

Alat Deteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno

Heri Purwanto^{*1}, Alifudin Nuryansyah Putra², Diqy Fakhrun Shiddieq³, Teguh Wiharko⁴

¹Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

²Program Studi Manajemen Informatika, Institut Digital Ekonomi LPKIA

³Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi, Universitas Garut

⁴Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

Email: ^{*1}heri.purwanto@usbypkp.ac.id, ²yansyah.nur1@gmail.com, ³diqy@uniga.ac.id,

⁴teguh.wiharko@usbypkp.ac.id

(Naskah masuk: 06 Maret 2023, diterima untuk diterbitkan: 03 Agustus 2023)

Abstrak: Penggunaan LPG tertinggi di Indonesia saat ini digunakan oleh rumah tangga dengan presentase yang terus meningkat setiap tahunnya karena LPG merupakan bahan bakar yang mudah ditemukan dan terjangkau di kalangan rumah tangga khususnya untuk ekonomi menengah kebawah. Namun dibalik tingginya penggunaan LPG, masih banyak masyarakat yang menghiraukan risiko kebocoran gas. Penelitian ini bertujuan merancang prototype untuk mendeteksi adanya kebocoran gas, asap, atau api di dapur dengan memanfaatkan Exhaust Fan untuk membuang gas atau asap yang terdeteksi. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah ADDIE yaitu model pengembangan efektif yang menuntut kesesuaian antara pendekatan yang digunakan dengan produk yang akan dihasilkan. Alat pendeteksi dirancang dan direalisasikan menggunakan sistem kendali Mikrokontroller Arduino Uno dengan sensor MQ-2. Sensor MQ-2 dan sensor Flame Detector mendeteksi adanya kebocoran gas, asap, atau api dan mengirimkan data kepada Arduino Uno agar Buzzer, Layar LCD, dan Exhaust Fan dapat menyala diikuti display status bahaya dan kadar gas disekitaran alat. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sensor MQ-2 dapat mendeteksi gas dalam waktu 2.9 detik untuk kadar gas >300 ppm, asap dengan kadar >200 ppm terdeteksi dalam 2.25 detik, dan sensor flame detector dapat mendeteksi api dari jarak maksimal 30cm dalam waktu 0.61 detik.

Kata Kunci – ADDIE; Arduino Uno; Sensor MQ-2; Sensor Api; Sensor Gas atau Asap

Gas Leak Detection Tool Using MQ-2 Sensor Based on Arduino Uno

Abstract: The highest use of LPG in Indonesia is currently used by households with a percentage that continues to increase every year because LPG is a fuel that is easy to find and affordable among households, especially for the lower middle class economy. However, despite the high use of LPG, many people still ignore the risk of gas leaks. This research aims to design a prototype to detect gas, smoke or fire leaks in the kitchen by utilizing an Exhaust Fan to remove the detected gas or smoke. The methodology used in this research is ADDIE, namely an effective development model that requires compatibility between the approach used and the product to be produced. The detection tool was designed and realized using an Arduino Uno microcontroller control system with an MQ-2 sensor. The MQ-2 sensor and Flame Detector sensor detect gas, smoke or fire leaks and send data to the Arduino Uno so that the Buzzer, LCD Screen and Exhaust Fan can light up followed by a display of the danger status and gas levels around the device. The test results show that the MQ-2 sensor can detect gas in 2.9 seconds for gas levels >300 ppm, smoke with levels >200 ppm is detected in 2.25 seconds, and the flame detector sensor can detect fire from a maximum distance of 30cm in 0.61 seconds.

Keywords – ADDIE; Arduino Uno; MQ-2 Sensor; Flame Sensor; Gas Sensor

1. PENDAHULUAN

Penggunaan LPG (*liquified petroleum gas*) sebagai bahan bakar utama masyarakat Indonesia merupakan fenomena penting akan keberhasilan program konversi minyak tanah ke LPG yang sukses diterapkan sejak tahun 2007 silam atas Keputusan Kementerian Energi dan Sumber Daya

Mineral, walaupun awalnya banyak yang menyangsikan program ini akan berhasil [1]. Program ini memiliki tujuan utama untuk mengurangi beban rakyat karena biaya produksi minyak tanah lebih tinggi dibanding dengan gas LPG sehingga biaya pemakaian LPG untuk keperluan memasak, misalnya, akan lebih murah [2]. Hingga saat ini, berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), diperoleh kesimpulan jika penggunaan LPG tertinggi di Indonesia digunakan oleh rumah tangga untuk memasak dengan presentase yang terus meningkat setiap tahunnya hingga mencapai 83.36% pada tahun 2021 [3], [4]. Data tersebut didukung oleh fakta jika saat ini LPG merupakan bahan bakar yang mudah ditemukan dan *relative* terjangkau di kalangan rumah tangga khususnya untuk ekonomi menengah kebawah [5].

Akan tetapi, dibalik tingginya penggunaan LPG untuk rumah tangga, ternyata masih banyak masyarakat yang menghiraukan risiko kebocoran gas yang sangat mungkin mengakibatkan permasalahan karena mengancam kesehatan dan keselamatan apabila terlambat saat penanggulangannya. Kebocoran gas tersebut dapat terjadi karena gas LPG di dalam tabung memiliki tekanan udara yang lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungannya, sehingga pemasangan regulator yang tidak tepat dapat memicu kebocoran gas [6]. Selain itu, faktor lain yang menyebabkan kebocoran gas dapat terjadi antara lain kualitas sealing ring tabung yang kurang baik, kualitas tabung gas, dan regulator yang tidak berstandar SNI [7]. Gas LPG yang mengalami kebocoran akan sangat berbahaya karena tidak terlihat, berbau, dan akan menyebar ke seluruh ruangan sehingga berpotensi menyebabkan keracunan dan kebakaran apabila dipicu oleh percikan api [8].

Seperti dilansir oleh news.detik.com, semburan api akibat kebocoran gas terjadi di Bogor Barat, Kota Medan menyebabkan lima orang mengalami luka bakar, dua diantaranya meninggal [9]. Kemudian, dilansir oleh merdeka.com telah terjadi kebakaran di Jalan Cilacap, Kecamatan Medan Belawan, Kota Medan pada Kamis (4/8). Kebakaran diduga akibat adanya kebocoran gas sehingga api dengan cepat menghanguskan enam rumah dan empat orang meninggal [10]. Selain itu, kebocoran gas telah menewaskan seorang TKW di Makaw akibat keracunan gas. Sebelumnya, kebocoran gas tersebut sudah pernah terjadi sebanyak dua kali, penghuni apartemen pun sudah pernah melaporkan hal tersebut, namun sayangnya tidak ada tindakan yang menyebabkan peristiwa naas tersebut terjadi [11].

Dalam upaya mengatasi kebocoran gas, terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diantaranya pendeteksi kebocoran gas menggunakan alat yang dikembangkan dengan sensor MQ-6 karena dapat mendeteksi gas dengan konsentrasi antara 200 – 10000 ppm [12]. Pada penelitian lain, sensor gas MQ-135 juga digunakan karena sensor ini memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya [13]. Selain itu, penggunaan sensor MQ-2 juga lebih sering digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas [14], [15], [16]. Selanjutnya, apabila sensor mendeteksi kebocoran gas, data akan diproses oleh Mikrokontroler [17] agar memberikan respon kepada Buzzer untuk menyalakan alarm [18], menampilkan status bahaya pada layar OLED [19], dan memberikan pesan status bahaya kepada pemilik rumah [20].

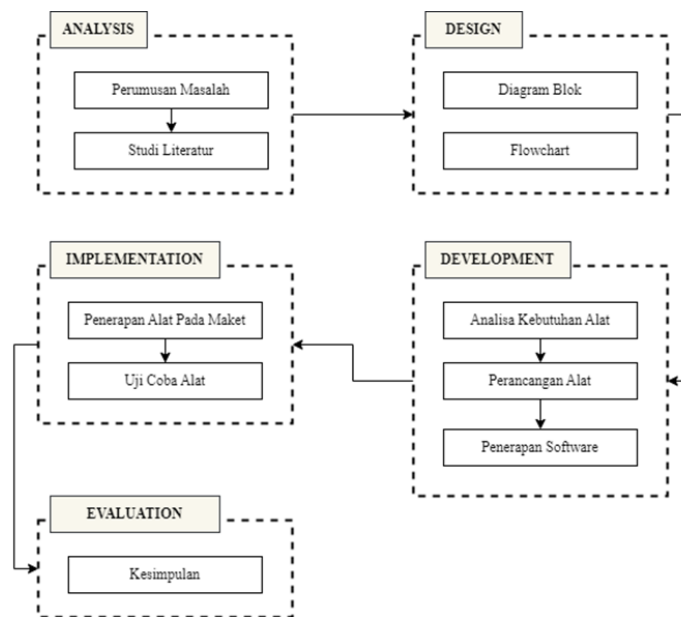
Berdasarkan beberapa penelitian di atas, masih sedikit penelitian mengenai pemanfaatan Exhaust Fan untuk mendeteksi kebocoran gas LPG. Dengan demikian, penggunaan Exhaust Fan akan menjadi gap research sekaligus novelty penelitian ini. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu merancang suatu prototype untuk mendeteksi adanya kebocoran gas, asap, atau api di dapur dengan memanfaatkan penggunaan Exhaust Fan untuk membuang gas atau asap yang terdeteksi untuk meminimalisir risiko keracunan dan kebakaran.

Alat pendeteksi akan dirancang dan direalisasikan dengan menggunakan sistem kendali Mikrokontroler Arduino Uno. Sensor yang akan digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas dan asap adalah sensor MQ-2 karena sudah teruji bekerja lebih efektif dibandingkan dengan sensor MQ-5 dan sensor MQ-135 [5]. Alat akan bekerja apabila sensor MQ-2 dan sensor Flame Detector mendeteksi adanya kebocoran gas, asap, atau api [21]. Kemudian sensor tersebut akan mengirimkan data kepada Arduino Uno agar Buzzer, Layar LCD, dan Exhaust Fan dapat menyala. Penggunaan Exhaust Fan di dalam suatu ruangan umumnya digunakan sebagai alat yang digunakan untuk menyaring udara, seperti udara pembarukan atau gas dari suatu ruangan yang bekerja dengan cara

mengeluarkan udara dari dalam ruangan [22]. Sejalan dengan pemanfaatan teknologi, Exhaust Fan digunakan untuk menjaga sirkulasi udara di dalam kamar pomp kapal Tanker dengan memanfaatkan sensor TGS 2600 untuk mendeteksi kandungan gas CO di dalam kamar [23], Exhaust Fan juga digunakan untuk mendeteksi asap rokok [24], dan fumes pada ruang pengelasan [25]. Oleh karena itu, penggunaan Exhaust Fan akan membantu untuk meningkatkan keamanan dan mengurangi kerugian akibat kebocoran gas.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian ADDIE (Analyse, Design, Development, Implementation, Evaluation). Metode penelitian ADDIE adalah model pengembangan efektif yang menuntut kesesuaian antara pendekatan yang digunakan dengan produk yang akan dihasilkan. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengembangkan sebuah produk yang teruji secara empiris [26].



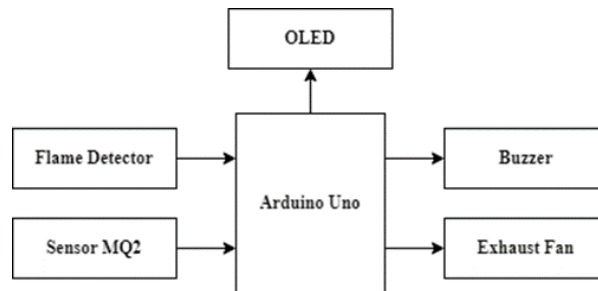
Gambar 1. Metodologi Penelitian ADDIE untuk Alat Deteksi Kebocoran Gas

1. Analysis, pada tahapan ini dilakukan perumusan masalah yang mendasari dan dilakukannya penelitian untuk mendeteksi kebocoran gas LPG. Perumusan masalah diperoleh dari hasil observasi melalui sumber literasi buku, jurnal, artikel di internet, dan dari studi literatur mengenai penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya untuk menemukan novelty dalam upaya memberikan pembaharuan yang lebih baik lagi untuk pencegahan kerugian akibat kebocoran gas.
2. Design, pada tahap ini dibuat skema diagram blok dan flowchart yang menjadi acuan dalam perancangan alat pendeteksi kebocoran gas LPG.
3. Development, tahap ini dilakukan penentuan komponen elektronika serta menyiapkan software pendukung pengembangan alat. Selanjutnya, komponen akan diintegrasikan menggunakan sistem yang dirancang pada software agar alat dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan, yaitu algoritma dari sistem berhasil mendeteksi masukan dari sensor dan dapat menampilkan output status bahaya.
4. Implementation. Setelah alat berhasil dirancang, pada tahapan ini dibuat maket dapur dan penerapan alat pada maket untuk memberikan gambaran visual mengenai area lokasi alat akan diletakan dengan skala yang tepat secara detail. Selanjutnya akan dilakukan pengujian dan pengambilan data uji coba perancangan alat.

5. Evaluation, pada proses ini dilakukan evaluasi alat dan sistem untuk mengetahui keberhasilan perancangan alat berdasarkan permasalahan yang sudah dibahas pada pendahuluan.

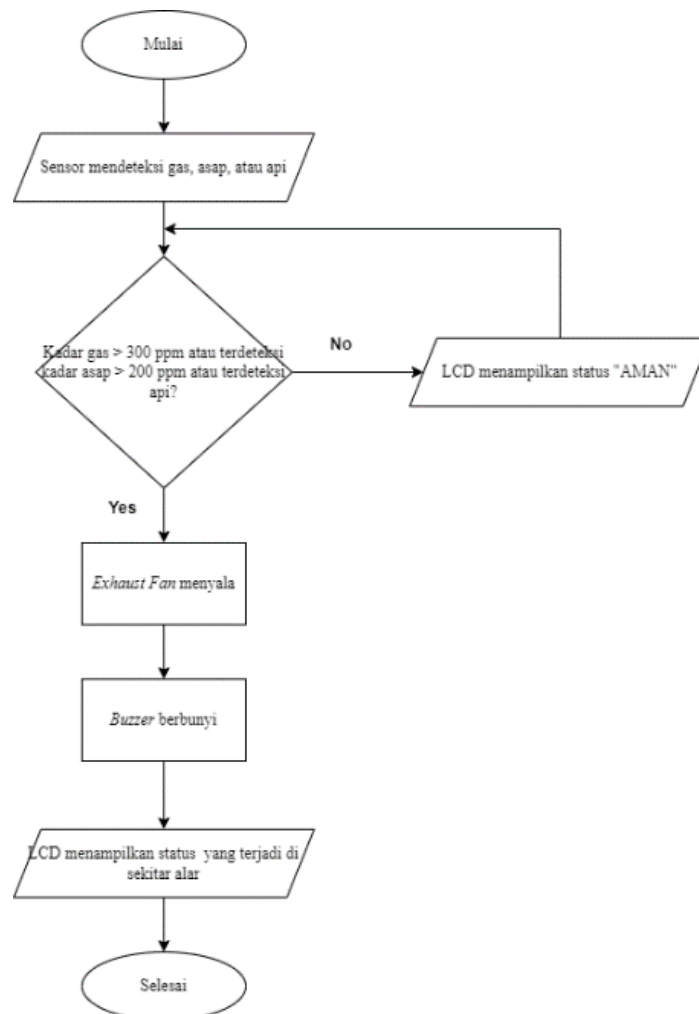
2.1. Diagram Blok

Sistem ini dirancang menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno yang terhubung dengan beberapa sensor untuk mengukur parameter yang sudah di tentukan seperti sensor Flame Detector untuk mendeteksi api, dan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas serta asap. Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroller yang akan mengolah data hasil baca dari sensor serta menyalakan Buzzer dan Kipas DC sebagai miniatur dari Exhaust Fan, kemudian menampilkan pesan pada layar OLED.



Gambar 2. Diagram Blok Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG

2.2. Flowchart

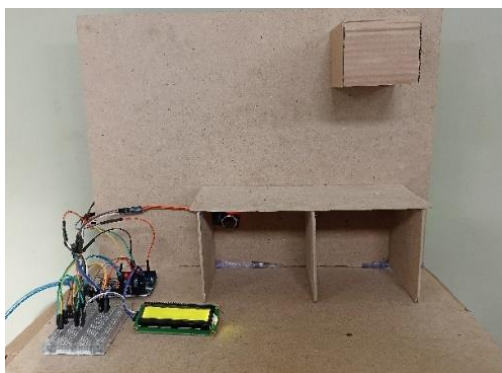


Gambar 3. Flowchart Alat Pendeteksi Kebocoran Gas

Gambar dibawah menjelaskan mengenai alur rancangan deteksi kebocoran gas LPG dimulai sensor mendeteksi gas, asap, atau api dari lingkungan dimana data dari sensor tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroller Arduino Uno untuk diproses. Apabila kadar gas terdeteksi lebih dari 300 ppm atau kadar asap terdeteksi lebih dari 200 ppm atau terdeteksi adanya api, mikrokontroller akan memproses untuk menyalakan Buzzer, menyalakan Kipas DC sebagai miniature dari Exhaust Fan, dan layar LCD akan menampilkan pesan sesuai dengan kondisi yang terjadi. Sebaliknya, apabila kadar gas terdeteksi kurang dari 300 ppm atau kadar asap terdeteksi kurang dari 200 ppm tidak terdeteksi adanya api atau tidak terdeteksi adanya asap, mikrokontroller akan memproses data untuk ditampilkan pada layar LCD pesan "AMAN".

2.3. Implementasi

Berikut merupakan rangkaian alat yang diterapkan pada maket dapur. Sensor MQ-2 untuk deteksi kebocoran gas akan diletakan dibawah meja mendekati gas lpg, sensor MQ-2 untuk deteksi asap dan sensor Flame Detector akan diletakan pada cerobong asap. Kemudian, buzzer dan kipas DC diletakan di belakang tembok dan layar LCD diletakan di dekat meja.



Gambar 4. Rangkaian Alat Pada Maket

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap selanjutnya yang dilakukan setelah rangkaian selesai diimplementasikan yaitu dilakukan tahap pengujian alat pendeteksi kebocoran gas pada maket dapur yang telah dibuat. Hal yang akan diujikan dalam rencana pengujian yaitu:

Tabel 1. Rencana Pengujian

Kelas Uji	Butir Uji	Alat Uji
Sensor MQ-2 untuk Deteksi Gas	Buzzer, LDC, Kipas DC	Gas dari korek api
Sensor MQ-2 untuk Deteksi Asap	Buzzer, LCD, Kipas DC	Api dari korek api
Sensor Flame Detector	Buzzer, LCD, Kipas DC	Asap dari kertas yang dibakar

Pengujian alat pendeteksi kebocoran gas LPG dan kebakaran ini dilakukan dengan cara mengamati adanya gas, asap, atau api yang berada disekitar alat. Hasil pengujian diantaranya:

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Pengujian	Kondisi	Waktu Respons	Output
1	Sensor MQ-2 untuk Deteksi Gas	Kadar gas >300 ppm	2,9 Detik	LCD = ON Buzzer = ON LED = Status "GAS BOCOR !!" Kipas DC = ON
		Kadar gas <300 ppm	0 Detik	LCD = OFF Buzzer = OFF LED = Status "ÄAMAN"

				Kipas DC = OFF
2	Sensor MQ-2 untuk Deteksi Asap	Kadar asap >200 ppm	2,25 Detik	LCD = ON Buzzer = ON LED = Status "BAHAYA" Kipas DC = ON
		Kadar asap <200 ppm		LCD = OFF Buzzer = OFF LED = Status "AMAN" Kipas DC = OFF
3	Sensor <i>Flame Detector</i>	Terdeteksi api dengan jarak maksimal 30cm	0,61 Detik	LCD = ON Buzzer = ON LED = Status "ADA API !!!" Kipas DC = OFF
		Tidak terdeteksi api		LCD = OFF Buzzer = OFF LED = Status "AMAN" Kipas DC = OFF

Berikut merupakan display dari layar LCD ketika berhasil mendeteksi adanya api di sekitaran alat:



Gambar 5. Display LCD Ketika Mendeteksi Api

Berikut merupakan display dari layar LCD ketika berhasil mendeteksi adanya asap di sekitaran alat, terlihat kadar asap yang terdeteksi lebih dari 200 ppm:



Gambar 6. Display LCD Ketika Mendeteksi Asap

Berikut merupakan display layar LCD ketika berhasil mendeteksi kebocoran gas di sekitaran alat, terlihat kadar gas yang terdeteksi lebih dari 300 ppm:



Gambar 7. Display LCD Ketika Mendeteksi Gas Bocor

Berikut merupakan display layar LCD ketika dalam kondisi aman:



Gambar 8. Display LCD Ketika Kondisi Aman

Hasil pengujian pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-2 dan Flame Detector diatas menunjukkan beberapa keadaan yaitu:

1. Jika terdeteksi gas, asap, atau api (dengan jarak maksimal 30 cm) di sekitar alat, maka sensor akan memberi peringatan melalui Buzzer sebagai alarm, indikator LCD akan menyala sesuai dengan kondisi yang terjadi, dan Kipas DC akan berputar untuk mengeluarkan asap atau gas.
2. Pengujian dilakukan menggunakan korek api dan kertas yang dibakar.
3. LCD akan menampilkan kadar gas, dan asap dalam satuan ppm dan status level kondisi gas, asap, dan api.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Perancangan alat pendeteksi kebocoran gas LPG telah berhasil dibuat dengan menggunakan mikrokontroller Arduino Uno
2. Berdasarkan hasil pengujian didapat bahwa sensor MQ-2 dapat mendeteksi gas dalam waktu 2.9 detik untuk kadar gas >300 ppm, asap dengan kadar >200 ppm terdeteksi dalam 2.25 detik, dan sensor flame detector dapat mendeteksi api dari jarak maksimal 30cm dalam waktu 0.61 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat berhasil dengan cepat mendeteksi adanya kebocoran gas, asap, atau api, serta mampu memberikan peringatan melalui Buzzer dan tampilan layar LCD diikuti display status bahaya dan kadar gas disekitaran alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral DIRJEN Minyak dan Gas Bumi, "Konversi MITAN ke GAS," Jakarta, pp.1-52, 2007. Accessed: Jan. 04, 2023. [Online]. Available: <https://migas.esdm.go.id/uploads/Konversi-Mitan-GAS.pdf>
- [2] Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, "Konversi Minyak Tanah ke LPG : Menggerakkan Perekonomian, Menghemat Energi," Dec. 25, 2010.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Rasio Penggunaan Gas Rumah Tangga," Dec. 05, 2022.
- [4] V. A. Dihni, "Mayoritas Rumah Tangga Indonesia Menggunakan Gas Elpiji untuk Memasak," <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/22/mayoritas-rumah-tangga-indonesia-menggunakan-gas-elpiji-untuk-memasak/> Nov. 22, 2021.
- [5] L. Khakim and I. Afriliana, "Analisis Kinerja MQ2 dan MQ5 pada Alat Proteksi Kebocoran LPG Rumah Tangga," Smart Comp, vol. 11, no. 4, pp. 730-738, Oct. 2022.
- [6] T. K. Hadi, "Analisis Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Sensor MQ-2 dan Arduino Uno," Jurnal Minfo Polgan, vol. 11, no. 2, pp. 105-108, Nov. 2022.

- [7] N. Rahayu, "Early Warning of Leaking LPG Gas Through Short Message Service (SMS) And Loudspeaker Tool Using Arduino Uno," *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, vol. 1, no. 2, pp. 91-102, 2020.
- [8] F. Amir, Noviana, and R. Maulan, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Liquefied Petroleum Gas Menggunakan Metode Fuzzy Logic Mamdani Berbasis Internet of Things," *J Teknol*, vol. 12, no. 2, pp. 151-157, Jul. 2020.
- [9] M. Solichin, "2 Korban Luka Bakar gegara Gas Bocor di Bogor Meninggal Dunia," <https://news.detik.com/berita/d-6410805/2-korban-luka-bakar-gegara-gas-bocor-di-bogor-meninggal-dunia/> Nov. 17, 2022.
- [10] U. Andriansyah, "Penyebab Kebakaran Maut di Medan Diduga akibat Kebocoran Gas," <https://www.merdeka.com/peristiwa/penyebab-kebakaran-maut-di-medan-diduga-akibat-kebocoran-gas.html/> Aug. 04, 2022.
- [11] Ishomuddin, "TKW Tewas di Makau Diduga Keracunan Gas LPG," <https://nasional tempo.co/read/393306/tkw-tewas-di-makau-diduga-keracunan-gas-lpg/> Mar. 29, 2012.
- [12] Husny, F. Kurniawan, and Lasmadi, "Pengembangan Sistem Pemantau Kebocoran Gas Elpiji dan Peringatan Dini Bahaya Kebakaran Berbasis Internet of Things," *AVITEC*, vol. 4, no. 1, pp. 61-73, Feb. 2022.
- [13] R. Taufik, I. A. Bangsa, and U. Latifa, "Implementasi Instrumentasi pada Sistem Deteksi Kebakaran Rumah Berbasis IoT," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 2, pp. 184-193, Apr. 2021.
- [14] Siswanto, M Anif, D. N. Hayati, and Yuhefizar, "Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 66-72, 2019.
- [15] B. Sampurno, Mashuri, A. Wicaksono, M. Y. Indrawan, F. C. Imami, and A. Mukti, "Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Dengan Sensor MQ-2 Dengan Metode IOT," *Jurnal Nasional Aplikasi Mekatronika, Otomasi dan Robot Industri (AMORI)*, vol. 2, no. 2, Dec. 2021.
- [16] K. Jumblath and J. Abdulloh, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Dengan Menggunakan Sensor MQ2 Dan Flame Detector," *SISKOM*, vol. 1, no. 2, Dec. 2018.
- [17] H. Alqourabah, A. Muneer, and S. M. Fati, "A smart fire detection system using IoT technology with automatic water sprinkler," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 11, no. 4, pp. 2994-3002, Aug. 2021.
- [18] I. Aulia and Munasir, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Gas LPG serta Penanggulangan Kebakaran Menggunakan Sensor MQ2 dan Sensor Api Berbasis IoT," *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, vol. 11, no. 3, pp. 306-312, Jul. 2022.
- [19] S. Debnath, S. Ahmed, S. Das, A.-A. Nahid, and A. K. Bairagi, "IoT based Low-Cost Gas Leakage, Fire, and Temperature Detection System with Call Facilities," *2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technology (ICAICT)*, pp. 11-16, Nov. 2020.
- [20] F. Ferdiansyah and R. S. Rahmat, "Alat Pendeteksi Kebakaran Dan Pemadam Api Otomatis Menggunakan Kontrol Arduino Uno," *Jurnal Teknik Mesin dan Mekatronika*, vol. 7, no. 2, pp. 77-89, 2022.
- [21] D. Jayakumar, R. Ezhilmaran, S. Balaji, and K. Kiruba, "Mobile Based Gas Leakage Monitoring Using IOT," *J Phys Conf Ser*, vol. 11, no. 4, pp. 1-8, 2021.
- [22] F. Hidayanti, K. R. Lestari, and D. I. Kusumo, "Sistem Pemantauan Gas Benzena dengan Aplikasi Blynk," *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, vol. 5, no. 2, pp. 72-79, Nov. 2021.

- [23] I. Ferdiansyah, Dirhamsyah, and Ardiansyah, "Pemodelan Sistem Kontrol Exhaust Fan Terintegrasi Gas Detector CO Pada Kamar Pompa (Pump Room) Kapal Tanker," *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Ilmu Kelautan*, vol. 14, no. 2, pp. 33–39, Jun. 2017.
- [24] A. Rasyid, M. Junus, A. Fatachul, B. A. Ludyah, and M. A. Fitri, "Pengaturan Perangkat Exhaust Pada Ruang Merokok Menggunakan Wireless Sensor Network," *Jurnal Teknik: Ilmu dan Aplikasi*, vol. 9, no. 2, pp. 100–107, Jul. 2020.
- [25] B. A. Wahyudi, D. L. Edy, and Wiyono, "Otomatisasi Exhaust Asap Las Berbasis Sensor MQ-2 Pada Laboratorium Pengelasan," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, May 2020.
- [26] A. B. Larasati, Purwandari, and J. Handhika, "Implementasi Trainer IoT pada Mata Kuliah Teknik Pengaturan PTE UNIPMA," *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, vol. 6, no. 1, pp. 19–22, Mar. 2021, doi: [10.25273/jupiter.v6i1.8929](https://doi.org/10.25273/jupiter.v6i1.8929)