



Sistem Deteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Arduino di Universitas Dr. Soetomo Surabaya

Popy Vitria Eviolina^{1*}, Yudi Kristyawan², Edi prihartono³

¹⁻³ Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya

Email: popynafi99@gmail.com^{1*}

Alamat: Jl. Semolowaru No.84, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118, Indonesia

*Korespondensi penulis

Abstract: Liquid Petroleum Gas, commonly known as LPG, is widely used in household activities, especially for cooking. However, its flammable nature makes this gas very hazardous if a leak occurs, which can result in an explosion that damages buildings, endangers the safety of those living there, and causes financial losses. Recently, the improper or unsafe use of LPG gas has led to numerous accidents and fires. This raises serious concerns for the people who use it. LPG gas leaks are often difficult to detect due to various factors, such as the absence of the gas's distinctive odor or the absence of people around the leak location. This study aims to detect gas leaks to minimize or prevent fires and LPG gas explosions. The methods in the research that will be carried out include identification, literature study, data collection, design, implementation, system testing, and conclusions. In this study, the design and implementation of an LPG gas leak detection system based on Arduino will be carried out to minimize this risk. The system will use MQ-2 to determine the concentration of LPG gas in the air. When a leak is detected, the Arduino microcontroller will process the input and automatically close the solenoid and activate the buzzer as an alarm. The implementation and testing results concluded that the system can detect LPG leaks above 600 ppm and respond effectively by cutting off the gas supply and providing an audible warning. This system is expected to improve household safety by providing early warning of gas leaks. Future developments may include integration with an Android app for smartphones, enabling more practical remote monitoring.

Keywords: Arduino; Buzzer alarm; Control Sistem; Fire safety; LPG Gas

Abstrak. Liquid Petroleum Gas atau biasa disebut Gas LPG banyak digunakan pada aktivitas rumah tangga, terutama untuk memasak. Namun, sifatnya yang mudah terbakar menjadikan gas ini sangat berbahaya apabila terjadi kebocoran, yang dapat mengakibatkan ledakan yang merusak bangunan membahayakan keselamatan orang-orang yang tinggal didalamnya, serta menyebabkan kerugian finansial. Akhir-akhir ini dalam pengoperasian penggunaan gas LPG yang keliru atau tidak sesuai banyak menyebabkan kecelakaan maupun kebakaran. Hal ini menimbulkan perhatian yang serius bagi masyarakat yang menggunakannya. Kebocoran gas LPG sering kali sulit terdeteksi karena berbagai faktor, seperti tidak tercium bau khas gas tersebut atau ketiadaan orang di sekitar lokasi kebocoran. Penelitian ini bertujuan mendeteksi kebocoran gas untuk meminimalisir atau mencegah kebakaran hingga ledakan gas LPG. Metode pada penelitian yang akan dilakukan meliputi identifikasi, study literature, pengumpulan data, perancangan, implementasi, pengujian sistem dan kesimpulan. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan dan implementasi sistem deteksi kebocoran gas LPG dengan basis arduino guna meminimalkan risiko tersebut. Sistem yang akan dibuat menggunakan MQ-2 dalam mengetahui konsentrasi gas LPG di udara. Ketika terdeteksi kebocoran, mikrokontroler arduino akan memproses input dan secara otomatis menutup solenoid serta mengaktifkan buzzer sebagai alarm. Hasil implementasi dan pengujian memberikan kesimpulan bahwa sistem dapat mendeteksi adanya kebocoran pada gas LPG di atas 600 ppm dan merespon dengan baik melalui pemutusan suplai gas dan pemberian peringatan suara. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan rumah tangga dengan memberikan peringatan dini terhadap kebocoran gas. Untuk masa yang akan datang mungkin dapat dikembangkan dengan integrasi aplikasi Android pada smartphone sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh secara lebih praktis.

Kata kunci: Arduino; Buzzer alarm; Gas LPG; Keamanan kebakaran; Sistem Kontrol

1. LATAR BELAKANG

Sebagian besar masyarakat di Indonesia memanfaatkan gas LPG dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, khususnya dalam aktivitas rumah tangga seperti memasak. Meskipun penggunaannya tergolong praktis dan efisien, LPG memiliki sifat mudah terbakar sehingga berisiko berbahaya bila terjadi kebocoran (Aulia & Munasir, 2022). Sebagai bahan bakar yang banyak digunakan, LPG tetap menyimpan risiko menimbulkan ledakan ataupun kebakaran yang dapat mengancam keselamatan jiwa serta merugikan harta benda apabila tidak ditangani dengan baik (Perdana, 2024) .

Gas LPG dapat menimbulkan dampak negatif, khususnya jika kebocoran terjadi dari tabung dan tempat menyimpan. Kebocoran itu umumnya disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kerusakan atau kebocoran di tabung, selang, maupun regulator yang salah dalam pemasangan. Selain itu, kualitas tabung gas yang kurang baik atau adanya kerusakan fisik pada tabung yang didistribusikan juga dapat menjadi pemicu terjadinya kebocoran (Hartama et al., 2022).

Penelitian oleh (Inggi & Pangala, 2021) dengan yang menggunakan MQ-2 sebagai sensor konsentrasi gas pada LPG, yang selanjutnya diintegrasikan dengan buzzer sebagai perangkat peringatan melalui bunyi alarm atau sirine. Sistem juga dilengkapi dengan modul SIM 800L sebagai pengirim notifikasi berupa SMS (pesan singkat) ke smartphone pengguna untuk peringatan atau tanda terjadi kebocoran gas. Kemudian penelitian lain yang dilakukan oleh (Jordan et al., 2025), penelitian ini membuat rancangan alat dalam deteksi gas LPG dengan mengirimkan informasi melalui aplikasi Bylink di Smartphone. Pada latar belakang tersebut diatas peneliti akan membuat suatu sistem pendeteksi adanya kebocoran LPG dengan basis Arduino, sensor yang digunakan yaitu sensor MQ-2 yang akan dilengkapi solenoid valve dan buzzer. Sistem akan menutup solenoid valve apabila terjadi kebocoran dan buzzer otomatis bunyi.

2. KAJIAN TEORITIS

Sistem

Sistem dapat didefinisikan sebagai sekumpulan unsur yang memiliki keterkaitan dan tersusun teratur yang akhirnya membentuk satu kesatuan yang utuh. Selain itu, sistem juga dipahami sebagai susunan yang teratur dari pandangan, teori, maupun asas tertentu. Sementara itu, regulator merupakan bagian dari suatu rangkaian regulasi. Adapun regulasi sendiri dapat dimaknai sebagai aturan atau ketentuan yang berfungsi untuk mengendalikan individu maupun masyarakat melalui pembatasan atau pengaturan tertentu.

Sensor Gas (MQ-2 LPG)

Merupakan sensor yang dapat mendeteksi adanya gas khususnya karbon monoksida, serta dapat dimanfaatkan untuk memantau kebocoran gas LPG (Priyambodo & Sinaga, 2019). Saat terjadi kebocoran, sensor akan mendeteksi konsentrasi gas dan secara otomatis mengaktifkan buzzer sebagai tanda peringatan. Sensor MQ-2 menghasilkan data analog yang terbaca melalui pin A0 pada papan Arduino. Selain LPG, sensor ini juga mampu mendeteksi gas lain seperti metana, butana, maupun asap rokok. Mekanisme deteksinya tidak bergantung pada jarak, melainkan pada tingkat konsentrasi gas semakin tinggi kadar gas, semakin cepat sensor memberikan respons. Dengan demikian, penggunaan sensor MQ-2 sangat membantu dalam proses analisis kebocoran gas LPG.

Breadboard

Breadboard adalah dasar konstruksi untuk rangkaian elektronik dan digunakan sebagai model awal dari suatu sirkuit. Penggunaan breadboard umum digunakan untuk merakit komponen-komponen elektronik tanpa perlu menyolder. Ini memudahkan pembuatan prototipe. Langkahnya cukup mudah, cukup pasang komponen langsung ke breadboard untuk membuat sirkuit yang diinginkan (Salamah & Anwar, 2021).

Kabel Jumper

Adalah kabel penghubung berfungsi menyambungkan elemen elektronik di breadboard maupun papan Arduino tanpa disolder. Sudah dilengkapi pin pada masing-masing ujung, sehingga praktis dan mudah (Siswanto & Bahari, 2024).

Buzzer

Buzzer adalah elemen elektronik yang merubah listrik menjadi suara. Terdiri dari kumparan yang terpasang di diafragma. Apabila kumparan dialiri arus, akan menjadi elektromagnetik yang bisa menarik dan mendorong diafragma tergantung dari arah polaritas magnet. Sebab kumparan ini tersambung pada diafragma, maka setiap kumparan bergerak, diafragma otomatis bergerak dan menghasilkan suara yang berasal dari getaran udara (Khakim et al., 2022).

Arduino Uno

Merupakan papan sirkuit terbuka yang adapat mengontrol mikro. Hardware pada Arduino memanfaatkan prosesor atmel AVR mempunyai software dan bahasa

pemrograman tersendiri. Arduino memiliki mikrokontroler ATmega328, yang fungsinya seperti komputer mini. Pengontrolan LED dilakukan menggunakan board kecil untuk mengendalikan robot. Dengan menambahkan elemen tambahan, dapat digunakan untuk mengontrol peralatan pada rumah sakit dalam memantau kondisi pasien (Wiguna, 2020).

Solenoid Valve

Suatu katup yang kerjanya memanfaatkan energy listrik sebagai penggerak. Katup ini memiliki kumparan elektromagnetik sebagai penggerak piston. Pengoperasian solenoid valve membutuhkan arus listrik, baik itu DC (arus listrik searah) atau AC (arus bolak-balik) (Risal et al., 2019)

Relay

Adalah komponen yang memiliki prinsip elektromagnet dalam pengoperasian kontak saklar. Secara umum, struktur dasar relay tersusun dari kawat konduktor yang dililit yang melingkupi inti besi. Jika aliran listrik lewat lilitan tersebut, terbentuk medan magnet dan selanjutnya menarik amatur sehingga mekanisme saklar dapat bekerja (Yolanda et al., 2025) Cara kerja relay didasarkan pada mekanisme yang dipicu oleh aliran Listrik dan tegangan dalam membangun sistem perlindungan dari kebocoran LPG.

Arduino IDE

Integrated Development Environment yaitu perangkat lunak biasanya digunakan dalam pemrograman pada papan Arduino. Dengan ini, pengguna bisa menulis kode program, mengunggahnya ke papan Arduino, serta melakukan pengujian dengan sintaks program yang sudah ditentukan (Patchmuthu et al., 2023).

UML

Adalah standar bahasa pemodelan yang sering digunakan dalam industry perangkat lunak. *Unified Modeling Language* membantu mendefinisikan keperluan sistem, menganalisis, dan perancangan,serta memberi gambaran arsitektur dalam pemrograman (Susilo & Cahyono, 2025).

3. METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini yaitu identifikasi, study literature, pengumpulan data, perancangan, implementasi, pengujian sistem dan kesimpulan.

Identifikasi masalah

Identifikasi ini bertujuan untuk mengolah sesuatu sesuai dengan kemampuan peneliti serta batasan-batasan sumber daya yang ada. Pembuatan sistem ini bertujuan untuk mendeteksi kebocoran gas LPG.

Study Literatur

Studi literature adalah metode yang membahas dasar teori dalam penulisan dan yang bersumber dari jurnal maupun buku.

Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui kebocoran gas. Data yang dihasilkan tersebut dijadikan sebagai input atau parameter dalam sistem yang dibangun.

Perancangan

Perancangan adalah metode yang membahas mengenai gambaran sistem pendeteksi kebocoran gas LPG. Dengan dibuatnya Flowchart sebagai alur pembuatan program hingga implementasikannya pada perangkat yang meliputi hardware dan perangkat lunaknya.

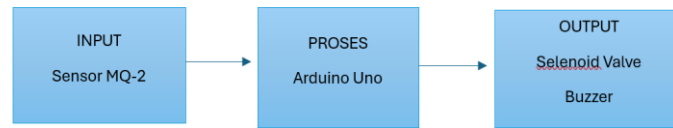
Implementasi dan Pengujian Sistem

Adalah tahapan penerapan sistem supaya siap untuk dijalankan. Ini merupakan metode yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap perangkat terlebih dahulu serta mengidentifikasi masalah masalah yang mungkin muncul dan memastikan kelayakan sebuah alat yang telah dirancang.

Kesimpulan

Kesimpulan merupakan sebuah gagasan yang telah dicapai pada akhir penelitian dengan mengamati proses berjalannya sebuah sistem dalam mendeteksi kebocoran gas LPG dengan menggunakan mikrokontroler dengan arduino. Serta akan mengetahui kelebihan dan kekurangan pada sistem.

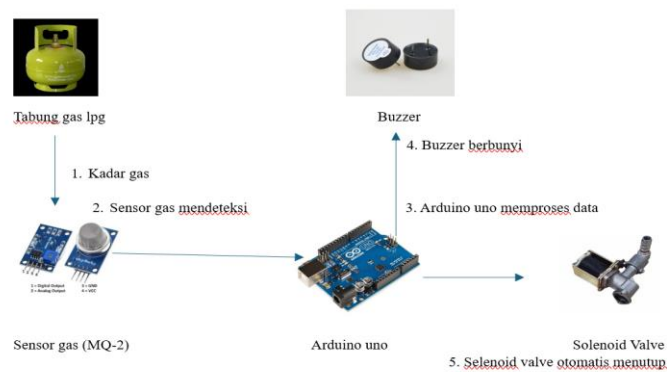
Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram.

Berdasarkan gambar di atas, alur kerja sistem secara keseluruhan dapat dijelaskan sebagai berikut: (1) Input: Sistem menggunakan 1 buah MQ-2 (gas sensor) dimana fungsinya mendeteksi keberadaan gas. Pada tahap input, data yang diperoleh sensor yang dikirimkan ke mikrokontroler Arduino. (2) Proses: Mikrokontroler Arduino menerima data yang berasal dari sensor gas dan memprosesnya sesuai dengan kondisi atau program yang telah ditanamkan. (3) Output: Jika sensor mendeteksi adanya kebocoran terjadi, sistem secara otomatis akan menghentikan suplai gas LPG melalui solenoid valve, sekaligus mengaktifkan buzzer sebagai tanda peringatan.

Arsitektur Sistem Pendeteksi Kebocoran LPG

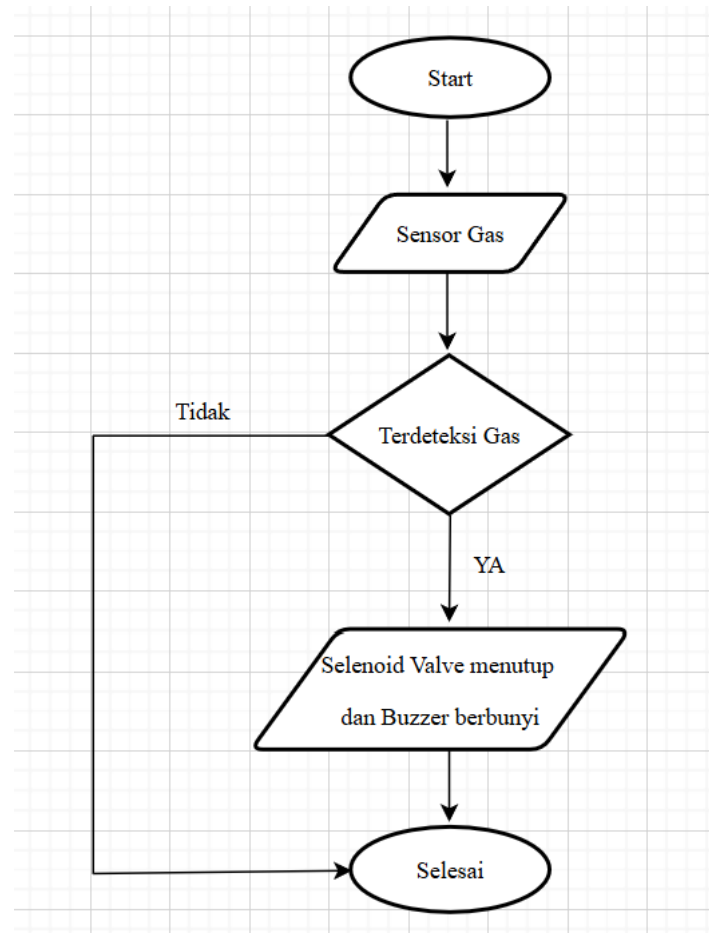


Gambar 2. Arsitektur sistem pendeteksi kebocoran gas LPG.

Alur arsitektur sistem yang ditunjukkan diatas adalah Sumber gas yang dikontrol berasal dari LPG dan akan dideteksi sensor kebocorannya. Jika ada kebocoran pada gas LPG maka akan terdeteksi pada sensor gas yaitu MQ-2. Kemudian Arduino uno berperan dalam membuat sistem pendeteksi kebocoran gas. Kemudian, jika terdeteksi kebocoran gas maka solenoid valve akan menutup regulator dari lpg dan buzzer akan nyala. Apabila tidak terdeteksi ada kebocoran pada gas LPG maka system akan berhenti.

Flowchart

Merupakan diagram yang menampilkan tahapan serta keputusan dalam menggerakkan suatu program supaya dapat berjalan dengan baik, maka dibuat flowchart sebagai struktur program agar lebih mudah dibuat. Berikut Flowchart dari penelitian ini di gambar 3.3.



Gambar 3. Flowchart.

Kebutuhan Perangkat Lunak

Diperlukan analisis perangkat lunak yang dibutuhkan dalam implementasi sistem. Perangkat lunak yang digunakan adalah Windows 10 64-bit serta Arduino IDE versi 2.3.4

Kebutuhan Perangkat Keras

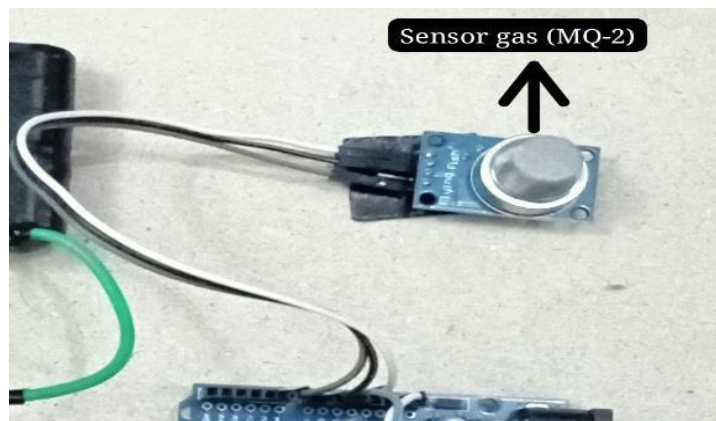
Analisis terhadap perangkat keras yang diperlukan dalam penelitian ini adalah laptop, yang merupakan media utama dalam mendukung proses implementasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi merupakan tahapan setelah adanya proses perancangan. Tujuan pada tahap ini adalah menerapkan serta mengoperasikan sistem yang sudah dirancang, supaya dapat bekerja secara maksimal. Selain itu, fungsi implementasi adalah sebagai evaluasi sejauh mana sistem dapat dijalankan sesuai dengan ketentuan (Awal, 2023).

Implementasi Gas Sensor MQ-2

Implementasi ini digunakan menguji kinerja sensor gas sebagai pendeteksi kebocoran gas LPG dalam mengetahui apakah sensor gas yang digunakan sudah sesuai dengan sistem yang sudah dibuat. Dapat dilihat gambar 4.1

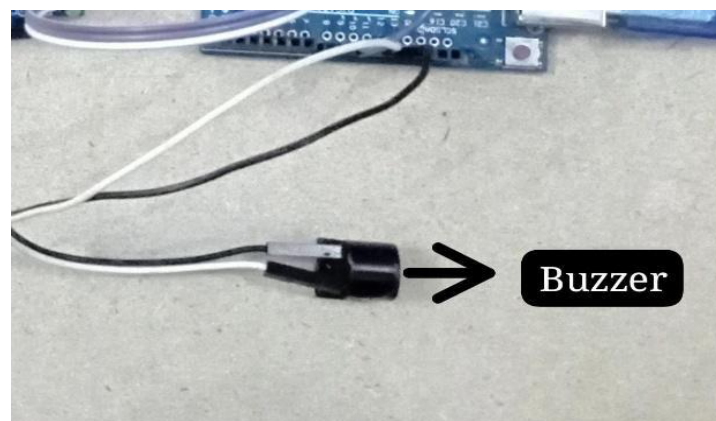


Gambar 4. Implementasi Gas Sensor MQ-2.

Pada gambar tersebut sensor gas (MQ-2) digunakan sebagai pendeteksi adanya kadar gas dan akan dikirim ke arduino uno untuk diproses.

Implementasi Buzzer

Implementasi ini bertujuan untuk menguji kinerja buzzer dalam memberikan alarm jika gas lpg mengalami kebocora. Implementasi buzzer dilihat pada gambar 4.2 berikut

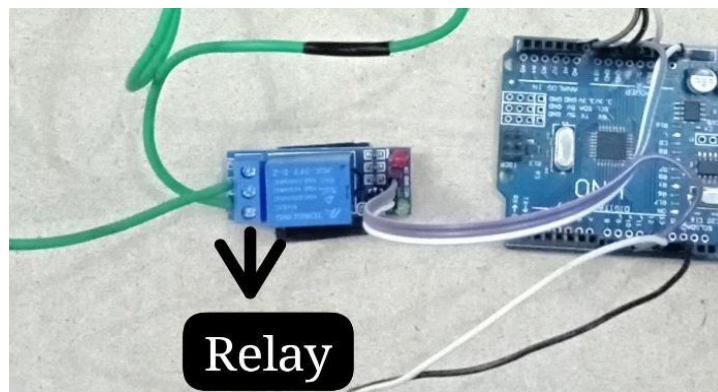


Gambar 5. Implementasi Buzzer

Implementasi buzzer diatas buzzer dihubungkan dengan arduino uno. Penggunaan buzzer ini fungsinya sebagai alarm, buzzer akan berbunyi ketika gas lpg mengalami kebocoran.

Implementasi Relay

Untuk menguji kinerja dari relay dalam mengaktifkan dan menonaktifkan kinerja buzzer. Serta untuk mengetahui apakah relay yang telah di uji telah sesuai. Berikut gambar pada 4.3



Gambar 6. Implementasi Relay.

Pada implementasi relay diatas, relay dihubungkan dengan selenoid. Pengguna relay ini berfungsi sebagai pengaktif dan penonaktif pada selenoid ketika terdapat respon dari sensor MQ-2.

Implementasi Selenoid Valve

Tujuannya adalah untuk menguji kerja solenoid valve, yang akan menutup otomatis jika gas lpg mengalami kebocoran dan mengetahui kesesuaian solenoid valve yang telah diuji, implementasi digambarkan pada gambar 4.4

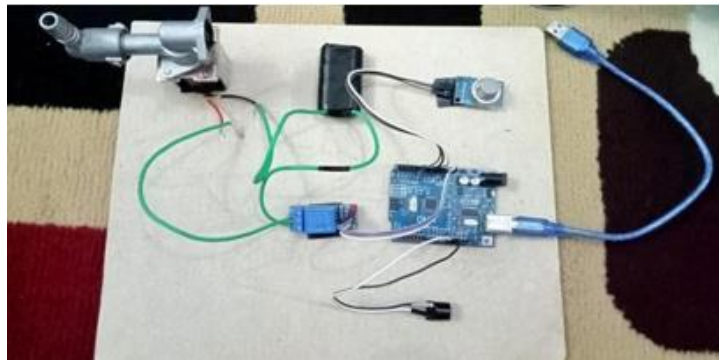


Gambar 7. Implementasi Selenoid Valve.

Pada gambar tersebut diatas solenoid valve dihubungkan dengan arduino uno. Pengguna solenoid valve ini berfungsi sebagai kutub, solenoid valve akan menutup jika terjadi adanya kebocoran gas lpg.

Implementasi Keseluruhan Alat

Bab ini membahas implementasi keseluruhan sistem yang meliputi sensor MQ-2, Arduino, buzzer, serta solenoid valve. Implementasi dilakukan dengan tujuan untuk menguji kinerja serta integrasi setiap komponen dalam mendeteksi potensi kebocoran pada gas LPG. Digambarkan di gambar 4.5.



Gambar 8. Implementasi keseluruhan alat

Implementasi ini melibatkan komponen utama, seperti Arduino Uno, sensor MQ-2 buzzer, dan solenoid valve. Mekanisme kerjanya yaitu jika terdeteksi ada aliran gas oleh sensor MQ-2 yang menandakan kebocoran, buzzer otomatis berbunyi sebagai peringatan, dan secara bersamaan solenoid valve akan menutup untuk menghentikan aliran gas.

Pengujian

Pembacaan Kandungan Gas LPG (< 300 ppm), dilakukan pada saat kandungan gas LPG < 300 ppm. Pada kandungan ini sistem menunjukkan bahwa kondisi masih tergolong aman apabila konsentrasi gas di bawah 300ppm, sehingga buzzer tidak berbunyi. Hasil percobaan yang dilakukan memperoleh data yang akan ditampilkan di tabel 4.1

Tabel 1. Pengujian pembacaan kandungan gas LPG <300 ppm.

Kadara Gas Terhadap Sensor	Sistem Pengukur Gas
0ppm	Tidak Terbaca
50ppm	Tidak Terbaca
100ppm	Tidak Terbaca
150ppm	Tidak Terbaca
200ppm	Tidak Terbaca
299ppm	Tidak Terbaca

Pembacaan Kandungan Gas LPG (>600ppm), dilakukan ketika kadar gas LPG lebih dari 600 ppm. Pada kadar ini, akan ditampilkan pada sistem bahwa kandungan gas LPG melebihi 600 ppm, yang mana dapat dikatakan tidak aman, dan buzzer akan berbunyi panjang. Hasil percobaan menunjukkan hasil yang tertera di tabel 4.2

Tabel 2. pengujian Pembacaan Kandungan Gas LPG (>600).

Kadar Gas Terhadap Sensor	Sistem Pengukur Gas
700ppm	Terbaca
800ppm	Terbaca
900ppm	Terbaca

Penelitian ini menunjukkan alat pendeteksi kebocoran gas LPG yang berbasis Arduino berhasil dirancang dan diuji. Sistem ini dapat memberikan notifikasi suara melalui buzzer ketika terjadi kebocoran gas. Hal ini sejalan dengan penelitian (Priyambodo & Sinaga, 2019), dalam penelitian tersebut data dari sensor diproses melalui NodeMCU dan hasilnya ditampilkan pada LCD maupun smartphone berbasis aplikasi Android. Sensor akan menunjukkan kondisi aman apabila tidak terdeteksi adanya kandungan gas. Selain itu, penelitian lain oleh (Efan et al., 2023) juga memiliki relevansi. Pada penelitian tersebut digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama input dan output. Bagian input terdiri dari sensor MQ-2, sedangkan output meliputi LED, buzzer, dan solenoid valve. Sensor MQ-2 berfungsi mendeteksi keberadaan gas, kemudian ESP32 mengaktifkan indikator LED, buzzer, serta menutup aliran gas melalui solenoid valve, sekaligus mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi WhatsApp.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini memberikan notifikasi berupa suara melalui buzzer apabila ditemukan kebocoran gas LPG. Dari hasil perancangan dan pengujian, diperoleh kesimpulan antara lain: (a) Telah berhasil dirancang dan diuji alat untuk mendeteksi kebocoran gas LPG, dan hasil pengujian menunjukkan kinerja yang sesuai dengan rancangan. (b) Jika konsentrasi gas LPG di udara lebih dari 600 ppm, sensor mampu mendeteksi adanya kebocoran. Dalam kondisi tersebut, pengguna akan memperoleh notifikasi berupa bunyi buzzer, serta solenoid valve akan menutup aliran gas. Sistem ini diharapkan dapat meminimalkan risiko ledakan pada tabung di lingkungan masyarakat. (c) Kadar gas LPG dapat diketahui melalui sensor yang merespons perubahan konsentrasi gas di udara. Data dari sensor diproses untuk menghasilkan nilai dalam satuan ppm. Oleh karena itu, kalibrasi sensor yang tepat sangat diperlukan guna menjamin keakuratan hasil pengukuran.

Saran

Saran yang dapat diberikan dalam pengembangan serta optimalisasi sistem di masa depan antara lain: (a) Sistem dapat dikembangkan dengan integrasi aplikasi Android sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh secara lebih praktis. (b) Menambahkan kipas atau fan yang diarahkan keluar ruangan, sehingga udara yang mengandung gas dapat segera dialirkan keluar dan mengurangi risiko bahaya.

DAFTAR REFERENSI

- 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>
- Awal, H. (2023). Implementasi sistem informasi pelayanan publik pada Puskesmas Kambang berbasis web. *Jurnal Sains Informatika Terapan*, 2(1), 31–37. <https://doi.org/10.62357/jsit.v2i1.185>
- Efan, M., Santoso, K. A., & Mufit, C. (2023). Rancang bangun sistem deteksi kebocoran gas LPG pada rumah tangga berbasis IoT. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 8(2), 65–73. <https://doi.org/10.52447/jkte.v8i2.6751>
- Hartama, D., Kirana, I. O., Gunawan, I., & Sumarno, S. (2022). Rancang bangun alat pendeteksi kebocoran pada tabung gas menggunakan Arduino berbasis SMS. *Krisnadana Journal*, 1(3), 48–58. <https://doi.org/10.58982/krisnadana.v1i3.178>
- Inggi, R., & Pangala, J. (2021). Perancangan alat pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-2 berbasis Arduino. *Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, 6(1), 12–22. <https://doi.org/10.51717/simkom.v6i1.51>
- Jordan, A. T., Purwanto, E., & Pradana, A. I. (2025). Implementasi IoT untuk deteksi kebocoran gas dan peringatan dini di rumah tangga. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 5(3), 7716–7731.
- Khakim, L., Afriliana, I., Nurohim, N., & Rakhman, A. (2022). Proteksi kebocoran gas LPG rumah tangga berbasis mikrokontroler. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 11(1), 40–47. <https://doi.org/10.34010/komputika.v11i1.4977>
- Patchmuthu, R. K., Wan, A. T., & Yaya, M. H. M. (2023). Smart LPG usage and leakage detection using IoT and mobile application. *International Journal of Systems, Control and Communications*, 14(1), 1–21. <https://doi.org/10.1504/IJSCC.2023.127491>
- Perdana, M. E. F. (2024). Rancang bangun sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Arduino Uno. *STMIK Widya Cipta Dharma*.
- Priyambodo, S., & Sinaga, J. A. (2019). Purwapupa alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis IoT (Internet of Things) dengan indikator monitor jarak jauh berbasis platform NodeMCU. *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri*, 356–363.
- Risal, A., Ulum, M., & Ubaidillah, A. (2019). Alat pencuci tangan otomatis dengan air, sabun cair, dan handdryer menggunakan metode skin detection. *SinarFe7*, 2(1), 102–107.

- Salamah, K. S., & Anwar, S. (2021). Rancang bangun sistem pendeteksi banjir otomatis berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(1), 40. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i1.008>
- Siswanto, S., & Bahari, F. R. (2024). Implementasi sistem keamanan kendaraan bermotor menggunakan GPS berbasis IoT. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 9(2), 215–221. <https://doi.org/10.30998/string.v9i2.25928>
- Susilo, I. N., & Cahyono, D. (2025). Perancangan platform digital administrasi desa berbasis web melalui pengujian UML di Balai Desa Warungering. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (Jinteks)*, 7(2), 995–1004. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v7i2.6039>
- Wiguna, A. R. (2020). Analisis cara kerja sensor ultrasonic dan motor servo menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk pengusir hama disawah. *OSF PREPR*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/tja9f>
- Yolanda, A., Anshar, C. N., & Ridal, Y. (2025). Analisis sistem proteksi generator menggunakan over current relay di PLTA Singkarak. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 6(1), 78–89.