

Implementasi Pembuatan Sensor Deteksi Kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) Berbasis Arduino

Muhammad Ilham Sayogi^{1*}, Ahmad Aftah Syukron²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama, Kebumen, Indonesia

Korespondensi Korespondensi: ilhamsayogi9303@gmail.com

Abstrak– Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan alat deteksi dini kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) berbasis Arduino yang efektif dan ekonomis, studi ini mengembangkan sensor yang telah diciptakan sebelumnya oleh para peneliti terdahulu. Studi yang dilakukan adalah jenis penelitian riset eksperimental dengan strategi penelitian menggunakan metode *design and creation*. Hasil dari penelitian pengembangan berupa alat detektor kebocoran gas LPG “*Implementasi Pembuatan Sensor Deteksi Kebocoran Liquefied Petroleum Gas (LPG) Berbasis Arduino*” dilengkapi dengan pengamanan ganda otomatis. Peneliti berhasil mengembangkan alat deteksi dini kebocoran gas yang efektif dan efisien, dapat ditunjukkan bahwa sistem deteksi dini kebocoran gas memiliki hasil yang sesuai dengan apa yang diharapkan penulis. Berdasarkan uji coba secara langsung kepada masyarakat pengguna bahan bakar gas melalui metode *System Usability Scale* didapatkan hasil nilai rata-rata efektivitas 81, sehingga sistem deteksi kebocoran gas LPG memiliki tingkat efektivitas grade A.

Kata kunci: Energi, LPG, Arduino, *System Usability Scale*, Mikrokontroler

Abstract– This study aims to implement an effective and economical Arduino-based Liquefied Petroleum Gas (LPG) leak early detection tool, this study develops sensors that have been previously created by previous researchers. The study conducted is a type of experimental research with a research strategy using the design and creation method. The results of the development research are in the form of an LPG gas leak detector “*Implementation of Making an Arduino-Based Liquefied Petroleum Gas (LPG) Leak Detection Sensor*” equipped with automatic double safety. Researchers have succeeded in developing an effective and efficient gas leak early detection tool, it can be shown that the gas leak early detection system has results that are in accordance with what the author expects. Based on direct trials to the community of gas fuel users through the *System Usability Scale* method, the effectiveness was obtained with a score of 81, so that the LPG gas leak detection system has a grade A effectiveness level.

Keywords: Energy, LPG, Arduino, *System Usability Scale*, Microcontroller

1. PENDAHULUAN

Energi saat ini merupakan kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Selama ini kebutuhan energi masyarakat hanya bergantung pada alam khususnya fosil dan minyak bumi yang bersifat terbatas, maka dari itu penggunaannya harus dikurangi dengan beralih pada sumber daya alam yang melimpah seperti energi gas alam [1]. Pemerintah RI memberlakukan kebijakan untuk mengganti pemakaian minyak tanah ke pemakaian gas *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sejak tahun 2007 dengan tujuan untuk menekan subsidi BBM [2]. Energi gas sangat bermanfaat pada kehidupan bermasyarakat, pada skala rumah tangga gas dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah yang mulai sulit ditemukan, gas juga dimanfaatkan pada industri dan medis. Gas LPG mengandung berbagai senyawa antara lain propan (C_3H_8), propilen (C_3H_6), butilen (C_4H_8), iso-butan (C_4H_{10}) serta beberapa fraksi gas yang lebih ringan (C_2) dan yang lebih berat (C_5) [3]. LPG memiliki nilai kalor sebesar 47081 kJ/kg. Rasio volume gas yang menguap dengan gas dalam keadaan cair memiliki variasi yang bergantung pada tekanan, komposisi, serta suhu [4].

Pemanfaatan energi gas dapat memiliki dampak positif dan negatif, dampak positifnya adalah dapat meningkatkan efektivitas hasil panas yang lebih bersih dan dapat mengurangi pencemaran udara sedangkan dampak negatifnya adalah bahan bakar gas bersifat mudah terbakar yang dapat memicu ledakan dan kebakaran [5]. Dengan demikian suatu mekanisme deteksi dini kebocoran gas LPG menjadi perhatian penting untuk meminimalisir bencana kebakaran. Terciptanya perangkat yang efektif dan ekonomis untuk menghindari kerugian akibat kebakaran dilengkapi dengan kemampuan dapat mendeteksi kebocoran gas LPG secara dini, rancangan prototipe dengan menggunakan MQ-2 sensor sebagai pendeteksi gas berbasis Arduino [6]. Prototipe detektor kebocoran gas LPG yang efisien dan ekonomis memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno R3, merupakan *board* mikrokontroler berbasis *open source* dengan dilengkapi pin *input/output* (I/O) digital serta analog memungkinkan untuk diintegrasikan dengan perangkat lain.

Arduino dengan kemudahan program, hapus program, serta diprogram ulang kapanpun diperkenalkan pada tahun 2005 dengan basis mikrokontroler, dengan tujuan untuk mempermudah pengaplikasian piranti elektronik pada bidang apa saja [7]. Salah satu perusahaan yang memproduksi *Board* Arduino yang berbasis mikrokontroler adalah perusahaan Atmel, salah satu contoh produknya adalah Arduino uno dengan tipe Atmega328P [8]. Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah *software open-source* dari arduino yang digunakan untuk mempermudah penulisan kode serta



mengirimkannya pada *board*. Memiliki fitur yang dapat digunakan pada penulisan kode program seperti *cut, copy, paste, searching, replace text* dan lain sebagainya [9]. *Board* Arduino dapat berfungsi dengan suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Apabila suplai kurang dari 7V, kestabilan *board* arduino mungkin terganggu. Sebaliknya, apabila pengguna menggunakan suplai dengan *voltase* lebih besar dari 12V, voltage regulator mengalami panas berlebih serta berisiko merusak *board* Arduino. Oleh karena itu, rentang tegangan yang direkomendasikan adalah 7 hingga 12 Volt [10].

Salah satu teknik *usability* yang dapat diterapkan dalam menilai sebuah sistem adalah *System Usability Scale* (SUS). SUS adalah salah satu teknik yang dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986, metode SUS dapat dimanfaatkan untuk menilai *usability* dalam berbagai produk termasuk sistem elektronika. Teknik ini juga mudah dimengerti dengan hasil skala 0-100, tersedia tanpa biaya, terbukti valid dan dapat diandalkan, terdiri sepuluh pertanyaan dengan opsi jawaban sangat tidak setuju, tidak setuju, netral, setuju, dan sangat setuju. Metode ini telah terbukti sebagai salah satu teknik *usability* yang bernilai, tepat dan kuat [11]. Alasan pemilihan teknik pengujian menggunakan SUS adalah karena metode ini telah teruji dan terbukti dapat diandalkan untuk menilai *usability* sebuah sistem dengan standar industri.

Penelitian terdahulu sudah banyak yang meneliti tentang sistem deteksi kebocoran gas LPG, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pandega dan Marcos [12] dengan judul perancangan prototipe deteksi kebocoran gas menggunakan sensor MQ-6 untuk rumah tangga. Penelitian ini menghasilkan prototipe deteksi kebocoran gas dengan sensor MQ-6, prototipe ini sensitif dengan gas heterogen, metana, LPG, karbon monoksida, alkohol dan propana yang siap direalisasikan.

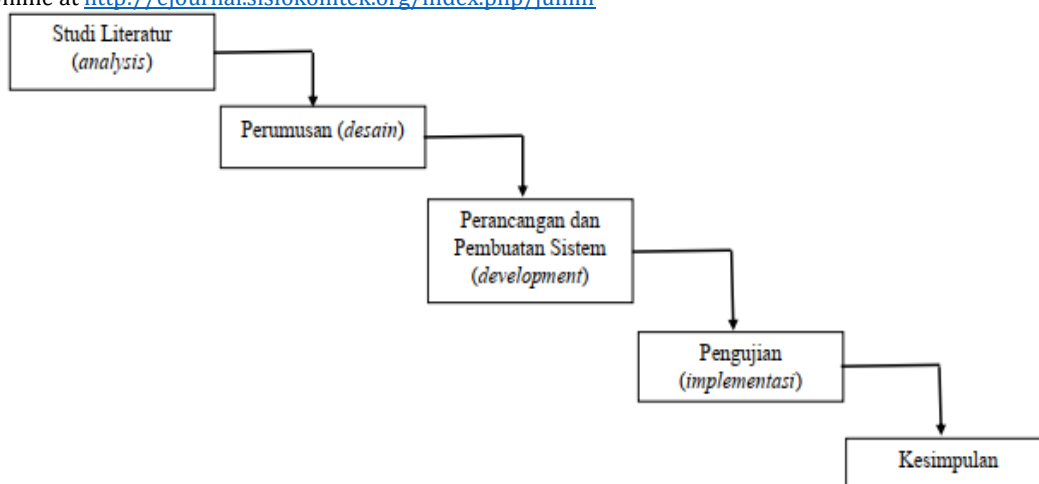
Pada penelitian Khairyansyah [13] berjudul deteksi kebocoran gas menggunakan sensor MQ2 berbasis wemos d1 mini. Hasil penelitian adalah sistem detektor telah berhasil dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Sensor mampu mendeteksi kadar gas disekitar, wemos d1 mini berfungsi untuk mengirimkan data melalui wi-fi yang terkoneksi dengan aplikasi blynk untuk mengirimkan notifikasi apabila kadar gas diatas batas yang telah ditentukan.

Penelitian oleh Hakim dan Yonatan [14] berjudul deteksi kebocoran gas LPG menggunakan detektor Arduino dengan algoritma fuzzy logic mandani. Hasil dari penelitian tersebut membahas alat detektor gas LPG yang mampu mendeteksi kadar gas <300 dengan jarak 2cm dari tabung gas, alat ini dilengkapi dengan flame detektor serta dapat mengirim SMS kepada pengguna.

Maka, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan alat deteksi dini kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) berbasis Arduino dengan efektif dan ekonomis, studi ini mengembangkan sensor yang telah diciptakan sebelumnya oleh para peneliti terdahulu. Penelitian pengembangan yang dilakukan penulis akan merancang sistem pendeteksi kebocoran gas *liquified petroleum gas* (LPG) berbasis Arduino uno yang dilengkapi dengan pengaman ganda otomatis pada selang, memanfaatkan sensor MQ-2 dengan dilengkapi *buzzer* sebagai alarm, LCD sebagai penampil informasi pada saat terjadi kebocoran gas LPG, dan *solenoid valve* sebagai pengaman ganda pada selang jika sensor mendeteksi adanya kadar gas berlebih.

2. METODE PENELITIAN

Studi yang dilakukan adalah jenis penelitian riset eksperimental dengan strategi penelitian menggunakan metode *design and creation*. Penelitian eksperimental adalah metode yang digunakan untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel melalui eksperimen atau perlakuan tertentu. Dalam buku *Researching Information Systems and Computing* yang ditulis oleh Briony J Oates dijelaskan bahwa *Design and Creation* adalah kombinasi antara metodologi penelitian dan metodologi pengembangan aplikasi [15]. Penelitian pengembangan ini dilaksanakan pada rumah penulis yang berada di Desa Sokayasa RT 01 RW 02, Banjarnegara, Banjarnegara, Jawa Tengah. Penelitian pengembangan dilaksanakan oleh penulis dalam waktu 3 bulan, dimulai pada Desember 2024 sampai Maret 2025. Tahapan pengembangan ini antara lain *analysis, desain, development, implementasi*, dan kesimpulan. Tahapan penelitian yang lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

SUS adalah teknik paling efektif untuk mencari data yang akurat serta memberikan nilai yang tepat dan jelas melalui kuesioner. Pada penerapannya, penilaian kuesioner dengan skala likert 1 sampai 5, penjelasan setiap skala dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Skala Likert

Skala	Keterangan
1	Sangat tidak setuju
2	Tidak setuju
3	Netral
4	Setuju
5	Sangat setuju

Dalam menghitung nilai SUS memiliki beberapa ketentuan, dibawah ini merupakan ketentuan-ketentuan untuk menghitung nilai SUS pada kuesioner:

1. Soal dengan nomor 1, 3, 5, 7, dan 9, nilai responden dikurangkan dengan 1
2. Soal dengan nomor 2, 4, 6, 8, dan 10, nilai 5 dikurangi nilai responden.
3. Nilai SUS adalah hasil dari 2,5 dikalikan hasil dari penjumlahan nilai setiap soal.

Teknik SUS memiliki rumus untuk menghitung nilai akhir kuesioner, antara lain:

$$\bar{x} = \sum x / n$$

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata

$\sum x$ = Jumlah nilai SUS

n = Jumlah Responden

Pembobotan nilai SUS dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pembobotan Nilai

Skor SUS	Grade	Tingkat Keefektifan
>80.3	A	Excellent
68-80.3	B	Good
68	C	Okay
51-67	D	Poor
<51	E	Awfull

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 LPG (Liquefied Petroleum Gas)



LPG merupakan gas cair yang dikenal sebagai gas Elpiji, memiliki campuran zat yang mudah terbakar terdiri dari gas hidrokarbon seperti propana, butana, dan propilena. Gas ini berubah menjadi cair dengan meningkatkan tekanan dan menurunkan suhu.

3.2 MQ-2

MQ 2 adalah sensor gas monoksida, memiliki fungsi untuk mendeteksi adanya gas LPG, MQ-2 memiliki respon yang cepat serta tingkat sensitivitas tinggi. MQ-2 menghasilkan keluaran sinyal analog, memiliki tegangan 5V DC, jika terdeteksi adanya gas maka, resistensi sensor akan berubah, *output* dari MQ-2 berhubungan pada pin analog pada mikrokontroler, kemudian Arduino akan menampilkan dalam bentuk sinyal digital.

3.3 Arduino

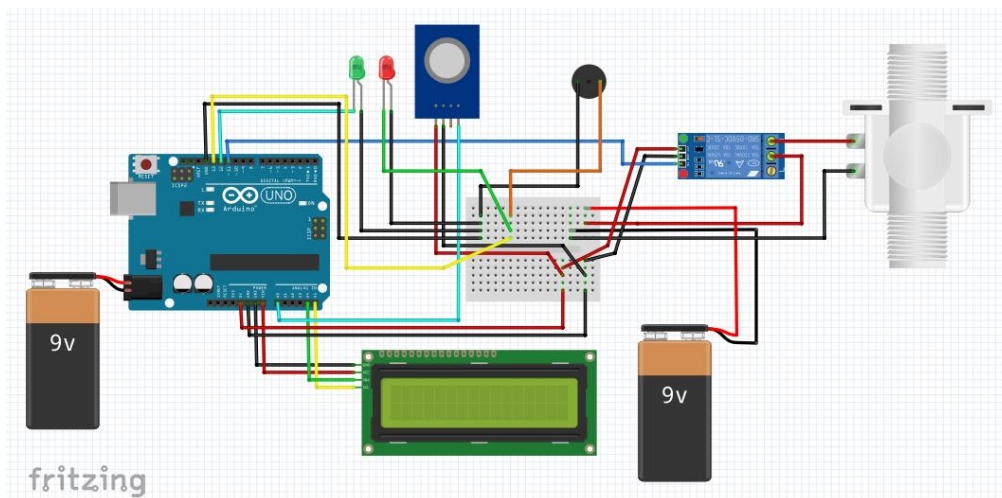
Arduino merupakan kombinasi *hardware* dan *software* yang dapat memungkinkan siapa saja merancang prototipe suatu rangkaian elektronika berbasis mikrokontroler dengan cepat dan mudah. Arduino didefinisikan sebagai platform elektronik terbuka, yang mengandalkan *software* dan *hardware* fleksibel serta mudah diterapkan.

3.4 Solenoid Valve

Solenoid valve ini adalah kesatuan alat dari suatu pengaturan yang secara langsung mengontrol besaran proses agar berada pada nilai yang ditentukan sesuai dengan perintah dari mikrontroler (arduino) [16]. Dalam penelitian ini, *solenoid valve* digunakan untuk mengatur keran gas otomatis, yang akan menutup saat terjadi kebocoran gas dan akan terbuka kembali apabila kadar gas menurun.

3.5 Rancangan Sistem Deteksi Dini Kebocoran Gas LPG

Rancangan sistem deteksi kebocoran gas LPG mencakup beberapa komponen utama, mulai dari *Hardware* hingga *Software*. Sistem ini bertujuan untuk mendeteksi dini kebocoran gas LPG serta memberikan peringatan yang memadai agar dapat mencegah potensi kerugian lebih lanjut. Sistem tidak hanya meningkatkan keamanan pengguna, sistem ini juga memberikan rasa aman bagi penghuni rumah. Ilustrasi rancangan sistem deteksi dini kebocoran gas LPG berbasis Arduino pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Sistem Deteksi Kebocoran Gas LPG

3.6 Skema Rancangan

Skema rancangan sistem deteksi dini kebocoran gas LPG dapat dilihat pada tabel 3.

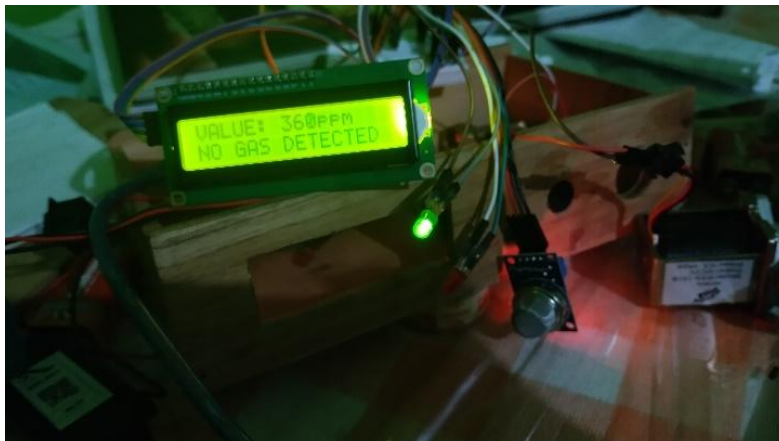
Tabel 3. Skema Rancangan Sistem Deteksi Dini Kebocoran Gas

Alat	Input	Output
Rancangan MQ-2	GND MQ-2 VCC MQ-2 A0 MQ-2	ke pin GND Arduino ke pin 5V Arduino ke pin A0 Arduino
Rancangan LCD	GND LCD	ke pin GND Arduino

	VCC LCD	ke pin Vin Arduino
	SDA LCD	ke pin A4 Arduino
	SCL LCD	ke pin A5 Arduino
Rancangan Relay	GND relay	ke pin GND Arduino
	VCC relay	ke pin 5V Arduino
	IN 1 relay	ke pin 11 Arduino
	Pin positif output relay	ke titik positif baterai 2
Rancangan LED, Buzzer, Solenoid Valve	Pin anoda LED merah	ke pin 13 Arduino
	Pin katoda LED merah	ke pin GND Arduino
	Pin anoda LED hijau	ke pin 12 Arduino
	Pin katoda LED hijau	ke pin GND Arduino
	Pin positif <i>buzzer</i>	ke pin 13 Arduino
	Pin negatif <i>buzzer</i>	ke pin GND Arduino
	Pin positif <i>Solenoid valve</i>	ke pin output relay
	Pin negatif <i>Solenoid valve</i>	ke titik negatif baterai 2
	Baterai 1 sebagai power	untuk Arduino

3.7 Pengujian Sistem

Setelah semua komponen telah terhubung dengan sempurna serta mikrokontroler telah diprogram. Pengujian dilakukan dengan menggunakan gas korak api sebagai simulasi kebocoran untuk mengaktifkan sensor MQ-2, seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Kondisi Normal Sistem

Ketika sensor aktif serta mikrokontroler bekerja, pada LCD menampilkan informasi ada maupun tidaknya paparan gas disekitar sistem, LED warna hijau menyala dalam keadaan normal. Jika terdeteksi adanya kadar gas, *buzzer* dan LED warna merah aktif serta *solenoid valve* menutup, LED warna hijau non aktif seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Kondisi Sistem Bekerja

Hasil dari pengujian yang dilakukan oleh peneliti untuk pengoperasian alat deteksi dini kebocoran gas pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sistem

Sistem	Gas (PPM)	Hasil
Aktif	< 500 PPM	LED warna hijau menyala, <i>Solenoid valve</i> membuka serta <i>buzzer</i> dan LED warna merah non aktif.
Aktif	> 500 PPM	LED warna hijau non aktif, <i>Solenoid valve</i> menutup, serta <i>buzzer</i> dan LED warna merah aktif.

Setelah kuesioner dibagikan penulis dan dikembalikan oleh responden, langkah berikutnya yaitu melakukan proses perhitungan terhadap setiap data kuesioner dari masing-masing responden. Hasil perhitungan data responden seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Skor SUS Sistem Deteksi Dini Kebocoran Gas LPG

Responden	Hasil		Responden	Hasil	
	Nilai	Jumlah		Nilai	Jumlah
R1	34	85	R17	32	80
R2	32	80	R18	34	85
R3	36	90	R19	34	85
R4	32	80	R20	30	75
R5	32	80	R21	28	70
R6	32	80	R22	34	85
R7	30	75	R23	30	75
R8	32	80	R24	32	80
R9	32	80	R25	34	85
R10	36	90	R26	32	80
R11	32	80	R27	32	80
R12	34	85	R28	34	85
R13	30	75	R29	30	75
R14	36	90	R30	34	85
R15	32	80	R31	34	85
R16	32	80			
Skor Rata-Rata					
81					

Perhitungan menghasilkan nilai rata-rata SUS adalah 81 untuk sistem deteksi dini kebocoran gas LPG. Berdasarkan hasil data pada nilai rata-rata tersebut dapat dilakukan analisis menggunakan skala interpretasi hasil skor SUS, seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Interpretasi Data Sistem Deteksi Dini Kebocoran Gas LPG

Skor SUS	Grade	Tingkat Keefektifan
>80.3	A	<i>Excellent</i>

3.8 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menghasilkan sistem deteksi dini kebocoran gas dengan menggunakan sensor MQ-2 yang efektif untuk mendeteksi kadar gas, sejalan dengan pendapat [13] bahwa sensor MQ-2 sangat efektif mampu mendeteksi kadar gas seperti LPG, asap, dan CO dengan tingkat sensitifitas tinggi.





Pada penelitian ini menambahkan inovasi baru berupa pengaman otomatis yang dipasangkan pada selang gas untuk meminimalisir terjadinya bencana kebakaran oleh kebocoran gas. Hal ini melengkapi penelitian [12] yang hanya menggunakan *buzzer*, LED, dan LCD sebagai indikator dan peringatan pada sistem.

Studi ini juga memiliki tingkat keamanan cukup tinggi, dengan adanya *solenoid valve* sebagai pengaman ganda yang akan membuka dan menutup otomatis jika terdeteksi kadar gas berlebih, mendukung studi [14] yang mengemukakan pentingnya pengaman ganda pada suatu sistem. Perbedaan utama studi ini adalah pada pengaman ganda yang digunakan.

4 KESIMPULAN

Penelitian pengembangan yang dilakukan oleh penulis telah berhasil mengembangkan alat deteksi dini kebocoran gas yang efektif dan efisien, dapat ditunjukkan bahwa sistem deteksi dini kebocoran gas memiliki hasil yang sesuai dengan apa yang diharapkan penulis, mampu mendeteksi kadar gas sesuai dengan perintah yang sebelumnya telah terprogram pada Arduino. Dalam keadaan normal sensor mendeteksi kadar gas dibawah 500 ppm, LED warna hijau menyala serta katup *solenoid valve* membuka. Sebaliknya, dalam keadaan bahaya jika sensor mendeteksi kadar gas diatas 500 ppm, maka LED warna hijau akan mati dan katup *solenoid valve* langsung menutup sehingga aliran gas akan terputus. *Buzzer* serta LED warna merah menyala sebagai tanda ataupun alarm.

Sistem deteksi dini kebocoran gas ini memiliki tingkat efektivitas yang cukup tinggi, berdasarkan uji coba secara langsung kepada masyarakat pengguna bahan bakar gas melalui metode *System Usability Scale* didapatkan hasil skor rata-rata efektivitas grade A dengan skor 81. Berdasarkan penelitian ini sangat dianjurkan masyarakat pengguna bahan bakar gas memiliki alat deteksi dini kebocoran gas untuk meminimalisir terjadinya musibah kebakaran akibat dari kebocoran gas LPG.

Berdasarkan data yang diperoleh, penelitian pengembangan ini memperkuat klaim sistem deteksi dini kebocoran gas LPG berbasis Arduino menjadi suatu sistem yang relevan bagi masyarakat untuk meningkatkan keamanan dalam penggunaan gas LPG sehari-hari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis curahkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan artikel dengan judul "Implementasi Pembuatan Sensor Deteksi Kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) Berbasis Arduino". Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, dosen pembimbing bapak Ahmad Aftah Syukron, M.Si atas bimbingan serta dukungannya. Terimakasih tidak lupa penulis haturkan pada kedua orang tua yang selalu memberikan *support* serta doa, semoga semua kebaikan tersebut dapat tercatat sebagai amal baik dihadapan Allah SWT.

REFERENCES

- [1] I. Yudarsih, "Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Berbasis Arduino," *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., vol. 4, no. 1, pp. 130–137, 2021.
- [2] D. B. Ginting and M. Ali, "Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Akselerator: Jurnal Sains Terapan dan ...*, vol. 4, no. 41, pp. 53–62, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.ubd.ac.id/index.php/aksel/article/download/1916/1194>
- [3] S. Sembiring, R. L. Panjaitan, S. Susianto, and A. Altway, "Pemanfaatan Gas Alam sebagai LPG (Liquified Petroleum Gas)," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 8, no. 2, 2020, doi: 10.12962/j23373539.v8i2.47079.
- [4] M. E. Novianandra and S. Karim, "SISTEM DETEKSI KEBOCORAN GAS LPG MENGGUNAKAN WEMOS D1 R1 DENGAN SENSOR MQ-2 Muhammad," vol. 16, no. 2, pp. 190–199, 2022.
- [5] N. Hidayat, S. Hidayat, N. A. Pramono, and U. Nadirah, "Sistem Deteksi Kebocoran Gas Sederhana Berbasis Arduino Uno," *Rekayasa*, vol. 13, no. 2, pp. 181–186, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i2.6737.
- [6] N. Husin, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Berbasis Arduino Uno dengan Mq-2 Sederhana," *Jurnal Esensi Infokom: Jurnal Esensi Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2022, doi: 10.55886/infokom.v5i1.290.
- [7] R. A. Pratama and I. Permana, "Simulasi Permodelan Menggunakan Sensor Suhu Berbasis Arduino," *Edu Elekrika Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 7–12, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.15294/eej.v10i1.47112>
- [8] A. Noor, "Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Turbidity Sensor Dan Arduino Berbasis Web Mobile," *Joutica*, vol. 5, no. 1, p. 316, 2020, doi: 10.30736/jti.v5i1.329.





- [9] M. T. Damanik, S. Sumarno, I. O. Kirana, I. Gunawan, and I. Irawan, "Sistem Monitoring Alat Pendeteksi Kebisingan Suara di Perpustakaan Stikom Tunas Bangsa Pematangsiantar Berbasis Mikorokontroller Arduino Uno," *Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 2, no. 1, pp. 79–86, 2022, doi: 10.54082/jupin.58.
- [10] sunardi, G. Toldo, and A. Triyanto, "Rancang Bangun Mesin Listrik Pemotong Rumput Menggunakan Control Arduino," *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, vol. 1, no. 03, pp. 271–282, 2022.
- [11] S. Aisyah, E. Saputra, N. Evrilyan Rozanda, and T. Khairil Ahsyar, "Evaluasi Usability Website Dinas Pendidikan Provinsi Riau Menggunakan Metode System Usability Scale," *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 125–132, 2021.
- [12] D. M. Pandega and H. Marcos, "Perancangan Prototipe Deteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor Mq-6 Untuk Rumah Tangga," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.33365/jtikom.v4i1.2333.
- [13] S. R. Khairyansyah, K. K. Nurshofa, and D. S. Amelia, "Deteksi Kebocoran Gas menggunakan Sensor MQ2 berbasis WeMos D1 Mini," *JTMEI : Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 4, 2024.
- [14] L. Hakim and V. Yonatan, "Deteksi Kebocoran Gas LPG menggunakan Detektor Arduino dengan algoritma Fuzzy Logic Mandani," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 1, no. 2, pp. 114–121, 2017, doi: 10.29207/resti.v1i2.35.
- [15] E. Trivaika and M. A. Senubekti, "Perancangan Aplikasi Pengelola Keuangan Pribadi Berbasis Android," *Nuansa Informatika*, vol. 16, no. 1, pp. 33–40, 2022, doi: 10.25134/nuansa.v16i1.4670.
- [16] N. A. M. Siregar, M. Z. Haq, and M. Putri, "Studi Dampak Penggunaan Inductive Proximity Terhadap System Solenoid Valve Di Pt Unilever Oleochemical Indonesia," *Majalah Iptek Politeknik Negeri ...*, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.polmed.ac.id/index.php/polimedia/article/view/1626%0Ahttps://ojs.polmed.ac.id/index.php/polimedia/article/download/1626/836>