



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 4 (2026) pp: 10686-10695

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Smart Detector Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 IoT Berbasis Android

Ira Puspita Sari¹, Salamun², Aqil Farras³

^{1,2}Progam Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Abdurrab

³Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi Bisnis, Universitas Muhammadiyah Riau

¹ira.puspita.sari@univrab.ac.id, ²salamun@univrab.ac.id, ³aqilfarras023@gmail.com

Abstrak

Penggunaan Liquefied Petroleum Gas (LPG) yang semakin luas di masyarakat meningkatkan risiko terjadinya kebocoran gas yang dapat berujung pada kebakaran dan membahayakan keselamatan jiwa. Data menunjukkan bahwa insiden kebocoran gas masih sering terjadi akibat keterlambatan deteksi dan kurangnya sistem peringatan dini yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memberikan peringatan secara real-time melalui suara dan aplikasi Android. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis sistem. Perangkat keras utama terdiri dari sensor MQ-2 sebagai pendeteksi gas LPG, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah data dan penghubung jaringan, serta modul DFPlayer Mini dan speaker sebagai media peringatan suara lokal. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler, Firebase sebagai media komunikasi data, dan Android Studio untuk aplikasi notifikasi. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengevaluasi akurasi deteksi dan kecepatan respons sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kebocoran gas dengan baik serta memberikan peringatan suara dan notifikasi Android secara cepat dan akurat. Integrasi peringatan lokal dan notifikasi jarak jauh menjadikan sistem ini lebih andal dibandingkan penelitian sebelumnya. Dengan demikian, sistem yang dirancang berpotensi menjadi solusi praktis dan efektif dalam meningkatkan keamanan lingkungan rumah tangga maupun usaha skala kecil dari bahaya kebocoran gas LPG.

Kata kunci: LPG, Kebocoran Gas, IoT, Sensor MQ-2, Notifikasi Android

1. Latar Belakang

Penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai bahan bakar gas di Indonesia menjadi kebutuhan pokok masyarakat karena dinilai ekonomis dan mudah digunakan [1]. LPG merupakan hasil pencairan gas hidrokarbon dengan tekanan untuk memudahkan penyimpanan, pengangkutan, dan penanganannya [2]. Seiring beralihnya masyarakat dari minyak tanah ke LPG, penggunaan LPG terus meningkat dari tahun ke tahun. Namun, seiring peningkatan tersebut, risiko kebakaran akibat kebocoran gas juga meningkat, tercatat lebih dari 1.200 insiden sepanjang tahun 2023 menurut data Kementerian ESDM dan BPNP. Hal ini menegaskan pentingnya sistem deteksi kebocoran gas yang akurat dan real-time. Gas LPG kini digunakan oleh semua kalangan masyarakat dengan berbagai ukuran tabung, mulai dari 3Kg, 12Kg hingga 50Kg, namun yang paling umum digunakan Adalah ukuran 3Kg. Meskipun LPG sangat praktis dan memberikan manfaat seperti api bersih dan lebih hemat, namun potensi bahaya akibat kebocoran gas sangat tinggi. Kebocoran yang bertemu dengan api bisa menyebabkan kebakaran yang besar dan sulit dipadamkan.

Oleh karena itu, dibutuhkan kehati-hatian dalam penggunaannya untuk mencegah insiden yang membahayakan jiwa dan lingkungan sekitar [3], [4]. Perkembangan teknologi informasi, terutama Internet of Things (IoT), membuka peluang untuk menciptakan alat pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT [5], [6], [7]. Alat ini menggunakan sensor canggih dan konektivitas internet untuk mendeteksi kebocoran gas secara otomatis [8]. Kemampuan alat ini mengirim notifikasi langsung ke pengguna melalui aplikasi agar Tindakan pencegahan dapat segera dilakukan. Deteksi secara real-time dapat membantu meminimalkan risiko kecelakaan serta kerugian yang timbul akibat kebakaran [9], [10]. Sistem pendeteksi berbasis IoT ini memungkinkan alat untuk mengirimkan peringatan melalui perangkat seluler atau platform online. Pengguna dapat langsung menerima peringatan dan mengambil Tindakan cepat seperti mematikan pasokan gas atau menghubungi petugas pemadam. Kebakaran akibat kebocoran gas seringkali tidak disadari karena kebocoran bersifat kecil namun terus-menerus hingga

akhirnya menimbulkan percikan api yang besar. Oleh karena itu, keamanan dan keselamatan pengguna perlu menjadi perhatian utama dalam penggunaan gas LPG di rumah tangga. Kebakaran sering kali disebabkan oleh kelalaian manusia atau kerusakan tabung gas dalam berbagai ukuran. Sistem deteksi kebocoran gas LPG tidak terlepas dari peran sensor, salah satunya adalah sensor MQ-2 yang berfungsi mendeteksi adanya kebocoran dan memberi tahu pengguna. Sensor ini sangat penting dalam sistem karena mampu memberikan notifikasi terhadap keberadaan gas yang terdeteksi. Dengan dukungan teknologi IoT, penggunaan sensor ini menjadi lebih optimal untuk memberikan peringatan secara otomatis dan cepat [11], [12], [13].

Module sensor MQ-2 adalah sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk mendeteksi gas dalam udara. Module ini khususnya di desain untuk mendeteksi berbagai jenis gas seperti gas LPG, gas alam, hidrogen, karbon monoksida (CO), alkohol, asap, dan sebagainya. MQ-2 bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi Listrik pada elemen sensitifnya ketika gas tertentu hadir dalam udara [8]. NodeMCU ESP8266 adalah sebuah Mikrokontroler yang digunakan untuk terhubung ke jaringan Wifi serta dapat menjalankan aplikasi, secara garis besar NodeMCU sama dengan Arduino tetapi memiliki kelebihan Wifi sehingga mempermudah membuat maupun merancang projek IOT. Program yang digunakan pada NodeMCU ESP8266 juga dapat menggunakan program Arduino IDE [14], [15]. Android adalah sebuah alat komunikasi yang dapat di gunakan serta mampu menginstal aplikasi yang sudah di sediakan di play store asal sesuai dengan versi android yang ada pada android yang dimiliki. Apa bila versi yang ada pada android tidak sesuai dengan aplikasi maka tidak mampu menginstal di handphone android. Handphone android memiliki banyak kelebihan makanya dengan hp android ini akan di hubungkan pada aplikasi yang akan di buat serta sebagai sarana informasi pada alat yang akan di buat yang mampu menerima pesan data dari alat yang di kirim melalui jaringan internet [16].

2. Metode Penelitian

2.1 Cara Kerja

Menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi adanya kebocoran gas, maka mikrokontroler akan mengirimkan data yang telah di baca sensor ke Firebase serta memutar file suara yang sudah di simpan pada SD Card yang di atur oleh DFPlayer mini untuk mengeluarkan suara di perlukan speaker. Pada system aplikasi yang di buat di android studio apabila data terbaca pada Firebase maka yang didapat dari sensor maka aplikasi akan mengeluarkan tulisan “ GAS BOCOR” serta mengeluarkan suara dengan kalimat “ AWAS GAS BOCOR” melalui speaker yang dikendalikan oleh DFPlayer Mini. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui kebocoran secara cepat baik melalui tampilan visual maupun suara. Jika terjadi kondisi tanpa koneksi internet, sistem tetap dapat memberikan peringatan melalui speaker lokal. Hal ini dimungkinkan karena DFPlayer Mini yang mengeluarkan suara tidak bergantung pada koneksi internet, melainkan langsung dikendalikan oleh NodeMCU berdasarkan data sensor. Namun, pengguna tidak akan menerima notifikasi jarak jauh melalui aplikasi Android karena Firebase memerlukan koneksi internet. Dengan demikian, sistem tetap memberikan keamanan minimum saat offline.

2.2 Prosedur Penelitian

1. Pengamatan / Observasi

Dengan observasi penulis akan mengadakan pengumpulan informasi atau data riset dengan melihat alat sebelumnya yang dibuat serta penulis hendak meningkatkan kekurangan perlengkapan tersebut sehingga penulis dapat menghasilkan alat yang lebih sempurna dari yang sudah ada sebelumnya.

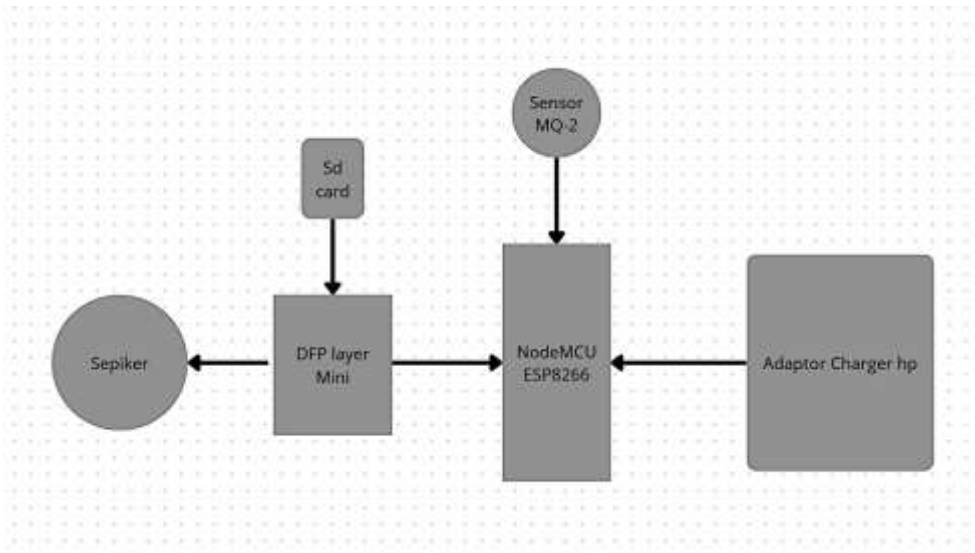
2. Deskripsi Sistem Sistem Pendeteksi

Kebocoran Gas menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, Sensor MQ-2, DFPlayer Mini, Speaker, serta system pembacaan data Firebase Android studio. Dalam perancangan alat ini lebih mengutamakan objek sensor MQ-2 sebagai indikator input maupun output dalam mengetahui kondisi gas LPG yang ada di udara dekat alat. Hasil dari perancangan ini akan mendapatkan sistem kerja alat yang otomatis berdasarkan hasil koding yang sudah dibuat melalui mikrokontroler dan penyambungan ke Firebase yang sudah dibuat aplikasi android melalui android studio. Pada saat gas bocor maka data yang di dalam sensor akan di baca oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan dikirim data ke Firebase, serta data tersebut akan di baca oleh android dan mengeluarkan suara di aplikasi dengan kalimat “AWAS GAS BOCOR”.

3. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Sangat penting untuk pendeteksi kebocoran gas di mana penentuan tata letak komponen yang akan di buat karena memiliki gas sangat sensitif terhadap listrik yang mengakibatkan berbahaya apabila dalam perancangan tata letak pada sistem pendeteksi kebocoran gas LPG ini yang tidak tepat maka dengan ini sangat di perlukan untuk perancangan yang mudah simpel dan tidak membahayakan. Setelah perancangan perangkat keras, sistem

perancangan ini akan mencapai ketentuan yang di inginkan sesuai isi dalam sebuah program yang sudah di buat seperti isi program apabila terjadi kebocoran gas, maka sensor gas LPG akan mendeteksi adanya kebocoran gas tersebut kemudian mengirimkan data ke Firebase dan Firebase mengirim data ke aplikasi android dan mengeluarkan kalimat atau notifikasi “AWAS GAS BOCOR” dan kalimat di aplikasi “GAS BOCOR”. Serta speaker yang ada di alat akan mengeluarkan kalimat “ AWAS GAS BOCOR” sebagai tanda informasi telah terjadinya kebocoran gas LPG. Dengan adanya alat tersebut maka diperlukannya beberapa komponen yang akan mendukung pembuatan alat ini sebagai berikut:



Gambar 1. Perancangan Perangkat Keras

4. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan Perangkat lunak yang akan digunakan Adalah NodeMCU ESP8266 dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk pengolahan koding dan mengupload pada NodeMCU ESP8266. Setelah itu system pada NodeMCU ESP8266 dapat bekerja sesuai dengan apa yang di inginkan pada kodingan tersebut, serta menggunakan aplikasi Android Studio yang di gunakan untuk membuat aplikasi android yang akan di instal di aplikasi android serta menggunakan Firebase sebagai pembaca data dari sensor ke aplikasi android. Perlu ditegaskan bahwa sistem ini tidak menggunakan Telegram maupun WhatsApp sebagai media notifikasi. Sistem sepenuhnya menggunakan aplikasi Android yang dibuat khusus melalui Android Studio dan terhubung langsung ke Firebase. Dengan demikian, pengguna akan menerima notifikasi secara real-time hanya melalui aplikasi Android yang telah dirancang dan bukan melalui aplikasi pesan instan umum.



Gambar 2. Tampilan Awal Masuk Aplikasi



Gambar 3. Tampilan Pemantauan Aplikasi

2.3 Analisis Data

Data hasil pengujian akan dianalisis secara deskriptif Kuantitatif. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor MQ-2 terhadap kondisi nyata di lapangan (apakah benar terjadi kebocoran gas atau tidak). Selain itu, kecepatan waktu deteksi dan efektivitas respons sistem (baik dari DFPlayer maupun Firabase ke aplikasi Android) akan dihitung dalam satuan detik. Hasil pengujian akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik garis atau batang untuk menunjukkan perbandingan waktu respons pada berbagai skenario (gas ringan, sedang, berat). Analisis ini bertujuan mengevaluasi sejauh mana sistem bekerja secara akurat dan efisien dalam kondisi nyata.

3. Hasil dan Diskusi

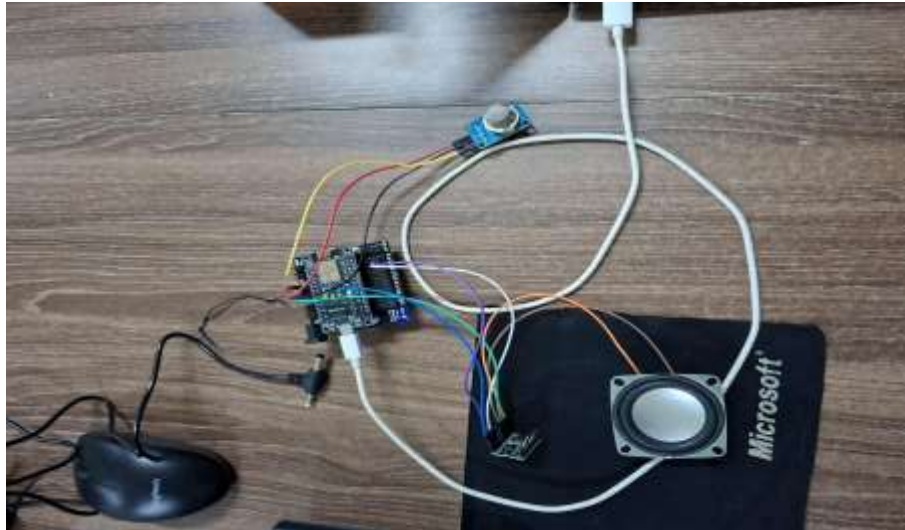
3.1 Perancangan Hardware

Perancangan hardware ini menggunakan beberapa komponen seperti Mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor MQ-2, DFPlayer Mini, Sepiker, Hp Android, Adaptor Charger Hp yang di gunakan dalam perancangan alat:



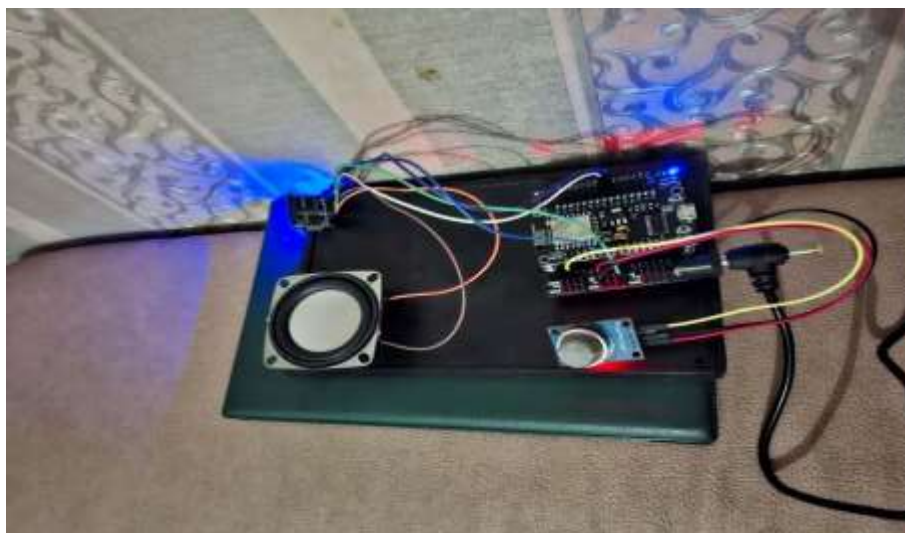
Gambar 3. Model Rangkaian Teknologi

Rangkaian alat pendeteksi kebocoran gas yang dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Rangkaian ini terdiri dari sensor gas, modul pengendali, serta komponen output berupa speaker sebagai alarm/peringatan suara. Sensor gas berfungsi untuk mendeteksi adanya gas yang bocor. Ketika sensor mendeteksi adanya gas, maka NodeMCU akan mengirimkan data ke firebase yang akan mengirimkan 2 informasi, pertama ke Dfplayer speaker akan memutar suara peringatan yang sudah tersedia di DFplayer dan mengirimkan notifikasi ke ponsel.



Gambar 4. Rangkaian Alat Pendeteksi kebocoran Gas

Menunjukkan rangkaian alat pendeteksi kebocoran gas LPG, setelah semua modul dihubungkan dan menampilkan hasil implementasi. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali yang terhubung dengan sensor MQ-2 untuk mendeteksi adanya kebocoran gas LPG disekitar. Hasil deteksi kemudian diproses oleh NodeMCU dan ditampilkan melalui dua media output, yaitu speaker sebagai peringatan suara dan yang kedua akan mengirimkan notifikasi ke aplikasi android pengguna.



Gambar 5. Rangkaian Alat Setelah Diimplementasi

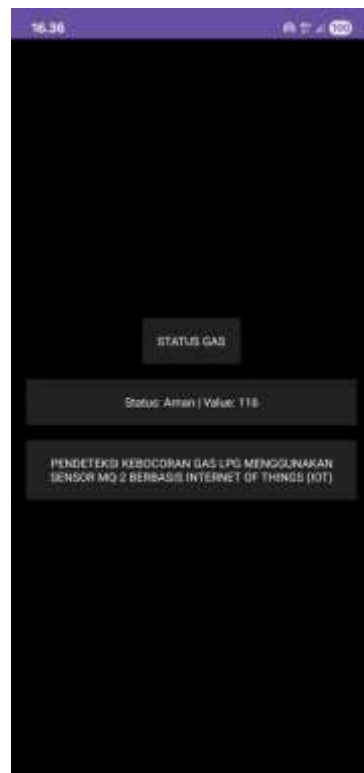
b. Perancangan Software

Perancangan software meliputi beberapa bagian Perancangan pertama perancangan pada bagian Program NodeMCU ESP8266 yang menggunakan Arduino IDE untuk program agar NodeMCU ESP8266 agar dapat mengontrol sensor MQ-2 serta DFPlayer dan dapat terhubung ke jaringan internet.



Gambar 6. Hasil dari Desain Android

Menunjukkan halaman utama aplikasi smart detector kebocoran gas LPG sebelum sistem mendeteksi adanya gas. Tampilan ini terdiri dari logo, judul proyek, identitas pembuat aplikasi, serta tombol navigasi “MASUK KE TAMPILAN SENSOR MQ-2” untuk menuju menu monitoring.



Gambar 7. Menu Halaman Monitoring Gas

Gambar 7 menampilkan menu halaman monitoring gas dari aplikasi *smart detector* kebocoran gas LPG berbasis IoT. Halaman ini menampilkan informasi status gas yang terbaca oleh sensor MQ-2 secara real-time. Dalam tampilan, status gas menunjukkan kondisi “Aman” dengan nilai 116 yang berarti konsentrasi gas masih berada di bawah ambang batas bahaya.



Gambar 8. Pengujian Sensor MQ-2

Langkah pengujian sensor MQ-2 menggunakan gas dilakukan dengan mendekati sumber gas ke sensor, hasilnya nilai output meningkat tajam dan system segera memberikan peringatan melalui speaker serta notifikasi ke aplikasi android. Hal ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu mendeteksi gas LPG dengan baik secara realtime sesuai dengan fungsinya.



Gambar 9. Pengujian Sensor MQ-2 Menggunakan Gas

Pengujian pendeteksi gas dilakukan melalui smartphone android yang sudah terinstal aplikasi pemantauan gas IoT. Pada saat rangkaian alat pendeteksi gas dihidupkan, NodeMCU ESP8266 secara otomatis terhubung ke jaringan wifi dan mengirimkan data hasil pembacaan sensor MQ-2 ke aplikasi. Data kadar gas dapat dipantau secara realtime melalui smartphone, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi lingkungan secara langsung seperti pada gambar berikut.



Gambar 10. Pengujian Pendeteksi Gas Melalui Smartphone



Gambar 11. Notifikasi dari Aplikasi terdeteksi ada Gas

Notifikasi dari aplikasi deteksi gas berfungsi memberikan peringatan langsung kepada pengguna saat terdeteksi kebocoran gas LPG. Informasi status (Bahaya) dan nilai sensor ditampilkan melalui notifikasi di smartphone menggunakan firebase, sehingga pengguna tetap dapat mengetahui kondisi darurat meskipun aplikasi tidak dibuka.

3.2 Pembahasan Pengujian Sistem

Pengujian diawali dengan merangkai alat pendeteksi kebocoran gas LPG, kemudian melakukan instalasi aplikasi Deteksi Gas pada *smartphone* android, kemudian melakukan pengujian *Black-box testing* pada aplikasi Deteksi Gas pada *smartphone* yang digunakan *user*, dengan prolehan hasil seperti tabel berikut:

Tabel 1. Pengujian Sistem Menggunakan *Blackbox*

No	Nama	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Halaman utama aplikasi	Halaman utama terbuka dan menampilkan logo, judul projek, identitas pembuat aplikasi dan tombol navigasi "MASUK KE TAMPILAN SENSOR MQ-2"	Berhasil
2	Tombol Masuk ke Tampilan Sensor MQ-2	Ketika tombol ditekan otomatis masuk ke tampilan halaman monitoring gas	Berhasil
3	Halaman monitoring gas	Halaman monitoring gas menampilkan informasi status gas yang terbaca oleh sensor MQ-2 secara real-time.	Berhasil
4	Notifikasih aplikasi android jika terdeteksi adanya gas	Ketika notifikasi di tekan maka akan masuk ke halaman monitoring gas	Berhasil

Hasil pada pengujian Black-Box Testing ini tidak ditemukan adanya error atau bug pada setiap proses pengujian fungsional aplikasi dari android. Pengujian black-box dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna. Pengujian ini memastikan bahwa setiap fitur yang di rancang, mulai dari deteksi gas hingga notifikasi, bekerja dengan benar.

4. Kesimpulan

Sistem yang dirancang dapat membantu pengguna dalam mendeteksi kebocoran gas LPG dengan menciptakan alat pendeteksi yang mampu memberikan peringatan suara melalui speaker dan notifikasi secara langsung ke smartphone Android. Kelayakan aplikasi dan prototype sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis NodeMCU ESP8266 dan sensor MQ-2 telah diuji menggunakan pengujian black-box testing dan pengujian sensor, hasilnya sistem dapat bekerja dengan baik, menampilkan kondisi aman maupun bahaya, serta tidak mengalami masalah maupun bug selama pengujian. Sistem yang telah dibuat dianggap layak dan siap diimplementasikan sebagai solusi pendeteksi dini kebocoran gas LPG pada lingkungan rumah tangga maupun industri skala kecil.

Referensi

- [1] Baker, S. A., & Nori, A. S. (2021). Internet of Things Security: A Survey. *Communications in Computer and Information Science*, 1347(March), 95–117. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6835-4_7
- [2] Dirgantoro, R. Y., & Nurainy, R. (2020). Analisis Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Penerimaan dan Pengeluaran Kas pada Laundry Box. *Jurnal Riset Akuntansi Dan Keuangan*, 8(2), 239–258.
- [3] Jasmawati, J., Wahyuddin, W., & Andrian, A. (2024). Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG berbasis Internet of Things. *Jurnal Mosfet*, 4(1), 12–19. <https://doi.org/10.31850/jmosfet.v4i1.3020>

- [4] F. S. N. Rohman, A. A. Fikri, A. N. Fuad, R. Rohim, and R. Firmansyah, "Telemetry Flowmeter Menggunakan RF Modul 433MHz," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2017.
- [5] N. Musyaffa, A. Ahmad, and A. Arifin, "Perancangan Alarm Getar Berbasis Arduino Uno Tanpa Gelombang Elektromagnetik Bagi Disabilitas Tunarungu," in *SISITI: Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2022, vol. 11, no. 1, pp. 362–370.
- [6] Muhtar, M., Ariyanto, L., & Wibisono, A. (2021). Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg(Liquified Petroleum Gas) Berbasis Arduino Uno. *JIPETIK: Jurnal Ilmiah Penelitian Teknologi Informasi & Komputer*, 2(1), 50–57. <https://doi.org/10.26877/jipetik.v2i1.8660>
- [7] Pratama, R. P., Mas'ud, A., Niswatin, C., & Rafiq, A. A. (2020). Implementasi DFPlayer untuk Al-Qur'an Digital berbasis Mikrokontroler ESP32. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 20(2), 51–58. <https://doi.org/10.24036/invotek.v20i2.768>
- [8] R. I. Putra, S. Sunardi, and R. D. Puriyanto, "Monitoring tegangan baterai lithium polymer pada robot line follower secara nirkabel," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 73–81, 2019.
- [9] R. Firmansyah and S. Bagaskara, "Penerapan Modul RF 433 dalam Pengukuran Intensitas Cahaya Menggunakan Sensor LDR Berbasis Arduino," *Ina. (Indonesian J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [10] Rifa'i, A. F. (2021). Sistem Pendeteksi dan Monitoring Kebocoran Gas (Liquefied Petroleum Gas) Berbasis Internet of Things. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 1(1), 5–13. <https://doi.org/10.14421/jiska.2016.11-02>
- [11] Suryana, T. (2021). Implementasi Modul Sensor MQ2 Untuk Mendeteksi Adanya Polutan Gas di Udara. *Jurnal Komputa Unikom*, 1–15. <http://iot.ciwaruga.com>
- [12] F. E. Yuliani, A. Rusilowati, and S. S. Edi, "Pengembangan Alat Peraga Perpindahan Kalor Secara Radiasi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Penyandang Tunarungu SMP LB," *UPEJ Unnes Phys. Educ. J.*, vol. 7, no. 2, pp. 34–43, 2018.
- [13] L. T. Trisnawati, I. Puspita, F. Abdillah, and S. Hartati, "MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS GAME ANDROID PADA PEMBELAJARAN ANGKA DAN HURUF DI PAUD," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 8, no. 2, pp. 247–253, 2023.
- [14] R. S. Darwis, M. Saputra, H. Azwar, and E. H. Putra, "Pengiriman Data Surveillance Sensing Menggunakan Sistem Nirkabel Pada Frekuensi 433 MHz Untuk Kebakaran Hutan," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 22–31, 2022.
- [15] A. Febtriko, "Perancangan Sistem Pengamanan Ruangan Berbasis Mikrokontroler (Arduino) Dengan Metode Motion Detection," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2016.
- [16] M. Z. Arifin, E. Utami, and E. Pramono, "Perancangan Sistem Deteksi Dini Bencana Banjir Menggunakan Teknik Pengiriman DTMF Berbasis Modul RF 433 Mhz Dan Arduino," *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 8, no. 2, 2020.