

## Perbandingan Kinerja Sensor MQ-2 dan MQ-6 pada Sistem Deteksi Kebocoran LPG dengan Notifikasi melalui Telegram

Nur Afiyat<sup>1</sup>, Muhammad Lahan Afif<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Qomaruddin  
Jalan Raya Bungah No. 01, Gresik, Jawa Timur, Indonesia

<sup>2</sup>1Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Qomaruddin  
Jalan Raya Bungah No. 01, Gresik, Jawa Timur, Indonesia

e-mail: nurafiyat@uqgresik.ac.id<sup>1</sup>, lahanafif15@gmail.com<sup>2</sup>

Received: May, 2024

Accepted: August, 2024

Published: August, 2024

### Abstract

*This study aims to develop an IoT-based LPG leak detection system capable of sending real-time notifications via the Telegram application. The system utilizes two types of sensors, MQ-2 and MQ-6, integrated with NodeMCU V3 ESP8266 as the microcontroller. The research methods include designing the electronic system, developing software, and testing the system's performance in detecting LPG leaks and measuring notification delivery delay. The results indicate that the system successfully detected LPG leaks with an average sensitivity of 541.2 ppm for the MQ-2 sensor and 455.4 ppm for the MQ-6 sensor. Delay testing showed an average value of 4.57 ms for MQ-2 and 3.66 ms for MQ-6, both classified as excellent according to TIPHON standards. The implications of this research suggest that the use of the MQ-6 sensor is more optimal for detecting LPG leaks. This system has the potential to enhance the safety of LPG use in various environments.*

**Keywords:** LPG, IoT, MQ-2 sensor, MQ-6 sensor, leak detection, Telegram.

### Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas LPG berbasis IoT yang dapat mengirimkan notifikasi real-time melalui aplikasi Telegram. Sistem ini menggunakan dua jenis sensor, MQ-2 dan MQ-6, yang diintegrasikan dengan NodeMCU V3 ESP8266 sebagai mikrokontroler. Metode penelitian meliputi perancangan sistem elektronik, pengembangan perangkat lunak, serta pengujian kinerja sistem dalam mendeteksi kebocoran LPG dan mengukur delay pengiriman notifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi kebocoran LPG dengan sensitivitas rata-rata sebesar 541,2 ppm untuk sensor MQ-2 dan 455,4 ppm untuk sensor MQ-6. Pengujian delay menunjukkan nilai rata-rata 4,57 ms untuk MQ-2 dan 3,66 ms untuk MQ-6, yang keduanya masuk kategori sangat baik menurut standar TIPHON. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor MQ-6 lebih optimal dalam mendeteksi kebocoran LPG. Sistem ini berpotensi untuk meningkatkan keamanan penggunaan LPG di berbagai lingkungan.*

**Kata Kunci:** LPG, IoT, sensor MQ-2, sensor MQ-6, deteksi kebocoran, Telegram.

### 1. PENDAHULUAN

Keselamatan merupakan salah satu aspek penting dalam suatu sistem atau lingkungan, termasuk di tempat tinggal, kantor, kampus, tempat wisata, baik di pedesaan maupun

perkotaan, serta lokasi komersial atau lainnya, terutama yang berisiko terjadinya kebakaran. Kebakaran sering kali disebabkan oleh kelalaian manusia, seperti kebocoran kecil atau besar dari tabung gas Liquefied Petroleum Gas (LPG),

pembuangan puntung rokok yang tidak hati-hati, atau hubungan pendek arus listrik yang dapat memicu kebakaran dan menyebar dengan cepat. Kebakaran memiliki dampak signifikan baik secara fisik maupun mental, dan sering kali mengakibatkan korban jiwa [1] [2] [3].

LPG yang terdiri dari propana dan butana kini memegang peranan penting bagi rumah tangga dan industri. Namun, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan gas ini dari segi keamanannya. Hal ini dikarenakan LPG bersifat mudah menguap dan berpotensi bocor yang sangat mudah terbakar dan berbahaya. Deteksi dini kebocoran LPG merupakan upaya yang tepat untuk mengurangi bahaya kebakaran [4].

Sensor MQ-2 adalah sensor multi-gas yang sangat peka terhadap asap rokok dan berbagai gas mudah terbakar seperti LPG, propana, hidrogen, karbon monoksida, metana, dan alkohol. Komponen utama sensor ini adalah timbal dioksida ( $\text{SnO}_2$ ), yang memiliki konduktivitas rendah dalam kondisi udara bersih. Ketika gas terdeteksi, konduktivitas sensor meningkat secara signifikan, menghasilkan sinyal resistansi analog yang menunjukkan adanya kebocoran gas. Sensitivitasnya yang tinggi terhadap berbagai gas menjadikan MQ-2 ideal untuk aplikasi deteksi kebakaran dan kebocoran gas di lingkungan yang beragam [5] [6].

Sensor MQ-6, di sisi lain, dirancang khusus untuk mendeteksi LPG, dengan fokus pada komponen utama LPG, yaitu propana dan butana. Sensor ini mampu mendeteksi konsentrasi gas dalam rentang 200 hingga 10.000 ppm, menjadikannya sangat sensitif dan ideal untuk deteksi LPG di aplikasi industri maupun domestik. Selain sensitivitas tinggi, sensor ini juga dikenal karena waktu responsnya yang cepat. Sistem operasinya sederhana, memerlukan suplai tegangan 5 V dan koneksi ke Analog-to-Digital Converter (ADC) melalui output resistansi analog [6] [7] [8].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem deteksi kebocoran LPG dapat berfungsi dengan baik. Akan tetapi terdapat beberapa kekurangan pada penelitian [1] [4] dan [8] yang masih belum terkoneksi dengan internet, melainkan ada yang masih menggunakan melalui *Short Message Service*

(SMS) dan di penelitian [9] masih menggunakan 1 sensor yaitu sensor MQ-2. *Internet of Things* (IoT) sebagai solusi untuk kekurangan dalam penelitian sebelumnya, di mana sistem ini dapat terintegrasi secara online, sehingga memudahkan penyampaian informasi secara cepat [10]. Teknologi IoT serta inovasi-inovasi lain yang terkait dengan konsep industri 4.0 telah berfungsi sebagai akselerator atau pendorong yang memungkinkan solusi-solusi industri yang lebih adaptif dan efisien secara finansial [11]. Sebuah sistem dapat dikategorikan sebagai IoT apabila memiliki empat elemen kunci, yaitu: 1. Perangkat dengan tujuan spesifik, 2. Pengendali, sensor, dan aktuator, 3. Jaringan koneksi dengan internet, dan 4. Broker dan Manajemen IoT [12].

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kebocoran LPG menggunakan dua sensor gas yang berbeda, yaitu sensor MQ-2 dan MQ-6. Sistem ini memanfaatkan NodeMCU V3 ESP8266 sebagai mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul WiFi, yang berfungsi sebagai media komunikasi untuk menghubungkan ke jaringan internet, serta diintegrasikan dengan layanan bot Telegram yang disediakan aplikasi Telegram sehingga bisa mengirimkan notifikasi secara real time apabila terjadi kebocoran LPG. Penggunaan dua sensor gas MQ-2 dan MQ-6 dimaksudkan untuk menganalisa kinerja masing-masing sensor tersebut dalam mendeteksi kebocoran LPG.

## 2. METODE PENELITIAN

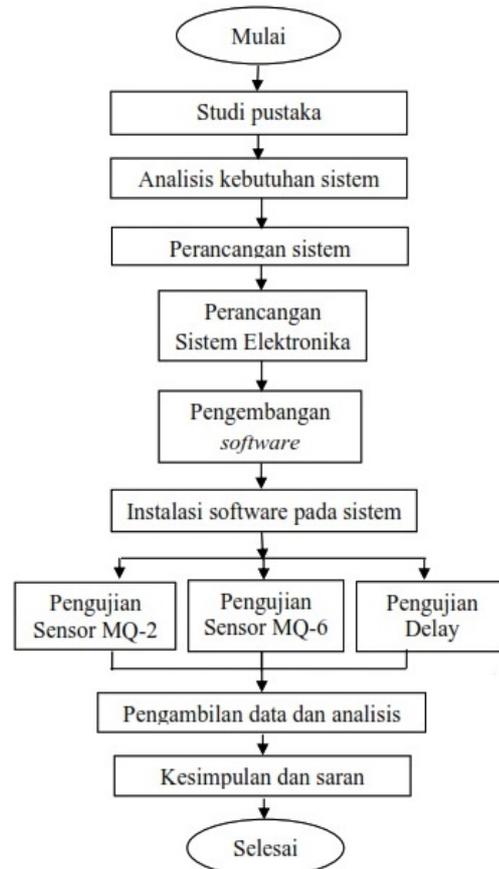
Dalam melaksanakan penelitian ini agar bisa berjalan dengan baik, maka beberapa tahapan penelitian perlu dilaksanakan dengan baik dan sistematis. Hal tersebut dapat dilihat pada diagram alir penelitian yang disajikan pada Gambar 1. Adapun uraian dari tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Studi Pustaka; Tahapan ini melibatkan kajian terhadap berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang serupa. Data-data mencakup informasi mengenai kinerja sensor MQ-2 dan MQ-6, khususnya dalam hal sensitivitas terhadap LPG, rentang deteksi gas, serta respons waktu pengiriman data dikaji pada bagian ini. Selain itu, data terkait integrasi sistem deteksi kebocoran gas dengan *platform* IoT seperti Telegram akan dianalisis, termasuk efisiensi dan

keandalan notifikasi *real-time* dalam mencegah kecelakaan akibat kebocoran LPG. Hasil-hasil penelitian terbaru yang relevan dengan penggunaan sensor dalam aplikasi IoT juga akan dibahas untuk mendukung analisis yang lebih mendalam.

2) Analisis Kebutuhan Sistem: Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan data spesifikasi *hardware* dan *software* yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan *prototype* sistem. Data yang dianalisis mencakup spesifikasi sensor yang digunakan, yaitu sensor MQ-2 dan MQ-6, yang mencakup sensitivitas, rentang deteksi gas (200-10.000 ppm untuk MQ-6), dan respons waktu. Selain itu, komponen *hardware* yaitu NodeMCU V3 ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan modul WiFi, serta komponen pendukung dijelaskan secara rinci. Dari sisi *software*, pengembangan *sketch* program menggunakan Arduino IDE akan dibahas, termasuk algoritma untuk pengolahan data sensor dan integrasi dengan *platform* notifikasi Telegram untuk memastikan notifikasi kebocoran gas dikirim secara *real-time*. Data-data ini akan dianalisis untuk menilai kelayakan dan efektivitas sistem secara keseluruhan.

3) Perancangan Sistem: Pada tahap ini, perancangan sistem mencakup dua komponen utama: perancangan sistem elektronika dan pengembangan *software*. Perancangan sistem elektronika melibatkan pemilihan dan penentuan *hardware* yang digunakan, termasuk sensor MQ-2 dan MQ-6 untuk mendeteksi kebocoran LPG, serta NodeMCU V3 ESP8266 yang berfungsi sebagai mikrokontroler dengan kemampuan WiFi untuk mendukung integrasi IoT. Data yang diperlukan meliputi diagram rangkaian elektronik yang merinci cara menghubungkan sensor ke NodeMCU sehingga membentuk sebuah sistem. Selain itu, bagian ini juga membahas pengembangan *software* menggunakan Arduino IDE untuk menulis dan mengunggah *sketch* program ke papan mikrokontroler yang digunakan, termasuk penulisan algoritma untuk mengolah data sensor, menentukan *threshold* konsentrasi gas, dan mengirimkan notifikasi *real-time* melalui Telegram.



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian [Sumber: Tim Peneliti]

4) Instalasi *Software*; Setelah *software* berhasil dikembangkan, selanjutnya *software* dinstal pada papan mikrokontroler yang sudah terpasang pada rangkaian elektronika sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan.

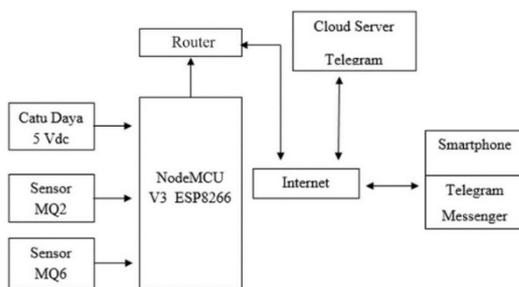
5) Pengujian Sistem; Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua parameter uji yang berbeda. Yang pertama adalah pengujian kebocoran gas, pengujian ini dilakukan untuk menguji keberhasilan sistem dalam mendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-2 dan MQ-6. Selanjutnya adalah pengujian QoS (Quality of Service) dengan parameter delay sebagai parameter uji, pengujian ini dilakukan dengan menguji kualitas pengiriman data dari sistem ke pengguna.

6) Pengambilan Data dan Analisis; Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data dari sistem yang telah berjalan sesuai parameter uji yang sudah ditetapkan yaitu data deteksi

kebocoran LPG dan QoS dari sistem. Selanjutnya data dianalisis menggunakan formula dan teori ilmiah yang sudah dipelajari pada tahap sebelumnya.

- 7) Kesimpulan dan Saran; Tahapan terakhir pada penelitian ini adalah berisi tentang kesimpulan didapat dari hasil analisa data yang dilakukan. Selanjutnya juga berisi saran apa yang bisa dilakukan untuk memperbaiki kekurangan dari kinerja sistem yang sudah dirancang agar nantinya bisa dihasilkan sistem serupa yang dengan kinerja yang lebih baik.

### 2.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 2: Diagram Blok Sistem [Sumber: Tim Peneliti]

Diagram blok sistem penelitian diatas terdiri dari beberapa bagian sistem yaitu: Sumber listrik DC 5 V digunakan untuk menyediakan energi listrik bagi NodeMCU V3 ESP8266 agar dapat berfungsi dengan baik. Selanjutnya, koneksi internet berfungsi sebagai penyedia layanan IoT pada sistem yang dikembangkan, sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian juga diperlukan router yang berfungsi sebagian pengatur jalur yang dilalui data untuk mencapai tujuan (*destination*) dari sumbernya (*source*). *Smartphone* berfungsi sebagai penerima informasi kebocoran gas LPG dengan menggunakan aplikasi Telegram Mesengger yang sudah terinstal pada *smartphone*. Telegram Messenger berfungsi sebagai aplikasi antarmuka dan pusat data *cloud* pada sistem deteksi kebocoran gas LPG.

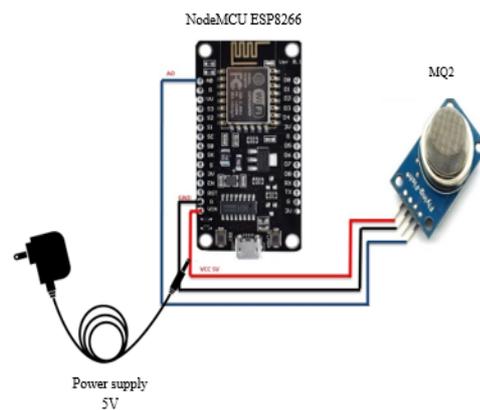
### 2.2 Penggunaan Sensor MQ-2 dan Sensor MQ-6

Sensor MQ-2 merupakan salah satu sensor gas yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, terutama dalam sistem deteksi gas. Prinsip kerja Sensor MQ-2 didasarkan pada

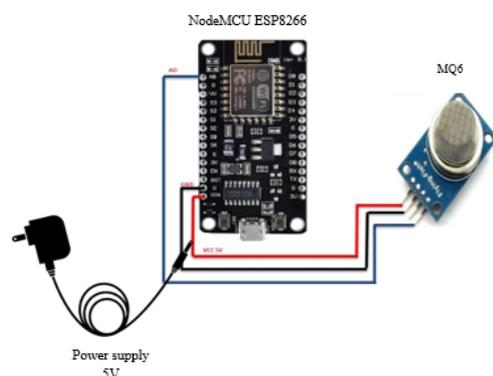
perubahan resistansi pada material semikonduktor ketika terpapar oleh gas tertentu. Sensor ini memiliki lapisan semikonduktor yang peka terhadap berbagai jenis gas, termasuk gas LPG, propana, metana, alkohol, asap, dan lainnya. Ketika gas tersebut hadir di sekitar sensor, terjadi perubahan resistansi pada lapisan semikonduktor, yang kemudian diukur dan dikonversi menjadi sinyal keluaran [13].

Sensor MQ-6 merupakan salah satu sensor gas yang bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi pada lapisan semikonduktor saat terpapar oleh gas yang dituju. Ketika gas LPG hadir di sekitar sensor, terjadi perubahan resistansi pada lapisan semikonduktor, yang kemudian diubah menjadi sinyal keluaran yang dapat diukur [14].

### 2.3 Perancangan Sistem Elektronika



Gambar 3: Rancangan Sistem Elektronika yang Menggunakan Sensor MQ-2 [Sumber: Tim Peneliti]

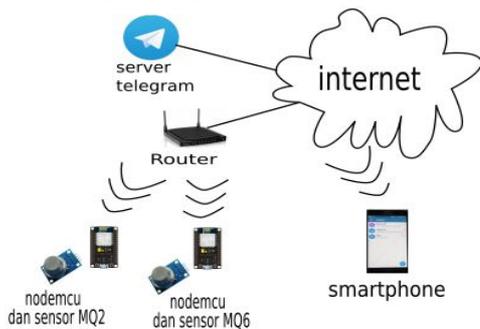


Gambar 4: Rancangan Sistem Elektronika yang Menggunakan Sensor MQ-6 [Sumber: Tim Peneliti]

Perancangan sistem elektronika adalah proses penting dalam pengembangan sistem deteksi kebocoran LPG yang efisien, aman, dan handal. Proses perakitan pada sistem elektronik adalah juga merupakan tahapan penting dalam pembuatan perangkat elektronik yang melibatkan penggabungan komponen-komponen elektronik menjadi satu kesatuan yang berfungsi.

Pengkabelan dilakukan sebagai berikut: Pin A0 pada NodeMCU dihubungkan dengan pin A0 pada sensor MQ-2 dan MQ-6. Pin Vin pada NodeMCU dihubungkan dengan pin VCC pada sensor MQ-2 dan MQ-6. Pin G pada NodeMCU dihubungkan dengan pin GND pada sensor MQ-2 dan MQ-6. Sementara itu, power supply terhubung dengan pin VCC pada sensor MQ-2 atau MQ-6.

### 2.4 Topologi Jaringan



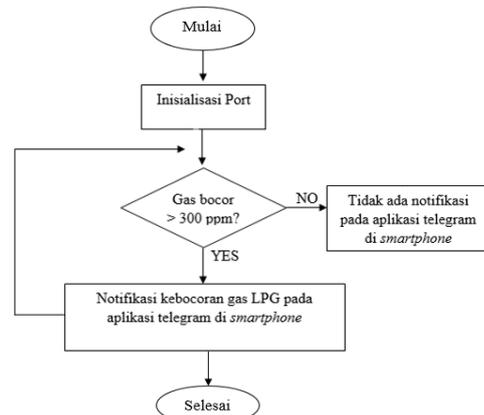
Gambar 5: Topologi Jaringan yang Digunakan [Sumber: Tim Peneliti]

Topologi jaringan dalam sistem IoT memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan bagaimana perangkat IoT berkomunikasi satu sama lain dan dengan infrastruktur jaringan. Topologi yang digunakan pada sistem deteksi kebocoran LPG berbasis IoT ditampilkan pada gambar 5. Dari gambar 4 dapat kita lihat bahwa topologi jaringan terdiri dari *router*, mikrokontroler nodeMCU yang sudah terpasang sensor MQ2 atau MQ6, *smartphone* yang sudah terinstal aplikasi Telegram, serta *server Telegram* sebagai *cloud data center*. Semuanya saling terkoneksi secara wireless satu sama lain dan bekerja sesuai program yang sudah diinstal pada mikrokontroler nodeMCU.

### 2.5 Diagram Alir Cara Kerja Sistem

Dari gambar 6 dapat kita lihat bahwa cara kerja sistem adalah sebagai berikut: 1) Inisialisasi port, yaitu pengaturan awal atau konfigurasi port

pada perangkat keras mikrokontroler, 2) Sensor MQ-2 mendeteksi kebocoran gas LPG, jika ada kebocoran gas LPG maka akan ada notifikasi ke aplikasi Telegram Messenger per 1 menit dengan range kebocoran gas LPG di bawah 300 ppm. 3) Jika tidak ada kebocoran maka tidak ada notifikasi pada aplikasi Telegram Messenger. 4) Output berupa notifikasi konsentrasi LPG yang bocor pada aplikasi Telegram di *smartphone*.

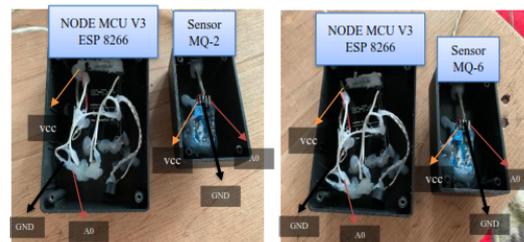


Gambar 6: Diagram Alir Cara Kerja Sistem [Sumber: Tim Peneliti]

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Prototype Sistem

Setelah komponen berhasil dirakit dan membentuk *prototype* sistem untuk deteksi kebocoran LPG. Selanjutnya sistem elektronik ditempatkan ke dalam box module dan siap untuk dilakukan pengujian.



Gambar 7: Dua Prototype Sistem yang Masing-Masing Menggunakan Sensor MQ2 dan Sensor MQ6 [Sumber: Tim Peneliti]



Gambar 8: Dua Prototype Sistem yang Sudah Dikemas dalam Box Module [Sumber: Tim Peneliti]

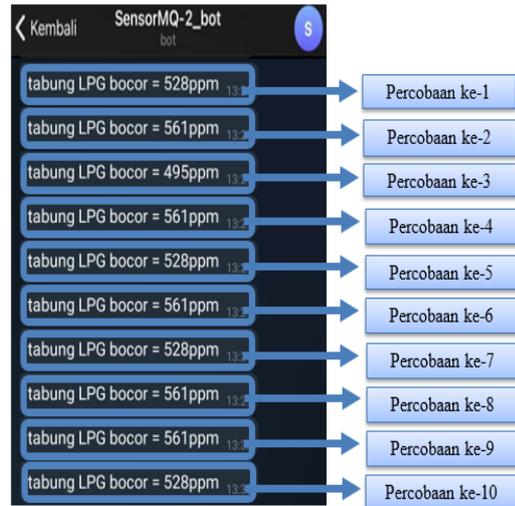


Gambar 9: Tata Letak Sistem Saat Pengujian [Sumber: Tim Peneliti]

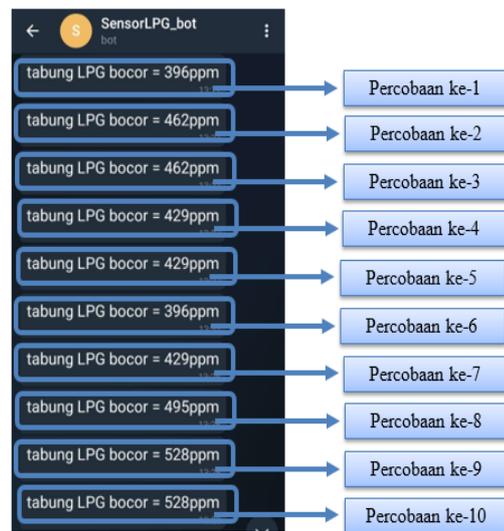
Gambar 9. merupakan tata letak sistem pada saat dilakukan pengujian. Berikut penjelasan dari gambar 12: 1) Tabung gas LPG, 2) Sensor MQ-2, 3) Sensor MQ-6, 4) NodeMCU ESP8266 untuk sensor MQ-2, 5) NodeMCU ESP8266 untuk sensor MQ-6, 6) Smartphone untuk menerima data hasil deteksi dan untuk mengkonfigurasi aplikasi Telegram untuk sistem yang menggunakan sensor MQ-2, 7) Smartphone untuk menerima data hasil deteksi dan untuk mengkonfigurasi aplikasi Telegram untuk sistem yang menggunakan sensor MQ-6, 8) Power supply.

### 3.2 Deskripsi Data

1) Data Notifikasi pada Aplikasi Telegram  
 Notifikasi Telegram yang mencolok untuk memastikan bahwa pengguna segera mengambil tindakan yang diperlukan apabila sistem mendeteksi adanya kebocoran LPG. Notifikasi Telegram juga dapat memberikan informasi tentang status umum sistem deteksi, seperti apakah sensor berfungsi dengan baik. Tampilan notifikasi hasil deteksi kebocoran LPG dengan pengujian yang dilakukan sebanyak sepuluh kali pada masing-masing sistem deteksi ditampilkan pada gambar 10 dan gambar 11. Untuk hasil pengujian sistem deteksi kebocoran LPG yang menggunakan sensor MQ-2 ditampilkan pada gambar 10. Sedangkan untuk hasil pengujian sistem deteksi kebocoran LPG yang menggunakan sensor MQ-6 ditampilkan pada gambar 11.



Gambar 10: Tampilan Notifikasi pada Aplikasi Telegram untuk Sistem yang Menggunakan Sensor MQ-2 [Sumber: Tim Peneliti]



Gambar 11: Tampilan Notifikasi pada Aplikasi Telegram untuk Sistem yang Menggunakan Sensor MQ-6 [Sumber: Tim Peneliti]

2) Data Hasil Pengujian Deteksi Kebocoran LPG

Pengujian sistem pendeteksi kebocoran LPG ini dilakukan dalam ruangan dengan ukuran 3 x 4 meter yang dengan kondisi ruangan memiliki ventilasi terbuka. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi kebocoran gas LPG. Sistem pertama memanfaatkan sensor MQ-2, sedangkan sistem kedua menggunakan sensor MQ-6. Data hasil pengujian dipaparkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1: Hasil Pengujian Deteksi Kebocoran LPG pada Sistem yang Menggunakan Sensor MQ-2  
[Sumber: Tim Peneliti]

Pengujian ke	Konsentrasi kebocoran LPG yang dideteksi Sensor MQ-2 (ppm)	Notifikasi pada Telegram Messenger (terkirim / tidak)
1	528 ppm	terkirim
2	561 ppm	terkirim
3	495 ppm	terkirim
4	561 ppm	terkirim
5	528 ppm	terkirim
6	561 ppm	terkirim
7	528 ppm	terkirim
8	561 ppm	terkirim
9	561 ppm	terkirim
10	528 ppm	terkirim

Tabel 2: Hasil Pengujian Deteksi Kebocoran LPG pada Sistem yang Menggunakan Sensor MQ-6  
[Sumber: Tim Peneliti]

Pengujian ke	Konsentrasi kebocoran LPG yang dideteksi Sensor MQ-6 (ppm)	Notifikasi pada Telegram Messenger (terkirim / tidak)
1	396 ppm	terkirim
2	462 ppm	terkirim
3	462 ppm	terkirim
4	429 ppm	terkirim
5	429 ppm	terkirim
6	396 ppm	terkirim
7	429 ppm	terkirim
8	495 ppm	terkirim
9	528 ppm	terkirim
10	528 ppm	terkirim

### 3) Data Hasil Pengujian Waktu Pengiriman Notifikasi (Delay)

Pada pengujian delay pengiriman notifikasi dilakukan dengan mengukur lama waktu pengiriman data dari NodeMCU ke *smartphone* pengguna dengan menggunakan aplikasi Wireshark. Untuk mendapatkan nilai rata-rata delay pengiriman notifikasi pada sistem. Baik sistem yang menggunakan sensor MQ-2 dan sistem yang menggunakan sensor MQ-6.

Tabel 3: Hasil Pengujian Delay pada Sistem yang Menggunakan Sensor MQ-2  
[Sumber: Tim Peneliti]

Pengujian ke	Nilai delay yang terjadi (ms)
1	4,170157 ms
2	4,034353 ms
3	3,269435 ms
4	4,040535 ms
5	4,581389 ms
6	3,590046 ms
7	5,788532 ms
8	5,541069 ms
9	4,971001 ms
10	5,719195 ms

Tabel 4: Hasil Pengujian Delay pada Sistem yang Menggunakan Sensor MQ-6  
[Sumber: Tim Peneliti]

Pengujian ke	Nilai delay yang terjadi (ms)
1	3,470161 ms
2	3,214501 ms
3	3,134543 ms
4	4,010437 ms
5	4,601389 ms
6	3,781011 ms
7	4,018763 ms
8	3,944067 ms
9	2,965126 ms
10	3,450042 ms

Tabel 5: Standar TIPHON untuk kinerja jaringan berdasarkan nilai delay  
[Sumber: [15]]

Kategori	Delay	Indeks
Sangat bagus	<150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

### 3.3 Pembahasan

Hasil pengujian deteksi kebocoran LPG menggunakan sensor MQ-2 dan MQ-6 menunjukkan bahwa kedua sensor dapat mendeteksi kebocoran gas dengan baik dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram secara real-time. Rata-rata konsentrasi kebocoran LPG yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 adalah 541,2 ppm, sedangkan sensor MQ-6 mencatat rata-rata konsentrasi sebesar 455,4 ppm. Kedua nilai ini mengindikasikan bahwa sensor bekerja

efektif dalam lingkungan uji yang telah disediakan.

**Sensitivitas dan Spesifisitas Sensor:** Sensor MQ-2 menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi kebocoran gas, dengan konsentrasi yang terdeteksi lebih besar. Hal ini dapat dikaitkan dengan kemampuan sensor MQ-2 untuk mendeteksi berbagai jenis gas, seperti hidrogen, metana, dan karbon monoksida, selain LPG. Namun, sensor ini juga mungkin lebih rentan terhadap interferensi dari gas lain yang ada di udara, yang dapat menyebabkan pembacaan yang lebih tinggi. Sebaliknya, sensor MQ-6 yang didesain khusus untuk mendeteksi LPG, khususnya propana dan butana, menawarkan hasil yang lebih spesifik dan konsisten. Penelitian terbaru oleh [7] menunjukkan bahwa sensor MQ-6 lebih cocok untuk aplikasi yang membutuhkan deteksi LPG yang akurat, mengingat spesifisitasnya terhadap komponen LPG.

**Pengujian Delay:** Pengujian *delay* dalam sistem ini merupakan aspek krusial dalam evaluasi performa deteksi kebocoran LPG. *Delay* rata-rata yang ditemukan untuk sensor MQ-2 adalah 4,5705712 ms, sedangkan sensor MQ-6 memiliki *delay* rata-rata yang lebih rendah, yaitu 3,659004 ms. Keduanya masuk dalam kategori sangat baik menurut standar TIPHON, yang menunjukkan bahwa sistem ini sangat responsif dalam memberikan peringatan kebocoran. Hal ini diperkuat oleh studi [16], yang menyebutkan bahwa waktu respon cepat dari sensor MQ-6 sangat penting dalam mitigasi risiko kebakaran akibat kebocoran gas.

**Integrasi dengan Telegram:** Integrasi sistem deteksi kebocoran LPG dengan *platform* notifikasi *real-time* seperti Telegram memiliki dampak signifikan terhadap efektivitas sistem dalam memberikan peringatan dini. Dengan menggunakan Telegram, notifikasi dapat dikirimkan secara instan ke perangkat pengguna, memungkinkan mereka untuk segera mengambil tindakan pencegahan. Hal ini sangat penting dalam konteks penggunaan LPG di rumah tangga atau industri, di mana setiap detik dapat mengurangi risiko kebakaran atau ledakan. Integrasi ini juga memungkinkan pengawasan jarak jauh dan akses *real-time* terhadap status sistem, yang meningkatkan keamanan secara keseluruhan. Penelitian terbaru mendukung penggunaan Telegram

sebagai *platform* notifikasi yang andal dan efektif dalam sistem IoT berbasis deteksi gas.

**Implikasi Praktis:** Penggunaan sensor MQ-2 dan MQ-6 dalam sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT menawarkan solusi yang efisien dan responsif dalam meningkatkan keamanan di berbagai lingkungan, baik domestik maupun industri. Sensor MQ-6, dengan spesifisitas yang lebih tinggi terhadap LPG dan waktu respon yang lebih cepat, lebih disarankan untuk digunakan dalam situasi di mana deteksi LPG menjadi prioritas utama. Sebagai tambahan, integrasi dengan *platform* notifikasi *real-time* seperti Telegram, sebagaimana diimplementasikan dalam penelitian ini, meningkatkan efektivitas sistem dalam memberikan peringatan dini, yang sangat penting dalam pencegahan kecelakaan yang lebih parah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kedua sensor, baik MQ-2 maupun MQ-6, efektif dalam mendeteksi kebocoran LPG dan memberikan notifikasi secara *real-time* melalui aplikasi Telegram. Sensor MQ-2 menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap berbagai jenis gas dengan rata-rata konsentrasi deteksi sebesar 541,2 ppm, namun lebih rentan terhadap interferensi dari gas lain di udara. Sensor MQ-6, di sisi lain, menawarkan hasil yang lebih spesifik dan konsisten dengan rata-rata konsentrasi deteksi sebesar 455,4 ppm, menjadikannya pilihan yang lebih tepat untuk aplikasi yang fokus pada deteksi LPG.

Nilai *delay* pengiriman notifikasi yang didapat pada prototype yang menggunakan sensor MQ-2 mendapatkan hasil rata-rata *delay* 4,5705712 ms. Sedangkan pada prototype yang menggunakan sensor MQ-6 mendapatkan hasil rata-rata *delay* 3,659004 ms. Sehingga kedua nilai rata-rata *delay* masuk kategori sangat bagus menurut standar TIPHON. Saran untuk penelitian desain sistem kebocoran LPG selanjutnya bisa mempertimbangkan penggunaan sensor jenis yang lain. Sehingga bisa memperkaya data kinerja sensor yang baik digunakan untuk sistem deteksi kebocoran LPG.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. D. Hutagalung, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api dengan Menggunakan Sensor MQ2 dan Flame Detector," *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 7, no. 2, Dec. 2018, Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/rekayasainformasi/article/view/279>
- [2] Q. Hu, R. Zhang, X. Qian, M. Yuan, and P. Li, "Explosion Shock Dynamics and Hazards in Complex Civil Buildings: A Case Study of a Severe Fuel Explosion Accident in Yinchuan, China," *Fire*, vol. 7, no. 9, Art. no. 9, Sep. 2024, doi: 10.3390/fire7090310.
- [3] D. A. Pramesti, D. Ardyanto, N. Widajati, and M. Ernawati, "Evaluation of Fire Protection System Implementation in A Production Area of Oil and Gas Company, East Java," *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2024, doi: 10.25077/jk3l.5.1.20-27.2024.
- [4] D. Persada, D. Andayati, and E. Fakhiah, "Pendeteksi Dini Kebocoran pada Tabung Gas Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis Arduino," *Jurnal SCRIPT*, vol. 7, no. 1, 2019.
- [5] R. Inggi and J. Pangala, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino," *1*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2021, doi: 10.51717/simkom.v6i1.51.
- [6] A. K. Arif Z. A., N. Nasution, and A. H. Daulay, "Rancangan Sistem Keamanan Dapur Berbasis Mikrokontroler Atmega32," *Fisitek : Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Jan. 2020.
- [7] U. Rahmalisa, A. Febriani, and Y. Irawan, "Detector Leakage Gas Lpg Based On Telegram Notification Using Wemos D1 and Mq-6 Sensor," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 4, Art. no. 4, Jul. 2021, doi: 10.18196/jrc.2493.
- [8] D. M. Pandega and H. Marcos, "Perancangan Prototipe Deteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor MQ-6 untuk Rumah Tangga," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, Jul. 2023, doi: 10.33365/jtikom.v4i1.2333.
- [9] A. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebocoran Gas LPG Di Ruang Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan Bot Telegram," Tugas Akhir, Universitas Qomaruddin, 2020.
- [10] W. P. Bahari and A. Sugiharto, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT)," Tugas Akhir, University of Technology Yogyakarta, 2019. Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <http://eprints.uty.ac.id/3322/>
- [11] A. Syarif, Harianto, and I. Puspasari, "Rancang Bangun Automatic Liquid Filling Machine Berbasis IoT (Internet of Things)," *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2021, doi: 10.37802/joti.v3i1.178.
- [12] T. Sutanto, N. Ningsih, and Harianto, "Sumon: Pemantauan Kualitas dan Volume Susu Segar Pada Cold Storage berbasis IoT," *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2020, doi: 10.37802/joti.v2i1.52.
- [13] "MQ2.pdf." Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf>
- [14] "MQ6.pdf." Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: [https://www.pololu.com/file/download/MQ6.pdf?file\\_id=0J312](https://www.pololu.com/file/download/MQ6.pdf?file_id=0J312)
- [15] S. E. Prasetyo and Elvin, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Wireless 2.4 GHz dan 5 GHz di Dalam Ruang dengan Hambatan Kaca," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 15, no. X2, Sep. 2021, Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.jurnal.stmikasia.ac.id/index.php/jitika/article/view/609>
- [16] A. T. Juliantoro, A. P. Nevita, and H. A. Munawi, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Dengan Sensor MQ – 6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran," *Nusantara of Engineering (NOE)*, vol. 5, no. 1, pp. 41–49, May 2022, doi: 10.29407/noe.v5i1.17389.