

Pengembangan Sistem Deteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor MQ-2 dan Mikrokontroler Wemos D1 dengan Sistem IoT

Khajar Afandi Putra

PT. Arwana Citramulia Tbk.
Jl. Raya Wringinanom, Nanom Kidul, Lebaniwaras, Kec. Wringinanom,
Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61176

Received: August 2025; Accepted: March 2026; Published: April 2026
DOI: 10.30649/je.v6i2.142

Abstrak

Kebocoran gas mudah terbakar seperti Metana dan Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan masalah serius yang dapat menyebabkan kebakaran, ledakan, dan keracunan gas. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor MQ-2, mikrokontroler Wemos D1, dan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini dapat mendeteksi kebocoran gas secara cepat dan akurat, memberikan respons otomatis berupa pemutusan aliran gas melalui solenoid valve serta pemadaman api menggunakan valve nozzle air jika terjadi kebakaran. Notifikasi real-time dikirim ke pengguna melalui WhatsApp API. Pengujian menunjukkan waktu respons <5 detik untuk kebocoran gas dan <1 detik untuk kebakaran. Sistem ini efektif, real-time, dan dapat diimplementasikan di berbagai lingkungan.

Kata Kunci : Sistem Deteksi Kebocoran Gas, Sensor MQ-2, Wemos D1, IoT, Solenoid Air & Gas

Abstract

Flammable gas leaks such as Methane and Liquefied Petroleum Gas (LPG) pose serious risks of fire, explosion, and gas poisoning. This research develops a gas leak detection system based on the MQ-2 sensor, Wemos D1 microcontroller, and Internet of Things (IoT) technology. The system quickly and accurately detects gas leaks, provides automatic responses by shutting off gas flow via a solenoid valve, and activates a water nozzle valve for fire suppression. Real-time notifications are sent through the WhatsApp API. Testing showed response times of <5 seconds for gas leaks and <1 second for fires. The system is effective, real-time, and applicable in various environments.

Key words: Gas Leak Detections, Sensor MQ-2, Wemos D1, IoT, Solenoid Air & Gas

I. PENDAHULUAN

Gas alam seperti Metana (CH₄) dan Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan sumber energi penting di sektor rumah tangga, industri, dan komersial

karena efisiensi pembakaran, ketersediaan stabil, serta kemudahan distribusi. Di industri manufaktur, gas berperan besar dalam proses produksi, bahkan menjadi komponen utama dalam Harga Pokok Produksi (HPP).

Namun, penggunaannya berisiko tinggi jika terjadi kebocoran, yang dapat disebabkan oleh kelalaian pengguna, peralatan usang, instalasi tidak sesuai standar, atau faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan. Dampaknya meliputi kebakaran, ledakan, dan keracunan gas, yang berpotensi menyebabkan korban jiwa dan kerugian material.

Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan lebih dari 30% kebakaran di Indonesia setiap tahun disebabkan kebocoran gas. Laporan NFPA (2023) juga menegaskan tingginya tingkat fatalitas akibat kebocoran gas di sektor perumahan dan industri. Hal ini menuntut adanya sistem deteksi gas yang efektif dan responsif.

Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor dan otomatisasi. Sensor MQ-2 banyak digunakan karena mampu mendeteksi berbagai gas mudah terbakar, termasuk metana dan LPG, dengan sensitivitas tinggi. Integrasi dengan Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan *real-time* dan notifikasi jarak jauh. Beberapa penelitian membuktikan penggunaan MQ-2 pada Wemos D1 menghasilkan deteksi cepat dengan alarm otomatis [1][2]. Penelitian menggabungkan IoT dan machine learning untuk meningkatkan akurasi deteksi [3].

Penelitian sebelumnya menunjukkan MQ-2 memiliki kinerja terbaik dibandingkan MQ-3 dan MQ-5 [4]. Pada penelitian yang lainnya menambahkan kontrol katup otomatis pada sistem berbasis Android [5][6], selain itu juga ada penelitian yang mengembangkan pemutusan gas otomatis untuk mencegah kebakaran lanjutan [7][8].

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor MQ-2 dan mikrokontroler Wemos D1 yang terintegrasi dengan IoT, dilengkapi pemadaman otomatis menggunakan solenoid valve dan

valve nozzle air. Sistem ini diharapkan memberikan deteksi dini yang akurat, respons otomatis, serta efisiensi energi yang lebih baik dibanding metode manual seperti pemeriksaan mingguan dengan gas *leak detector*.

II. METODE PENELITIAN

Implementasi sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor MQ-2 dan mikrokontroler Wemos D1 melibatkan integrasi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Sistem dirancang untuk mendeteksi kebocoran gas secara *real-time*, memberikan notifikasi melalui IoT, serta mengaktifkan tindakan otomatis seperti pemutusan aliran gas dan pemadaman api.

2.1. Integrasi Perangkat dan Spesifikasi

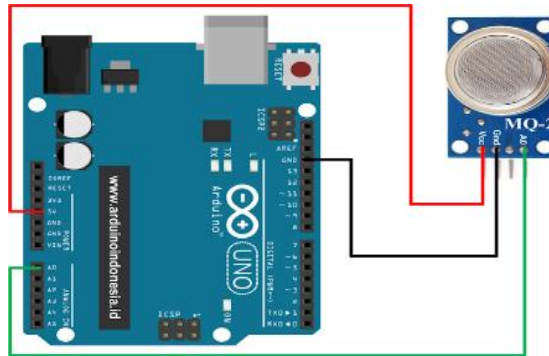
1. Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan salah satu jenis sensor gas yang широко digunakan dalam sistem deteksi kebocoran gas dan monitoring kualitas udara. Sensor ini mampu mendeteksi berbagai jenis gas mudah terbakar seperti Liquefied Petroleum Gas (LPG), metana (CH₄), hidrogen (H₂), serta asap. Sensor MQ-2 termasuk dalam kategori sensor gas berbasis semikonduktor yang menggunakan material timah dioksida (SnO₂) sebagai elemen sensitif utama [9].

Prinsip kerja sensor MQ-2 didasarkan pada perubahan resistansi material semikonduktor akibat interaksi dengan gas di lingkungan. Pada kondisi udara bersih, resistansi sensor berada pada nilai tinggi. Namun, ketika gas terdeteksi, molekul gas akan berinteraksi dengan permukaan SnO₂ sehingga menyebabkan penurunan resistansi. Perubahan ini kemudian dikonversi menjadi sinyal tegangan analog yang dapat dibaca dan diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan konsentrasi gas dalam satuan parts per million (PPM) [10].

Sensor MQ-2 dilengkapi dengan elemen pemanas (heater) yang berfungsi untuk menjaga suhu kerja sensor pada kondisi optimal, yaitu sekitar 300°C. Suhu ini diperlukan untuk mendukung reaksi kimia antara gas dan permukaan sensor

agar sensitivitas tetap tinggi. Oleh karena itu, sensor MQ-2 memerlukan waktu pemanasan awal (preheating) sebelum digunakan untuk memastikan hasil pengukuran yang stabil dan akurat [9], [11].



Gambar 1. Sensor MQ-2

Kelebihan sensor MQ-2 meliputi biaya yang relatif rendah, kemudahan integrasi dengan berbagai platform mikrokontroler, serta sensitivitas yang cukup baik terhadap berbagai jenis gas. Namun demikian, sensor ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti selektivitas yang rendah karena tidak dapat membedakan jenis gas secara spesifik, serta hasil pengukuran yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban [12].

Dalam implementasinya, sensor MQ-2 banyak digunakan pada sistem keamanan rumah, sistem deteksi kebocoran gas berbasis Internet of Things (IoT), serta sistem monitoring kualitas udara. Data keluaran sensor yang berupa nilai analog biasanya dibandingkan dengan nilai ambang batas tertentu untuk menentukan kondisi normal atau berbahaya, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam sistem otomatis [13].

2. Flame Sensor (Infrared):

Flame sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan nyala api berdasarkan radiasi cahaya yang dipancarkan, khususnya pada spektrum ultraviolet (UV), inframerah

(IR), atau cahaya tampak. Pada umumnya, flame sensor yang digunakan dalam sistem embedded berbasis mikrokontroler memanfaatkan deteksi radiasi inframerah dengan panjang gelombang sekitar 760–1100 nm, yang merupakan karakteristik utama dari nyala api [14].

Prinsip kerja flame sensor didasarkan pada kemampuan fotodiode atau fototransistor untuk merespons intensitas cahaya yang diterima. Ketika tidak terdapat api, sensor hanya menerima sedikit radiasi sehingga menghasilkan sinyal keluaran yang rendah. Sebaliknya, ketika api terdeteksi, intensitas radiasi meningkat secara signifikan dan menyebabkan perubahan sinyal keluaran yang dapat dibaca oleh mikrokontroler dalam bentuk sinyal analog maupun digital [15].

Flame sensor umumnya memiliki sensitivitas yang dapat diatur serta dilengkapi dengan komparator untuk menghasilkan output digital berdasarkan ambang batas tertentu. Selain itu, sensor ini memiliki waktu respon yang cepat, sehingga sangat efektif digunakan dalam sistem deteksi kebakaran dini. Namun, flame sensor juga memiliki keterbatasan, seperti rentan terhadap gangguan dari sumber cahaya lain (misalnya sinar matahari atau lampu dengan spektrum

tertentu) serta keterbatasan jarak deteksi yang bergantung pada intensitas api dan kondisi lingkungan [16].

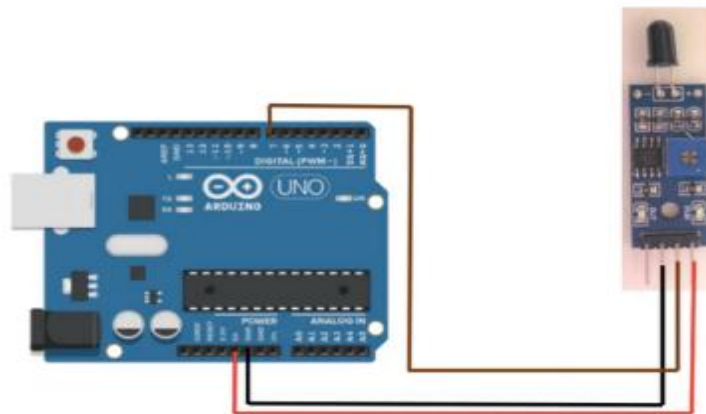
Dalam aplikasinya, flame sensor banyak digunakan pada sistem keamanan berbasis mikrokontroler, sistem alarm kebakaran, serta sistem otomatisasi industri. Sensor ini sering dikombinasikan dengan sensor lain, seperti sensor gas (MQ-2), untuk meningkatkan keandalan sistem dalam mendeteksi potensi kebakaran secara lebih komprehensif [17].

Dengan karakteristik tersebut, flame sensor menjadi komponen penting dalam sistem deteksi kebakaran karena mampu memberikan respon cepat terhadap keberadaan api, sehingga memungkinkan tindakan pencegahan dilakukan lebih dini

3. Mikrokontroler Wemos D1 (ESP8266)
Wemos D1 merupakan salah satu papan pengembangan (development board) berbasis mikrokontroler ESP8266 yang широко digunakan dalam pengembangan

sistem Internet of Things (IoT). Modul ESP8266 sendiri merupakan System on Chip (SoC) yang telah dilengkapi dengan mikrokontroler, memori, serta konektivitas Wi-Fi terintegrasi, sehingga memungkinkan perangkat untuk terhubung langsung ke jaringan internet tanpa memerlukan modul tambahan [18].

Wemos D1 dirancang dengan arsitektur yang menyerupai Arduino Uno, sehingga memudahkan proses pengembangan dan integrasi bagi pengguna yang telah familiar dengan platform Arduino. Board ini menggunakan prosesor 32-bit berbasis Tensilica L106 dengan kecepatan clock hingga 80 MHz atau dapat ditingkatkan hingga 160 MHz. Selain itu, ESP8266 juga dilengkapi dengan memori flash yang umumnya berkisar antara 4 MB serta mendukung berbagai antarmuka komunikasi seperti GPIO, PWM, I2C, SPI, dan UART [19].



Gambar 2. Flame Sensor

Keunggulan utama dari Wemos D1 (ESP8266) adalah kemampuannya dalam menyediakan konektivitas Wi-Fi yang stabil dengan konsumsi daya yang relatif rendah. Hal ini menjadikan modul ini sangat cocok digunakan dalam aplikasi IoT, seperti sistem monitoring jarak jauh, smart home, serta sistem deteksi kebakaran dan kebocoran gas berbasis jaringan [20]. Selain itu, Wemos D1 dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan bahasa

pemrograman C/C++, sehingga mempermudah proses pengembangan perangkat lunak.

Dalam implementasinya, Wemos D1 berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang menerima data dari berbagai sensor, seperti sensor gas MQ-2 dan flame sensor, kemudian memproses data tersebut untuk menentukan kondisi lingkungan. Jika terdeteksi kondisi berbahaya, mikrokontroler dapat mengaktifkan aktuator seperti

buzzer, relay, atau solenoid valve, serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui jaringan internet [21].

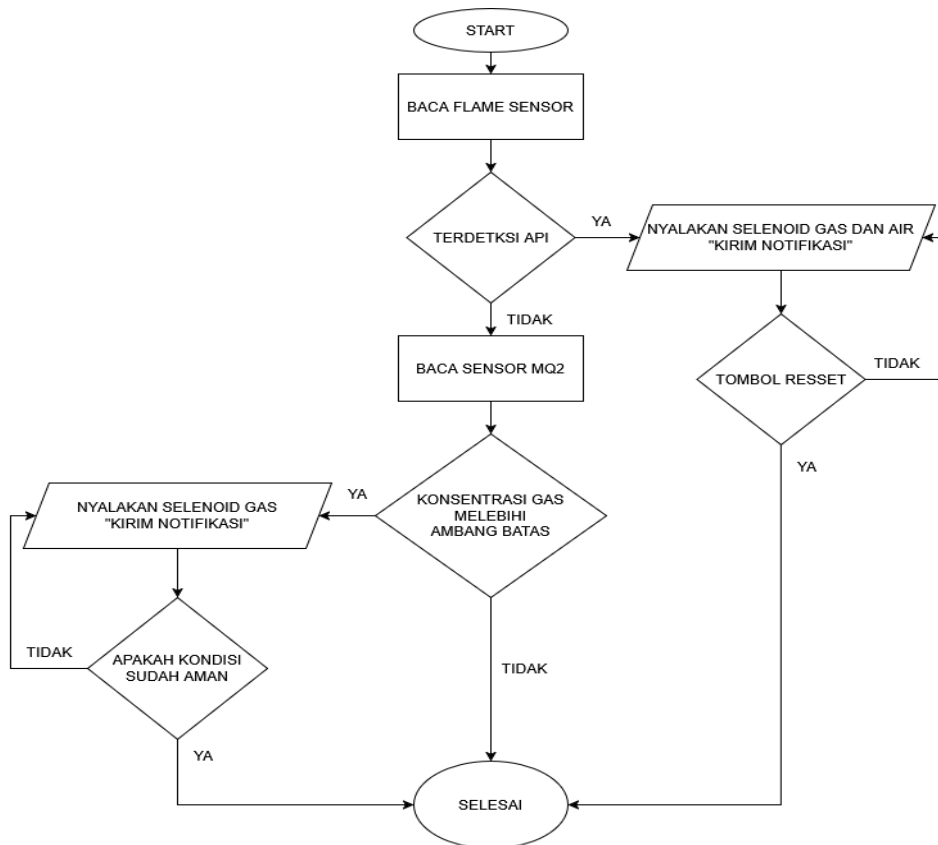
Meskipun memiliki banyak keunggulan, Wemos D1 (ESP8266) juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti jumlah pin input/output yang terbatas dibandingkan mikrokontroler lain serta konsumsi daya yang lebih tinggi saat modul Wi-Fi aktif. Namun demikian, dengan ukuran yang kecil, harga yang terjangkau, dan kemampuan konektivitas yang baik, Wemos D1 tetap menjadi pilihan populer dalam pengembangan sistem berbasis IoT

4. Aktuator:

Relay Valve Gas: Terhubung ke pin D5, memutus aliran gas saat deteksi bahaya. Relay Water Nozzle: Terhubung ke pin D6, mengaktifkan semprotan air saat api terdeteksi. LED & Buzzer: Indikator visual/suara (pin D0, D9, D10, D2).

5. Flowchart Sistem

Flowchart tersebut menggambarkan cara kerja suatu sistem otomatis untuk mendeteksi kebakaran dan kebocoran gas serta memberikan respon cepat terhadap kondisi berbahaya.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Proses dimulai dari kondisi start, di mana sistem aktif dan langsung melakukan pembacaan menggunakan flame sensor. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi adanya nyala api di lingkungan sekitar. Jika dari hasil pembacaan diketahui bahwa api terdeteksi, maka sistem akan segera

mengambil tindakan darurat, yaitu menyalakan solenoid gas untuk menutup aliran gas, mengaktifkan solenoid air sebagai upaya pemadaman, serta mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna. Setelah itu, sistem akan menunggu tindakan pengguna melalui

tombol reset sebagai tanda bahwa kondisi telah ditangani.

Namun, jika pada tahap awal tidak terdeteksi adanya api, sistem tidak berhenti, melainkan melanjutkan proses dengan membaca sensor gas MQ-2. Sensor ini digunakan untuk mengukur konsentrasi gas di udara, seperti LPG atau gas mudah terbakar lainnya. Selanjutnya, sistem akan mengevaluasi apakah konsentrasi gas tersebut melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

Apabila konsentrasi gas melebihi ambang batas, sistem akan kembali melakukan tindakan pengamanan dengan menutup aliran gas melalui solenoid serta mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna. Setelah itu, sistem akan memeriksa apakah kondisi lingkungan sudah kembali aman. Jika kondisi belum aman, maka sistem akan tetap berada dalam siaga dan terus melakukan pemantauan. Sebaliknya, jika kondisi sudah dinyatakan aman, maka proses akan diakhiri.

Jika konsentrasi gas tidak melebihi ambang batas, sistem akan terus melakukan pemantauan secara berulang (looping) untuk memastikan kondisi tetap aman. Secara keseluruhan, flowchart ini menunjukkan sebuah sistem keamanan yang bekerja secara berkelanjutan dalam memantau potensi bahaya kebakaran dan kebocoran gas, serta mampu memberikan respon otomatis untuk meminimalkan risiko yang dapat terjadi.

2.2 Pengujian Integrasi

1. Uji Lingkungan

- Variabel: Suhu (25–45°C), kelembaban (40–85%).
- Hasil: Sensor MQ-2 stabil di kelembaban <70%; fluktuasi signifikan di >85%.

Berdasarkan data pengamatan, pada kondisi suhu 25°C hingga 35°C dengan kelembaban berkisar antara 40% hingga 60%, nilai konsentrasi gas berada pada

rentang 370–390 PPM. Pada rentang ini, sistem masih mengategorikan kondisi sebagai normal, yang berarti kualitas udara masih aman dan tidak terdapat indikasi kebocoran gas yang berbahaya.

Tabel 1. Kelembaban vs Ppm

Suhu	Kelembaban	PPM	Status
25°C	40%	370	Normal
30°C	50%	375	Normal
35°C	60%	390	Normal
45°C	85%	510	Abnormal

Namun, ketika suhu meningkat hingga 45°C dan kelembaban mencapai 85%, terjadi lonjakan konsentrasi gas menjadi 510 PPM. Nilai ini melewati ambang batas yang telah ditentukan, sehingga sistem mengklasifikasikan kondisi tersebut sebagai abnormal. Kondisi ini mengindikasikan adanya potensi bahaya, seperti kebocoran gas atau penumpukan gas di lingkungan, yang memerlukan tindakan segera.

Secara umum, data ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu dan kelembaban cenderung diikuti oleh peningkatan konsentrasi gas di udara. Ketika nilai PPM melampaui batas aman (sekitar di atas 500 PPM pada data ini), sistem akan mengubah status dari normal menjadi abnormal sebagai bentuk peringatan dini.

2. Evaluasi Keandalan Sistem Terhadap Suhu Ruang

Pengujian dilakukan pada variasi suhu (10–55 °C) dan kelembaban (40–85%). Uji suhu menunjukkan sensor stabil hingga 50 °C, dengan pembacaan abnormal pada 55 °C. Uji kelembaban menunjukkan penurunan akurasi pada kelembaban >70% dan waktu respon meningkat dari 2,4 detik menjadi 5,1 detik pada 85% RH. Evaluasi daya tahan dilakukan dengan menjalankan sistem selama 12–24 jam untuk memantau kestabilan koneksi Wi-Fi, keandalan relay, dan kemampuan sistem kembali ke mode

siaga setelah reset. Hasil menunjukkan sistem tetap andal dengan catatan perlunya kalibrasi ulang pada kelembaban tinggi.

kondisi lingkungan, meskipun kelembaban tinggi memengaruhi akurasi dan waktu respon.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem Deteksi Kebocoran Gas

Sistem deteksi kebocoran gas yang dikembangkan menggunakan sensor MQ-2, mikrokontroler Wemos D1 R1 (ESP8266), serta dilengkapi dengan notifikasi real-time melalui API CallMeBot WhatsApp. Sistem ini beroperasi secara real-time dan menunjukkan informasi berikut melalui LCD 16x2: Nilai PPM gas metana yang terdeteksi, Status sistem ("Aman", "Waspada", "Bahaya"), Notifikasi dikirim melalui WhatsApp jika nilai melebihi ambang batas.

1. Uji Keakuratan Deteksi Gas

Sensor gas seperti MQ-2 bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan, terutama suhu dan kelembaban. Oleh karena itu, analisis ini bertujuan mengevaluasi apakah variabel perlakuan suhu dan kelembaban berpengaruh nyata terhadap pembacaan sensor dalam satuan PPM (Parts Per Million), Pengujian dilakukan dalam desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan suhu dan kelembaban sebagai variabel bebas, dan nilai PPM sebagai variabel terikat. Data dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) satu arah.

IV. SIMPULAN

Penelitian berhasil merancang dan mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor MQ-2 dan Wemos D1 R1 yang mampu mendeteksi LPG dan metana secara akurat (200–1000 PPM) dengan peringatan real-time melalui buzzer, LED, LCD, dan WhatsApp. Sistem memiliki keandalan baik pada berbagai

V. RUJUKAN

- [1] S.R. Khairyansyah, K.K. Nurshofa, D.S. Amelia, A.W. Putti, M.T.H. Syari, "Deteksi Kebocoran Gas menggunakan Sensor MQ2 berbasis WeMos D1 Mini", *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, Pusat Riset dan Inovasi Nasional, Lembaga Pengembangan Kinerja Dosen, Vol. 3 No. 4 Desember2024, pp. 248-258. DOI: <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i4.4552>
- [2] M.E. Noviandra, S. Karim, Suswanto. "Sistem Deteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Wemos D1 R1 Dengan Sensor MQ-2". *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika (ANTIVIRUS)*, Vol. 16, No. 2, pp. 190–199. November 2022, DOI: <https://doi.org/10.35457/antivirus.v16i2.2404>
- [3] Y. S. Lee, "IoT-Based Gas Leak Detection System Using Machine Learning," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 2, pp. 78–85, 2023. [Online]. Available: <https://thesai.org>. [Accessed: Feb. 19, 2025].
- [4] L. Khakim, I. Afriliana. "Analisis Kinerja MQ2 dan MQ5 pada Alat Proteksi Kebocoran LPG Rumah Tangga". *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*. Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Harapan Bersama. Vol. 11 No. 4, pp. 730-738. Oktober 2022. DOI: <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v11i4.3956>
- [5] J. Jusril, N. Nasruddin, R. Ridwang, A. Adriani. "Pengembangan Sistem Monitoring Dan Pengendali Kebocoran Gas Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Menggunakan Sensor Gas Mq Dan Sensor Api". *Vertex Elektro. Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*. Vo. 17 No.1, pp. 37-49. Februari 2025. DOI: <https://doi.org/10.26618/jte.v17i1.16406>
- [6] F.D.F. Hidayat, Z. Abidin, U. Ilmi. "Sistem Kontrol Kompor Gas Pintar Berbasis Internet Of Things (IoT)". *Jurnal FORTECH*. Vol. 6, No. 2, pp. 1-8, 2025.. DOI: <https://doi.org/10.56795/fortech.v6i2.6106>
- [7] A.S. Patil, S.V.B. Lenina. "Gas Leakage Detection & Automatic Shut Off Using MQ2 Gas Sensor". *IJEDR - International Journal Of*

- Engineering Development And Research. Vol.13, Issue 4, pp. 977-980, November 2025.
- [8] T. Hattiya, "The Development of LPG Gas Detection Applications and Automatic Valve Control With Internet of Things", *JIST*, vol. 15, no. 2, pp. 101–106, Dec. 2025.
- [9] Hanwei Electronics Group, *MQ-2 Gas Sensor Datasheet*, Zhengzhou, China, 2011.
- [10] D. Kohl, "Function and applications of gas sensors," *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 34, no. 19, pp. R125–R149, 2001.
- [11] Figaro Engineering Inc., *Gas Sensors Technical Data*, Osaka, Japan, 2000.
- [12] A. Dey, "Semiconductor metal oxide gas sensors: A review," *Materials Science and Engineering: B*, vol. 229, pp. 206–217, 2018.
- [13] R. K. Sharma, K. Kumar, and S. Kumar, "Gas leakage detection system using IoT," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 8, no. 5, pp. 123–126, 2019.
- [14] Texas Instruments, *Flame Detection Using Infrared Sensors*, Application Report, 2013.
- [15] S. V. Patil and S. R. Patil, "Development of flame detection system using microcontroller," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 3, no. 4, pp. 1456–1460, 2014.
- [16] Honeywell International Inc., *Flame Sensors and Detectors Technical Guide*, 2010.
- [17] M. S. Hossain, G. Muhammad, and N. Guizani, "Flame detection using video-based early fire detection system," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 71831–71842, 2018.
- [18] Espressif Systems, *ESP8266EX Datasheet*, Shanghai, China, 2020.
- [19] Wemos, *Wemos D1 R2 & Mini Documentation*, 2018.
- [20] A. Banks and R. Gupta, "MQTT Version 3.1.1," *OASIS Standard*, 2014.
- [21] K. Ashton, "That 'Internet of Things' Thing," *RFID Journal*, 2009.