrokontroler atau sensor[9].



GAMBAR 6
(RELAY)

E. Buzzer

Buzzer adalah salah satu komponen elektronik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerjanya serupa dengan loudspeaker, yaitu menggunakan kumparan yang terhubung dengan diafragma.

H. Telegram

Telegram merupakan aplikasi pesan instan multiplatform berbasis cloud yang gratis dan bersifat nirlaba.

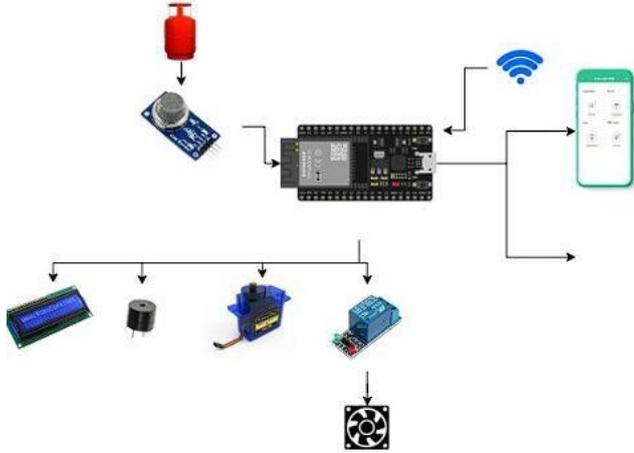
Dengan Telegram, pengguna dapat saling berkiriman pesan teks, foto, video, audio, dokumen, sticker, dan beragam tipe berkas lainnya[10].

III. METODE

Penelitian dilakukan di rumah saya di Nganjuk pada Bulan Januari 2025. Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya: ESP32, Sensor MQ-2, Buzzer, Servo, Relay, LCD, dan LED.

A. Diagram Rangkaian Alat

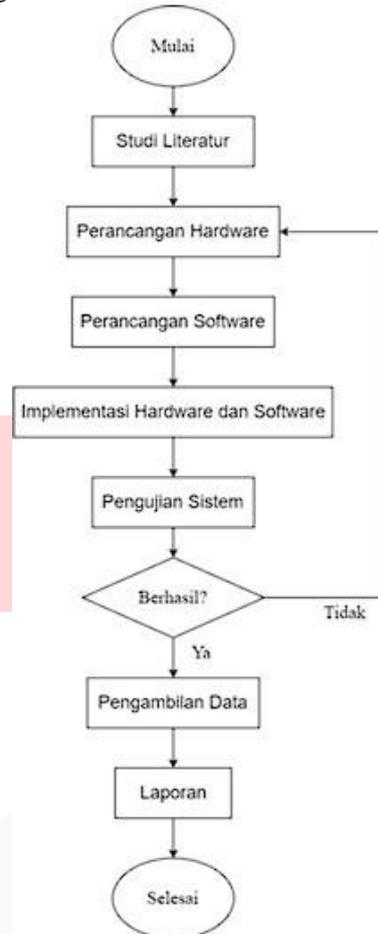
Diagram alir sistem deteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ 2 dan mikrokontroler ESP32. Sistem ini dimulai dengan mendeteksi gas LPG melalui sensor MQ-2, yang kemudian mengirimkan data ke ESP32. ESP32 sebagai pusat pengolahan data terhubung dengan berbagai komponen lain. Jika kebocoran terdeteksi, sistem dapat mengaktifkan buzzer sebagai alarm, menampilkan informasi pada LCD, atau menggerakkan servo. Selain itu, ESP32 juga mengontrol kipas melalui relay untuk mengurangi konsentrasi gas di udara. Sistem ini didukung oleh suplai daya dan terhubung ke platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh serta Telegram untuk mengirimkan notifikasi pesan secara langsung kepada pengguna, memberikan peringatan dini tentang kebocoran gas.



B. Perancangan Software

Rancang bangun sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang mengintegrasikan sensor MQ-2 dengan platform komunikasi Telegram dan aplikasi monitoring Blynk. Sistem ini dirancang dengan mekanisme kerja yang komprehensif, dimana sensor MQ-2 berfungsi sebagai komponen utama yang secara real-time memantau dan mengukur konsentrasi gas LPG dalam satuan PPM (Parts Per Million) di udara sekitar. Ketika sensor mendeteksi adanya kebocoran gas yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan beberapa mekanisme peringatan secara simultan. Pertama, buzzer akan menghasilkan peringatan berupa alarm suara sebagai indikator bahaya. Kedua, 31 display LCD akan menampilkan data numerik yang menunjukkan tingkat konsentrasi gas LPG yang terdeteksi secara real-time. Ketiga, mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai unit pemroses utama akan secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan melalui aplikasi Telegram ke nomor-nomor tujuan yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Integrasi dengan platform Blynk memungkinkan pemantauan jarak jauh dan visualisasi data secara real-time melalui interface yang user-friendly. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan dini yang efektif

dan memungkinkan respons cepat terhadap potensi bahaya kebocoran gas LPG



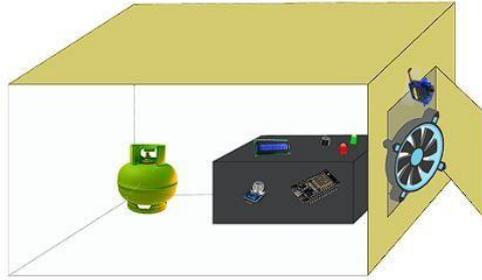
ESP32 juga mengontrol kipas melalui modul relay untuk membantu mengurangi konsentrasi gas di udara. Jika diperlukan, servo motor dapat diaktifkan untuk menjalankan mekanisme tertentu, misalnya menutup sumber kebocoran atau membuka ventilasi. Semua langkah ini dilakukan secara otomatis dan terpadu untuk memastikan kebocoran gas dapat diatasi dengan cepat dan aman.

C. Desain Alat

Pada perancangan hardware dalam pengembangan deteksi kebocoran gas LPG bertujuan pada proses perancangan sistem keseluruhan, tahap ini melibatkan 26 detail bagaimana alat akan dibuat, alat akan berfungsi, terdapat beberapa komponen dalam pembuatannya. Perancangan alat deteksi kebocoran gas LPG ini melibatkan pemilihan komponen yang tepat, seperti sensor MQ-2 untuk mendeteksi kebocoran gas, buzzer untuk alarm peringatan, lampu LED digunakan untuk indikator visual, servo digunakan sebagai membuka ventilasi, relay digunakan untuk mengontrol kipas untuk sirkulasi udara

Proses ini mencakup perancangan rangkaian elektronik untuk menghubungkan semua komponen dan pemrograman mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama sistem. Tahap penting lainnya adalah perancangan mekanik, termasuk pengaturan kipas, servo motor, dan mekanisme pendukung lainnya, agar sistem dapat berfungsi secara efisien dan responsif terhadap deteksi kebocoran gas. Hal ini

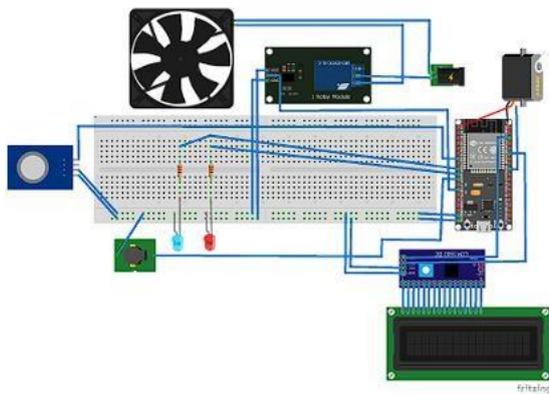
dilakukan untuk memastikan semua komponen bekerja secara terintegrasi dan optimal dalam mencapai tujuan sistem.



GAMBAR 9
(DESAIN ALAT)

D. Rangkaian Skematik

Diagram skematik untuk simulasi sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor MQ-2 dan ESP32. Sensor MQ-2 mendeteksi keberadaan gas dan mengirimkan sinyal ke ESP32 untuk diproses. Komponen lain yang terhubung mencakup modul relay yang mengontrol kipas untuk sirkulasi udara, servo untuk tindakan membuka ventilasi, dan LCD dengan modul I2C untuk menampilkan informasi status sistem. LED merah dan biru digunakan sebagai indikator visual, dan buzzer berfungsi sebagai alarm peringatan. Semua komponen dirangkai di breadboard untuk koneksi sementara, dengan ESP32 sebagai pusat pengolahan dan pengendalian. Sistem ini dirancang untuk memberikan respons otomatis terhadap kebocoran gas dan memperingatkan pengguna.



GAMBAR 10
(RANGKAIAN SKEMATIK)

Rangkaian skematik yang digunakan dalam perancangan penelitian ini. Rangkaian skematik ini digunakan untuk sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis ESP32. Jika kebocoran terdeteksi, sistem dapat mengaktifkan buzzer sebagai alarm, menampilkan informasi pada LCD, atau menggerakkan servo. Selain itu, ESP32 juga mengontrol kipas melalui relay untuk mengurangi konsentrasi gas di udara. Sistem ini didukung oleh suplai daya dan terhubung ke platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh serta Telegram untuk mengirimkan notifikasi pesan secara langsung kepada pengguna, memberikan peringatan dini tentang kebocoran gas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dalam bab ini berfokus pada evaluasi kinerja alat otomatis pensortir dan pemisah kematangan tomat yang menggunakan platform Arduino. Pengujian ini bertujuan

memastikan fungsionalitas setiap komponen selaras dengan spesifikasi yang telah dirancang. Lebih lanjut, pengujian dilakukan untuk mengukur kemampuan sistem secara keseluruhan dalam memenuhi ekspektasi operasional dan standar kualitas yang ditetapkan.

A. Hasil Pengujian Sensor MQ-2

cara kerja sistem pembacaan sensor gas MQ-2. Sensor tersebut terpasang di pin analog A32, dengan variabel bernama MQ_PIN yang berfungsi untuk menetapkan pin sensor tersebut. Untuk mengubah nilai tegangan menjadi konsentrasi gas dalam satuan PPM (Parts Per Million), digunakan fungsi getPPM. Di dalam fungsi loop_mq2, program membaca nilai sensor menggunakan perintah analogRead.

Nilai tegangan dihitung menggunakan formula:

$$\text{voltage} = \frac{\text{sensorValue}}{6138.0} \times 11.5$$

di mana sensorValue adalah nilai yang dibaca dari sensor, 6138.0 merupakan nilai tertinggi ADC untuk mikrokontroler 12-bit, dan 11.5 adalah tegangan acuan. Setelah mendapatkan nilai tegangan, program mengolahnya menjadi nilai konsentrasi gas (PPM) menggunakan fungsi getPPM dengan rumus:

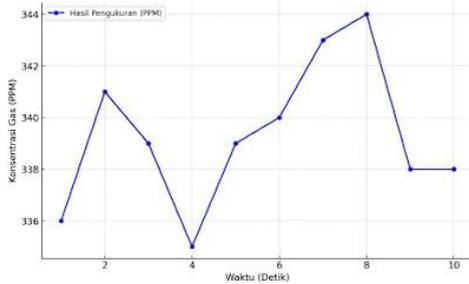
$$\text{ppm} = \text{voltage} \times 100$$

Setelah mendapatkan nilai tegangan, program menggunakan fungsi getPPM untuk mengolahnya menjadi nilai konsentrasi gas (PPM). Hasil pengukuran ini bisa dilihat melalui Serial Monitor. Program diatur untuk melakukan pembacaan setiap 1 detik sekali.

TABEL 1
(HASIL SENSOR MQ-2)

Detik	Hasil
1	336
2	341
3	339
4	335
5	339
6	340
7	343
8	344
9	338
10	338

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil dari uji coba sensor MQ-2 yang dilakukan selama 10 detik. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari sensor MQ-2 ketika tidak terjadi kebocoran gas LPG.



GAMBAR 11
(GRAFIK SENSOR MQ-2)

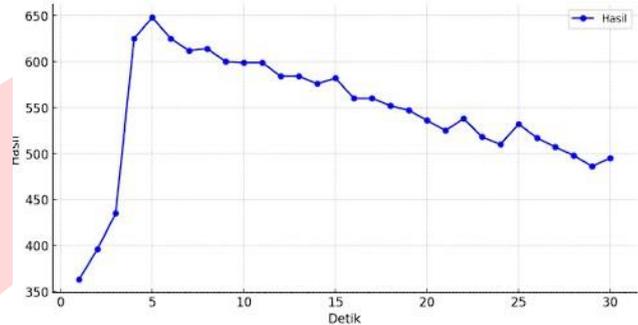
Grafik di atas menunjukkan hasil uji coba kebocoran gas LPG berdasarkan konsentrasi gas (PPM) terhadap waktu (dalam detik). Dari grafik, Anda dapat melihat fluktuasi konsentrasi gas yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 selama periode pengujian 10 detik. Nilai konsentrasi sedikit berfluktuasi, tetapi menunjukkan tren peningkatan pada beberapa titik waktu.

TABEL 2
(Hasil Sensor MQ-2 Gas Bocor)

Detik	Hasil
1	363
2	396
3	435
4	625
5	648
6	625
7	612
8	614
9	600
10	599
11	599
12	584
13	584
14	576
15	582
16	560
17	560
18	552
19	547
20	536
21	525
22	538
23	518
24	510

25	532
26	517
27	507
28	498
29	486
30	495

Pada tabel 2 menunjukkan hasil dari uji coba sensor MQ-2 yang dilakukan selama 30 detik. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari sensor MQ-2 ketika terjadi kebocoran gas LPG.



GAMBAR 12
(Hasil Sensor MQ-2 Gas Bocor)

Grafik di atas menunjukkan hasil uji coba kebocoran gas LPG berdasarkan konsentrasi gas (PPM) terhadap waktu (dalam detik). Dari grafik, terlihat bahwa hasil cenderung meningkat nilai konsentrasi gas yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 selama periode pengujian 30 detik

B. Pengujian Servo

Pada tahap pengujian kalibrasi servo ini untuk memastikan bahwa servo dapat digunakan dalam pendeteksi kebocoran gas LPG berfungsi dengan baik dan sesuai program untuk membuka ventilasi atau penatralisir kebocoran gas yang terjadi



GAMBAR 13
(HASIL SERVO)

pada penelitian ini servo digunakan untuk membuka ventilasi atau penatralisir gas LPG. Ketika terjadi kebocoran gas LPG maka servo akan membuka 60 derajat. Pada saat tidak terjadi kebocoran atau kandungan gas telah dikeluarkan dari dalam ruangan maka servo akan menutup ventilasi tersebut.

C. Pengujian Relay dan Kipas Angin

Proses pengujian melibatkan kalibrasi relay, pengendalian kipas, dan simulasi kebocoran gas untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik. Dengan sistem ini, risiko akumulasi gas LPG di ruangan dapat diminimalkan, meningkatkan keselamatan penghuni.

TABEL 3
(Pengujian Relay dan Kipas)

Detik	Hasil	Relay
1	363	OFF
2	396	OFF
3	435	ON
4	625	ON
5	648	ON
6	625	ON
7	612	ON
8	614	ON
9	600	ON
10	599	ON
11	599	ON
12	584	ON
13	584	ON
14	576	ON
15	582	ON

Data menunjukkan bahwa sistem deteksi kebocoran gas LPG dengan sensor dan relay kipas angin bekerja secara responsif. Pada awalnya, saat konsentrasi gas masih rendah, relay dalam kondisi OFF, menandakan tidak ada kebocoran signifikan. Namun, ketika nilai hasil meningkat (mulai detik ke-3), relay berubah menjadi ON, yang berarti kipas angin diaktifkan untuk menyebarkan gas dan mencegah akumulasi yang berbahaya. Relay tetap aktif selama nilai hasil tinggi, menunjukkan bahwa sistem terus berupaya mengurangi kepekatan gas di udara. Hal ini membuktikan bahwa mekanisme ini efektif dalam mendeteksi kebocoran LPG dan secara otomatis mengaktifkan kipas angin sebagai tindakan pencegahan untuk menghindari potensi bahaya seperti kebakaran atau ledakan.

D. Pengujian Buzzer

Analisis tegangan pada Buzzer menunjukkan bahwa perangkat ini dapat beroperasi dengan baik, menerima serta memberikan output sesuai dengan sinyal yang diterima dari sensor MQ2. Saat sensor MQ2 mendeteksi kebocoran gas, Buzzer akan menghasilkan suara "bip" seperti alarm. Agar berfungsi secara optimal, sensor ini membutuhkan tegangan stabil dalam kisaran 3,3V hingga 5V. Pengujian membuktikan bahwa Buzzer sebagai output dan sensor MQ2 sebagai input bekerja dengan baik, di mana Buzzer mampu merespons kebocoran gas yang terdeteksi dengan mengeluarkan suara "bip" secara maksimal saat tegangan tetap stabil

TABEL 4
(Pengujian Buzzer)

Detik	Hasil	Buzzer
1	363	OFF
2	396	OFF
3	435	ON
4	625	ON
5	648	ON
6	625	ON
7	612	ON
8	614	ON
9	600	ON
10	599	ON

Data ini menunjukkan bagaimana sistem deteksi kebocoran gas LPG bekerja dengan sensor dan buzzer sebagai indikator peringatan. Pada awalnya, ketika konsentrasi gas masih rendah (detik 1-2), buzzer dalam kondisi OFF, menandakan bahwa tidak ada kebocoran signifikan. Namun, saat nilai hasil meningkat pada detik ke-3, buzzer berubah menjadi ON, yang berarti sistem telah mendeteksi kepekatan gas di atas ambang batas dan mengaktifkan alarm peringatan. Buzzer tetap aktif selama nilai hasil tetap tinggi, memberikan sinyal bahaya untuk memperingatkan pengguna tentang adanya kebocoran gas. Hal ini menunjukkan bahwa sistem deteksi bekerja dengan baik, di mana buzzer secara otomatis berbunyi saat mendeteksi gas dalam jumlah yang berpotensi membahayakan, sehingga dapat memberikan peringatan dini untuk tindakan pencegahan lebih lanjut.

E. Pengujian Notifikasi Telegram

Pada pengujian notifikasi telegram yang berfungsi untuk pesan peringatan ketika terjadinya kebocoran gas LPG. Ketika kadar LPG melebihi nilai ambang batas yang ditentukan maka EPS32 mengirimkan pesan peringatan ke telegram.



GAMBAR 14
(HASIL TELEGRAM)

Ketika terjadi kebocoran gas LPG, sensor gas akan mendeteksi adanya peningkatan konsentrasi gas di udara dan mengukur nilai dalam satuan ppm (parts per million). Informasi ini kemudian dikirimkan secara otomatis ke aplikasi Telegram, seperti yang terlihat pada gambar, di mana nilai ppm ditampilkan bersama dengan peringatan tentang kebocoran gas. Peringatan ini memudahkan pengguna untuk segera mengetahui kondisi bahaya dan mengambil langkah cepat untuk mengatasinya, seperti mematikan sumber gas, menjauhkan sumber api, dan meningkatkan ventilasi ruangan.

F. Pengujian Blynk

Pengujian pada aplikasi Blynk berfungsi sebagai aplikasi untuk monitoring kadar gas LPG. Blynk dapat memonitoring kadar gas LPG secara real-time untuk memberikan informasi langsung kepada pengguna mengenai konsentrasi gas di udara, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan pencegahan jika terdeteksi kebocoran.



GAMBAR 15
(HASIL BLYNK)

Tampilan aplikasi Blynk untuk monitoring kebocoran gas LPG dirancang secara real-time, menampilkan kadar gas dalam satuan PPM (Parts Per Million) di tengah layar menggunakan data dari sensor MQ2. Pengguna dapat memantau nilai gas terkini, mengatur ambang batas deteksi kebocoran melalui slider, serta mengaktifkan atau menonaktifkan fitur buzzer sebagai alarm peringatan.

G. Penentuan Ambang Batas

Nilai ambang batas kebocoran gas LPG dihitung berdasarkan rasio komposisi gas yang diperoleh dari data PERTAMINA.

TABEL 5
(Ambang Batas Kebocoran)

Jenis Gas	Bawah		2% ABB (PPM)		Atas		2% ABA (PPM)
	%	PPM	%	PPM	%	PPM	
Propana (C ₃ H ₈)	2,1	21.000	420	9,5	95.000	1.900	
Etana (C ₂ H ₆)	3	30.000	600	12,5	125.000	2.500	
LPG (97% Propana + 0,2% Etana)	2,05	20.500	410	9,28	92.800	1.856	

Dalam sistem peringatan dini, deteksi dilakukan sedini mungkin untuk mencegah terjadinya bahaya sebelum mencapai nilai 100% dari ambang batas kebocoran. Oleh karena itu, penulis menetapkan nilai 2% dari 100% ambang batas sebagai standar untuk penetapan status kebocoran. Standar ini bertujuan untuk memberikan peringatan awal yang lebih efektif dan responsif. Nilai yang dihasilkan disajikan secara rinci pada Tabel 5

TABEL 6
(Pembagian Kategori Kebocoran)

Nilai Ambang Batas Gas (PPM)	Kategori
0 – 409	Normal
410 – 1.856	Bocor

H. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pengujian untuk mendeteksi kebocoran gas dilakukan di dalam ruangan tertutup selama dua puluh detik untuk memastikan data yang diperoleh maksimal. Nilai konsentrasi gas diukur menggunakan sensor MQ-2 yang mendeteksi perubahan kadar gas selama pengujian berlangsung. Ketika kadar gas melebihi ambang batas (threshold) sebesar 410 ppm, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer sebagai peringatan, mengirim notifikasi ke Telegram melalui BOT, dan menyalakan kipas menggunakan relay untuk mengurangi kadar gas di dalam ruangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi dan menangani kebocoran gas dengan baik, yang ditandai oleh penurunan nilai konsentrasi gas secara bertahap setelah kipas aktif. Data lengkap hasil pengujian kadar gas selama 20 detik dapat dilihat pada tabel berikut.

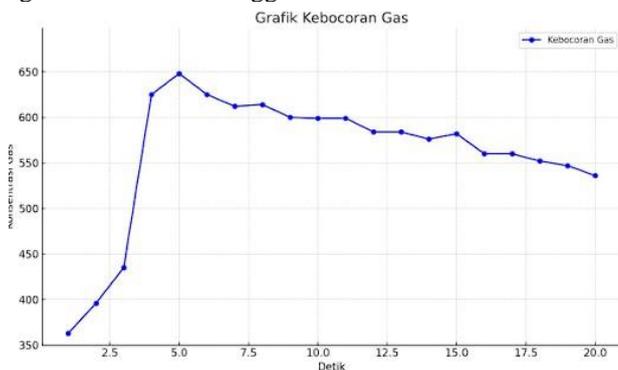
TABEL 7
(HASIL PENGUJIAN KESELEURUHAN)

Detik	Kebocoran Gas (MQ2)	Buzzer	Notif Telegram	Servo	Relay Kipas Angin
1	363	OFF	Tidak Terkirim	OFF	OFF
2	396	OFF	Tidak Terkirim	OFF	OFF
3	435	ON	Terkirim	ON	ON
4	625	ON	Terkirim	ON	ON
5	648	ON	Terkirim	ON	ON
6	625	ON	Terkirim	ON	ON
7	612	ON	Terkirim	ON	ON
8	614	ON	Terkirim	ON	ON
9	600	ON	Terkirim	ON	ON
10	599	ON	Terkirim	ON	ON
11	599	ON	Terkirim	ON	ON
12	584	ON	Terkirim	ON	ON
13	584	ON	Terkirim	ON	ON
14	576	ON	Terkirim	ON	ON
15	582	ON	Terkirim	ON	ON
16	560	ON	Terkirim	ON	ON
17	560	ON	Terkirim	ON	ON
18	552	ON	Terkirim	ON	ON
19	547	ON	Terkirim	ON	ON
20	536	ON	Terkirim	ON	ON

Sistem deteksi kebocoran gas ini tidak hanya bertujuan untuk mendeteksi adanya gas berbahaya tetapi juga dirancang

untuk secara aktif mengurangi konsentrasi gas di lingkungan tertutup. Berdasarkan data yang tercatat, nilai kebocoran gas tertinggi berada di angka 648, yang menunjukkan kondisi kebocoran serius. Ketika nilai gas mencapai atau melebihi ambang batas kritis (lebih dari 410), sistem secara otomatis mengaktifkan komponen pengendalian, seperti relay kipas angin dan servo

Relay kipas angin bertugas menghidupkan kipas untuk membantu sirkulasi udara, terutama di ruangan tertutup. Dengan kipas yang menyala, konsentrasi gas berbahaya dapat segera dikeluarkan, sehingga mengurangi risiko ledakan atau bahaya lainnya. Aktivasi kipas angin ini bekerja bersamaan dengan servo, yang membuka ventilasi atau jalur evakuasi udara untuk mempercepat proses pengeluaran gas dari ruangan. Hasil dari aktivasi ini terlihat pada data konsentrasi gas yang menurun secara bertahap. Setelah mencapai nilai tertinggi di atas 600, kipas dan ventilasi yang aktif mampu menurunkan konsentrasi gas hingga ke angka yang lebih aman, seperti 550–560. Hal ini menunjukkan efektivitas sistem dalam mengendalikan dan memitigasi risiko kebocoran gas di ruangan tertutup. Dengan sirkulasi udara yang ditingkatkan, gas berbahaya yang sebelumnya terperangkap dapat keluar dari ruangan, sementara udara segar masuk untuk menggantikan.



GAMBAR 16
(Grafik Kebocoran Gas)

Grafik di atas menunjukkan dinamika kebocoran gas berdasarkan konsentrasi gas terhadap waktu dalam satuan detik. Pada awal pengamatan, konsentrasi gas meningkat tajam dari sekitar 350 pada detik ke-1 hingga mencapai puncaknya sekitar 650 pada detik ke-5. Lonjakan ini menandakan adanya kebocoran gas yang signifikan dan baru terdeteksi. Setelah mencapai puncak, konsentrasi gas mulai stabil di sekitar nilai 600 antara detik ke-5 hingga detik ke 10, mengindikasikan bahwa tingkat kebocoran gas tetap konstan selama periode ini. Selanjutnya, mulai dari detik ke-10 hingga detik ke-20, konsentrasi gas perlahan menurun ke sekitar 500. Penurunan ini dapat disebabkan oleh langkah-langkah mitigasi seperti ventilasi atau berkurangnya sumber kebocoran. Grafik ini memberikan gambaran penting mengenai proses kebocoran gas, dari awal deteksi hingga proses pengurangan konsentrasi gas di lingkungan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan hasil pengujian, sistem deteksi kebocoran gas LPG yang dikembangkan telah memenuhi spesifikasi desain dan kebutuhan pengguna. Sistem ini mampu memberikan peringatan dini, mengurangi konsentrasi gas, dan mengintegrasikan notifikasi jarak jauh untuk

meningkatkan keselamatan pengguna. Namun, prioritas utama dalam pengembangan lebih lanjut adalah meningkatkan jangkauan deteksi untuk mencakup area yang lebih luas, diikuti oleh upaya mengurangi konsumsi daya guna mendukung keberlanjutan sistem. Selain itu, penambahan fitur redundansi untuk koneksi internet menjadi langkah strategis untuk memastikan sistem tetap dapat memberikan peringatan meskipun terjadi gangguan jaringan.

REFERENSI

- [1] A. Syahri and R. Ulansari, "Prototype Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Dengan Menggunakan Sensor MQ2 dan Sensor Api Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 8, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/TI>
- [2] N. Hoesen, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Berbasis Arduino Uno dengan Mq-2 Sederhana," 2021.
- [3] B. Rahman, F. Fernando, and N. Indriawan, "Sistem Monitoring Kebocoran Gas Dan Api Menggunakan Sensor MQ-2 Dan Flame Sensor Berbasis Android." 2021.
- [4] R. Inggi and J. Pangala, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino," *SIMKOM*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, Jan. 2021, doi: 10.51717/simkom.v6i1.51.
- [5] A. B. Dammara, F. Adam, M. Pranata, T. Purwokero, and J. Di Panjaitan, "ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA VIRTUALISASI SERVER MENGGUNAKAN PROXMOX DAN VMWARE ESXI (STUDI KASUS : VIRTUALISASI SERVER UNTUK PENGGUNAAN MOODLE)," 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/index>
- [6] D. Wijayanto, A. Firdonsyah, F. D. Adhinata, and A. Jayadi, "Rancang Bangun Private Server Menggunakan Platform Proxmox dengan Studi Kasus: PT.MKNT," *Journal ICTEE*, vol. 2, no. 2, p. 41, Nov. 2021, doi: 10.33365/jictee.v2i2.1333.
- [7] A. Faqih Rifa and T. Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Jalan Marsda Adisucipto Yogyakarta, "SISTEM PENDETEKSI DAN MONITORING KEBOCORAN GAS (LIQUEFIED PETROLUM GAS) BERBASIS INTERNET OF THINGS," *JISKa*, vol. 1, no. 1, pp. 5–13, 2020.
- [8] A. Faqih Rifa and T. Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Jalan Marsda Adisucipto Yogyakarta, "SISTEM PENDETEKSI DAN MONITORING KEBOCORAN GAS (LIQUEFIED PETROLUM GAS) BERBASIS INTERNET OF THINGS," *JISKa*, vol. 1, no. 1, pp. 5–13, 2020.
- [9] D. Margaretha Panjaitan, V. Febriyanti Naibaho, and A. Amelia, "RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 BERBASIS NodeMCU ESP8266," 2021.
- [10] A. E. Kurniawan, M. Waruni, A. Asni, and T. Elektro, "PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT

PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG
BERBASIS ARDUINO UNO R3 DENGAN
MODUL SIM800L DAN ESP8266 SEBAGAI
MEDIA INFORMASI,” 2020.

