

Pengujian Fungsi Sensor pada Sistem Monitoring Kebocoran Gas LPG Menggunakan *Machine Learning* Berbasis IOT

Nanda Alifia Khaironnisa^{1*} dan Zulhelman¹

1. Broadband Multimedia, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425, Indonesia

*E-mail: nanda.alifia.khaironnisa.te21@mhswnpnj.ac.id

Abstrak

LPG (Liquefied Petroleum Gas) sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, namun dapat berbahaya jika terjadi kebocoran yang berpotensi menyebabkan kebakaran atau ledakan. Teknologi Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas LPG dan mencegah bencana. Penelitian ini merancang sistem pemantauan kebocoran gas LPG berbasis IoT menggunakan sensor MQ-2, MQ-6, DHT-22, dan sensor api (flame), serta model *random forest* untuk mengklasifikasikan risiko kebocoran menjadi tiga kategori: aman, waspada, dan bahaya. Metode penelitian mencakup studi literatur, perancangan *hardware* dan *website*, pengujian sensor, dan pengumpulan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-2 dan MQ-6 sangat sensitif pada jarak dekat (maksimal 14 cm), sensor DHT-22 memberikan pembacaan suhu akurat dengan perbedaan $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, dan sensor flame efektif mendeteksi api dalam jarak 2 cm hingga 20 cm. Data yang terkumpul digunakan untuk melatih model *machine learning random forest*, yang memungkinkan sistem untuk merespons kebocoran gas LPG secara otomatis, meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko kebakaran.

Kata Kunci: kebocoran gas, IoT, uji sensor, machine learning, sistem monitoring

Abstract

LPG (Liquefied Petroleum Gas) is essential in daily life, but it can be dangerous if a leak occurs, potentially leading to fires or explosions. Internet of Things (IoT) technology can be used to detect LPG leaks and prevent disasters. This study designs an IoT-based LPG leak monitoring system using MQ-2, MQ-6, DHT-22 sensors, and a flame sensor, along with a random forest model to classify leak risks into three categories: safe, caution, and danger. The research methodology includes a literature review, hardware and website design, sensor testing, and data collection. The test results show that the MQ-2 and MQ-6 sensors are highly sensitive at close distances (up to 14 cm), the DHT-22 sensor provides accurate temperature readings with a $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ difference, and the flame sensor effectively detects fire within a range of 2 cm to 20 cm. The collected data is used to train a random forest machine learning model, enabling the system to automatically respond to LPG gas leaks, enhancing safety and reducing the risk of fires.

Keywords: leakage gas, IoT, sensor testing, machine learning, monitoring system

1. Pendahuluan

Peranan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) pada saat ini sangat penting bagi kehidupan manusia. Penggunaan LPG dianggap lebih ekonomis dan praktis dalam pemakaiannya (Hasibuan et al., 2019). LPG yang digunakan di sektor

rumah tangga berpotensi membahayakan keselamatan manusia karena kandungannya yang mudah terbakar. Sebagian besar kebakaran atau ledakan diakibatkan gas yang bocor terperangkap di ruangan dan terakumulasi hingga mengakibatkan ledakan (Mara et al., 2023).

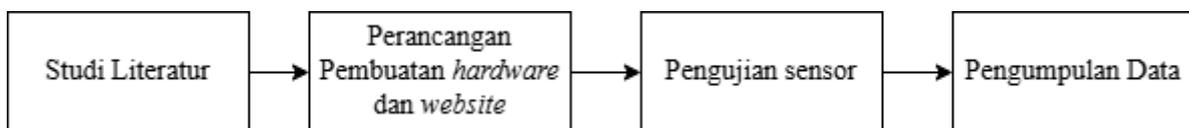
Teknologi IoT (*Internet of Things*) dapat diterapkan untuk mendeteksi kebocoran gas LPG dan mencegah kebakaran agar bencana dapat dihindari (Aulia & Munasir, 2022). Pemanfaatan IoT juga sangat membantu dalam sistem pemantauan jarak jauh, data yang dikirim dengan menggunakan teknologi frekuensi radio dan teknologi komunikasi sensor untuk mewujudkan identifikasi dan pengelolaan objek secara cerdas (Kholil et al., 2022).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Hasbullah, Vivi Vonny, Eko Sulisty, 2021), Sistem pemantauan kebocoran gas LPG dan tekanan gas menggunakan sensor MQ-6 dan sensor tekanan yang dikendalikan oleh logika fuzzy Mamdani. Namun, berdasarkan penelitian (Wajiansyah et al., 2018) fuzzy logic bersifat manual, ini membuat sistem kurang fleksibel dalam menghadapi variasi lingkungan atau kondisi yang tidak terduga. Hal ini mengakibatkan sistem kurang responsif terhadap konsentrasi gas yang berubah-ubah.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh jarak dengan sensitivitas sensor yang dipakai terhadap kebocoran gas yang akan berguna pada sistem monitoring kebocoran gas menggunakan machine learning berbasis IOT dengan algoritma *random forest* untuk klasifikasi risiko kebocoran menjadi tiga kategori, yaitu aman, waspada, dan bahaya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan merancang sistem monitoring kebocoran gas menggunakan machine learning berbasis IoT. Tahapan penelitian ini dimulai dari tahap studi literatur, perancangan *hardware* dan *software*, pengujian sensor, pengumpulan data. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

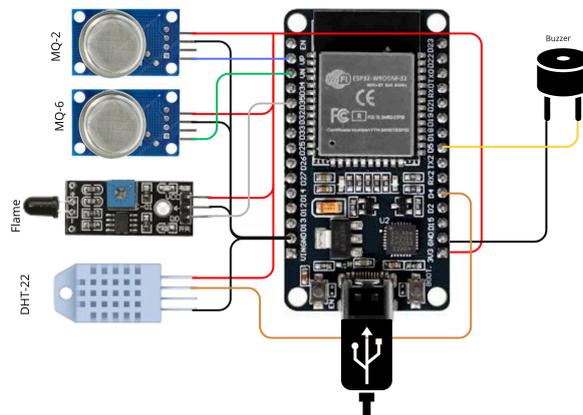
1. Studi Literatur

Pada tahap awal, melibatkan pencarian dan pengkajian literatur terkait dengan topik penelitian terkait IoT, seperti sensor gas MQ-2, MQ-6, DHT-22, Sensor Flame, mikrokontroler. Kemudian data kebocoran gas yang berguna untuk mengklasifikasi yang informatif, serta sistem monitoring yang akan dipakai. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai teori-teori yang relevan, teknologi yang digunakan, serta tren dan perkembangan terbaru dalam bidang deteksi kebocoran gas. Literatur yang dikaji meliputi jurnal ilmiah, buku teks, artikel, dan laporan teknis (Sesanti & Rahmanto, 2025) Pemahaman yang diperoleh dari kajian ini akan menjadi pondasi dalam perancangan sistem deteksi yang efektif dan efisien

2. Perancangan *hardware* dan *website*

Pada tahap perancangan *hardware* dan *website*, dilakukan penyusunan komponen *hardware* secara tepat serta pembuatan tampilan web yang informatif dan mudah digunakan.

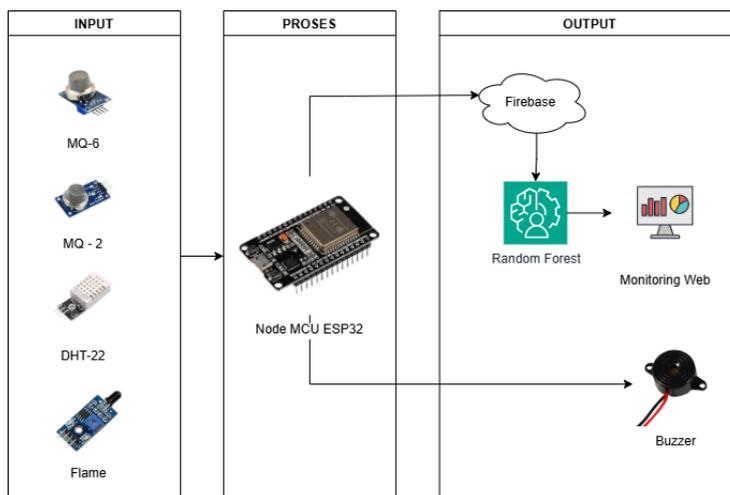
- a. Perancangan *hardware* pada sistem monitoring kebocoran gas LPG menggunakan komponen seperti sensor MQ-2, Sensor MQ-6, Sensor Flame, Sensor DHT-22, ESP32, dan buzzer. Komponen saling dikoneksikan sesuai dengan rangkaian skematik seperti Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian skematik

Sensor MQ-2 dan MQ-6 digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas LPG dan asap, yang bisa digunakan pada peralatan rumah tangga (A. C. Saputra & Siregar, 2018). ESP32 adalah versi terbaru dari mikrokontroler ESP8266, yang dipilih karena memiliki modul Wi-Fi built-in, membuatnya sangat cocok untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Sensor flame berfungsi untuk mendeteksi api di ruangan dengan menggunakan sinar inframerah untuk mendeteksi adanya nyala api (Maulana, 2024). Sensor DHT-22 digunakan untuk mengukur suhu udara sekitar, dan sering dipakai dalam sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, dan NodeMCU untuk aplikasi IoT dan pemantauan otomatis (F. Saputra et al., 2020). Buzzer berfungsi sebagai alarm. Selain itu, komponen pendukung lainnya seperti breadboard, kabel jumper, dan adaptor.

- b. Perancangan *website* pada sistem monitoring kebocoran gas LPG yang akan dibuat untuk memonitoring hasil dari sisi *hardware* seperti parameter yang keluar dari sensor untuk mendeteksi kebocoran gas menggunakan model *random forest* untuk memutuskan status yang terjadi di lingkungan sekitar. *website* menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript yang memungkinkan pembuatan prototipe tampilan dan interaksi untuk monitoring secara *real-time* dan menggunakan framework flask. Diagram blok sistem seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem seperti pada gambar 3 menggambarkan proses kerja sistem monitoring kebocoran gas LPG menggunakan *machine learning* berbasis IOT. Tahap pertama adalah input, yang dimana lingkungan akan diukur menggunakan sensor MQ-2, sensor MQ-6, sensor flame, dan sensor DHT-22. Setelah itu mikrokontroler ESP32 akan bertanggung jawab pengolahan data yang keluar dari sensor yang berupa parameter yang terukur dari lingkungan. Kemudian data akan disimpan dalam *database firebase*, data dari *firebase* digunakan oleh model *Random Forest* yang telah dilatih sebelumnya untuk mengklasifikasikan tingkat bahaya berdasarkan nilai-nilai sensor. Hasil klasifikasi ini ditampilkan melalui halaman *dashboard* web monitoring untuk pemantauan secara real-time. Selain itu, jika terdeteksi kondisi bahaya seperti keberadaan api atau gas yang melebihi ambang batas, ESP32 akan langsung mengaktifkan buzzer sebagai peringatan.

3. Pengujian Sensor

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui jangkauan dan sensitivitas deteksi dari masing-masing sensor yang digunakan dalam sistem monitoring kebocoran gas, seperti MQ-6, MQ-2, DHT-22, dan sensor Flame. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap sensor mampu mendeteksi parameter lingkungan (gas, suhu, kelembapan, dan api) secara akurat dalam kondisi nyata. Selain itu, hasil dari pengujian ini menjadi acuan dalam penentuan posisi atau penempatan hardware di lingkungan yang akan dipantau.

4. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan setelah seluruh sensor berfungsi. Dalam proses ini, dilakukan simulasi kondisi kebocoran gas di dapur dengan berbagai kondisi, kemudian sistem akan secara otomatis membaca data dari semua sensor secara real-time. Setiap data hasil pembacaan sensor, termasuk nilai ADC dari MQ-2 dan MQ-6 yang dikonversi menjadi konsentrasi gas dalam satuan ppm, serta nilai suhu, kelembapan, dan deteksi api, akan dikirimkan ke *Firestore Realtime Database*. *Firestore* dipilih karena kemudahan integrasi dengan berbagai platform, baik Android, iOS, maupun web, serta menyediakan library dan SDK yang lengkap untuk pengembangan aplikasi lintas platform (Setyawan, 2024). Data yang dikumpulkan meliputi:

- Waktu pengukuran setiap pembacaan
- Konsentrasi gas dalam satuan ppm yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 dan MQ-6
- Terdeteksi atau tidak terdeteksinya api dari sensor flame
- Suhu

Rentang kadar gas yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya oleh (Muzakkar et al., 2021), yang mengukur kadar gas dalam ppm. Rentang kadar gas tersebut akan dikategorikan seperti tabel 1

Tabel 1. Kategori rentang gas

Kategori	Rentang gas
Aman	ppm < 500
Waspada	500 < ppm < 1000
Bahaya	ppm > 1000

Tabel 2. Kategori api

Kategori	Hasil sensor
Aman	0
Waspada	0
Bahaya	1

Selain itu, untuk mendeteksi atau tidak terdeteksinya api, hasil dari sensor flame dikategorikan seperti tabel 2. Suhu yang terdeteksi akan dicatat dalam satuan Celsius (°C) untuk motoring suhu lingkungan.

3. Pembahasan

Hasil Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi dari pembacaan sensor seperti Sensor gas MQ-2, MQ-6, DHT-22, dan sensor api (*Infrared flame detector*), ESP32, dan buzzer. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variabel bebas berupa jarak, sementara variabel tetap adalah perangkat IoT yang telah dirancang oleh penulis. Pengujian dilakukan dengan cara menguji kinerja setiap sensor pada jarak yang bervariasi.

3.1 Hasil Pengujian Sensor Gas MQ-2 dan MQ-6

Pengujian sensor gas dilakukan dengan membocorkan gas selama satu detik dan kemudian diukur oleh masing-masing sensor dalam satuan PPM (*Part Per Million*). Pengujian dilakukan pada jarak yang bervariasi, mulai dari 2 cm hingga 20 cm, untuk mengetahui bagaimana jarak mempengaruhi pembacaan sensor. Hasil pengujian sensor gas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor MQ-2 dan MQ-6

Jarak (cm)	MQ-2 (PPM)	MQ-6 (PPM)
2	125.34	1190.75
4	163.31	540.28
6	69.93	320.22
8	78.72	547.94
10	59.32	394.55
12	40.12	321.5
14	27.99	228.36
16	10.47	169.37
18	11.02	153.26
20	9.05	104.29

Keterangan:

Jarak(cm) : jarak sensor MQ-2 dengan sumber kebocoran gas LPG dalam satuan cm (*centimeter*).

MQ-2 : Nilai yang dihasilkan sensor MQ-2 dalam satuan ppm

MQ-6 : Nilai yang dihasilkan sensor MQ-6 dalam satuan ppm

Berdasarkan hasil pengujian sensor yang ditampilkan dalam Tabel 3, terlihat bahwa kedua sensor menunjukkan respons yang konsisten terhadap perubahan jarak. Hasil pengujian dengan nilai ppm tertinggi di jarak 2 cm yaitu 125.34 ppm dan 1190.75 ppm. Dapat disimpulkan bahwa semakin jauh sensor dari kebocoran maka sensitivitas sensor berkurang.

3.2 Hasil Pengujian Sensor DHT-22

Pengujian sensor suhu DHT-22 dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan hasil pengukuran *Thermometer*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor DHT-22 dapat memberikan pembacaan suhu yang akurat dalam lingkungan yang terkontrol. Hasil pengujian sensor suhu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sensor DHT-22

No	DHT-22 (°C)	<i>Thermometer</i> Ruang (°C)
1	31	31
2	30.9	30.8
3	31	31.3
4	31	31
5	31.1	31
6	31.1	31
7	31.1	31.1
8	31	30.9
9	31	30.9
10	31	31

Berdasarkan hasil pengujian seperti di Tabel 4, sensor DHT-22 dengan *termometer* ruang, sensor DHT-22 bekerja sesuai fungsinya. Dalam pengujian ini sensor DHT-22 memiliki perbedaan pembacaan suhu $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ terhadap *thermometer* ruang. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara pembacaan sensor dan *thermometer* ruang, hal ini masih dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk aplikasi monitoring suhu dalam sistem deteksi kebocoran gas

3.3 Hasil Pengujian Sensor Flame

Pengujian sensor api dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran sensor dalam bentuk digital (nilai 0 atau 1) yang menunjukkan apakah sensor berhasil mendeteksi api atau tidak. Hasil pengujian sensor flame dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Flame

Jarak (cm)	Flame
2	1
4	1
6	1
8	1
10	1
12	1
14	1
16	1
18	1
20	1
22	0
24	0

Keterangan:

Jarak(cm) : jarak sensor flame dengan sumber api dalam satuan cm (*centimeter*).

Flame : Nilai yang dihasilkan sensor, yaitu 0 (tidak mendeteksi api) atau 1 (mendeteksi api)

Berdasarkan hasil pengujian sensor flame menunjukkan mendeteksi api hanya pada jarak 2cm hingga 20cm. Sensor flame sangat efektif untuk mendeteksi api dalam jarak dekat, namun tidak dapat diandalkan untuk mendeteksi api pada jarak yang lebih jauh.

3.4 Hasil Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari berbagai sensor yang terhubung dalam *firebase* untuk menyimpan hasil senso mengenai kondisi lingkungan rumah tangga. Sensor yang digunakan meliputi sensor gas MQ-2 dan MQ-6 untuk mengukur konsentrasi

gas dalam satuan ppm, sensor flame yang memberikan output digital untuk mendeteksi adanya api menunjukkan tidak terdeteksi (0) dan terdeteksi (1). Kemudian menggunakan sensor DHT-22 untuk mengukur suhu lingkungan dalam satuan derajat. Data dari setiap sensor dilabeli untuk menunjukkan status lingkungan seperti Aman, Waspada, dan Bahaya seperti Tabel 6

Tabel 6. Hasil pengumpulan data

MQ-2 (ppm)	MQ-6 (ppm)	Flame	Suhu	Label
6.16	72.75	0	30.3	Aman
43.96	94.18	0	31	Aman
380.06	111.34	0	30.5	Aman
8.68	519.81	0	30.3	Waspada
602.72	142.15	0	30.4	Waspada
542.55	716.76	0	31	Waspada
10.69	1115.28	0	30.3	Bahaya
1125.88	189.54	0	29.0	Bahaya
0.04	38.61	1	31	Bahaya

Dataset kemudian dibagi menjadi dua yaitu data pelatihan dan pengujian, dengan umumnya 80% data digunakan untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Dengan tahap ini, dataset menjadi konsisten dan siap untuk melatih serta menguji model, sehingga dapat mendeteksi kebocoran gas dan memberikan respons otomatis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sensor gas MQ-2 dan MQ-6 memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi kebocoran gas pada jarak dekat. Sensor ini mampu mendeteksi kebocoran gas hingga jarak maksimal 14 cm dari sumber kebocoran. Sementara itu, sensor suhu DHT-22 memberikan pembacaan suhu yang sangat akurat, dengan selisih yang sangat kecil, yaitu sekitar $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan pengukuran menggunakan termometer biasa. Sensor flame juga menunjukkan kemampuan yang efektif dalam mendeteksi api pada jarak antara 2 cm hingga 20 cm. Seluruh data yang dikumpulkan dari sensor-sensor ini menghasilkan sebuah dataset yang berisi nilai-nilai pengukuran dari setiap sensor, di mana setiap sensor berfungsi dengan baik sesuai tujuannya untuk melatih model yang akan digunakan.

Daftar Pustaka

- Aulia, I., & Munasir, M. (2022). Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Gas LPG serta Penanggulangan Kebakaran Menggunakan Sensor MQ2 dan Sensor Api Berbasis IoT. *Jurnal Fisika Unand*, 11(3), 306–312. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.3.306-312.2022>
- Hasbullah, Vivi Vonny, Eko Sulistyio, A. F. (2021). *Prosiding Seminar Nasional Monitoring Tekanan Dan Kontrol Kebocoran Gas*.
- Hasibuan, M. S., Syafriwel, & Idris, I. (2019). Intelligent LPG Gas Leak Detection Tool with SMS Notification. *Journal of Physics: Conference Series*, 1424(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1424/1/012020>
- Kholil, M., Ismanto, I., & Akhsani, R. (2022). Pengembangan Sistem Pendeteksi Kebocoran LPG Menggunakan Infrastruktur Instant Messaging Berbasis Internet of Things. *Fountain of Informatics Journal*, 7(2), 53–56. <https://doi.org/10.21111/fij.v7i2.6509>
- Mara, I. M., Bawa Susana, I. G., Alit, I. B., Adhi W.A., I. G. A. K. C., & Wirawan, M. (2023). Penyuluhan Pencegahan Bahaya Kebakaran Penggunaan Kompor Gas LPG Rumah Tangga. *Jurnal Karya Pengabdian*, 5(1), 9–15. <https://doi.org/10.29303/jkp.v5i1.146>
- Maulana, M. P. (2024). Pengembangan Sistem Peringatan Dini Kebocoran Gas Lpg Untuk Peningkatan Keamanan Rumah Tangga Berbasis Esp32. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4818>
- Muzakkar, K., Faisal, & Muhammad Syafar, A. (2021). Deteksi Kebocoran Pada Tabung Gas Lpg Menggunakan Sensor

- Mq-5 Berbasis Android. *Deteksi Kebocoran Pada Tabung Gas Lpg Menggunakan Sensor Mq-5 Berbasis Android*, 1(2), 41–50.
- Saputra, A. C., & Siregar, T. P. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Dan Pendeteksi Dini Kebocoran Gas Tabung Lpg (Liquefied Petroleum Gas) Berbasis Arduino. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2018, D*, 14–20.
- Saputra, F., Ryana Suchendra, D., & Ikhsan Sani, M. (2020). Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Pada Ruangan Implementation of Dht22 Sensor System To Stabilize Temperature and Humidity Based on Microcontroller Nodemcu Esp8266 in Space. *Proceeding of Applied Science*, 6(2), 1977.
- Sesanti, A., & Rahmanto, Y. (2025). *Design of a Gas Leak Detection System Based on IoT and Web Server Perancangan Sistem Deteksi Kebocoran Gas Bebasis IoT dan Web Server*. 5(April), 550–557.
- Setyawan, R. A. (2024). Penerapan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi Catatan Harian Diabetes Melitus. *Jurnal Informatika Komputer, Bisnis Dan Manajemen*, 22(1), 1–9. <https://doi.org/10.61805/fahma.v22i1.102>
- Wajiansyah, A., Supriadi, S., Nur, S., & Wicaksono P, A. B. (2018). Implementasi Fuzzy Logic Pada Robot Line Follower. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(4), 395–402. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201854747>