

# SISTEM DETEKSI KEBOCORAN GAS LPG MENGUNAKAN WEMOS D1 R1 DENGAN SENSOR MQ-2

Muhammad Egi Noviandra<sup>1)</sup>, Syafei Karim<sup>2)\*</sup>, dan Suswanto<sup>3)</sup>

<sup>1, 2, 3)</sup> Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

<sup>1, 2, 3)</sup> Jl. Sam Ratulangi Sungai Keledang, Kec. Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75242

e-mail: [eginoviandra@gmail.com](mailto:eginoviandra@gmail.com)<sup>1)</sup>, [syfei.karim@gmail.com](mailto:syfei.karim@gmail.com)<sup>2)</sup>, [suswanto.attala@gmail.com](mailto:suswanto.attala@gmail.com)<sup>3)</sup>

\*Corresponding Author

**Abstrak :** LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) adalah bahan bakar alternatif dalam bentuk gas yang mengeluarkan polutan jauh lebih sedikit dibandingkan minyak tanah. Oleh karena itu, pemerintah meluncurkan program konversi dari minyak tanah ke gas elpiji. Namun, LPG menimbulkan risiko ledakan yang lebih tinggi daripada minyak. Ledakan tabung gas LPG sering terjadi di Indonesia. Beberapa sistem keamanan telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini, salah satunya adalah sensor pendeteksi kebocoran gas LPG. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk menggunakan komunikasi nirkabel, sehingga memungkinkan untuk mencegah risiko kebocoran gas secara dini. Pada penelitian ini menggunakan metode prototipe dalam pengembangan sistemnya. Hal ini dikarenakan sistem hanya sebatas ujicoba belum sampai tahap implementasi kepada masyarakat. Perancangan alat ini terdiri dari Sensor MQ-2 yang diproses oleh mikrokontroler Wemos D1 R1 untuk mendeteksi konsentrasi gas di udara dan memberikan perintah untuk mengirimkan notifikasi pesan Telegram. Diharapkan dapat mengatasi risiko kebakaran akibat kebocoran gas LPG. Dari hasil uji coba, alat membutuhkan waktu 5 hingga 30 detik untuk mendeteksi gas berdasarkan jarak alat dengan regulator tabung gas.

**Kata Kunci—** Deteksi, LPG, Kebocoran, Mikrokontroler, Sensor.

**Abstract :** LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) is an alternative fuel in the form of gas that emits far fewer pollutants than kerosene. Therefore, the government launched a conversion program from kerosene to LPG gas. However, LPG poses a higher risk of explosion than oil. LPG gas cylinder explosions are common in Indonesia. Several security systems have been developed to solve this problem, one of which is the LPG gas leak detection sensor. The system developed in this study is designed to use wireless communication, making it possible to prevent the risk of gas leakage early. In this study, using the prototype method in system development. This is because the system is only limited to testing and has not yet reached the implementation stage for the community. The design of this tool consists of the MQ-2 Sensor which is processed by the Wemos D1 R1 microcontroller to detect gas concentrations in the air and give orders to send Telegram message notifications. It is expected to overcome the risk of fire due to LPG gas leakage. From the test results, the sensor takes 5 to 30 seconds to detect gas based on the distance between the tool and the gas cylinder regulator.

**Keywords—** Detection, Leak, LPG, Microcontroller, Sensor.

## I. PENDAHULUAN

DEWASA ini, teknologi dan ilmu pengetahuan berkembang sangatlah pesat, tingkat pembangunan manusia dan juga program pemerintah Indonesia yang menggiatkan penduduk untuk menggunakan gas sebagai bahan bakar dalam negeri sudah banyak diberlakukan. Bagian dari perkembangan ilmiah dan teknis saat ini terkait dengan elektronika, perkembangan elektronika dapat memberikan kemudahan bagi masyarakat di segala lapisan masyarakat. Selain memberikan kemudahan bagi masyarakat, ternyata perkembangan ini tidak sesempurna yang diharapkan. Karena keamanan terhadap bahaya belum ditetapkan. Selain itu, karakteristik api tidak hanya sebagai faktor kebakaran, tetapi banyak faktor salah satunya kebocoran gas LPG yang merupakan tanda awal sebuah kebocoran. Jika tindakan pencegahan terlambat dan tidak tepat, dapat mengancam keamanan.

Untuk mengurangi risiko kebakaran yang diakibatkan kebocoran gas LPG, maka dibutuhkan sebuah alat yang bisa mendeteksi kebocoran gas yang dapat dipantau dari jauh sehingga dapat mengantisipasi kebakaran [1]. Dengan berkembangnya teknologi elektronika maka dapat digunakan sistem *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan Wemos D1 R1 [2] untuk mendeteksi kebocoran gas dengan bantuan sensor MQ-2 [3]. Pendeteksi kebocoran gas juga dapat menggunakan sensor gas MQ-6 [4], [5].

Dalam pengembangan alat ini menggunakan metode *prototype* [6], [7] untuk memudahkan implementasinya sebelum dibuat secara massal. Wemos D1 R1 merupakan sebuah board *Wi-Fi* berbasis ESP8266 yang dapat terhubung via *Wi-Fi*. Dengan alat tersebut dibuatkanlah sistem untuk mendeteksi dini mencegah kebakaran akibat kebocoran gas pada saat rumah yang tidak ada di dalam rumah. Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi kadar gas kemudian datanya akan dikirim ke website kemudian dikirim ke pemilik rumah dengan memberikan notifikasi ke Telegram pemilik rumah. Penelitian ini bertujuan untuk membantu mengurangi kebakaran akibat kebocoran gas dengan menerapkan mikrokontroler dengan sensor gas MQ-6. Hasil dari penelitian ini, alat yang dibuat dapat mencegah kebocoran gas LPG dari awal sehingga dapat mengurangi dampak bahaya dari kebocoran gas yaitu dapat memicu terjadinya ledakan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. LPG (*Liquified Petroleum Gas*)

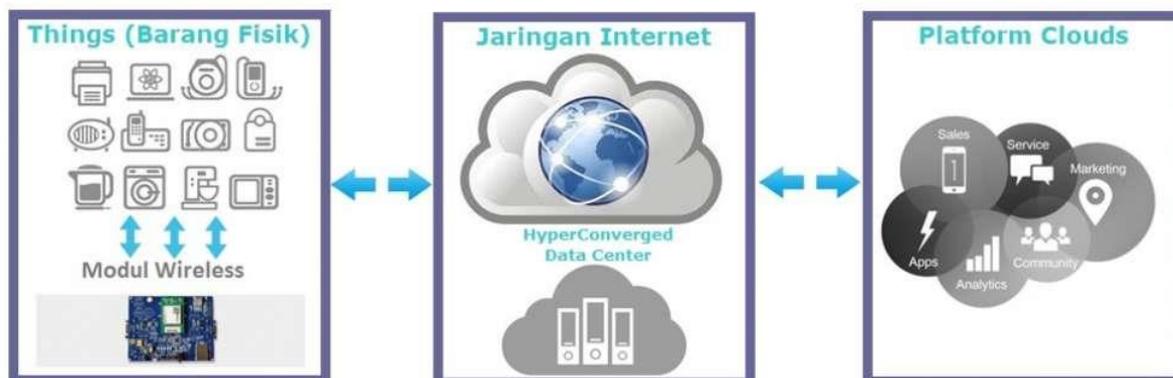
Gas LPG adalah gas campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang diperoleh dari gas alam. Dengan meningkatkan tekanan dan menurunkan suhu, gas dapat berubah menjadi cair. Komponen utamanya adalah gas propana ( $C_3H_8$ ) dan gas butana ( $C_4H_{10}$ ) [8]. Gas LPG juga mengandung sejumlah kecil hidrokarbon ringan lainnya seperti etana ( $C_2H_6$ ) dan pentana ( $C_5H_{12}$ ).

Dalam kondisi atmosfer, gas LPG ada sebagai gas. *Volume* LPG dalam bentuk cair lebih kecil daripada dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Oleh karena itu, gas LPG dijual dalam bentuk cair yang disimpan pada tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan ekspansi termal cairan di dalamnya, tabung gas LPG sepenuhnya tidak diisi, namun berisi hanya dengan kapasitas lebih kurang 80-85 %. Rasio *volume* gas yang menguap dengan gas yang dalam keadaan cair memiliki variasi yang tergantung pada tekanan, komposisi, dan suhu.

### B. IoT (*Internet of Things*)

*Internet of Things* atau yang dikenal dengan singkatan IoT adalah infrastruktur jaringan *global* yang dapat menghubungkan perangkat keras dengan perangkat lunak [9]. Berfungsi seperti *remote control*, berbagi data, dan objek nyata. Misalnya pada bahan pangan, elektronik, barang koleksi, semua terhubung ke jaringan lokal dan global dengan *embedded system* dan selalu aktif.

IoT memiliki konsep yang terdiri dari tiga elemen utama yaitu objek *fissionable* yang terintegrasi dengan modul sensor, koneksi internet dan server untuk menyimpan data atau informasi [10]. Saat menggunakan barang fisik (*things*) yang terhubung ke jaringan Internet untuk mengumpulkan informasi untuk kemudian diolah sebagai data besar yang informasinya dapat diproses dan digunakan sesuai dengan kebutuhan. Gambar dari konsep IoT ditunjukkan pada Gambar 1.



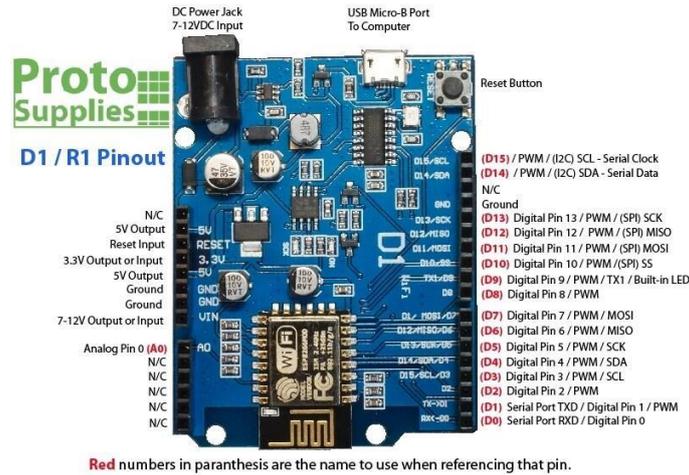
Gambar 1. Alur Konsep IoT [10]

### C. Perangkat Keras

#### 1) Wemos D1 R1

Wemos D1 R1 adalah papan yang dirancang menggunakan ESP 8266 dengan IC komunikasi *WiFi* yang mirip dengan Arduino Uno. Akan tetapi dari segi spesifikasi, Wemos D1 R1 jauh lebih tinggi daripada

Arduino Uno, karena inti dari Wemos D1 R1 menggunakan ESP8266EX yang dilengkapi prosesor 32bit [2], [11]. *Board* ini merupakan mikrokontroler *standalone* yang mudah untuk diprogram dengan aplikasi Arduino IDE. Gambar 2 menunjukkan *board* dari Wemos D1 R1.



Gambar 2. Board Wemos D1 R1

Berikut ini spesifikasi dari Wemos D1 R1 yang ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Spesifikasi Wemos D1 R1

No.	Kategori	Spesifikasi
1.	Microcontroller	ESP8266 Tensilica 32-bit
2.	Operating Voltage	3.3-5V
3.	Flash Memory	4 Mbytes
4.	Instruction RAM	64 Kbytes
5.	Data RAM	96 Kbytes
6.	Digital I/O Pins	11
7.	PWM I/O Pins	10
8.	Analog Input Pins	1 (10-bit)
9.	Serial to USB Converter	CH340G
10.	Input Voltage	7-12V
11.	DC Current per I/O Pin	12Ma (Max)
12.	Hardware Serial Ports	1
13.	Clock Speed	80 MHz
14.	Network	IEEE 802.11 b/g/n WiFi
15.	Built-in LED	Attached to digital pin 13
16.	USB Connector Style	Micro-B Female
17.	Board Dimension (PCB)	69 x 53mm (2.7 x 2.1")
18.	Datasheet	ESP8266EX

## 2) Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor yang dapat mendeteksi konsentrasi LPG, Alkohol, Asap, Hidrogen, Metana, Propana, dan Karbon Monoksida di udara. Sensor MQ-2 bisa langsung diatur sensitifitasnya dengan cara memutar trimpot. Contoh gambar modul sensor MQ-2 ditunjukkan pada Gambar 3.

### MQ-2 Combustible Gas, Smoke Sensor

#### Features of MQ2

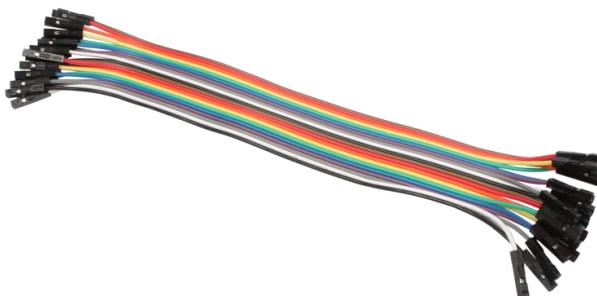
- Operating Voltage is +5V
- Can Measure or detect LPG, Alcohol, Propane, Hydrogen, CO and even methane
- Analog output voltage: 0V to 5V
- Digital Output Voltage: 0V or 5V (TTL Logic)



Gambar 3. Modul Sensor MQ-2 [12]

### 3) Kabel Jumper

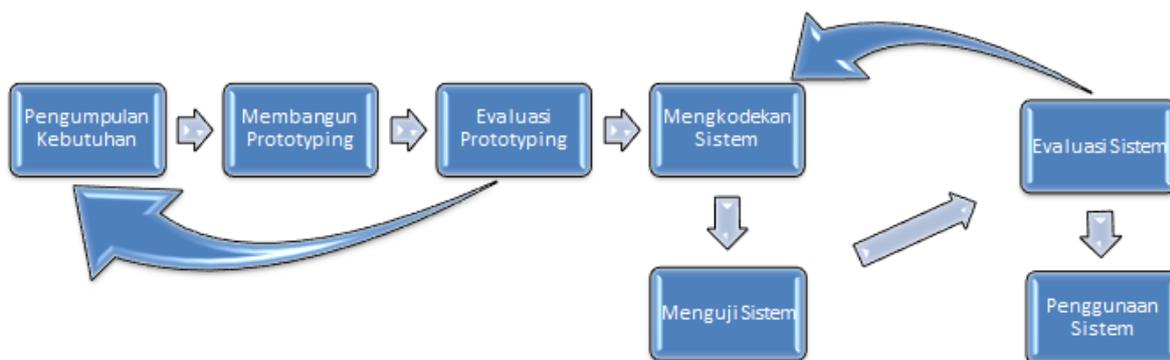
Kabel jumper merupakan kabel yang digunakan untuk penghubung antar komponen dalam produksi perangkat prototipe. Kabel jumper memiliki banyak jenisnya seperti *male to male*, *female to female*, dan *male to female* semua tergantung penggunaan. Kabel jumper memiliki panjang 10 sampai 20 cm. Kabel jumper jenis ini merupakan jenis kabel fiber yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kabel Jumper

## III. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *Prototyping*. Dengan Model *Prototyping* sistem yang dibuat kemudian dipresentasikan kepada klien, kemudian klien diberi kesempatan untuk memberikan saran sehingga sistem yang dibuat sesuai dengan kebutuhan klien. Langkah-langkah dari model *Prototyping* sebagai berikut: Pengumpulan Kebutuhan, Membangun *Prototype*, Evaluasi *Prototype*, Mengodekan Sistem, Menguji Sistem, Evaluasi Sistem, dan Penggunaan Sistem. Gambar 5 menunjukkan langkah-langkah dari model *prototype*.



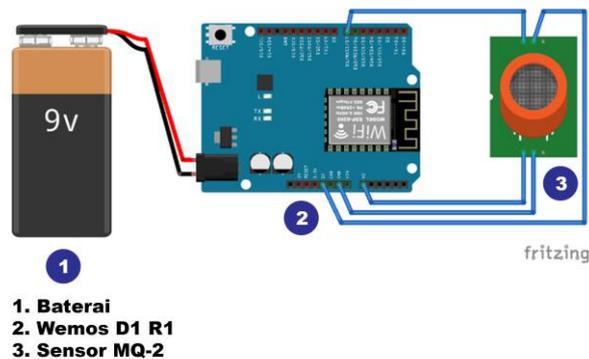
Gambar 5. Model Prototype

### D. Pengumpulan Kebutuhan

Pada tahap ini, penulis mengidentifikasi serta permasalahan dalam pembentukan sistem. Data diambil dari referensi pustaka yang sudah dilakukan oleh peneliti lain yaitu berupa sensor dan alat yang digunakan pada penelitian. Tahapan ini sangatlah penting karena menentukan dalam sistem yang akan dibuat.

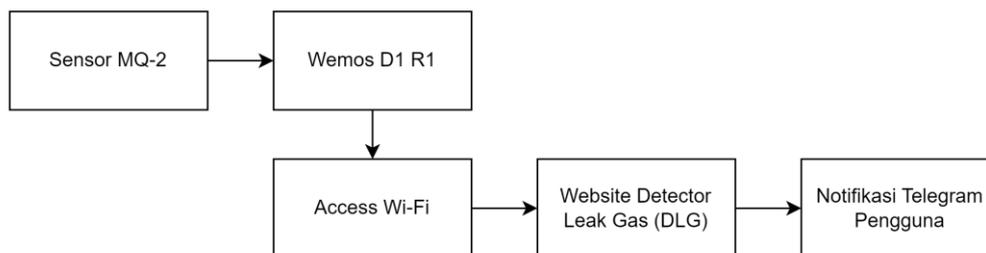
### E. Membangun Prototype

Tahapan ini membuat prototipe yang berfokus untuk membuat perancangan sementara dengan membuat *input* dan *output* sistem. Pada Gambar 6 merupakan rancangan sistem yang akan dibuat. Pada Gambar 6 terdapat baterai, Wemos D1 R1, dan Sensor MQ-2. Rancangan sistem juga digambarkan dengan blok diagram sistem yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Sistem

Berdasarkan Gambar 7 dijelaskan secara jelas prinsip kerja dari alat pendeteksi kebocoran gas dengan menggunakan Wemos D1 R1 adalah menerima data dari sensor MQ-2 yang mendeteksi gas LPG, kemudian Wemos D1 R1 yang terkoneksi dengan *Wi-Fi* mengirimkan data sensor secara *real-time* ke *Website Detector Leak Gas* (DLG). Jika terjadi kebocoran gas, maka website akan mengirim data ke telegram pengguna untuk memberikan informasi bahwa terjadi kebocoran gas.



Gambar 7. Blok Diagram Deteksi Gas

#### F. Evaluasi Prototype

Pada tahapan ini, rancangan yang sudah dibuat akan dilihat apakah sistem yang dirancang sesuai dengan keinginan atau tidak. Jika sesuai maka akan lanjut ke langkah pengkodean sistem, jika tidak maka kembali ke tahapan sebelumnya.

#### G. Mengodekan Sistem

Setelah disetujui oleh klien maka akan lanjut ke tahap pengkodean sistem. Pada tahap ini, penulis memprogramkan Wemos D1 R1 sebagai pengontrol dari sensor MQ-2. Wemos D1 R1 juga mentransmisikan data sensor ke halaman *website* secara *real-time*.

#### H. Menguji Sistem

Pada tahap pengujian sistem, penulis melakukan uji sistem terhadap sensor dan pengiriman data ke *website* serta mengirimkan notifikasi ke Telegram. Uji sistem ini untuk mengetahui kinerja sistem bekerja dengan baik.

#### I. Evaluasi Sistem

Setelah sistem telah diuji, maka akan di evaluasi kembali dengan melihat kinerja sistem yang telah diuji. Jika masih ada yang kurang maka akan kembali tahap pengkodean sistem kembali untuk perbaikan.

#### J. Penggunaan Sistem

Setelah dievaluasi, sistem dapat digunakan oleh klien. Agar sistem dapat berjalan sesuai keinginan maka perlu dilakukan pemeliharaan atau *maintenance* agar sistem dapat bekerja dengan baik, khususnya sensor dan Wemos D1 R1 yang digunakan.

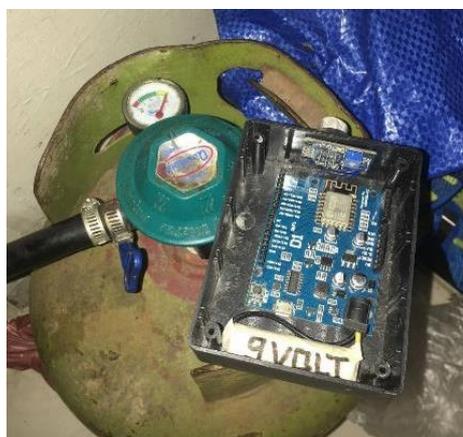
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Hasil Implementasi

Adapun hasil implementasi Sistem Deteksi Kebocoran Gas LPG menggunakan Wemos D1 R1 dengan sensor MQ-2 ditunjukkan pada Gambar 8a. Sistem tersebut juga telah di uji coba pada tabung gas LPG yang ditunjukkan pada Gambar 8b. Alat harus didekatkan dengan gas LPG agar sensor MQ-2 lebih cepat dalam mendeteksi gas dengan cepat. Alat sudah dirancang sesuai dengan kebutuhan sehingga bisa dilakukan uji coba untuk melihat hasil dari alat tersebut.



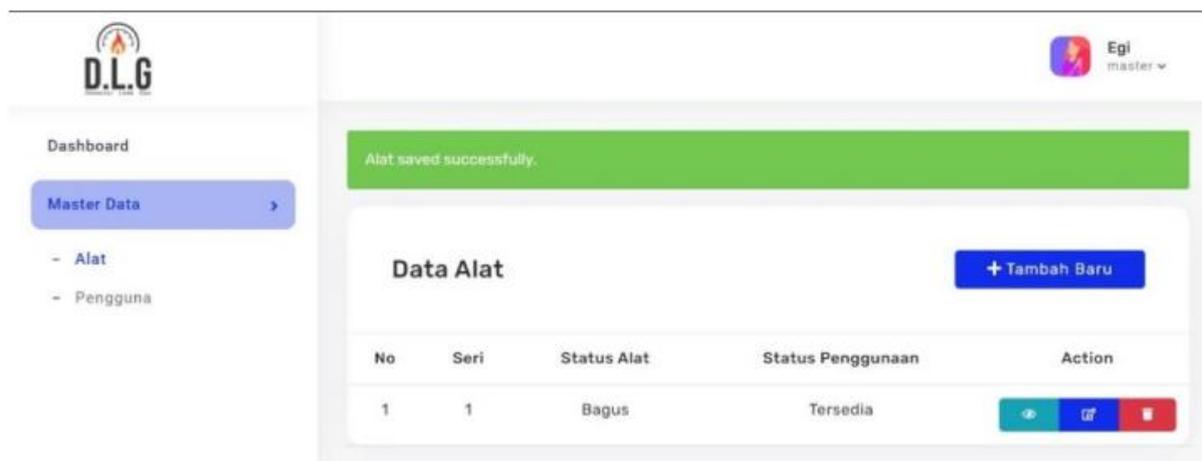
(a)



(b)

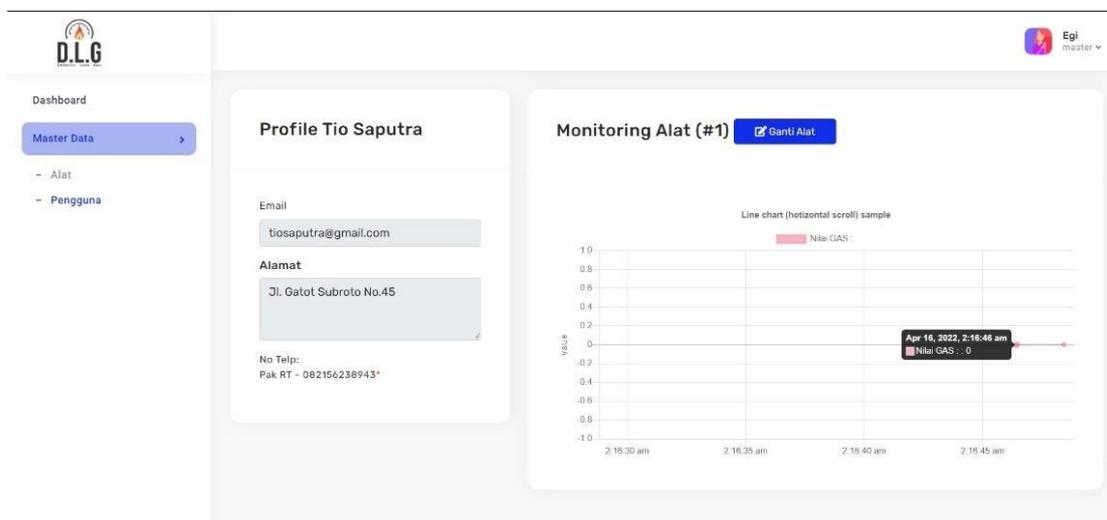
Gambar 8. Hasil implementasi alat. (a)Alat Pendeteksi Kebocoran Gas, (b) Uji Coba Alat pada Tabung Gas LPG

Sistem yang dirancang pada alat ini bekerja dengan mendeteksi gas yang keluar secara otomatis. Dalam hal ini adalah monitoring pada alat dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun dengan bantuan koneksi internet. Alat yang sudah dapat digunakan harus didaftarkan pada *website* monitoring seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Pada halaman ini merupakan halaman yang berisikan informasi mengenai alat yang tersedia untuk digunakan oleh pengguna yang telah terdaftar.



Gambar 9. Tampilan Master Alat

Pada Gambar 10 merupakan halaman monitor pengguna yang berisikan informasi grafik tingkatan gas LPG secara *real-time* yang dimana alat tersebut diletakkan berdekatan dengan tabung gas LPG. Pada halaman ini, menampilkan informasi profil pengguna beserta grafik gas LPG sehingga admin dapat melihat dan monitoring grafis gas LPG setiap pengguna.



Gambar 10. Tampilan Monitoring Pengguna

## B. Pengujian Alat pendeteksi kebocoran gas LPG

### 1) Pengujian Mendeteksi Jarak Kebocoran Gas

Pada Tabel 2 dijelaskan pengujian alat ini dilakukan untuk menjamin apakah alat dapat mendeteksi gas yang bocor dan terdeteksi. Pengujian meliputi tes jarak penyemprotan gas ke sensor MQ-2. Pengujian kali ini dilakukan dengan cara menyemprotkan gas kaleng ke sensor MQ-2 dan mengukur efektifitas jarak deteksi alat tersebut. Pada saat pengujian dilakukan tiga kali uji coba dengan berbeda jarak untuk mengetahui waktu sensor MQ-2 dalam mendeteksi gas. Jarak yang digunakan adalah 5, 10, dan 30 cm. Dengan jarak 5 cm sensor mendeteksi gas selama 5 detik dan dengan jarak 30 cm mendeteksi selama 16 detik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak Alat

No.	Jarak	Waktu
1	5 cm	5 detik
2	10 cm	14 detik
3	30 cm	16 detik

### 2) Pengujian Sensor

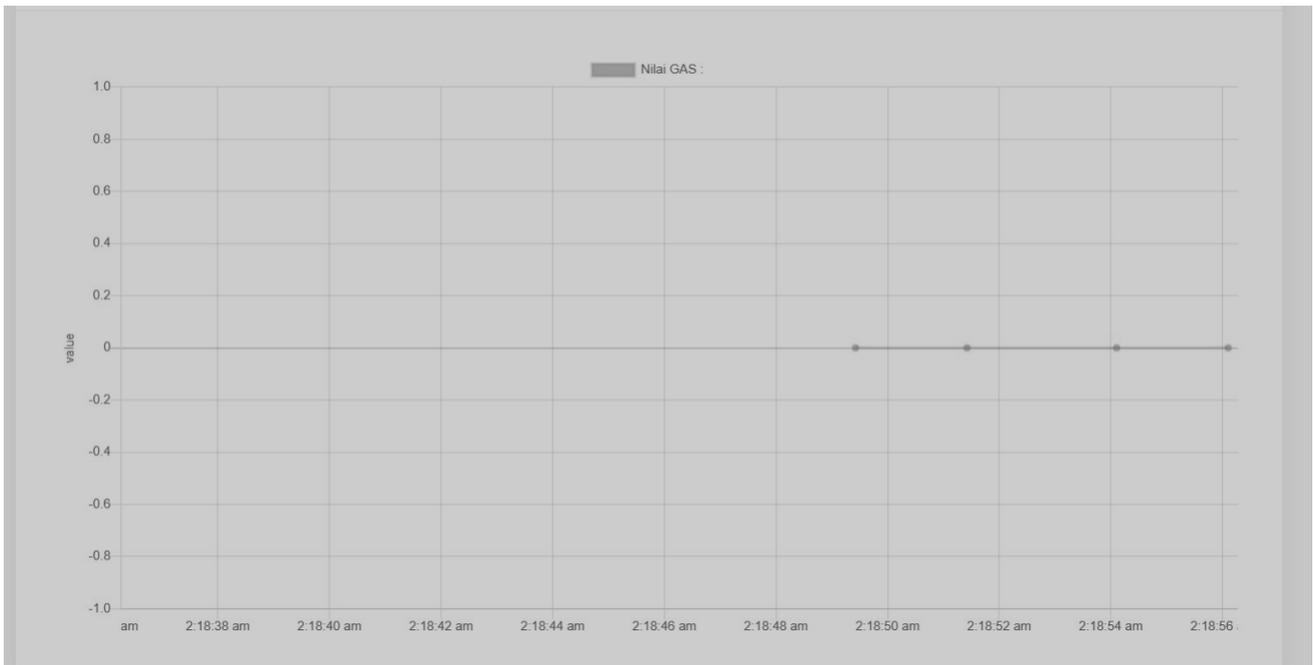
Pada Tabel 3 merupakan hasil pengujian sensor pada saat terjadi kebocoran gas. Ketika tidak adanya kebocoran gas maka sensor membaca nilai dari 0 hingga 110. Jika sensor mendeteksi gas maka nilai yang diterima mulai dari 111 hingga 1024 sehingga grafik pada halaman *dashboard* akan naik dari data awal yang bernilai 111-1024, kemudian akan menjadi normal kembali dengan membaca data awal secara *real-time* yaitu diantara 0-110.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Sensor

No.	Kondisi	Data
1	Tidak Terdeteksi Gas LPG	0-110
2	Terdeteksi Gas LPG	111-1024

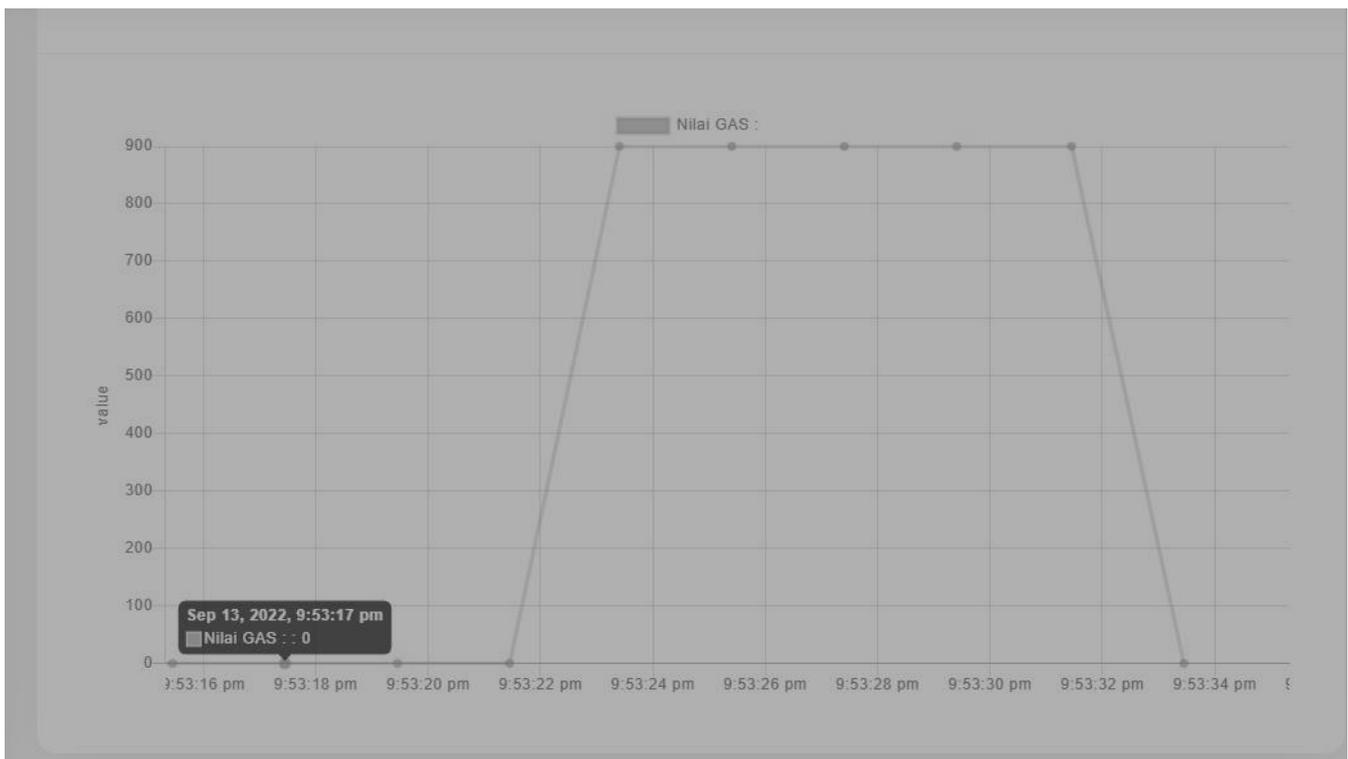
### 3) Grafik Nilai Kebocoran Gas

Pada halaman dashboard pengguna ditampilkan grafik nilai dari gas yang dikirim oleh Wemos D1 R1 dari sensor MQ-2. Pada Gambar 9 menunjukkan grafik dimana data yang dikirim bernilai 0. Hal ini dikarenakan alat masih belum mendeteksi adanya kejadian kebocoran gas disekitar alat tersebut.

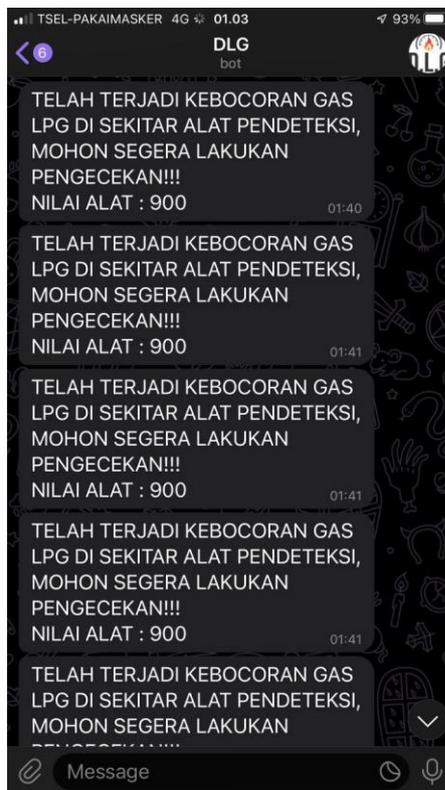


Gambar 9. Grafik Nilai Ketika Tidak Adanya Kebocoran Gas LPG

Ketika terjadi kebocoran gas LPG di sekitar alat tersebut dan terdeteksi oleh sensor, maka sensor akan mengirim data ke Wemos D1 R1 dan diteruskan ke website pengguna. Nilai akan tampil sesuai banyaknya gas di udara berdasarkan nilai yang diterima oleh sensor. Pada Gambar 10 menunjukkan nilai grafik pada tampilan dashboard yang diterima bernilai 900. Nilai 900 termasuk kategori sangat tinggi. Sehingga, website harus mengirimkan notifikasi ke Telegram pengguna. Pada Gambar 11 adalah tampilan notifikasi yang dikirim ke Telegram ketika alat mendeteksi kebocoran gas. Pesan akan selalu dikirim secara *real-time* selama alat mendeteksi kebocoran gas dan akan berhenti mengirimkan pesan jika alat sudah tidak mendeteksi kebocoran gas.



Gambar 110. Grafik Nilai Ketika Adanya Kebocoran Gas LPG



Gambar 121. Notifikasi Kebocoran Gas

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah merancang dan membangun Sistem Deteksi Kebocoran Gas Menggunakan Wemos D1 R1, maka dapat disimpulkan bahwa sensor dapat mendeteksi kebocoran yang terjadi pada tabung gas apabila diletakkan dekat di sekitar regulator tabung gas. Alat hanyalah sebagai sistem peringatan dini jika terjadinya kebocoran gas LPG, dan juga dapat memberikan informasi dan memudahkan pengguna untuk mengetahui terjadinya kebocoran pada tabung gas LPG dengan mengirimkan notifikasi ke telegram pengguna. Berdasarkan hasil uji coba, sensor MQ-2 membutuhkan waktu 5 hingga 30 detik untuk mendeteksi gas berdasarkan jarak alat dengan regulator tabung gas.

Pada penelitian ini masih banyak perbaikan khususnya untuk sensor pendeteksi gas yang masih kurang akurat dalam membaca data dan juga membutuhkan waktu yang sedikit lebih lama dalam mendeteksi gas. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan sensor yang lebih akurat dan pengiriman data lebih cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Mustaqim, D. Kurnianto, and F. T. Syifa, "Implementasi Teknologi Internet of Things pada Sistem Pemantauan Kebocoran Gas LPG dan Kebakaran Menggunakan Database Pada Google Firebase," *Elektron J. Ilm.*, 2020.
- [2] R. Hasrul, H. A. Adnan, A. D. Bhaswara, M. A. A. Rafid, and R. M. Utomo, "Rancang Bangun Prototipe WC Pintar Berbasis Wemos D1R1 yang Terhubung pada Android," *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 2, 2021.
- [3] D. Nurnaningsih, "Pendeteksi Kebocoran Tabung LPG melalui SMS Gateway menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 2, 2018.
- [4] M. F. Putra, A. H. Kridalaksana, and Z. Arifin, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor Mq-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, 2017.
- [5] R. Rimbawati, H. Setiadi, R. Ananda, and M. Ardiansyah, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya

- Kebakaran,” *J. Electr. Technol.*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [6] F. A. Deswar and R. Pradana, “Monitoring Suhu pada Ruang Server menggunakan Wemos D1 R1 berbasis Internet of Things (IoT),” *Technologia*, vol. 12, no. 1, 2021.
- [7] O. V. Putra, F. R. Pradana, M. Alfarizqi, and Fakhru, “Pengembangan Aplikasi IoT Manajemen Zakat Transaksi Penjualan dan Pembelian Buah Salak berbasis Web menggunakan Metode Prototype,” 2021.
- [8] B. E. Soemarsono, E. Listiasri, and G. C. Kusuma, “Alat Pendeteksi Dini Terhadap Kebocoran Gas LPG,” *J. Tele*, vol. 13, no. 1, 2015.
- [9] S. Karim, I. M. Khamidah, and Yulianto, “Sistem Monitoring pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU,” *Bul. Poltanesa*, vol. 22, no. 1, 2021.
- [10] D. Setiadi and M. N. A. Muhaemin, “Penerapan Internet of Things (IoT) pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi),” *J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [11] Y. Rianto, “Mendeteksi Gerakan Kamera menggunakan Wemos D1 R1 berbasis IoT,” 2020.
- [12] F. Nawazi, “MQ-2 Combustible Gas, Smoke Sensor Module,” *Circuits DIY*, 2021. <https://www.circuits-diy.com/mq-2-combustible-gas-smoke-sensor-module/> (accessed Sep. 16, 2022).