

Sistem *Monitoring* Volume dan Deteksi Dini Kebocoran Tabung LPG Menggunakan Sensor MQ-Series Berbasis *Internet of Things*

Iswahyudi*, Aji Brahma Nugroho, Sutikno, Khalik

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : muhammadiiswahyudi@unmuhjember.ac.id, ajibrahma@unmuhjember.ac.id, sutikno@unmuhjember.ac.id,
aqilaholic@gmail.com

ABSTRAK

Kebocoran gas LPG merupakan ancaman serius yang menyumbang 94,7% kasus cedera luka bakar akibat ledakan di Indonesia. Selain faktor keamanan, habisnya gas secara tiba-tiba sering mengganggu aktivitas rumah tangga dan operasional UMKM. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi kebocoran gas LPG dan monitoring volume tabung berbasis *Internet of Things* (IoT), serta membandingkan performa sensor MQ-2 dan MQ-6 dalam mendeteksi kebocoran. Metode penelitian dilakukan dengan merancang alat menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor gas MQ-2, MQ-6, dan sensor load cell 10 kg melalui modul HX711. Data diproses untuk menampilkan konsentrasi gas dalam PPM dan berat tabung dalam kilogram melalui LCD 16x2 serta aplikasi Blynk secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu bekerja optimal dengan akurasi pembacaan load cell mencapai 99,57% pada beban bervariasi dan 99,79% pada kondisi tabung penuh. Uji komparatif membuktikan bahwa sensor MQ-6 lebih sensitif dan responsif dibandingkan MQ-2 dalam mendeteksi kebocoran gas LPG. Sistem peringatan berupa buzzer dan notifikasi IoT berfungsi dengan baik saat konsentrasi gas mencapai kondisi bahaya atau gas akan habis, sehingga memberikan solusi preventif bagi keselamatan rumah tangga.

Kata Kunci: LPG, MQ-2, MQ-6, Load Cell, IoT, Blynk

ABSTRACT

LPG gas leaks are a serious threat, accounting for 94.7% of burn injury cases due to explosions in Indonesia. In addition to safety factors, sudden gas depletion often disrupts household activities and MSME operations. This study aims to design an LPG gas leak detection and cylinder volume monitoring system based on the *Internet of Things* (IoT), as well as to compare the performance of MQ-2 and MQ-6 sensors in detecting leaks. The research method was carried out by designing a device using an ESP32 microcontroller integrated with MQ-2 and MQ-6 gas sensors and a 10 kg load cell sensor via the HX711 module. The data was processed to display the gas concentration in PPM and the cylinder weight in kilograms via a 16x2 LCD and the Blynk application in *real-time*. The test results showed that the system was able to work optimally with load cell reading accuracy reaching 99.57% at varying loads and 99.79% at full cylinder conditions. Comparative tests prove that the MQ-6 sensor is more sensitive and responsive than the MQ-2 in detecting LPG gas leaks. The warning system, consisting of a buzzer and IoT notifications, functions properly when gas concentrations reach hazardous levels or when gas is about to run out, thereby providing a preventive solution for household safety.

Keywords: LPG, MQ-2, MQ-6, Load Cell, IoT, Blynk

1. PENDAHULUAN

Liquid Petroleum Gas (LPG) telah menjadi sumber energi utama di berbagai sektor di Indonesia, terutama rumah tangga, sejak kebijakan konversi minyak tanah pada tahun 2007 (Mardiansyah, 2024). Kendati demikian, penggunaan LPG yang masif membawa risiko keamanan yang cukup besar, oleh karena sifatnya yang sangat mudah meledak dibandingkan jenis bahan bakar lainnya. Data menunjukkan bahwa kebocoran gas menyumbang 94,7% kasus cedera luka bakar, di mana sebagian besar insiden terjadi di rumah dan melibatkan tabung 3 Kg (Putri et al., 2021). Metode deteksi tradisional, seperti mengandalkan bau atau air sabun (Rojak, 2024), sering kali tidak akurat dan bersifat reaktif sehingga penanganan sering terlambat (Latief, 2024). Selain masalah keamanan, habisnya gas secara tiba-tiba saat memasak juga menimbulkan ketidaknyamanan bagi rumah tangga dan kerugian finansial bagi pelaku UMKM.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mendeteksi kebocoran gas LPG secara akurat untuk meminimalkan risiko kecelakaan. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan fitur pemantauan volume tabung gas

secara *real-time* guna mencegah kehabisan gas mendadak. Tujuan lainnya adalah melakukan uji komparasi antara sensor MQ-2 dan MQ-6 untuk mengidentifikasi sensor mana yang memiliki kinerja paling optimal dalam aplikasi ini.

Penelitian ini memberikan manfaat ganda bagi yaitu meningkatkan standar keselamatan melalui peringatan dini kebocoran dan memberikan kenyamanan sehari-hari dengan otomasi pemantauan volume tabung gas LPG. Bagi pelaku UMKM, sistem ini membantu mengurangi risiko kerugian akibat terhentinya operasional. Secara lebih luas, penelitian ini berkontribusi dalam menekan beban sosial dan ekonomi akibat kecelakaan gas serta mendukung digitalisasi peralatan rumah tangga yang lebih aman dan efisien.

Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada integrasi dua fungsi kritis deteksi kebocoran dan pemantauan volume dalam satu kerangka kerja IoT yang holistik. Berbeda dengan metode tradisional yang reaktif, sistem ini menawarkan pemantauan proaktif dan respons otomatis berupa notifikasi langsung ke aplikasi pengguna. Selain itu, penelitian ini menyertakan analisis komparatif spesifik antara sensor MQ-2 dan MQ-6 untuk mengetahui sensitivitas di lingkungan nyata.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terdahulu telah memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem deteksi gas dan pemantauan LPG. Pada Penelitian (Putri et al., 2021) mengungkapkan bahwa kebocoran gas menyumbang 94,7% dari total cedera luka bakar akibat insiden LPG, di mana mayoritas kejadian melibatkan tabung rumah tangga 3 kg. Sementara itu, (Nila et al., 2023) menyoroti bahwa meskipun kekhawatiran masyarakat terhadap risiko kebakaran tinggi, sebanyak 78% rumah tangga belum memiliki sistem deteksi gas yang memadai.

Dalam hal teknologi sensor, (Mardiansyah, 2024) melakukan penelitian mengenai pendeteksi kebocoran LPG dengan fokus khusus pada penggunaan sensor MQ-6. Terkait metode monitoring jarak jauh, (Saleh & Sudiarsa, 2023) telah merancang sistem pemantauan gas LPG berbasis mikrokontroler yang mengintegrasikan notifikasi melalui aplikasi Telegram Messenger untuk memberikan peringatan kepada pengguna secara *real-time*. Penelitian-penelitian tersebut menjadi rujukan penting dalam mengintegrasikan deteksi keamanan dan kenyamanan pemantauan volume dalam sistem IoT yang dikembangkan dalam studi ini.

2.2 Landasan Teori

A. *Liquified Petroleum Gas (LPG)*

LPG adalah gas bumi yang dicairkan melalui proses pendinginan dan penekanan, dengan komponen utama berupa propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) (Sembiring et al., 2019). LPG memiliki sifat lebih berat dari udara sehingga cenderung menempati daerah rendah saat terjadi kebocoran. Untuk tujuan keamanan, zat merkaptan ditambahkan guna memberikan bau khas agar kebocoran mudah terdeteksi oleh indra penciuman manusia.



Gambar 1. Tabung Gas LPG 3Kg

B. Mikrokontroler ESP32

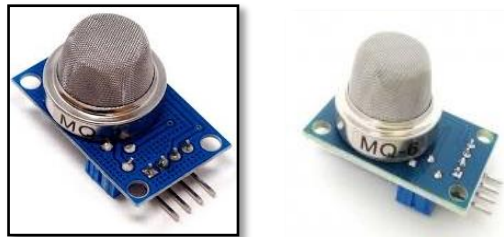
ESP32 merupakan modul mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif System* sebagai penerus ESP8266 (Iswahyudi, 2025). Keunggulan utama modul ini adalah integrasi fitur Wi-Fi dan *Bluetooth* di dalamnya, yang sangat mendukung pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) dengan konsumsi daya yang rendah.



Gambar 2. Mikrokontroler ESP32

C. Sensor Gas MQ-2 dan MQ-6

Kedua sensor ini termasuk dalam jenis sensor *Metal Oxide Semiconductor* (MOS). Sensor MQ-2 memiliki kemampuan mendeteksi berbagai jenis gas seperti LPG, asap, alkohol, dan karbon monoksida dengan rentang deteksi 200 hingga 10.000 ppm (Afiyat & Afif, 2024). Sensor MQ-6 memiliki sensitivitas tinggi khusus terhadap gas LPG (propana dan butana) dengan stabilitas yang baik dan sirkuit penggerak yang sederhana. Kedua sensor ini juga dikenal sebagai *chemiresistor*, yang beroperasi dengan mengubah resistansi listriknya saat bersentuhan dengan gas tertentu. Elemen sensitifnya terdiri dari timah dioksida (SnO_2) yang dilapisi pada tabung keramik aluminium oksida (Al_2O_3). Sensor ini digerakkan oleh pemanas, menggunakan koil paduan Nikel-Kromium untuk memanaskan lapisan SnO_2 .



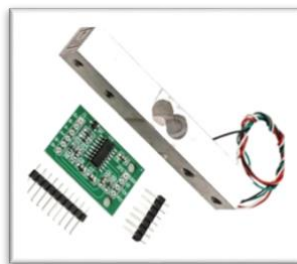
(a) MQ-2

(b) MQ-6

Gambar 3. Sensor Gas LPG

D. Load Cell dan Modul HX711

Load cell adalah transduser elektro-mekanis yang mengubah gaya atau berat menjadi sinyal listrik (Annisa et al., 2025) melalui perubahan resistansi pada *strain gauge* yang disusun dalam rangkaian Jembatan *Wheatstone*. Untuk memproses sinyal analog yang sangat kecil dari *load cell*, digunakan modul HX711, yaitu konverter analog-ke-digital (ADC) 24-bit yang memiliki tingkat presisi tinggi untuk aplikasi timbangan elektronik (Zuhri et al., 2025).



Gambar 4. Load Cell dan Modul HX711

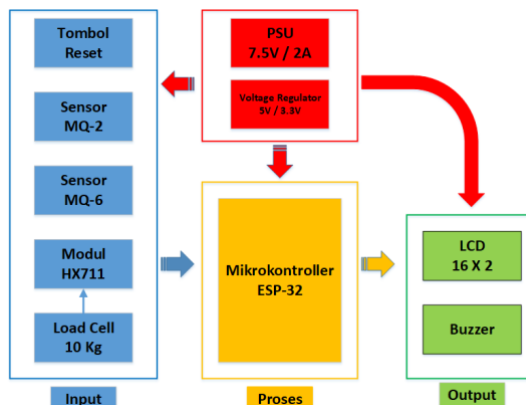
3. METODE PENELITIAN

3.1 Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang diperoleh langsung melalui pengujian perangkat keras. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan beberapa tahapan eksperimen.

1. Pengujian Sensor Gas: Dilakukan dengan memberikan paparan gas LPG dari korek api pada sensor MQ-2 dan MQ-6 untuk mengukur waktu respon dan kadar gas dalam satuan parts per million (ppm).
2. Pengujian Beban (*Load Cell*): Dilakukan dengan meletakkan beban referensi (anak timbangan) yang bervariasi dari 0,05 kg hingga 2,5 kg untuk menguji akurasi kalibrasi.
3. Pengujian Sistem Monitoring: Data dikumpulkan secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk* IoT dan tampilan LCD 16x2 untuk memverifikasi kesesuaian status pembacaan dengan kondisi aktual.

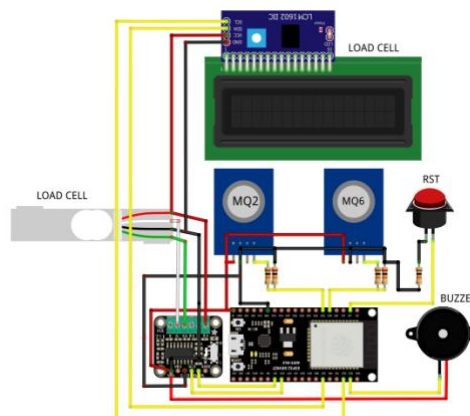
3.2 Blok Diagram Alat



Gambar 5. Blok Diagram Alat Keseluruhan

Penelitian ini menggunakan model perancangan sistem elektronika yang terintegrasi. Model sistem dibagi menjadi tiga blok utama:

1. Blok Input: Terdiri dari sensor gas MQ-2, MQ-6, dan sensor load cell 10 kg dengan modul HX711.
2. Blok Proses: Menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali untuk mengolah sinyal analog menjadi data digital serta mengaktifkan fitur konektivitas Wi-Fi.
3. Blok Output: Terdiri dari LCD 16x2, buzzer sebagai alarm lokal, dan dasbor *Blynk* sebagai antarmuka pemantauan jarak jauh.



Gambar 6. Wiring Diagram Alat Keseluruhan

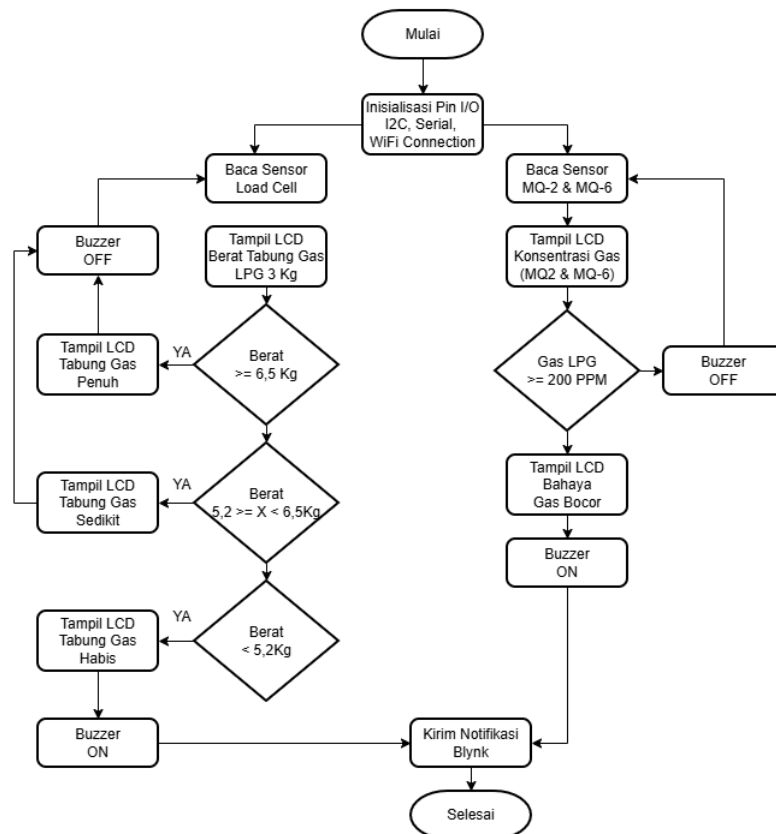
Berdasarkan gambar diatas penjelasan lebih detail koneksi antar komponen dapat dilihat pada tabel 1. Sumber tegangan pada alat ini menggunakan sumber tegangan dari adaptor 7,5 Volt 2 ampere.

Tabel 1. Hubungan Kabel Alat Keseluruhan

No	ESP32	MQ2	MQ6	LCD(I2C)	HX711	Buzzer	Reset
1	A4 (SDA)	-	-	SDA	-	-	
2	A5 (SCL)	-	-	SCL	-	-	-
3	EN	-	-	-	-	-	Pin 1
4	GPIO22	-	-	-	-	(-)	-
5	GPIO16				DT (Data)		
6	GPIO4	-	-	-	SCK (Clock)		
7	GPIO34	A0	-	-			
8	GPIO35	-	A0	-			
9	VIN	VCC	VCC	VCC	VCC	(+)	
10	GND	GND	GND	GND	GND		Pin 2

3.3 Definisi Operasional Variabel

Variabel dalam penelitian ini didefinisikan secara operasional untuk menentukan status keamanan dan volume gas. Konsentrasi Gas LPG diukur dalam satuan *Part Per Million* (PPM). Kondisi "Aman" ditetapkan jika gas ≤ 200 PPM, dan "Bahaya" jika gas > 200 PPM. Volume Tabung LPG diukur berdasarkan berat (Kg). Berat tabung gas LPG dalam kondisi kosong adalah 5 Kg dan dalam kondisi penuh adalah 8 Kg. Berdasarkan data tersebut dapat peneliti membagi tiga kategori kondisi tabung. Kondisi "Penuh" jika berat $\geq 6,5$ Kg (asumsi tabung 3 kg isi penuh), "Sedikit" antara 5,2–6,5 kg, dan "Habis" jika berat $< 5,2$ kg. Penjelasan ini dapat dilihat dengan jelas pada gambar flowchart alat keseluruhan.



Gambar 7. *Flowchart* Alat Keseluruhan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah perancangan alat dan pembuatan sistem maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian alat dan analisa terhadap perangkat keras dan sensor yang digunakan.

4.1 Analisis Komparatif Sensor Gas MQ-2 dan MQ-6

Fokus utama analisis ini adalah membandingkan sensitivitas dan waktu respon (*response time*) antara sensor MQ-2 dan MQ-6 terhadap gas LPG. Hasil pengujian sensor MQ-2 ditampilkan pada tabel 2. Hasil pengujian sensor MQ-6 ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor MQ-2

No	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3	
	Waktu Pengujian (Waktu)	Kadar Gas (PPM)	Waktu Pengujian (Waktu)	Kadar Gas (PPM)	Waktu Pengujian (Waktu)	Kadar Gas (PPM)
1	21:46:02.472	0	21:55:08.940	0	21:59:48.664	0
2	21:46:02.997	857	21:55:09.456	17	21:59:49.206	267
3	21:46:03.527	10000	21:55:09.995	431	21:59:49.715	7610
4	21:46:04.105	10000	21:55:10.533	10000	21:59:50.254	10000
5	21:46:04.637	10000	21:55:11.104	10000	21:59:50.790	10000
6	21:46:05.154	10000	21:55:11.625	10000	21:59:51.356	6657
7	21:46:05.688	10000	21:55:12.159	6588	21:59:51.905	4527
8	21:46:06.227	6576	21:55:12.695	3300	21:59:52.447	2481
9	21:46:06.768	2678	21:55:13.262	1876	21:59:52.985	1363
10	21:46:07.312	1468	21:55:13.812	1186	21:59:53.517	1023
11	21:46:07.874	875	21:55:14.353	844	21:59:54.029	719
12	21:46:08.387	685	21:55:14.882	634	21:59:54.569	535
13	21:46:08.954	426	21:55:15.402	475	21:59:55.118	422
14	21:46:09.504	335	21:55:15.978	366	21:59:55.653	323
15	21:46:10.008	263	21:55:16.475	292	21:59:56.226	251
16	21:46:10.548	223	21:55:17.051	233	21:59:56.730	217
18	21:46:11.125	174	21:55:17.582	195	21:59:57.273	168
20	21:46:11.664	149	21:55:18.103	154	21:59:57.846	158
21	21:46:12.194	121	21:55:18.637	142	21:59:58.349	124
22	21:46:12.707	108	21:55:19.213	124	21:59:58.915	107
23	21:46:13.283	93	21:55:19.744	103	21:59:59.429	89
24	21:46:13.812	80	21:55:20.259	92	21:59:59.972	87
25	21:46:14.363	73	21:55:20.836	85	22:00:00.517	71
26	21:46:14.904	64	21:55:21.360	78	22:00:01.058	68
27	21:46:15.444	61	21:55:21.883	71	22:00:01.591	69
28	21:46:15.973	55	21:55:22.451	64	22:00:02.174	68
29	21:46:16.524	56	21:55:22.991	59	22:00:02.698	55
30	21:46:17.031	51	21:55:23.495	56	22:00:03.232	54
31	21:46:17.567	43	21:55:24.036	50	22:00:03.787	47
32	21:46:18.151	44	21:55:24.601	48	22:00:04.325	44
33	21:46:18.647	42	21:55:25.115	46	22:00:04.833	43
34	21:46:19.189	36	21:55:25.692	41	22:00:05.367	45
35	21:46:19.726	37	21:55:26.235	40	22:00:05.943	41
36	21:46:20.271	34	21:55:26.735	39	22:00:06.488	37
37	21:46:20.806	36	21:55:27.275	37	22:00:07.013	30
38	21:46:21.382	33	21:55:27.815	33	22:00:07.529	32
39	21:46:21.922	44	21:55:28.362	33	22:00:08.108	31
40	21:46:22.464	31	21:55:28.895	31	22:00:08.608	28
	Δ Time = 20 detik		Δ Time = 20 detik		Δ Time = 19.5 detik	

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor MQ-6

No	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3	
	Waktu Pengujian (Waktu)	Kadar Gas (PPM)	Waktu Pengujian (Waktu)	Kadar Gas (PPM)	Waktu Pengujian (Waktu)	Kadar Gas (PPM)
1	15:13:18.031	0	15:16:54.024	0	15:19:43.048	0
2	15:13:18.607	195	15:16:54.564	14	15:19:43.626	10000
3	15:13:19.148	10000	15:16:55.103	10000	15:19:44.165	10000
4	15:13:19.655	10000	15:16:55.645	10000	15:19:44.697	10000
5	15:13:20.196	10000	15:16:56.222	10000	15:19:45.211	10000
6	15:13:28.300	10000	15:17:04.313	10000	15:19:53.300	10000
7	15:13:28.855	10000	15:17:04.862	6226	15:19:53.848	10000
8	15:13:29.371	2239	15:17:05.394	3233	15:19:54.381	1448
9	15:13:29.928	2617	15:17:05.948	4004	15:19:54.948	6676
10	15:13:30.493	730	15:17:06.479	889	15:19:55.460	2181
11	15:13:31.536	638	15:17:07.525	595	15:19:56.540	797
12	15:13:32.068	349	15:17:08.100	388	15:19:57.090	500
13	15:13:32.614	191	15:17:08.642	275	15:19:57.645	412
14	15:13:33.186	203	15:17:09.170	294	15:19:58.179	274
15	15:13:33.687	206	15:17:09.689	220	15:19:58.748	277
16	15:13:36.420	178	15:17:12.420	90	15:20:01.405	147
18	15:13:36.927	73	15:17:12.960	80	15:20:01.984	108
20	15:13:37.510	91	15:17:13.499	72	15:20:02.516	85
21	15:13:38.015	69	15:17:14.012	67	15:20:03.019	85
22	15:13:38.551	53	15:17:14.559	67	15:20:03.585	79
23	15:13:45.030	39	15:17:21.059	31	15:20:10.049	32
24	15:13:45.568	38	15:17:21.604	23	15:20:10.581	34
25	15:13:46.126	37	15:17:22.103	23	15:20:11.152	34
26	15:13:46.682	35	15:17:22.670	32	15:20:11.675	32
27	15:13:47.187	29	15:17:23.192	27	15:20:12.237	31
28	15:13:55.296	19	15:17:31.284	17	15:20:20.338	22
29	15:13:55.867	19	15:17:31.860	16	15:20:20.840	19
30	15:13:56.373	18	15:17:32.401	15	15:20:21.402	22
31	15:13:56.933	18	15:17:32.940	15	15:20:21.921	17
32	15:13:57.454	17	15:17:33.445	15	15:20:22.461	25
33	15:14:01.258	19	15:17:36.688	14	15:20:26.271	15
34	15:14:01.771	15	15:17:37.251	14	15:20:26.805	15
35	15:14:02.315	14	15:17:37.764	14	15:20:27.345	15
36	15:14:02.847	13	15:17:38.304	12	15:20:27.891	14
37	15:14:03.413	13	15:17:38.842	15	15:20:28.405	15
38	15:14:08.246	12	15:17:39.409	12	15:20:36.536	13
39	15:14:08.817	11	15:17:39.924	12	15:20:37.058	12
40	15:14:09.330	0	15:17:40.463	0	15:20:37.620	0
Δ Time = 61,29 detik			Δ Time = 46,44 detik		Δ Time = 54,57 detik	

Dari tabel 2 hasil pengujian sensor MQ-2 dan tabel 3 hasil pengujian sensor MQ-6, dapat diambil hasil sebagai berikut:

1. **Waktu Respon:** Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-2 membutuhkan waktu rata-rata 19,8 detik untuk kembali ke nilai awal setelah terpapar konsentrasi maksimal. Sementara itu, sensor MQ-6 membutuhkan waktu lebih lama, yaitu 54,1 detik, untuk mencapai nilai terendah (0 ppm).
2. **Sensitivitas:** Meskipun MQ-2 memiliki pemulihan lebih cepat, sensor MQ-6 terbukti jauh lebih sensitif dalam mendeteksi kebocoran gas LPG. Pada pengujian sistem keseluruhan dengan kondisi kompor tanpa api, sensor MQ-6 langsung mencapai nilai maksimal (10.000 ppm) dalam waktu 15 detik, sedangkan MQ-2 baru mendeteksi konsentrasi sebesar 208 ppm pada waktu yang sama. Hal

ini mengonfirmasi bahwa MQ-6 lebih optimal untuk deteksi kebocoran gas LPG secara dini. Hasil Pengujian sensitivitas dapat dilihat pada tabel 4

4.2 Analisis Akurasi Sensor Load Cell

Pengujian *Load Cell* dilakukan dalam dua tahap untuk memverifikasi kehandalan dari sensor *Load Cell*. Pengujian yang pertama adalah kalibrasi sensor *Load Cell* dengan beban bervariasi. Kalibrasi dilakukan dengan memberikan beban anak timbangan yang bervariasi mulai dari 0,05 Kg hingga 2,50 Kg. Berikut adalah hasil pengujian kalibrasi sensor *Load Cell* 10 Kg dengan modul HX711.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor *Load Cell* 10 Kg

Percobaan	Beban (Kg)	Load cell (Kg)	Selisih (Gram)	Error %
1	0,05	0,05	0	0,00
2	0,05	0,05	0	0,00
3	0,05	0,05	0	0,00
4	0,10	0,09	0	0,00
5	0,10	0,09	0	0,00
6	0,10	0,09	0	0,00
7	0,20	0,20	0	0,00
8	0,20	0,20	0	0,00
9	0,20	0,20	0	0,00
10	0,50	0,50	0	0,00
11	0,50	0,50	0	0,00
12	0,50	0,50	0	0,00
13	1,00	1,01	0,01	1,00
14	1,00	1,01	0,01	1,00
15	1,00	1,01	0,01	1,00
16	1,50	1,51	0,01	0,67
17	1,50	1,51	0,01	0,67
18	1,50	1,51	0,01	0,67
19	2,00	2,02	0,02	1,00
20	2,00	2,02	0,02	1,00
21	2,00	2,02	0,02	1,00
22	2,50	2,52	0,02	0,80
23	2,50	2,52	0,02	0,80
24	2,50	2,52	0,02	0,80
Rata- rata Error				0,43%

Pada pengujian kalibrasi menggunakan beban anak timbangan standar bervariasi menghasilkan rata-rata error sebesar 0,43%, yang berarti tingkat akurasi pembacaan sensor mencapai 99,57%. Pengujian kedua adalah pengujian akurasi sensor *Load Cell* dengan menggunakan beban tabung gas LPG 3Kg sebanyak 3 sampel dengan 5 kali pengambilan data pada tiap sampel. Pengujian dilakukan dengan dua cara, yaitu pengujian beban tabung gas LPG 3Kg dalam kondisi kosong dan dalam kondisi penuh. Pengujian berat dilakukan dengan membandingkan sensor *Load Cell* dengan timbangan digital untuk mengetahui akurasi dari sensor *Load Cell*. Pengujian ini secara rinci ditampilkan pada tabel 5 dan tabel 6

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor *Load Cell* dan Timbangan Digital dengan Beban Tabung Kondisi Kosong

Tabung Gas LPG 3Kg	Timbangan Digital (Kg)	Load cell (Kg)	Selisih (Kg)	Error %
Tabung 1	5,0	4,92	0,08	1,60
	5,0	4,92	0,08	1,60
	5,0	4,92	0,08	1,60
	5,0	4,92	0,08	1,60
	5,0	4,92	0,08	1,60
Tabung 2	5,0	4,89	0,11	2,20
	5,0	4,89	0,11	2,20
	5,0	4,89	0,11	2,20
	5,0	4,89	0,11	2,20
	5,0	4,89	0,11	2,20
Tabung 3	5,0	4,90	0,01	2,00
	5,0	4,90	0,01	2,00
	5,0	4,90	0,01	2,00
	5,0	4,90	0,01	2,00
	5,0	4,90	0,01	2,00
Rata-rata Error				1,9

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor *Load Cell* dan Timbangan Digital dengan Beban Tabung Kondisi Penuh

Tabung Gas LPG 3Kg	Timbangan Digital (Kg)	Load cell (Kg)	Selisih (Gram)	Error %
Tabung 1	8,0	8,01	0,01	0,12
	8,0	8,01	0,01	0,12
	8,0	8,01	0,01	0,12
	8,0	8,01	0,01	0,12
	8,0	8,01	0,01	0,12
Tabung 2	8,0	8,04	0,04	0,50
	8,0	8,04	0,04	0,50
	8,0	8,04	0,04	0,50
	8,0	8,04	0,04	0,50
	8,0	8,04	0,04	0,50
Tabung 3	8,0	8,0	0	0,00
	8,0	8,0	0	0,00
	8,0	8,0	0	0,00
	8,0	8,0	0	0,00
Rata-rata Error				0,21

Pada pengujian tabung LPG 3 kg, saat digunakan untuk menimbang tabung gas kosong, rata-rata *error* meningkat menjadi 1,90% (akurasi 98,10%). Namun, pada kondisi tabung penuh, akurasi meningkat tajam menjadi 99,79% dengan rata-rata *error* hanya 0,21%. Berdasarkan data pada tabel 5 dan 6, ditemukan bahwa tingkat akurasi meningkat seiring dengan bertambahnya beban (kondisi penuh mencapai 99,79%). Fenomena peningkatan *error* pada saat tabung kosong (1,90%) dibandingkan tabung penuh (0,21%) disebabkan oleh beberapa faktor teknis yaitu:

- 1) **Rasio Sinyal terhadap Derau (*Signal-to-Noise Ratio*):** Sensor *load cell* bekerja dengan mengubah deformasi mekanis menjadi sinyal listrik dalam skala milivolt melalui rangkaian Jembatan *Wheatstone*. Pada beban yang lebih rendah (tabung kosong ± 5 kg), tegangan keluaran yang dihasilkan sangat kecil, sehingga gangguan listrik (*noise*) dari lingkungan atau fluktuasi tegangan

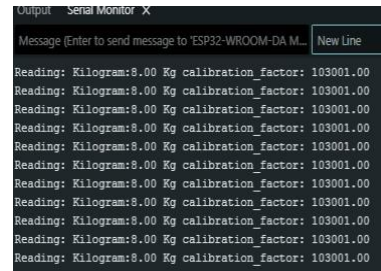
pada modul HX711 memiliki dampak persentase yang lebih signifikan terhadap hasil pembacaan dibandingkan pada beban yang lebih besar (tabung penuh ± 8 kg).

- 2) **Stabilitas Distribusi Beban:** Tabung LPG memiliki struktur alas melingkar yang memberikan tekanan pada sensor. Saat tabung dalam kondisi kosong (berat lebih ringan), stabilitas posisi tabung terhadap titik pusat gravitasi sensor lebih rentan terhadap gangguan getaran eksternal, sedangkan pada kondisi penuh, gaya tekan yang lebih besar memberikan distribusi beban yang lebih stabil dan konsisten pada *strain gauge*

Temuan ini menunjukkan bahwa sensor *load cell* sangat efektif untuk memantau sisa volume gas LPG secara akurat, terutama pada kondisi tabung yang masih berisi banyak gas.



(a) Timbangan Digital

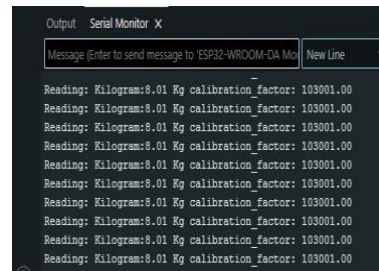


(b) Sensor Load Cell 10 Kg

Gambar 8. Hasil Pembacaan Tabung Gas LPG 3 Kg Kondisi Kosong



(a) Timbangan Digital



(b) Sesor Load Cell 10 Kg

Gambar 9. Hasil Pembacaan Tabung Gas LPG 3 Kg Kondisi Penuh

4.3 Analisis Integrasi IoT dan Sistem Peringatan

Pada pengujian selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kemampuan sensor gas LPG yakni MQ2 dan MQ6. Pengujian dilakukan dengan mengatur sedemikian rupa kompor gas dalam kondisi dihidupkan tetapi api tidak menyala. Berdasarkan kondisi tersebut akan didapatkan gas LPG akan terdeteksi bocor dan dibaca oleh sensor. Hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sensor MQ Dengan Kompor Gas

No	Waktu	Load Cell (Kg)	MQ-2	MQ-6	Kondisi Kebocoran	Kondisi Tabung	Buzzer
1	17:26:34	6,04	0	0	Aman	Sedikit	Off
2	17:26:39	6,04	0	0	Aman	Sedikit	Off
3	17:26:44	6,04	28	29	Aman	Sedikit	Off
4	17:26:49	6,04	208	10000	Bahaya	Sedikit	On
5	17:26:55	6,04	1064	10000	Bahaya	Sedikit	On
6	17:27:00	6,04	604	10000	Bahaya	Sedikit	On
7	17:27:06	6,04	3883	10000	Bahaya	Sedikit	On
8	17:27:12	6,04	812	10000	Bahaya	Sedikit	On
9	17:27:15	6,04	315	10000	Bahaya	Sedikit	On
10	17:27:35	6,04	359	343	Bahaya	Sedikit	On
11	17:27:41	6,04	147	79	Aman	Sedikit	Off
12	17:27:51	6,04	104	56	Aman	Sedikit	Off
13	17:27:56	6,04	101	58	Aman	Sedikit	Off
14	17:28:02	6,04	92	40	Aman	Sedikit	Off
15	17:28:08	6,04	76	19	Aman	Sedikit	Off



Gambar 10. Pengujian Keseluruhan Sistem



Gambar 11. Tampilan di Dashboard Web Blynk Status Aman



Gambar 12. Tampilan di Dashboard Web Blynk Status Bahaya

Integrasi sistem dengan platform *Blynk* memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Selama pengujian sistem keseluruhan, fitur notifikasi dan alarm menunjukkan performa sebagai berikut:

1. Keamanan: Sistem berhasil mengubah status di *dashboard Blynk* dari "Aman" menjadi "Bahaya" saat gas terdeteksi di atas ambang batas, yang secara bersamaan mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm lokal.
2. Monitoring Volume: Pengguna menerima notifikasi status "Sedikit" saat berat tabung berada pada kisaran 6,04 kg, memberikan waktu yang cukup bagi pengguna untuk melakukan penggantian tabung sebelum gas benar-benar habis.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian keseluruhan sistem yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem ini memungkinkan pemantauan berat tabung dan deteksi kebocoran gas secara *real-time* melalui antarmuka dasbor digital.
2. Hasil uji komparasi menunjukkan bahwa sensor MQ-6 memiliki tingkat sensitivitas dan responsivitas yang lebih tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan dibandingkan sensor MQ-2 dalam mendeteksi gas LPG.
3. Pengujian sensor *load cell* menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan rata-rata akurasi mencapai 99,57% pada pengujian beban bervariasi dan meningkat hingga 99,79% pada pengukuran tabung gas kondisi penuh.
4. Sistem peringatan dini berupa *buzzer* lokal dan notifikasi pada aplikasi *Blynk* berfungsi dengan baik sesuai skenario kondisi "Bahaya" yang dirancang.

Berdasarkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang, pada penelitian selanjutnya disarankan sistem yang dibuat perlu ditambahkan dengan komponen aktuator atau penggerak mekanis otomatis (seperti penutup katup gas atau kipas sirkulasi) yang dapat aktif secara mandiri saat terjadi kebocoran gas LPG.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Afiyat, N., & Afif, M. L. (2024). *Perbandingan Kinerja Sensor MQ-2 dan MQ-6 pada Sistem Deteksi Kebocoran LPG dengan Notifikasi melalui Telegram*. 7(2), 100–108.
- Annisa, M. N., Fadilla, F. N., Luthfi, M., Hidayat, S., Rosalia, C. A., & Kunci, K. (2025). *Rancang Bangun Sistem Load Cell Untuk Pengujian Beban Tekan Berbasis Arduino*. Assab 70.
- Iswahyudi, I. (2025). *Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Sensor PZEM 003 Berbasis Internet of Things (IoT)*. 7, 310–317.
- Mardiansyah, A. (2024). Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Dengan Sensor Mq-6. *Journal of Informatics and Computing*, 3(2), 66–71. <https://doi.org/10.31884/random.v3i2.73>
- Nila, I. R., Fahril, M. A., Sari, N., Naziah, A., & Putri, K. A. (2023). *Jurnal Mardika , Masyarakat Berdikari dan Berkarya Implementasi Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor Tgs 822 , 2600 Dan 2610 Berbasis Arduino Sebagai Salah Satu Upaya Meminimalisir Kebakaran Akibat Kebocoran Gas Lpg Pada Usaha Rumahan Aa Cathering Di Aceh Tamiang*. X, 193–200.
- Putri, A. C., Insani, I. B., Hasibuan, L., Faried, A., & Mose, J. C. (2021). Characteristics of Liquefied Petroleum Gas (Lpg) Related Burn Injuries in Hasan Sadikin Bandung General Hospital. *Annals of Burns and Fire Disasters*, 34(4), 323–327.
- Latief, M. R. (2024). *Waspada Kebocoran Gas LPG: Kenali Bahaya dan Cara Mengatasinya!* <https://Harsasinergimandiri.Com/>.
- Rojak, A. (2024). *RRI*. <https://www.rri.co.id/lain-lain/804839/cara-mendeteksi-kebocoran-gas-di-rumah>
- Saleh, M. R. H. M., & Sudiarsa, I. W. (2023). *Rancang Bangun Pendeteksi Monitoring Gas LPG Berbasis Mikrokontroller dan Notifikasi Telegram Messenger*. 3(1), 310–319.
- Sembiring, S., Panjaitan, R. L., & Altway, A. (2019). *Pemanfaatan Gas Alam sebagai LPG (Liquefied Petroleum Gas)*. 8(2).
- Zuhri, M., Karin, F. I., Setiawan, A. A., Setiawan, A., Cell, L., & Darah, T. (2025). *Rancang Bangun Sistem dan Aplikasi Pengukur Berat Badan dan Tekanan Darah Self-Service Berbasis Mikrokontroler ESP32*. 4, 1–23.