

Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Elpiji Berbasis Arduino Uno

Gilang Ramadhan Baskoro¹, Ummul Khair², Mardiana³

^{1,2,3} Universitas Harapan Medan, Program Studi Teknik Informatika

Jl. HM Jhoni No 70 Medan, Indonesia

¹gramadhanbaskoro@gmail.com

Abstrak

Gas merupakan suatu campuran yang mudah terbakar yang tersusun atas gas-gas hidrokarbon, yang terutama terdiri dari metana. Gas juga dapat mengandung etana, propana, butana, pentana, dan juga gas-gas yang mengandung sulfur. Pada dasarnya tujuan dari penelitian ini adalah agar terciptanya alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas dan berlaku sebagai peringatan dini dengan menggunakan sensor gas MQ-2, Arduino Uno sebagai otak komponen yang berlaku sebagai pusat pemrosesan data. Kombinasi dari Arduino Uno dengan sensor gas MQ-2 beserta alat pendukung merupakan alat yang cukup baik dalam mendeteksi adanya gas di udara. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototipe. Alat pendeteksi ini dibuat menggunakan modul Arduino Uno yang diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman Sketch dan komputer sebagai antarmuka. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang dapat mengetahui terjadinya kebocoran gas dan kadar kebocoran gas akan ditampilkan pada LCD 16x2, Buzzer akan berbunyi ketika telah mencapai batas bahaya.

Kata Kunci : *Pendeteksi Kebocoran Gas, Sensor MQ-2, Arduino Uno*

Abstract

Gas is a combustible mixture composed of hydrocarbon gases, comprising methane. Gases can also contain ethane, propane, butane, pentane, and also sulfur-containing gases. Basically the purpose of this research is to create a tool that can detect gas leakage and apply as an early warning by using gas sensor MQ-2, Arduino Uno as a component brain that acts as a central data processing. The combination of the Arduino Uno with the MQ-2 gas sensor and the supporting tool is a good enough tool in detecting the presence of gas in the air. The research method used in this research is prototype method. This detection tool is made using module Arduino Uno which in the program by using programming language sketch and the computer as the interface. Based on the research results can be concluded that the tool designed to know the occurrence of gas leakage and gas leaked levels will be displayed on the LCD 16x2, Buzzer will sound when it has reached the danger limit.

Keywords: *Gas Leak Detector, Sensor MQ-2, Arduino Uno*

1. PENDAHULUAN

Saat ini gas Elpiji (LPG = Liquid Petroleum Gas) yang berupa gas metana atau butana banyak dipakai oleh masyarakat setelah dicanangkan kampanye konversi energi oleh Pemerintah. Dengan begitu, saat ini minyak tanah telah banyak ditinggalkan oleh masyarakat dan digantikan oleh gas Elpiji. Dengan menggunakan gas Elpiji ini, banyak manfaat yang bisa dapat oleh masyarakat. Diantaranya adalah karena bentuknya gas, bukan cairan sehingga lebih kompak dalam kemasan.

Dan mudah didistribusikan bila dibandingkan dengan minyak tanah yang berbentuk cair. Pemakaian gas juga jauh lebih hemat bila dibandingkan dengan minyak tanah karena karena api dari gas elpiji ini merupakan api yang bersih atau tidak meninggalkan gejala sebagaimana yang terdapat pada minyak tanah..

Hal ini tidak lain karena gas mudah menguap dan ada kemungkinan bocor dan ini sangat rawan untuk menimbulkan bahaya kebakaran atau ledakan. Maraknya kebakaran dan kecelakaan yang di sebabkan oleh kebocoran dan meledaknya tabung gas Elpiji, menjadi hal yang menakutkan bagi sebagian besar masyarakat pengguna gas tersebut. Pusat Laboratorium

Alat pendeteksi kebocoran gas ini menggunakan komponen-komponen elektronika seperti Mikrokontroler AT89S52, 1 buah lcd, 3 buah led, 1 buah Speaker dan 1 buah Sensor Gas Figarro TGS 2610 sebagai inputan pada mikrokontroler. Bahasa yang digunakan dalam alat ini adalah basic compailer. Cara kerja rangkaian ini pada saat keadaan awal alat di aktifkan adalah led yang berwarna biru akan menyala dan lcd akan memberikan informasi kepada user berupa tampilan untuk memasukan tabung gas kedalam kotak. Ketika kotak ditutup, maka sensor gas akan bekerja untuk mendeteksi kebocoran pada tabung gas tersebut. Pada saat sensor gas mendeteksi bahwa kadar gas lebih banyak dibandingkan dari oksigen, maka input akan diolah oleh mikrokontroler dan output yang akan dikeluarkan berupa speaker yang mengeluarkan suara, led berwarna merah akan menyala dan lcd akan memberikan informasi berupa tampilan bahwa tabung gas ada yang bocor. Tetapi ketika setelah beberapa waktu kotak di tutup, tapi sensor juga tidak mendeteksi kadar gas yang lebih banyak dari oksigen, maka led warna putih akan menyala dan lcd akan memberikan informasi berupa tampilan bahwa tabung gas tidak bocor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 SENSOR SUHU MQ - 2

MQ-2 adalah komponen elektronika untuk mendeteksi kadar gas hidrokarbon seperti isobutana (C₄H₁₀ / isobutane), propana (C₃H₈ / propane), metana (CH₄ / methane), etanol (ethanol alcohol, CH₃CH₂OH), hidrogen (H₂/ hydrogen), asap (smoke), dan LPG (liquid petroleum gas). Gas sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di rumah / pabrik, misalnya untuk membuat rangkaian elektronika pendeteksi kebocoran elpiji [1].

Tingkat sensitivitas sensor MQ-2 bervariasi untuk masing-masing tipe gas hidrokarbon yang dapat di deteksi sesuai tabel berikut ini:

1. LPG &propana: 200 - 500 ppm
2. I-butana: 300 - 5.000 ppm
3. Metana: 5.000 - 20.000 ppm (untuk sensor yang lebih sensitive terhadap methane, gunakan gas sensor MQ-4)
4. Hidrogen: 300 - 5.000 ppm
5. Etanol / alkohol: 100 - 2.000 ppm (bila diperlukan sensor yang spesifik untuk alkohol, gunakan MQ-3 Alcohol Detector Sensor)

Keluaran sensor ini berupa resistansi analog yang dengan mudah dapat dikonversi menjadi tegangan dengan menambahkan satu resistor biasa (bisa juga menggunakan potensiometer sehingga ambang batas sensitivitas deteksi dapat di setel sesuai kebutuhan).

2.1.1 Karakteristik Sensor LPG MQ-2.

1. Menggunakan dua panel indikator yang terdiri dari panel indikator LED untuk catudaya dan indikator output digital D0.
2. Dilengkapi dengan dua tipe output yang pertama adalah output TTL (Pin D0) dan output analog (Pin A0).
3. Logika output TTL adalah active Low.
4. Mendeteksi gas - gas yang ada di rumah tangga atau industri.
5. Dimensi sensor adalah 32 (L) * 20 (W) * 22 (H)
6. Respon sensor relatifcepat.
7. Output analog A0 berkisar dari 0.1V sampai 4V.
8. Output digital TTL berkisar dari 0.V dan 5V [2]

2.2 Arduino

Arduino merupakan rangkaian elektronika yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengendalikan lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya [3]

2.3 Lcd (liquid crystal display)

Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan menggunakan mikrokontroler, LCD (*Liquid Crystals Display*) dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. M1632 merupakan modul LCD matrix dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh baris pixel dan 5 kolom pixel (1 baris pixel terakhir adalah kursor [4]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perancangan sebuah alat yang akan dibangun, terlebih dahulu dibuatkan analisis alart yang diperlukan agar menghasilkan suatu rancangan suatu rancangan alat yang sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan dari perancangan ini adalah membuat suatu alat Pendeteksi Kebocoran Gas. Alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai otak komponen.

3.1 Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem adalah gambaran grafis yang memperlihatkan aliran data dari sumbernya dalam objek kemudian melewati suatu proses yang mentransformasikan tujuan yang lain

3.1.2 Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem adalah gambaran grafis yang memperlihatkan aliran data dari sumbernya dalam objek kemudian melewati suatu proses yang mentransformasikan tujuan yang lain.

Berikut ini akan dijelaskan beberapa diagram alir sistem yang terdapat pada rangkaian alat ini yaitu sebagai berikut :

3.2 Instalasi Rangkaian Arduino Uno

Pada penelitian ini penulis menggunakan Arduino Uno sebagai otak komponen. Arduino Uno adalah adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet).

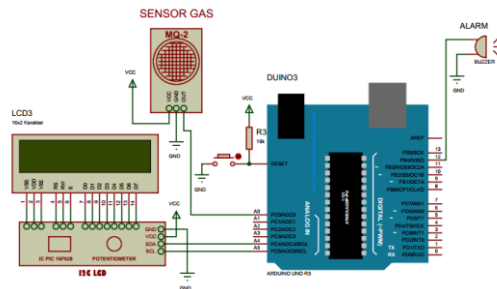
Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Arduino ini berfungsi sebagai pengolah data *input* dan *output* semua komponen lainnya, sedangkan rangkaian tombol *reset* berfungsi sebagai pengulangan kembali arduino apabila tidak berjalan baik ketika dijalankan. Rangkaian arduino ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 Rangkaian Arduino Uno

3.3 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Setelah dilakukan perancangan terhadap masing masing perangkat keras, maka tahap selanjutnya adalah tahap perancangan untuk keseluruhan perangkat keras (*hardware*). Perangkat keras seperti Arduino Uno, LCD (*Liquid Crystal Display*), sensor gas MQ-2, dan Buzzer. Yang dihubungkan menjadi satu dengan arduino melalui *port port* yang telah ditentukan . pada tahap ini, keseluruhan unit perangkat keras atau rangkaian alat diwujudkan menjadi sebuah *prototype* sehingga dapat disimulasikan secara langsung.



Gambar 4 Rangkaian Skematik keseluruhan perangkat keras

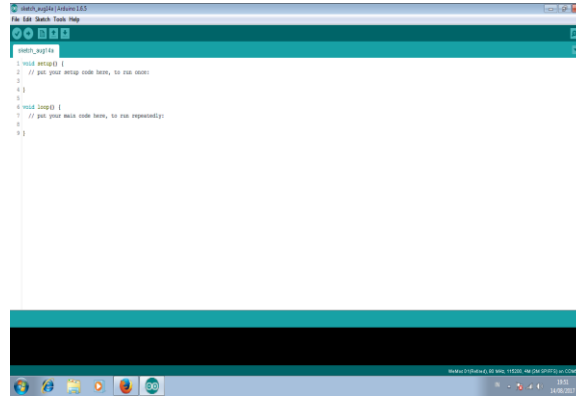
3.4 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak merupakan penjelasan tentang perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini yaitu Arduino. Berikut adalah penjelasan tentang perancangan *listening Program* yang ada pada perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini.

3.4.1 Arduino IDE

Pada perancangan alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Elpiji ini penulis menggunakan Arduino IDE untuk menuliskan source code (isi program) yang merupakan software *open source* dengan bahasa pemrograman menggunakan bahasa C. Berikut adalah penjelasan tentang langkah langkah pembuatan *listening program* di Arduino IDE :

1. Klik *Start Windows* → *All Program* → *Arduino.exe*.
2. Pada *software* arduino, Klik *File* → *New*.
3. Kemudian muncul kotak dialog *sketch* seperti pada gambar disamping.



Gambar 4 Tampilan New pada Arduino IDE

Pada gambar diatas sudah bisa diupload ke Arduino dengan cara meng-klik tombol *upload*. Hanya saja, ketika program tersebut diupload, Arduino tidak akan melakukan apa apa sebab dalam *sketch* tersebut memang tidak ada perintah yang harus dikerjakan.

4. Setelah tampil *new* terbuka langkah selanjutnya adalah pengetikan program, program yang akan kita jalankan adalah Program untuk tampilan LCD.

3.5 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah sebuah tahapan untuk menerapkan aplikasi yang telah dibuat sebelumnya, agar tercipta sebuah aplikasi yang diinginkan. Tahapan langkah-langkah implementasi, yaitu:

1. Menyediakan *Hardware* dan *Software*.
Pada tahap ini, kebutuhan yang diperlukan penulis untuk membangun sebuah aplikasi yaitu dari segi *hardware* dan *software*.
2. Membangun Sistem.
Di tahap ini adalah tahapan dimana penulis membangun sebuah sistem yang sudah dirancang.
3. Menjalankan sistem alat yang telah dibuat.
Tahap ini merupakan menjalankan sistem yang telah dibangun/dibuat dan mengecek ulang hasil akhir dari sistem alat apakah berjalan sesuai dengan seperti apa yang diinginkan.

3.6 Cara Kerja Alat

Sebelum masuk pada tahap implementasi dan pengujian alat, penulis akan menjelaskan terlebih dahulu cara kerja alat ini. Rangkaian sensor gas ini merupakan salah satu rangkaian yang sangat mempengaruhi kriteria untuk mendeteksi gas elpiji. Rangkaian sensor ini akan mendeteksi kadar gas LPG secara terus menerus dan selalu mengupdate setiap keluaran tegangan analog yang kemudian di olah atau di proses oleh arduino.

3.7 Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat alat *Alat Pendeteksi Kebocoran Gas* ini adalah :

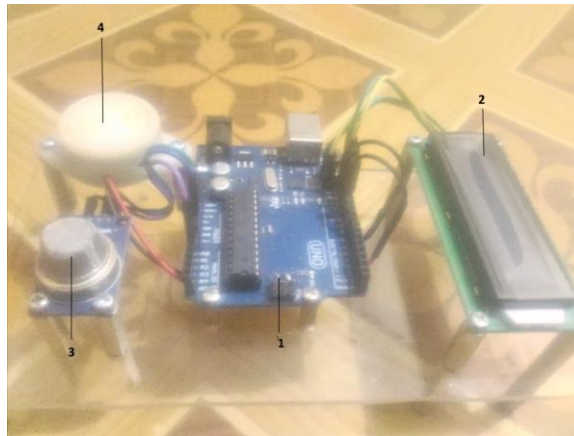
1. Windows 7 32-bit.
2. Aplikasi Arduino IDE.

3. Proteus 8 Profesional.

3.8 Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras yang digunakan untuk pembuatan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas ini adalah :

1. Laptop Acer Intel Core i3(sesuaiakan)
2. Memorry 2GB.(sesuaiakan)
3. Harddisk 500GB.(sesuaiakan)
4. Dan beberapa perangkat keras yang akan ditunjukkan di gambar 4.1.



Gambar 5 Rangkaian Alat Keseluruhan

Penjelasan dari rangkaian alat pada gambar 4.1 adalah sebagai berikut :

1. Arduino Uno

Pada rancangan alat ini arduino adalah otak dari keseluruhan alat. Sema sistem yang ada dirangkaian ini dikendalikan dari arduino dengan menggunakan *software* Arduino IDE sebaga pemogramannya yang berbasis bahasa C. Yang kemudian di *upload* ke arduino untuk dijalankan pada alat ini.

2. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pada ragkaiian diatas penulis menggunakan LCD M1632 *Refurbish* karena harganya cukup murah. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah. Pada rangkaian Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Elpiji ini LCD berfungsi untuk memberikan tampilan data gas di udara.

3. Sensor Gas MQ-2

MQ-2 adalah komponen elektronika untuk mendeteksi kadar gas hidrokarbon seperti iso butana (C_4H_{10} / isobutane), propana (C_3H_8 / propane), metana (CH_4 / methane), etanol (ethanol alcohol, CH_3CH_2OH), hidrogen (H_2 / hydrogen), asap (smoke), dan LPG (liquid petroleum gas). Gas sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di rumah / pabrik, misalnya untuk membuat rangkaian elektronika pendeteksi kebocoran elpiji. Untuk mengkonversi data sushu digunakan alat tambahan yaitu IC LM35. Pada alat ini sensor gas MQ-2 berfungsi untuk mendeteksi suhu yang ditampilkan di LCD.

4. Buzzer

Buzzer biasa digunakan sabagai penanda bunyi bahwa ada tanda peringatan atau terjadi sesuatu kesalahan pada sebuah alat. Pada rangkaian alat ini buzzer berfungsi sebagai penanda bunyi ketika lcd menampilkan suhu.

3.9 Pengujian Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerja perangkat keras pada masing masing rangkaian dapat bekerja dengan baik antara lain pengujian arduino dengan lcd, pengujian rangkaian arduino dengan sensor gas MQ-2, pengujian rangkaian arduino pada buzzer. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan di bahas untuk di jadikan dalam pengambilan kesimpulan.

3.10 Pengujian Rangkaian Arduino dengan LCD

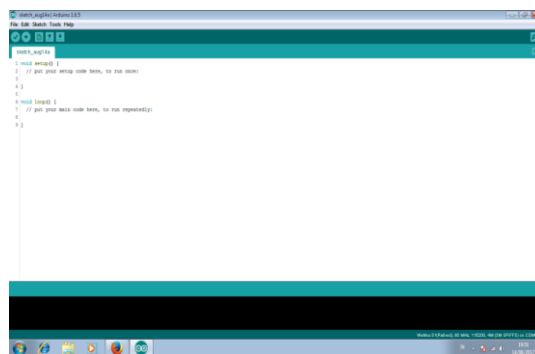
Unuk mengetahui apakah arduino ini berjalan dengan baik maka harus menjalankan program arduino IDE terlebih dahulu dengan menggunakan bahasa visual bahasa C. Yang harus dilakukan sebelum proses *running* program adalah mengupload program pada arduino.

Peralatan :

1. Arduino.
2. Rangkaian LCD.
3. *Power supply/ Kabel USB*
4. *Software* Arduino IDE

Langkah-langkah yang dilakukan :

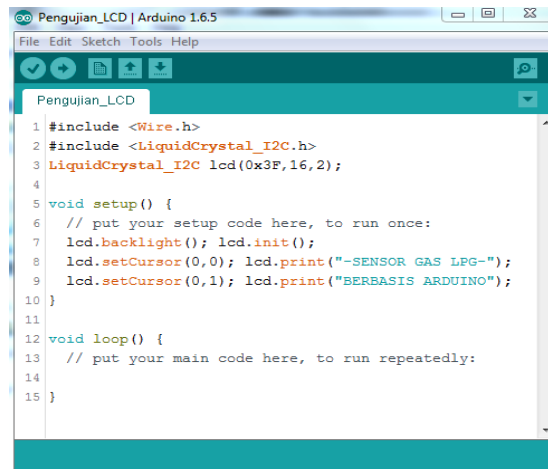
1. Klik start Windows → *All Program* → *Arduino.exe*.
2. Pada *software* arduino, klik *File* → *New*.
3. Kemudian muncul kotak dialog seperti gambar 4.3



Gambar 6 Tampilan *NEW* pada arduino IDE

Setelah tampil *new* arduino ide terbuka ketikkan program untuk menguji arduino dengan LCD.

4. Setelah program diketik seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3. *Upload* program ke arduino dengan menggunakan kabel USB, perhatikan sebelum program di *upload* pastikan *port* USB telah benar, cara memastikannya klik *tools* pada menu bar kemudian klik *port* sesuaikan dengan *port* yang tersambung dengan laptop kita. Setelah itu klik *upload* pada menu bar.



```
Pengujian_LCD | Arduino 1.6.5
File Edit Sketch Tools Help
Pengujian_LCD
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2);
4
5 void setup() {
6 // put your setup code here, to run once:
7 lcd.backlight(); lcd.init();
8 lcd.setCursor(0,0); lcd.print("-SENSOR GAS LPG-");
9 lcd.setCursor(0,1); lcd.print("BERBASIS ARDUINO");
10 }
11
12 void loop() {
13 // put your main code here, to run repeatedly:
14
15 }
```

Gambar 7 Listing program untuk menampilkan *Teks* Arduino pada LCD

Program untuk pengujian arduino dengan LCD untuk menampilkan *teks* seperti pada gambar 4.4. Pada program `lcd.setCursor(0,0)`; menunjukkan bahwa karakter pertama dari “-SENSOR GAS LPG-” terletak pada sumbu *cursor* $x=0$ dan $y=0$, maksudnya pada kolom pertama dan baris pertama. Kemudian pada program `lcd.setCursor(0,1)`; yaitu menunjukkan bahwa *cursor* $x=0$ dan $y=1$ yaitu “BERBASIS ARDUINO“. Dimulai dari kolom pertama pada baris kedua

Pada gambar dibawa 4.5 adalah hasil *output* program yang ditunjukkan pada gambar 4.5 pada LCD. Rangkaian ini membutuhkan *power supply* sebesar 12V untuk memberikan daya pada alat.



Gambar 8 Tampilan LCD

3.11. Pengujian Rangkaian Arduino dengan Sensor Gas MQ-2 dan Buzzer

Pengujian rangkaian sensor gas MQ-2 ini dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan sensor gas ini dalam mendeteksi gas di udara, serta apakah rangkaian sensor sudah bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian rangkaian sensor gas dilakukan dengan memasang sensor gas MQ-2 di rangkaian pada dapur sebagai sumber sensor.

Pengukuran sensor gas MQ-2 dilakukan untuk mengetahui suhu pada suatu tempat dan kadar gas di udara yang naik akan diikuti dengan *buzzer* sebagai penanda suara, maka rangkaian sensor dinyatakan berhasil atau bagus.

Peralatan :

1. Arduino.
2. Sensor Gas MQ-2.
3. Buzzer.

4. *Power Supply/ Kabel USB.*
5. Rangkaian LCD.
6. *Software Arduino IDE.*

Langkah langkah yang dilakukan untuk mengupload program ke Arduino :

1. Klik *start Windows* ➔ *All Program* ➔ *Arduino.exe.*
2. Pada *software arduino*, klik *File* ➔ *New.*
3. Kemudian muncul kotak dialog dan ketikkan program.



```
Pengujian_Sensor_Gas | Arduino 1.6.5
File Edit Sketch Tools Help
Pengujian_Sensor_Gas
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2);
4
5 #define LPG A0
6 int data_adc;
7
8 void setup() {
9 // put your setup code here, to run once:
10 lcd.backlight(); lcd.init();
11 lcd.setCursor(0,0); lcd.print("-SENSOR GAS LPG-");
12 lcd.setCursor(0,1); lcd.print("BERBASIS ARDUINO");
13 delay(3000); lcd.clear();
14 }
15
16 void loop() {
17 // put your main code here, to run repeatedly:
18 data_adc=analogRead(LPG);
19 lcd.setCursor(0,0); lcd.print("-SENSOR GAS LPG-");
20 lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Data = ");
21 lcd.print(data_adc); lcd.print(" ");
22
23 delay(500);
24 }
```

Gambar 9 Listing Program untuk menampilkan Sensor Gas dengan Buzzer

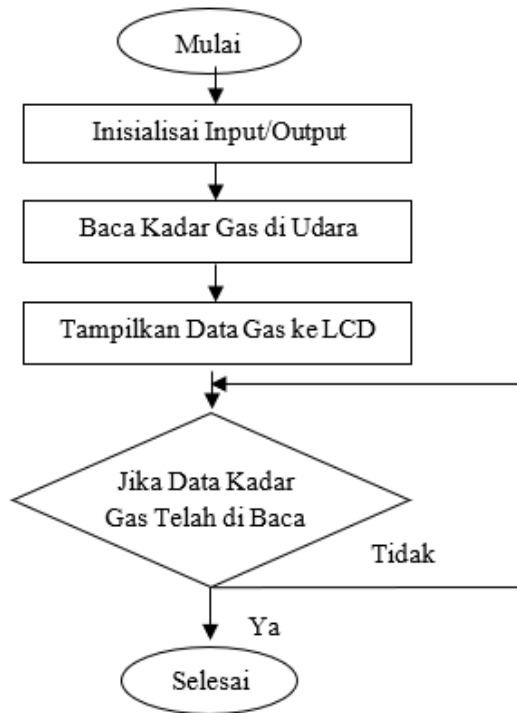
4. Setelah kita selesai mengetikkan program ke *sketch* arduino, selanjutnya *upload* program ke arduino.



Gambar 10 Tampilan nilai sensor Gas MQ-2

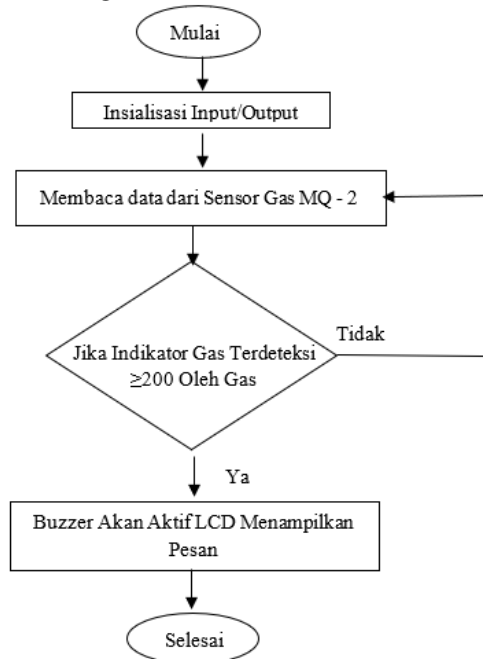
Setelah program di *upload* ke rangkaian alat, alat ini secara otomatis berjalan sesuai program, pada gambar 4.8 adalah tampilan nilai sensor gas MQ-2, nilai tampilan sensor gas MQ-2 akan muncul di LCD pada setiap kurang lebih 50 detik dan di ikuti dengan suara buzzer.

Berikut adalah gambar Diagram Alir Sistem :



Gambar 1 Diagram Alir Sistem Utama

3.1.3 Diagram Alir Sensor Gas MQ-2



Gambar 2 Diagram Alir Sistem Sensor Gas MQ - 2

Penjelasan tentang *flowchart* /Diagram Alir Sistem Sensor Gas MQ-2 diatas adalah sebagai berikut:

1. Memberikan inialisai *input/output*.
2. Membaca data dari Sensor Gas MQ-2
3. Jika kadar gas menunjukkan ≥ 200 derajat, maka Buzzer akan aktif dan LCD akan menampilkan pesan.
4. Jika kadar gas tidak menunjukkan ≥ 200 , maka akan kembali membaca data sensor gas MQ-2 dan terus mengulangi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Setelah selesai melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap implementasi dan pengujian alat maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk merancang dan membangun sebuah alat yang mampu membantu manusia dalam mendeteksi kebocoran gas yang dapat membahayakan.

1. Alat dapat bekerja sebagai pendeteksi kebocoran gas pada tempat yang khusus di peruntukkan gas rumah tangga.
2. Sensor gas MQ-2 merupakan sensor yang efektif untuk mendeteksi gas dan asap.
3. Sensor gas MQ-2 mengalami perubahan pada outputnya 10 miliVolt setiap Volt/ppm (10mV/C).
4. Arduino tidak dapat membaca nilai suhu secara langsung, karena itu digunakan ADC untuk mengkonversi nilai analog yang dikeluarkan sensor menjadi data digital yang sudah kompatibel dan dapat dibaca oleh Arduino untuk di tampilkan oleh LCD.
5. Arduino merupakan pusat pengolah data yang cukup handal dalam mendeteksi kebocoran gas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. H. Iksal, "Rancang Bangun Prototype Penanganan Dini dan Pendeteksi Kebocoran LPG Berbasis Mikrokontroler Melalui SMS," *Jurnal PROSISKO Vol. 3 No. 2*, 2016.
- [2] T. Susanty, "Perancangan Teknologi Komunikasi Mobile Robot Pendeteksi Kebocoran Gas Dengan Modul XBEE," *Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya*, 2014.
- [3] A. J. Lubis, *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*, Medan: Ebook, 2016.
- [4] R. d. Purnama, *LCD (Liquid Crystal Display)*, Semarang: EBOOK, 2013.
- [6] F. Djuandi, *Pengenalan Arduino Uno*, www.tobuku.com, 2011.

- [7] R. Syam, "Dasar Dasar Teknik Sensor," Makasar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, 2013.
- [8] R. Ajang, "Jenis - Jenis Mikrokontroler Arduino Uno," 2023. [Online]. Available: <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-microcontroller-arduino>.