

Alat Proteksi Kebocoran Gas LPG Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler

Lukmanul Khakim^{1*}, Ida Afriliana², Nurohim³, Arif Rakhman⁴

^{1,2,3,4}Program Studi DIII Teknik Komputer, Politeknik Harapan Bersama
Jl. Mataram No.9, Tegal, Indonesia 52147

*email: khakimthy@gmail.com

(Naskah masuk: 2 Juni 2021; diterima untuk diterbitkan: 28 Agustus 2021)

ABSTRAK – Penggunaan bahan bakar gas seperti LPG umum digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Jenis LPG mudah terbakar, maka perlu hati-hati dalam instalasi dan penggunaannya. Seiring perkembangan teknologi dan untuk meminimalisir terjadinya kebocoran LPG, maka diperlukan alat yang mampu memproteksi kebocoran gas sebagai pememicu kebakaran yang bekerja otomatis. Alat proteksi dibangun menggunakan mikrokontroler berbasis arduino, sensor utama MQ2. Cara kerjanya sensor MQ2 akan mendeteksi LPG jika terjadi kebocoran, selanjutnya sensor mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, dan mikrokontroler akan memberikan intruksi ke relay, di mana relay sebagai saklar otomatis untuk mengaktifkan sensor solenoid valve sehingga menutup aliran LPG, dengan demikian aliran LPG terhenti untuk memproteksi terjadinya kebakaran, disamping itu buzzer berbunyi sebagai notifikasi adanya kebocoran LPG. Dari hasil penelitian ini, MQ2 mendeteksi LPG dengan kadar 0 ppm sampai 1280 ppm dan LPG masih tersuplai, ketika kadar LPG terdeteksi antara 5240 ppm sampai 26464 ppm, suplai LPG terhenti karena solenoid valve menghambat aliran LPG tersebut.

Kata Kunci – LPG; Kebocoran Gas; MQ2; Solenoid Valve; Mikrokontrol.

Microcontroller Based Household LPG Gas Leak Protection Equipment

ABSTRACT – The use of gas fuels such as LPG is commonly used for household needs. This type of LPG is flammable, so it is necessary to be careful in its installation and use. Along with the development of technology and to minimize the occurrence of LPG leaks, a tool that is able to protect gas leaks is needed as a fire trigger that works automatically. The protection device is built using an Arduino-based microcontroller, the main sensor is MQ2. The way it works the MQ2 sensor will detect LPG if there is a leak, then the sensor sends a signal to the microcontroller, and the microcontroller will give instructions to the relay, where the relay acts as an automatic switch to activate the solenoid valve sensor so that it closes the LPG flow, thus the LPG flow stops to protect the occurrence fire, besides that a buzzer sounds as a notification of an LPG leak. From the results of this study, MQ2 detects LPG with levels of 0 ppm to 1280 ppm and LPG is still supplied, when LPG levels are detected between 5240 ppm to 26464 ppm, LPG supply stops because the solenoid valve blocks the LPG flow.

Keywords - LPG; Gas Leak; MQ 2; Solenoid Valve; Microcontroller.

1. PENDAHULUAN

Dari masa ke masa media yang digunakan untuk memasak sangat beraneka ragam, mulai dari media kayu bakar, batu bara, briket, minyak tanah, gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dan lain sebagainya[1]. Dari beberapa media diatas, penggunaan gas LPG merupakan pilihan yang sudah umum dikalangan rumah tangga[2]. Beberapa pertimbangan yang mendasari pemilihan gas LPG adalah harga yang relatif murah. Akan tetapi di sisi lain ada bahaya

yang mengancam jika penggunaan gas LPG kurang hati-hati atau kurangnya perhatian dari segi instalasi, atau usia dari selang dan komponen lainnya. Jika usia atau kualitas selang atau komponen lainnya sudah dimakan usia, maka akan berakibat fatal, dan dapat menjadi pemicu kebakaran.

Beberapa penelitian sebelumnya yang menjadi acuan untuk penelitian ini. Pertama, penelitian yang dilakukan yaitu membuat pengembangan sebuah sistem pemantauan gas LPG berbasis *wireless sensor network* (WSN). Sistem yang dirancang merupakan

alat untuk pemantauan objek gas LPG jika terjadi kebocoran, akan tetapi tidak dilengkapi dengan sistem proteksi yang bekerja secara cepat dan otomatis untuk melakukan proses pencegahan kebakaran jika terjadi kebocoran gas LPG[3]. Kedua, penelitian menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontrol, dan sensor MQ2 serta MQ6 sebagai pendeteksi gas LPG dan DHT11 sebagai pendeteksi temperatur dan kelembapan, projek penelitian tersebut bekerja sebagai pemantauan (*monitoring*) disertai dengan notifikasi yang dikirimkan melalui modul GSM, serta informasi pantauan secara penuh waktu melalui website. Sistem ini hanya fokus pada pemantauan keadaan di sekitar saja, akan tetapi tidak disertai dengan sistem proteksi yang bekerja secara otomatis jika terjadi kebocoran gas LPG[4]. Ketiga, penelitian yang dilakukan yaitu membuat sistem yang berfungsi mendeteksi kebocoran gas berbasis IoT, akan tetapi sistem tersebut tidak dilengkapi dengan proteksi yang bekerja secara otomatis untuk menghentikan aliran gas jika terjadi kebocoran. Sistem tersebut terdiri dari Arduino Uno Atmega 328 sebagai mikrokontrol, sensor MQ5 yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas, dan *load cell* yang berfungsi untuk mengukur beban dari tabung gas[5].

Seiring dengan perkembangan zaman, dan untuk menanggulangi permasalahan yang ada, maka dirancanglah suatu alat otomatisasi untuk meminimalisir terjadinya kebakaran, di mana alat tersebut berfungsi sebagai proteksi terjadinya kebocoran gas yang dapat memicu kebakaran. Alat proteksi ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu Arduino Nano Atmega 328 yang berfungsi sebagai mikrokontrol[6], sensor MQ2 sebagai sensor yang menangkap objek gas LPG, *solenoid valve* sebagai kran elektrik, dan *buzzer* sebagai notifikasi suara. Alat ini bekerja sebagai proteksi kebocoran gas LPG jika sensor MQ2 mendeteksi kebocoran gas LPG dengan kadar 200ppm sampai dengan 5000ppm, di mana gas LPG dapat menimbulkan ledakan jika terkumpul dalam ruangan tertutup dan kadar konsentrasinya mencapai 1,8% sampai dengan 10%, atau 18000ppm sampai dengan 100000ppm (1% kadar LPG=10000ppm)[7], sensor MQ2 memberikan informasi ke mikrokontrol untuk memberikan intruksi ke sensor *solenoid valve* agar menutup atau memblokir aliran gas yang mengalir melaluinya, di samping itu juga *buzzer* akan mendapatkan intruksi untuk menghasilkan notifikasi berupa suara, dengan tertutupnya aliran gas LPG maka kemungkinan ledakan akibat kebocoran gas LPG dapat dihindari.

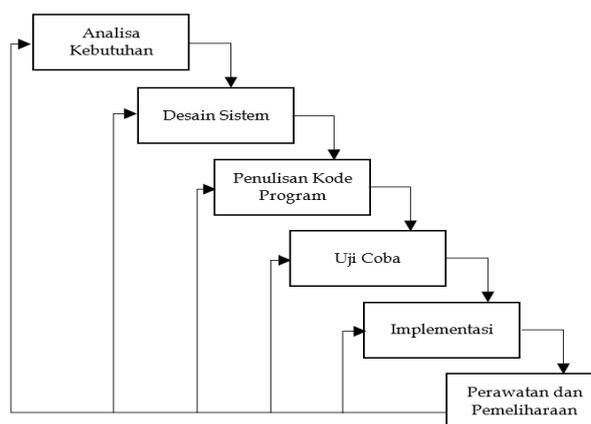
Dalam penelitian ini ada beberapa karakteristik yang membedakan dengan penelitian sebelumnya, yaitu sistem proteksi gas LPG yang menggunakan Arduino Nano sebagai board utama[8], dan sensor *solenoid valve* yang bekerja secara otomatis untuk menghambat aliran gas LPG jika terjadi kebocoran

gas. Maka dari itu sistem ini bekerja lebih optimal dan otomatis mencegah terjadinya kebakaran jika terjadi kebocoran gas LPG.

2. METODE DAN BAHAN

2.1. Model Pengembangan Waterfall

Model *Waterfall* adalah satu dari beberapa model pengembangan suatu perangkat lunak (*software*) yang ada di dalam model *Sequential Development Life Cycle* (SDLC)[9]. Model *waterfall* merupakan model pengembangan perangkat lunak yang umum disebut sebagai model sekuensi linear atau alur hidup[10]. SDLC atau *Software Development Life Cycle* sering juga disebut *System Development Life Cycle* merupakan proses mengubah atau mengembangkan sistem perangkat lunak (*software*) menggunakan metodologi yang umum digunakan guna mengembangkan sistem atau perangkat lunak sebelumnya yang didasarkan dengan cara *best practice*[10]. Model SDLC *Waterfall* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Model SDLC Waterfall

Alur dalam membangun sistem pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

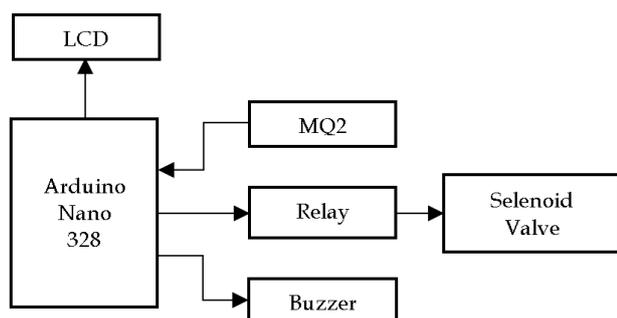
1. Analisis Kebutuhan, dilakukan pengumpulan kebutuhan alat dan komponen seperti sensor MQ2, arduino nano, *solenoid valve*, *buzzer* yang digunakan untuk membangun sebuah sistem proteksi kebocoran gas LPG.
2. Desain Sistem, digunakan untuk tahap implementasi hasil analisis kebutuhan dalam sebuah perancangan blok diagram, *flowchart*, dan desain tampilan alat yang *user friendly*.
3. Penulisan kode program, hasil akhir dari perancangan selanjutnya dilakukan proses implementasi dalam bentuk program atau *coding*, di mana untuk kode program menggunakan bahasa pemrograman C++ dan aplikasi kompilasi yang digunakan adalah Arduino IDE.
4. Uji Coba, pada tahap ini projek akan dilakukan pengujian fungsi dasar dari tujuan awal projek dirancang, di mana dilakukan pengujian tingkat

sensitifitas sensor MQ2 dan *solenoid valve*.

5. Tahap Implementasi, pada tahapan ini projek akan dilakukan proses implementasi projek dengan menerapkan produk secara langsung dengan gas LPG.
6. Perawatan dan Pemeliharaan, pada tahap ini merupakan proses perawatan atau *maintenance* setiap fungsi dari alat proteksi kebocoran gas LPG, tahap ini diperlukan guna memastikan fungsi utama dari alat proteksi tersebut berjalan dengan semestinya.

2.2. Diagram Blok

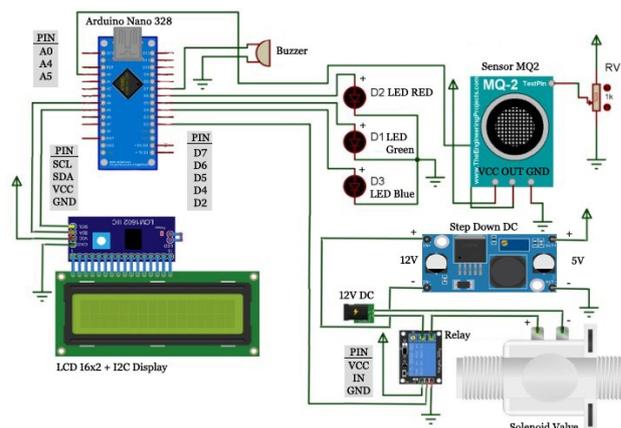
Diagram blok digunakan untuk memudahkan dalam membuat perancangan sistem proteksi kebocoran gas LPG, di mana diagram blok merupakan gambaran singkat dari perancangan alat proteksi kebocoran gas[11]. Dengan diagram blok memudahkan dalam membuat skema rangkaian, di mana skema rangkaian merupakan gambaran nyata dari instalasi komponen dan sensor untuk membangun sebuah sistem. Gambar 2 menunjukkan diagram blok sistem proteksi kebocoran gas LPG.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG

2.3. Rancangan Skema Rangkaian

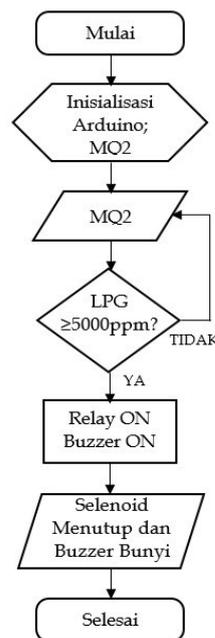
Dalam rancangan skema rangkaian menunjukkan instalasi-instalasi sensor MQ2, *relay*, LCD 16x2 dengan modul I2C, *solenoid valve*, LED, *buzzer*, dan Arduino Nano yang digunakan untuk membangun sistem proteksi kebocoran gas LPG. Skema rangkaian merupakan hubungan antar beberapa komponen dan sensor di mana komponen dan sensor tersebut berfungsi sebagai penyusun sistem kendali[12]. Gambar rancangan skema rangkaian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Skema Rangkaian Proteksi Kebocoran Gas LPG

2.4. Flowchart Sistem

Flowchart merupakan bagan alir atau alur kerja suatu sistem, di mana dalam *flowchart* tersebut menjelaskan sistem kerja secara detail dari sistem yang dibangun[13]. Dalam perancangan sistem proteksi kebocoran gas LPG, alur kerja atau *flowchart* sistemnya dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

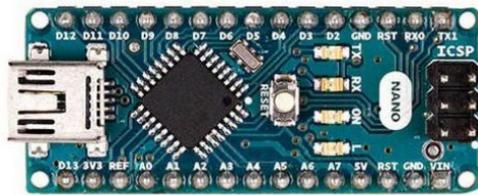


Gambar 4. Flowchart Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG

2.5. Alat dan Bahan

A. Arduino

Arduino adalah *board* mikrokontrol yang bahasa pemrogramannya menggunakan skrip atau perintah logika yang mudah dipelajari dan dipahami oleh manusia[14]. Arduino nano merupakan papan (*board*) mikrokontrol yang menggunakan *chip* ATmega328[8]. Berikut gambar dari Arduino nano dan spesifikasinya:



Gambar 5. Arduino Nano ATmega328[15]

Arduino nano memiliki 14 pin digital I/O dan pin analog sebanyak 8 pin, dan disertai dengan pin FTDI (*Future Technology Devices International*) yang digunakan untuk pemrograman melalui mikro USB, arduino nano juga disertai dengan pin *power out* 5V, 3,3V, GND (*ground*) dan tersedia satu pin *power input* (VIN)[15].

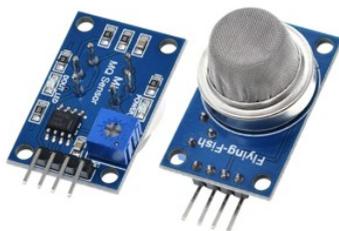
Data-data yang berhubungan dengan spesifikasi dari Arduino nano ATmega328 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Nano ATmega328[15]

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Operasi	5V DC
Tegangan Masukan	7V-12V DC
Pin Digital I/O	14 pin
Pin Analog	8 pin
Arus DC setiap pin I/O	40mA
Memori <i>Flash</i>	32KB
SRAM (<i>Static Random Access Memory</i>)	2KB
EEPROM (<i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory</i>)	1KB
<i>Clock Speed</i>	16Mhz
Dimensi	45mmx18mm
Berat	5gram

B. MQ2 (Sensor Gas LPG)

Sensor MQ2 merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi gas yang mudah terbakar seperti LPG (*Liquified Petroleum Gas*), *i-butane*, *propane*, *methane*, alkohol, *hydrogen*, dan asap[16]. Cara kerja sensor MQ2 dengan menangkap gas yang terbawa angin kemudian sensor MQ2 akan mengubahnya menjadi tegangan analog. Gambar sensor MQ2 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. MQ2 (Sensor Gas)[16]

Data spesifikasi dari sensor MQ2 dapat ditunjukkan pada Tabel 2 [17].

Tabel 2. Spesifikasi Sensor MQ2

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Operasi	5V±0,1
Tegangan Pemanas	5V±0,1
Pengaturan Resistansi	Dapat diatur
Resistansi Pemanas	33Ω±5%
Suhu Kerja	-20°C-50°C
Suhu Penyimpanan	-20°C-70°C
Resistansi Sensor	3KΩ-30KΩ
Gas yang dapat dideteksi	1. LPG & Propane (200-5000ppm) 2. Butane (300-5000ppm) 3. Methane (5000-20000ppm) 4. H ₂ (300-5000ppm) 5. Alkohol (100-2000ppm)
Kondisi Standar	Temperatur: 20°C±2°C
Pendeteksian	Kelembapan: 65°C±5°C

C. Selenoid Valve

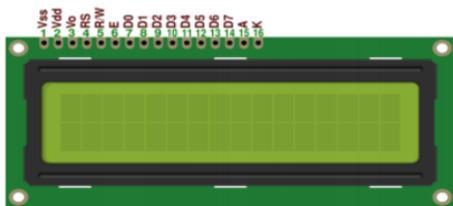
Selenoid valve adalah katup elektrik yang berfungsi sebagai kran elektrik, di mana katup tersebut dikendalikan oleh kumparan di dalamnya yang dialiri tegangan listrik AC atau DC[18]. Sensor ini sering digunakan pada sistem *pneumatic*. Dalam penelitian ini, *selenoid valve* digunakan sebagai kran otomatis untuk menghambat aliran gas LPG ketika terjadi kebocoran gas LPG. Jenis yang digunakan adalah *selenoid valve* dengan kondisi awal (katupnya) terbuka atau umum disebut dengan kondisi *normally open*. Tegangan yang digunakan untuk mengoperasikan sensor ini adalah 12DC/AC, dengan diameter pipa ½ inchi. Berikut bentuk dari sensor *selenoid valve* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Selenoid valve[18].

D. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan alat yang berfungsi menampilkan informasi/karakter yang memiliki arti. LCD16x2 memiliki dimensi dengan lebar 80mm dan tinggi 36mm, serta jangkauan tegangan operasi yang digunakan adalah +3V sampai dengan +5V[5]. LCD16x2 dapat menampilkan 16 karakter mendatar dan 2 karakter menurun. Berikut bentuk dari LCD16x2 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. LCD16x2[18]



Gambar 11. Modul Step Down DC-DC[20]

E. Relay

Relay merupakan sebuah komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar elektrik, di mana relay akan bekerja sebagai penghubung dan pemutus arus listrik setelah pemicu (kumparan) yang ada di dalam relay dialiri tegangan listrik. Prinsip kerja yang dilakukan oleh relay adalah dengan prinsip mekanik yang dipicu oleh tegangan listrik dengan voltase 3,3 sampai 12V[14]. Relay yang digunakan untuk membangun sistem proteksi kebocoran gas LPG menggunakan modul relay 1 channel. Bentuk dari relay 1 channel dapat ditunjukkan pada Gambar 9 [19].



Gambar 9. Modul Relay 1 channel

F. Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang bekerja dengan cara mengubah sinyal listrik menjadi getaran-getaran yang dapat didengar oleh manusia[16]. Di dalam penelitian ini, buzzer berfungsi memberikan notifikasi berupa suara jika sistem mendeteksi adanya kebocoran gas LPG. Berikut komponen buzzer yang dimaksud dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Buzzer[16]

G. Step Down DC-DC

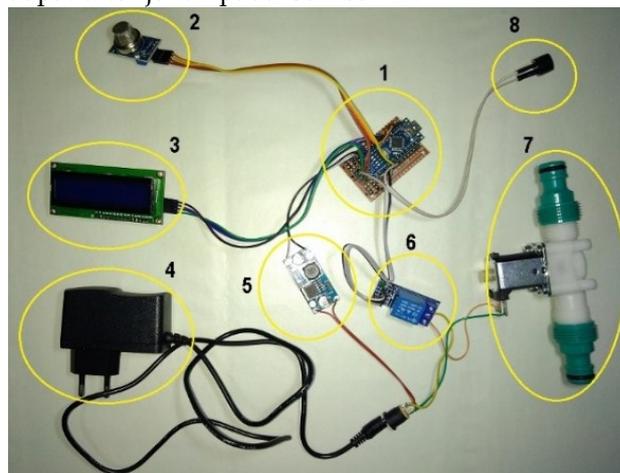
Step down DC-DC merupakan modul yang berfungsi menurunkan tegangan listrik DC tinggi menjadi DC rendah[20]. Dalam penelitian ini, step down difungsikan untuk menurunkan tegangan 12VDC menjadi 5,2VDC untuk mensuplai arduino nano dan sensor-sensor yang terkoneksi dengannya. Modul step down yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 11.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini menghasilkan sebuah alat yang siap diinstalasikan pada gas LPG rumah tangga di mana alat ini berfungsi sebagai proteksi gas LPG jika terjadi kebocoran gas, di mana kebocoran gas LPG dengan kadar yang cukup, dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan.

3.1. Perakitan Sistem Proteksi

Dalam tahap ini, merupakan proses penyatuan atau instalasi Arduino Nano ATmega328 dengan sensor MQ2, Relay, Selenoid valve, LCD16x2 dengan modul I2C, Modul Step down DC-DC, Buzzer, dan power supply atau adaptor 12VDC. Gambar perakitan dapat ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Perakitan Komponen dan Sensor

Hasil perakitan komponen dan sensor yang ditunjukkan pada Gambar 12, menggunakan bahan-bahan sebagai berikut:

1. Arduino Nano ATmega328
2. Sensor MQ2
3. LCD 16x2 + Modul I2C
4. Adaptor 12VDC, 1A
5. Modul Step Down DC-DC
6. Modul Relay 1 channel
7. Selenoid Valve tipe Normally Open (NO)
8. Buzzer 3 V

3.2. Pengkodean Sistem Proteksi

Setelah proses perakitan selesai, maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengkodean

atau pemberian intruksi-intruksi ke dalam rangkaian yang telah dirakit, di mana intruksi-intruksi (kode program) yang ditanamkan berupa bahasa pemrograman menggunakan bahasa C, di mana bahasa ini merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi[21]. Software atau kompilator yang digunakan untuk pemrograman arduino adalah Arduino IDE. Berikut penggalan intruksi-intruksi yang dimasukkan ke dalam sistem proteksi kebocoran gas LPG ditunjukkan pada Gambar 13.

```

Gas_Detection_LCD | Arduino 1.8.4
File Edit Sketch Tools Help
Gas_Detection_LCD $
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
#include <MQ2.h>
#include <Wire.h>
#define Relay 2
#define Buzzer 4

LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27);
// dapat dicek menggunakan 12c finder

int pinAout = A0;
int lpg_gas, co_gas, smoke_gas;

MQ2 mq2(pinAout);

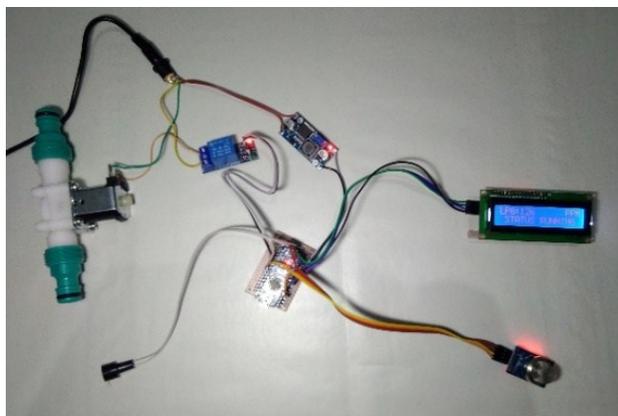
void setup(){}
Serial.begin(9600);
lcd.begin(16, 2); //prosedur pemanggilan LCD
lcd.setCursor(0, 1);
pinMode(Relay, OUTPUT);
pinMode(Buzzer, OUTPUT);

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" LPG-DETECTION");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" ACTIVATING");
delay(3000);
    
```

Gambar 13. Penggalan Kode Program Sistem Proteksi

3.3. Pengujian Alat Sistem Proteksi

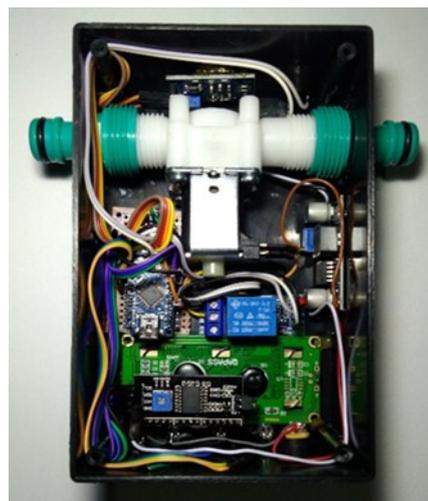
Pengujian alat sistem proteksi kebocoran gas LPG merupakan langkah yang sangat penting, karena melalui langkah ini pembuatan sebuah sistem dapat dikatakan berhasil atau tidak. Dalam pengujian sistem ini, metode yang digunakan adalah dengan menguji tingkat sensitifitas dari sensor MQ2 dalam mendeteksi gas LPG, pengujian di sini menggunakan gas LPG dari kompor gas rumah tangga. Gambar pengujian sistem proteksi kebocoran gas dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengujian Keseluruhan Sistem.

Pada Gambar 14, menunjukkan hasil pengujian dari keseluruhan komponen, diantaranya pengujian LCD16x2 berhasil menampilkan nilai gas LPG yang

ditangkap oleh sensor MQ2, jika kadar LPG tersebut telah melampaui ambang batas maksimal gas LPG yang telah ditentukan yaitu ≥ 5000 ppm, maka relay akan aktif / switch ON dan selenoid valve akan menutup aliran gas LPG dengan demikian sistem tersebut dapat meminimalkan resiko terjadinya kebakaran akibat kebocoran gas LPG, karena jika gas LPG yang bocor tidak segera diproteksi sampai kadarnya mencapai 18000-100000ppm, maka akan menyebabkan kebakaran[7]. Berikut tabel hasil pengujian sistem proteksi kebocoran gas LPG ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 15. Instalasi Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG di dalam Bok



Gambar 16. Implementasi Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG

No	Kadar LPG(ppm)	Kondisi		Keterangan
		Relay	Selenoid	
1.	0	OFF	Terbuka	Gas Mengalir
2.	17	OFF	Terbuka	Gas Mengalir
3.	53	OFF	Terbuka	Gas Mengalir
4.	126	OFF	Terbuka	Gas Mengalir
5.	241	OFF	Terbuka	Gas Mengalir
6.	1280	OFF	Terbuka	Gas Mengalir
7.	5240	ON	Tertutup	Gas Berhenti Mengalir

8.	15875	ON	Tertutup	Gas Berhenti Mengalir
9.	18269	ON	Tertutup	Gas Berhenti Mengalir
10.	26464	ON	Tertutup	Gas Berhenti Mengalir

3.4. Hasil Analisa Kinerja Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG

Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 3, maka dapat dilakukan analisa kinerja dari sistem proteksi kebocoran gas LPG sebagai berikut:

1. Ketika gas LPG yang tertangkap atau terdeteksi oleh sistem melalui sensor MQ2 dengan kadar gas Oppm sampai dengan 1280ppm, maka sistem akan beroperasi dengan normal atau gas LPG tetap mengalir menyuplai. Akan tetapi,
2. Ketika gas LPG yang terdeteksi oleh sensor MQ2 mencapai 5240ppm sampai dengan 26464ppm, maka sistem akan menghentikan suplai gas LPG menggunakan *solenoid valve*, dan mengaktifkan *buzzer* untuk mengeluarkan notifikasi suara, sehingga sistem ini dapat meminimalkan resiko kebakaran karena kebocoran gas LPG.

Akan tetapi kekurangan dari sistem proteksi ini adalah penggunaan tegangan sebagai sumber suplai sistem proteksi yang masih menggunakan adaptor dengan tegangan 12VDC, di mana memerlukan sumber tegangan PLN 220VAC.

Dampak dari penggunaan sistem proteksi kebocoran gas LPG ini untuk kalangan rumah tangga adalah menurunnya tingkat kebakaran rumah yang diakibatkan oleh kebocoran gas LPG.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi kebocoran gas LPG rumah tangga ini dapat memproteksi gas LPG jika terdeteksi kebocoran gas dengan kadar gas LPG di atas 5240ppm, sehingga sistem tersebut dapat meminimalkan resiko terjadinya kebakaran akibat kebocoran gas LPG.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti sangat berterimakasih kepada Politeknik Harapan Bersama yang telah memberikan dana untuk penelitian yang kami kerjakan, serta untuk pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Dunia, "Program Energi Alternatif dan Berkelanjutan di Asia: Indonesia Menuju

- Akses Universal Memasak Bersih Tanpa Polusi," Washington DC, 2013.
- [2] J. Syariffudin, "Di Desa Sekitar Taman Hutan Raya Rajolelo Bengkulu," *AGRISEP*, vol. 4, no. Madjid 1998, pp. 33–41, 2005.
- [3] P. P. Bairagi and L. P. Saikia, "Development of a LPG Monitoring and Automatic Cylinder Booking System Based on Wireless Sensor Network," *Proc. 4th Int. Conf. Inven. Syst. Control. ICISC 2020*, no. Icisc, pp. 382–386, 2020, doi: 10.1109/ICISC47916.2020.9171061.
- [4] N. Mahfuz, S. Karmokar, and M. I. H. Rana, "A Smart Approach of LPG Monitoring and Detection System Using IoT," *2020 11th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. ICCCNT 2020*, pp. 1–4, 2020, doi: 10.1109/ICCCNT49239.2020.9225293.
- [5] V. Suma, R. R. Shekar, and K. A. Akshay, "Gas Leakage Detection Based on IOT," *Proc. 3rd Int. Conf. Electron. Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2019*, pp. 1312–1315, 2019, doi: 10.1109/ICECA.2019.8822055.
- [6] L. Khakim and A. Rakhman, "Optimalisasi Smart Blind Stick Dengan Atmega 328," *Smart Comp*, vol. 10, no. 1, pp. 40–43, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30591/smartcomp.v10i1.2231>.
- [7] H. I. Kirom, Sumardi, and Sudjadi, "Sistem Monitoring Kebocoran Gas Lpg (Liquefied Petroleum Gas) Pada Smart Building Berbasis Tcp / Ip," *Transient*, vol. 2, no. 3, pp. 1–8, 2013.
- [8] S. Iksal, Suherman, "Perancangan Sistem Kendali Otomatisasi On-Off Lampu Berbasis Arduino dan Borland Delphi," *Semin. Nas. Rekayasa Teknol.*, no. November, pp. 117–123, 2018.
- [9] Y. Firmansyah and U. Udi, "Penerapan Metode SDLC Waterfall Dalam Pembuatan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Studi Kasus Pondok Pesantren Al-Habib Sholeh Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 4, no. 1, 2017, doi: 10.26905/jtmi.v4i1.1605.
- [10] Sukamto and Shalahuddin, *Analisa dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset, 2013.
- [11] Ikhsan and H. Kurniawan, "Implementasi Sistem Kendali Cahaya Dan Sirkulasi Udara Ruangan Dengan Memanfaatkan Pc Dan Mikrokontroler Atmega8," *J. TEKNOIF*, vol. 3, no. 1, pp. 12–19, 2015.
- [12] P. Handoko, "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3," *Pros. Semnastek*, no. November, pp. 1–2,

- 2017.
- [13] L. Khakim, M. Mukhlisin, and A. Suharjo, "Security system design for cloud computing by using the combination of AES256 and MD5 algorithm," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 732, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/732/1/012044.
- [14] I. W. Yoga Widiana, I. G. A. P. Raka Agung, and P. Rahardjo, "Rancang Bangun Kendali Otomatis Lampu Dan Pendingin Ruangan Pada Ruang Perkuliahan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 2, p. 112, 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i02.p16.
- [15] Junaidi and Y. D. Prabowo, *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino*. 2018.
- [16] Sarmidi and R. Akhmad Fauzi, "Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor Mq-2 Berbasis Arduino Uno," *Manaj. Dan Tek. Inform.*, vol. 03, no. 01, pp. 51–60, 2019.
- [17] H. Eletronics CO. LTD, "TECHNICAL MQ-2 GAS SENSOR," vol. 1, pp. 3–4.
- [18] I. . Shaputra.R, Gunoto.P, "Kran Air Otomatis pada Tempat Berwudhu Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 192–201, 2019.
- [19] FEC, "Relay modules 1-channel features," in *Future Electronics Corporation*, 2019, pp. 1–2.
- [20] R. Hamdani, I. H. Puspita, and B. D. R. W. Wildan, "Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid)," *Indept*, vol. 8, no. 2, pp. 56–63, 2019.
- [21] E. D. Arisandi, "Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 46–49, 2014, doi: 10.36055/setrum.v3i2.507.