

Rekayasa Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis Arduino Uno dengan Sensor MQ-2 pada Regulator LPG

Rahmatullah^{1*}, Khairul Umurani², Arfis Amiruddin³, Wahyu Kurniawan⁴ & Ahmad Marabdi Siregar⁵

^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*Email: rahmatullah@umsu.ac.id

ABSTRACT

The development of an Arduino Uno-based gas leak detection device with an MQ-2 sensor aims to enhance safety against gas leaks. Public awareness is crucial to recognize leakage signs, such as the smell of gas or hissing sounds in gas lines. This device detects leaks on the LPG regulator using an MQ-2 sensor. When gas is detected, the system triggers a buzzer for an audible alarm, activates an LED as a visual indicator, and displays the detection status on the LCD with clear messages: "Leak Danger" when gas is detected and "Safe" when no leak is present. Tests with a 3 kg LPG cylinder showed the MQ-2 sensor could detect gas within 2.9 seconds, proving the tool's efficiency in responding to leaks. This development significantly enhances safety during LPG use.

Keywords: Gas Leak Detection, Arduino Uno, MQ-2 Sensor, LPG Safety.

PENDAHULUAN

Gas Elpiji (LPG) merupakan suatu gas yang mudah terbakar jika terdapat titik atau percikan api di sekitarnya. Gas Elpiji di Indonesia banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, yaitu untuk bahan bakar kendaraan bermotor, bahan bakar untuk memanaskan air (Water Heater), bahan bakar untuk mengeringkan baju (*dryer*) dan bahan bakar kompor untuk memasak[1]. LPG terdapat tiga macam, yaitu LPG propana yaitu LPG yang sebagian besar kandungannya terdiri dari C₃, LPG butana yaitu LPG yang sebagian besar kandungannya terdiri dari C₄, dan Mix LPG yaitu LPG yang terdiri dari campuran propane dan butana. LPG yang diperuntukan untuk industri-industri yaitu jenis LPG propana. Sedangkan LPG yang diperuntukan untuk masyarakat umum yaitu LPG jenis Mix LPG dan LPG butana. Mix LPG memiliki perbandingan komposisi, yaitu 30% gas propana dan 70% gas butana[2]. *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) dan *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) berpendapat bahwa toleransi batas maksimal manusia terpapar LPG yaitu dengan besar konsentrasi maksimal 1000ppm dalam waktu maksimal 8 jam per hari[3]. LPG atau kepanjangan dari *Liquified Petroleum Gas* yaitu campuran berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Komponennya didominasi propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀)[4]. LPG diperkenalkan oleh Pertamina pada tahun 1968. Keberadaan tiga varian LPG di pasar, seiring program konversi energi, yakni LPG 3 kg (bersubsidi), 12 kg dan 50 kg (non subsidi) membawa dampak signifikan terhadap kenaikan permintaan LPG, terutama LPG 3 kg. Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No: 1971/26/MEM/2007 tanggal 22 Mei 2007 Pemerintah Indonesia mulai menghapuskan subsidi minyak tanah dan menggantikannya dengan Gas LPG. Sehingga hal itu membuat masyarakat Indonesia beralih menggunakan Gas LPG untuk memenuhi kebutuhan mereka setiap harinya [5],[6],[7]. Hal ini antara lain dipicu oleh terjadinya perpindahan konsumsi dari konsumen LPG 12 kg dan 50 kg, ke LPG 3 kg, yang didorong oleh fakta bahwa antar ketiga varian LPG tersebut dapat bersubsstitusi satu sama lain, tanpa melalui proses yang rumit sekalipun kemasannya berbeda, sehingga timbulnya "kecelakaan-kecelakaan" yang menjadi salah satu penyebab awal ternyata akibat disparitas harga yang cukup jauh sehingga mengakibatkan Elpiji 3 kg "disuntikkan" ke Elpiji 12 kg. Panjangnya rantai distribusi juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penyelewengan rawan terjadi. Kecelakaan pada penggunaan LPG juga disebabkan karena kebocoran gas LPG. Faktor kebocoran gas yang sering di temukan seperti contohnya selang gas yang tidak layak pakai, tabung gas yang bocor karena korosi dan pemasangan alat regulator yang kurang tepat[5]. Jumlah korban kebocoran gas LPG menurut sumber Badan Perlindungan Konsumen Nasional (BPKN) adalah sampai Juni 2010 terjadi 33 kasus, 8 orang meninggal dan 44 orang luka-luka. Tahun 2009 terjadi 30 kasus, 12 orang

meninggal dan 48 orang luka-luka. Tahun 2008 terjadi 27 kasus, 2 orang meninggal dan 35 orang luka-luka. Dan tahun 2007 saat program konversi energi ini dimulai terjadi 5 kasus dan mengakibatkan 4 orang luka-luka. Cara untuk dapat mengurangi resiko akibat kebocoran gas, masyarakat perlu mengetahui tanda-tanda kebocoran seperti, tercium bau gas menyengat dan terdapat bunyi mendesis pada saluran gas. Selain itu, juga harus mengambil tindakan pencegahan terjadinya ledakan dan kebakaran sedini mungkin. Tindakan tersebut dapat dilakukan dengan segera melepas regulator dan membawa tabung gas keluar ruangan dan meletakkannya di tempat terbuka, segera buka pintu dan jendela agar gas keluar. Namun kebocoran gas tidak selalu diketahui orang dengan cepat dan segera mengambil tindakan pencegahan kebocoran. Berdasarkan kondisi yang disebutkan di atas, maka pengguna gas LPG (masyarakat) memerlukan rekayasa peralatan yang dapat memberi peringatan jika terjadi kebocoran pada tabung gas LPG sedini mungkin agar tindakan yang diperlukan dapat dilakukan segera untuk menghindari resiko kebakaran dan ledakan. Gas LPG Untuk Keperluan Rumah Tangga beserta kelengkapannya, yang mana gas LPG disimpan didalam bejana tekan seperti pada Gambar 1 dan digunakan pada kompor gas seperti pada Gambar 2, penggunaannya dan pengoperasian tabung gas LPG dan kompor gas harus dapat dikendalikan secara aman dan terbebas dari kebocoran.

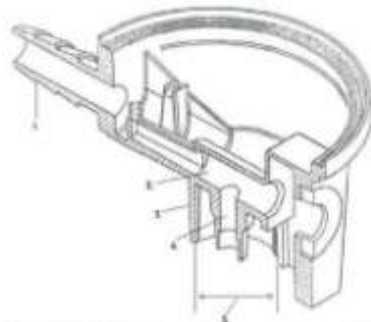


Gambar 1. Tabung LPG 3 kg yang resmi dari Pertamina [8]



Gambar 2. Kompor gas rumah tangga

Regulator kompor gas LPG rumah tangga seperti yang ditampilkan pada Gambar 3, adalah salah satu komponen alat masak yang sangat vital fungsinya. Keamanan penggunaan kompor gas LPG banyak tergantung pada kondisi regulator yang sesuai standar SNI. Regulator tabung baja adalah alat pengatur tekanan tabung baja LPG yang berfungsi sebagai penyalur dan mengatur menstabilkan tekanan gas yang keluar dari tabung gas LPG agar alirannya konstan seperti pada Gambar 4.



Keterangan:

1. Saluran masuk
2. Ruang kunci pemutar
3. Penyambung katup tabung baja
4. Saluran masuk
5. Diameter dalam

Gambar 3. Contoh penampang penyambung katup tabung baja [9]



Gambar 4. Regulator LPG

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 [10]. Pada penelitian lain, sensor gas MQ-135 juga digunakan karena sensor ini memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya [11]. Selain itu, penggunaan sensor MQ-2 juga lebih sering digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas [12],[13],[14].

Jenis LPG menurut Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian LPG [15] adalah seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis LPG menurut Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian LPG.

No.	Jenis	Keterangan	Contoh
1	LPG Tertentu	LPG yang merupakan bahan bakar yang mempunyai kekhususan karena kondisi tertentu seperti penggunaan-penggunaannya, kemasannya, volume dan atau harganya yang masih harus diberikan subsidi	3 kg
2	LPG Umum	LPG yang merupakan bahan bakar penggunaannya, kemasannya, volumenya dan harganya yang tidak diberikan subsidi	12 kg, 50 kg, dan bulk

Sifat produk LPG adalah sebagai berikut [16]:

- 1 Tidak berwarna, untuk dapat melihat fluida tersebut maka perlu ditambah zat warna.
- 2 Tidak berbau, untuk menjamin faktor keselamatan diberi zat odor, sehingga apabila terjadi kebocoran akan tercium
- 3 Tidak Berasa
- 4 Tidak (sangat sedikit) beracun, apabila terjadi kebocoran di udara dalam konsentrasi sekitar (2-3%) dapat menyebabkan anaesthetics yang dapat mengakibatkan pusing dan selanjutnya pingsan. Apabila terjadi kebocoran di ruang tertutup, dapat menggantikan oksigen di ruangan tersebut dan akan dapat mengakibatkan gangguan saluran pernapasan (sesak napas) pada orang yang ada di dalamnya.
- 5 Mudah terbakar

Secara umum bahwa persyaratan mutu LPG adalah LPG harus dapat menguap dengan sempurna dan terbakar dengan baik pada saat pemakaian tanpa menyebabkan korosi atau meninggalkan deposit didalam sistem.

LPG memiliki sifat-sifat sebagai berikut [6]:

1. Cairan dapat menguap jika dilepas dan menyebar dengan cepat.
2. Cairan dan gasnya sangat mudah terbakar.
3. Gas tidak beracun dan tidak berwarna.

Gas lebih berat dibanding udara sehingga akan banyak menempati daerah yang rendah. LPG dapat terbakar atau meledak apabila memenuhi 3 unsur berikut, yaitu:

1. Hydrocarbon yaitu BBM atau BBG
2. Oksigen merupakan udara yang kita hirup untuk bernafas

3. Panas seperti korek api, pemantik loncatan kembang api, elektrik dan sumber api lainnya.
Ketiga unsur ini disebut dengan segitiga api. Dimana dari ketiga unsur tersebut apabila akan bertemu dan terjadi reaksi kimia maka akan menimbulkan terjadinya api.
Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan menguji alat pendeteksi kebocoran gas berbasis Arduino Uno dengan sensor MQ-2 pada regulator LPG untuk meningkatkan keamanan pengguna LPG di masyarakat.

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian “Rekayasa Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Arduino Uno Dengan Sensor MQ2 Pada Regulator LPG” adalah di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara di Medan. Waktu penelitian di mulai pada tanggal 24 Oktober 2023 dan dikerjakan selama sekitar 6 bulan.

Adapun bahan dan alat yang digunakan pada penelitian Rekayasa Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Arduino Uno Dengan Sensor MQ-2 Pada Regulator LPG adalah seperti pada Tabel 2, dan Tabel 3, dibawah ini.

Tabel 2. Bahan

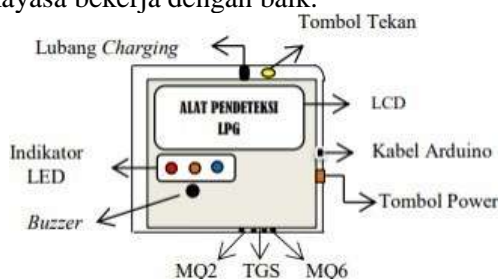
No.	Nama	Fungsi
1	Penghubung USB	USB (Universal Serial Bus) merupakan bagian (port) yang diperlukan untuk menghubungkan Arduino dengan PC saat proses mengunggah (upload) program dengan menggunakan kabel USB
2	Arduino Uno	Arduino Uno adalah board mikro kontroler berbasis ATmega328 (data sheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset
3	Buzzer	Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara
4	LCD 16x2	LCD 16x2 adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikro kontroler dengan usernya. Dengan penampil LCD16x2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalannya program. Penampil LCD16x2 ini bisa dihubungkan dengan mikro kontroler apa saja.
5	Sensor MQ-2	Sensor MQ-2 merupakan sebuah Sensor yang dapat mendeteksi adanya polutan Gas diudara, diantaranya adalah Gas LPG, Alkohol, Asap, Propana, Hidrogen, Metana, dan Karbon Monoksida, aplikasinya bisa diterapkan untuk mendeteksi Kebocoran Gas LPG dan Asap untuk mencegah kebakaran.
6	Potensimeter 10K	Potensimeter 10K adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa elektron. Potensiometer terdiri dari tiga buah terminal dan sebuah tuas yang dapat diputar untuk mengatur besar resistensi. Sehingga potensiometer berfungsi untuk mengatur resistensi, tegangan, dan juga arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian listrik.
7	LED	LED adalah singkatan dari Light Emitting Diode Keunggulan LED selain sebagai lampu penerangan yang sangat hemat energi juga dapat difungsikan sebagai pengirim informasi.
8	Resistor 2200 OHM	Resistor 2200 OHM merupakan komponen yang berfungsi untuk menghambat, pembagi tegangan, pembagi arus dan mengatur arus listrik di dalam sebuah rangkaian elektronika.
9	Kabel jumper male to male	Kabel jumper male to male adalah suatu istilah kabel yang ber-diameter kecil yang di dalam dunia elektronika digunakan untuk menghubungkan dua titik atau lebih dan dapat juga untuk menghubungkan 2 komponen elektronika. Kabel jumper jenis ini digunakan untuk koneksi male to male pada kedua ujung kabelnya.
10	Kabel jumper female to male	Kabel jumper female to male Kabel jenis ini mempunyai ujung konektor yang berbeda di tiap ujungnya, yaitu male dan female. Biasanya digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain dari Arduino ke breadboard.
11	Kabel jumper female to female	Kabel jumper female to female Kabel jenis ini merupakan kabel yang sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang mempunyai header male. Misalnya, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT dan lain

No.	Nama	Fungsi
12	Papan breadboard	sebagainya. Papan breadboard yaitu sebagai media penghantar (konduktor listrik) sekaligus tempat kabel jumper dilekatkan. Sehingga arus dari satu komponen bisa terdistribusi dengan baik sesuai keinginan ke komponen lain tanpa harus merepotkan pengguna untuk melakukan penyolderan atau melakukan bongkar pasang.
13	Kotak battery holder	Kotak battery holder adalah tempat baterai dimana output dari dari holder ini berupa jack DC yang dapat dipasang langsung ke jack DC arduino uno dengan kapasitas 2 baterai

Tabel 3. Alat

No.	Nama	Fungsi
1	Pisau cutter	Digunakan untuk memotong benda yang berlebihan pada kabel
2	Solder dan timah	Solder atau patri adalah paduan logam yang mudah meleleh, yang digunakan sebagai logam pengisi untuk menyambungkan dua material logam solder alat pemanas yang membantu melelehkan timah dan mudah menempel pada komponen elektronika. Untuk memungkinkan komponen elektronika digabungkan dengan jalur papan sirkuit tercetak (PCB).
3	Laptop	Laptop digunakan sebagai media dalam membuat program Arduino dan mengupload program dari software Arduino ke Arduino uno
4	Software Arduino	Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah
5	Gergaji	Gergaji di gunakan untuk memotong Akrilik agar menjadi bentuk dan bagian yang akan di perlukan

Pada rekayasa alat pendeteksi kebocoran gas (Gambar 5), menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan sensor MQ-2 pada regulator LPG ini dengan mempersiapkan bahan, rangkaian, koding program, serta mempersiapkan seluruh peralatan yang akan di uji untuk memastikan alat yang direkayasa bekerja dengan baik.



Gambar 5. Desain alat pendeteksi gas LPG [17]

Prosedur penelitian rekayasa alat ini dilakukan dengan beberapa tahapan prosedur sebagai berikut:

1. Meneliti dan membuat rencana metode dan rekayasa tentang alat yang akan di buat berdasarkan beberapa literatur.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang akan di gunakan
3. Membuat alat sesuai dengan desain
4. Membuat program arduino uno dengan sensor MQ-2 untuk alat pendeteksi kebocoran gas
5. Mengamati dan memeriksa hasil uji coba alat pendeteksi kebocoran gas pada regulator LPG
6. Off kan semua alat yang digunakan setelah selesai mendapatkan semua data yang diperlukan.

Arduino Uno (Gambar 6) yaitu board mikrokontroler berbasis Atmega 328. Arduino uno memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya [18],[6].



Gambar 6. Arduino Uno

HASIL DAN PEMBAHASAN

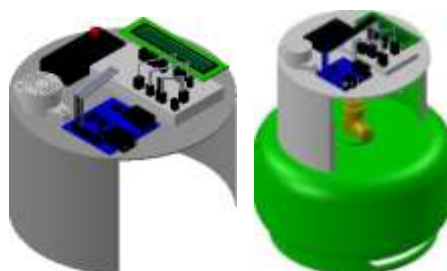
Rekayasa dan pembuatan pada penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai penunjang pelaksanaan pembuatan alat pendeteksi kebocoran gas LPG. Pembuatan alat menggunakan beberapa alat pendukung yaitu solder, timah, pisau, gunting, dan laptop. Sedangkan bahan utama (Gambar 7) yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Arduino Uno
2. Sensor MQ-2
3. Potensiometer 10k ohm
4. Resistor 220 ohm
5. LCD 16x2
6. LED
7. Kabel jumper
8. Buzzer
9. Kabel USB



Gambar 7. Bahan utama

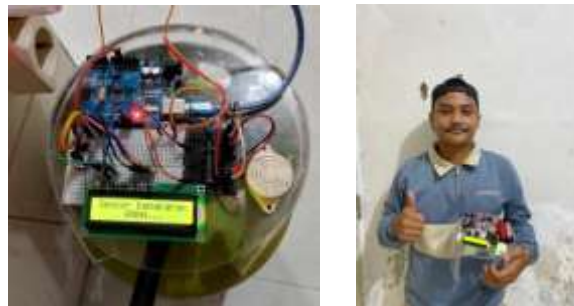
Desain alat pendeteksi kebocoran gas yang direkayasa pada penelitian ini adalah seperti Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Desain Alat pendeteksi kebocoran gas pada regulator LPG

Proses dan tahapan dan pembuatan alat pendeteksi kebocoran gas pada regulator LPG dari tahap awal sampai tahap akhir sehingga menjadi suatu produk alat seperti Gambar 9, adalah sebagai berikut:

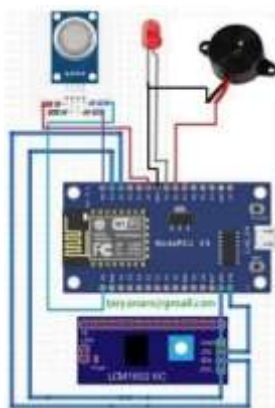
- 1 Pada tahap awal yaitu menyediakan Alat dan bahan kemudian memotong akrilik yang memiliki tebal 2 mm panjang 50 cm dan tinggi 11,5 cm yang nantinya akan di bentuk sesuai dengan desain.
- 2 Pada tahap kedua akrilik akan di potong agar menjadi berbentuk lingkaran berdiameter 18,5 cm yang memiliki ketebalan 2 mm. Setelah semua akrilik yang sudah di potong kemudian akrilik yang memiliki panjang 50 cm dan tinggi 11,5 cm akan di panaskan menggunakan kompor gas agar akrilik tersebut bisa di bentuk bulat dengan diameter 18,5 cm. Setelah akrilik sudah memiliki bentuk yang diinginkan.
- 3 Tahap selanjutnya melekatkan kedua akrilik tersebut menggunakan double tip dan lem agar ke dua bahan tersebut dapat meyatu dan tidak mudah lepas.
- 4 Tahap terakhir adalah finishing atau penempatan bahan-bahan di atas akrilik yang sudah di rekatkan menggunakan lem kemudian meletakkan arduino dan sensor MQ-2 serta bahan-bahan lainnya.



Gambar 9. Produk alat pendeteksi kebocoran gas pada regulator LPG

Penjelasan dari gambar skematik atau diagram wiring alat pendeteksi kebocoran gas menggunakan Arduino uno dengan sensor MQ-2 pada regulator LPG seperti pada Gambar 10 adalah sebagai berikut:

1. `#include <LiquidCrystal.h>` Adalah program untuk memberikan gambar pada LCD. Pin yang dipakai untuk menghubungkan LCD pada arduino menggunakan pin (12, 11, 5, 4, 3, 2) pada diagram wiring terlihat pada kabel berwarna kuning
2. `#const int pinGas = A0;` adalah program untuk inialisasikan atau menghubungkan arduino ke sensor MQ-2 yang ditunjukkan pada kabel berwarna biru muda
3. pada kabel yang berwarna biru tua yang terhubung pada potensiometer 10k lalu disambungkan pada LCD adalah untuk memberikan pengaturan kontras teks yang akan di munculkan pada layar LCD agar teks yang di tampilkan dapat di atur tingkat kecerahannya
4. `const int pinSpeker = 8;` adalah program untuk inialisasikan atau menghubungkan arduino dengan cara menancapkannya pada papan breadboard kemudian di berikan resistor agar menghambat tegangan arus listrik lalu di hubungkan pada speker atau di kenal juga dengan buzzer dapat dilihat pada kabel warna ungu
5. `#const int ledRed = 13;` adalah program untuk inialisasikan atau menghubungkan arduino dengan cara menancapkannya pada papan breadboard kemudian di berikan resistor agar menghambat tegangan arus listrik lalu di hubungkan pada lampu LED dapat di lihat pada kabel coklat
6. pada kabel berwarna merah yang di sambungkan di pin 5V pada arduino adalah pin positif untuk memberikan tegangan arus listrik sebesar 3,3volt dan 5 volt
7. pada kabel berwarna hitam yang disambungkan pada pin GND atau Ground pada arduino adalah pin negatif yang digunakan untuk meghubungkan rangkaian



Gambar 10. Skema Rangkaian [19]

Pada tahap pengujian sensor MQ-2 setelah alat sudah di rangkai dan disesuaikan padatabung LPG hal yang akan di ujikan dalam rencana pengujian yaitu:

Tabel 4. Rencana pengujian

Kelas uji	Butir uji	Alat Uji
Sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas	Buzzer, LCD	Gas dari tabung LPG

Pengujian alat pendeteksi kebocoran gas pada regulator LPG ini dengan cara mengamati adanya gas yang berada di sekitar alat pendeteksi yang telah di lengkapi dengan sensor MQ-2. Hasil pengujian sensor dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor MQ-2

Pengujian	Kondisi	Waktu Respon	Output
Sensor MQ-2 untuk Mendeteksi Gas	Kadar gas dengan jarak \leq 10 cm	2,9 detik	LED = ON Buzzer = ON LCD = status "BAHAYA KEBAKARAN"
	Kadar gas dengan jarak \geq 10 cm		LED = OFF Buzzer = OFF LCD = status "AMAN"

Tampilan display dari layar LCD ketika tidak mendeteksi adanya kebocoran gas di sekitar area alat pendeteksi kebocoran gas pada regulator LPG dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Display dari layar LCD menunjukkan tidak adanya kebocoran

Berikut ini merupakan tampilan display dari layar LCD ketika berhasil mendeteksi adanya gas di sekitar area alat pendeteksi kebocoran gas pada regulator LPG dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Display dari layar LCD mendeteksi adanya kebocoran

Hasil dari pengujian alat pendeteksi kebocoran gas yang menggunakan sensor MQ-2 menunjukkan beberapa keadaan yaitu :

1. Jika sensor mendeteksi adanya gas atau asap di sekitar alat dengan jarak maksimal 10 cm, maka sensor akan memberikan peringatan melalui buzzer sebagai alarm, lampu LED akan menyala, dan indikator LED akan menyala sesuai dengan kondisi yang terjadi.
2. Pengujian dilakukan menggunakan gas dari tabung gas LPG 3 kg.
3. LCD akan menampilkan teks "BAHAYA KEBOCORAN" apabila mendeteksi adanya kebocoran gas, dan menampilkan " AMAN " apabila tidak adanya kebocoran

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan:

1. Alat pendeteksi kebocoran gas berbasis Arduino Uno dengan sensor MQ-2 berhasil dirancang dan diuji. Alat ini mampu mendeteksi kebocoran gas LPG dalam jarak ≤ 10 cm dengan waktu respons cepat, yaitu 2,9 detik.
2. Alat memberikan peringatan melalui buzzer, LED, dan layar LCD yang menampilkan status "BAHAYA KEBOCORAN" atau "AMAN".
3. Penelitian ini membuktikan bahwa alat ini efektif meningkatkan keselamatan pengguna LPG, khususnya di lingkungan rumah tangga.

SARAN

Berdasarkan hasil rekayasa pembuatan alat pendeteksi gas ini maka untuk meningkatkan performa menjadi lebih baik, disarankan untuk pekerjaan rekayasa selanjutnya adalah:

1. Memilih sensor yang lebih baik dan akurat (jarak pendeteksian, kecepatan pendeteksian dan sistem peringatan) di bandingkan dengan yang digunakan saat ini.
2. Menggunakan arduino nano atau peralatan sejenis, agar lebih menghemat tempat pada saat peletakan alat di sekitar tabung gas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. N. Arifin, G. F. Pratiwi, dan A. Janrafsasih, "Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Elpiji," *Jurnal Tera*, vol. 2, no. 1, pp. 26–33, Mar. 2022, doi: 10.12345/tera.2022.01.26.
- [2] K. D. Sartika, *Analisis Konsekuensi Dispersi Gas, Kebakaran dan Ledakan Akibat Kebocoran Tabung LPG 12 Kg di Kelurahan Manggarai Selatan Tahun 2012 dengan Menggunakan Breeze Incident*. Depok: Universitas Indonesia, 2012.
- [3] Wikipedia, "Liquefied Petroleum Gas," *Wikipedia*, 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Liquefied_petroleum_gas.
- [4] L. Hakim dan 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. 45–52, 2017, doi: 10.12345/resti.2017.01.45.
- [5] T. E. Purnamawati, A. I. Pradana, dan J. Maulindar, "Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG pada Resto Ayam Bakar dan Goreng Kremes Tata Berbasis Internet of Things," *G-Tech*:

- ◆ *Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 480–489, Jan. 2024, doi: 10.12345/gtech.2024.08.480.
- [6] M. A. J. Plaza R dan C. M. Rani, “Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal SIMADA*, vol. 5, no. 1, pp. 23–34, 2022, doi: 10.12345/simada.2022.05.23.
- [7] H. Purwanto, A. N. Putra, D. F. Shiddieq, dan T. Wiharko, “Alat Deteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno,” *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 13, no. 1, pp. 9–17, Jan. 2024, doi: 10.12345/smartcomp.2024.13.9.
- [8] Pertamina, *Buku Pintar Petunjuk Aman Penggunaan Elpiji 3 Kg Pertamina*. Jakarta: Pertamina, 2007.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 7369:2012, Regulator Tekanan Rendah untuk Tabung Baja LPG*. Jakarta: BSN, 2012.
- [10] F. Husny, K. Kurniawan, dan Lasmadi, “Pengembangan Sistem Pemantau Kebocoran Gas Elpiji dan Peringatan Dini Bahaya Kebakaran Berbasis Internet of Things,” *AVITEC*, vol. 4, no. 1, pp. 61–73, 2022.
- [11] R. Taufik, I. A. Bangsa, dan U. Latifa, “Implementasi Instrumentasi pada Sistem Deteksi Kebakaran Rumah Berbasis IoT,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 2, pp. 184–193, 2021.
- [12] M. Siswanto, D. N. Hayati, dan 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.
- [13] B. Sampurno et al., “Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dengan Sensor MQ-2 dengan Metode IoT,” *Jurnal Nasional Aplikasi Mekatronika, Otomasi dan Robot Industri (AMORI)*, vol. 2, no. 2, pp. 25–34, 2021.
- [14] K. Jumblath dan J. Abdulloh, “Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api dengan Menggunakan Sensor MQ2 dan Flame Detector,” *SISKOM*, vol. 1, no. 2, pp. 50–60, 2018.
- [15] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, *Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian LPG*. Jakarta: KESDM, 2009.
- [16] M. H. Syukur, “Penggunaan Liquefied Petroleum Gases (LPG): Upaya Mengurangi Kecelakaan Akibat LPG,” *Jurnal Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 33–40, 2011.
- [17] R. Rizal, A. Muid, dan I. Sanubary, “Perbandingan Kinerja Sensor TGS2610, MQ-2, dan MQ-6 pada Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Liquefied Petroleum Gas (LPG) Menggunakan ATMega2560,” *Prisma Fisika*, vol. 7, no. 1, pp. 11–20, 2019.
- [18] R. Wahyuni, J. T. Sentana, dan M. Yuda, “Water Level Control Monitoring Based on Arduino Uno R3 ATMega 328p Using Lm016l LCD,” *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 4, pp. 110–120, 2021.
- [19] T. Suryana, “Implementasi Modul Sensor MQ2 untuk Mendeteksi Adanya Polutan Gas di Udara,” *Jurnal Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 30–40, 2021.