

PURWARUPA PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN ARDUINO UNO

Yoyok Dwi Setyo Pambudi¹, Donie Agus Ardianto², Nurkahfi Irwansyah³,
Fajar Sukmawan⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
^{1,2,3,4}Jalan Raya Puspiptek No. 46 Buaran, Setu, Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹dosen00789@unpam.ac.id

²d.a.ardianto@gmail.com

³dosen01318@unpam.ac.id

³fajars20231@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 21-10-2023
revisi : 31-11-2023
diterima : 02-12-2023
dipublish : 30-12-2023

ABSTRAK

Dengan banyaknya pemakaian *Liquid Petroleum Gas* (LPG) untuk rumah tangga, usaha kecil, dan industri mikro maka potensi resiko atas penggunaan LPG juga akan timbul. Minimnya upaya masyarakat sebagai pemakai LPG dalam mencegah terjadinya kebocoran gas membuat kasus kebakaran akibat LPG marak terjadi, setidaknya perlu ada tindakan dalam menanggulangi hal tersebut untuk meminimalisir sesuatu yang tidak diinginkan terjadi selanjutnya. Resiko kebakaran atau ledakan akibat kebocoran LPG dapat dihindari apabila ada pencegahan dini, saat gas keluar atau pada saat pada kebocoran gas terjadi. Pada penelitian ini dikembangkanlah sebuah sistem keamanan dengan cara memberikan sistem peringatan untuk memberikan sebuah tanda jika terjadi kebocoran gas di dalam rumah. Jika sistem ini mendeteksi adanya kandungan LPG maka sistem akan memberikan sebuah tanda peringatan berupa alarm. Pengembangan berupa purwarupa bersifat portabel yang dapat membantu dalam pendeteksian kebocoran gas dengan menggunakan beberapa modul elektronik sehingga menjadi suatu sistem alat terintegrasi yang mampu memberikan suatu peringatan berupa alarm. Purwarupa menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai algoritma sistem dan Sensor MQ-2 sebagai pendeteksi kebocoran gas. Jika tingkat kebocoran melebihi batasan tertentu maka sistem akan menyalakan alarm dan mengaktifkan kipas untuk membuang konsentrasi gas pada ruangan. Untuk menampilkan parameter terukur digunakan LED display.

Kata kunci: Kebocoran gas; liquid petroleum gas; arduino uno; MQ-2

ABSTRACT

With the large number of uses of Liquid Petroleum Gas (LPG) for households, small businesses and micro industries, potential risks from the use of LPG will also arise. The lack of effort by the community as LPG users in preventing gas leaks has resulted in cases of fires caused by LPG becoming widespread, at least there needs to be action in dealing with this to minimize anything undesirable from happening next. The risk of fire or explosion due to LPG leaks can be avoided if there is early prevention, when the gas escapes or when a gas leak occurs. In this research, a security system was developed by providing a warning system to provide a sign if a gas leak occurs in the house. If this system detects LPG content, the system will give a warning sign in the form of an alarm. Development in the form of a portable prototype that can assist in detecting gas leaks using several electronic modules so that it becomes an integrated tool system capable of providing a warning in the form of an alarm. The prototype uses an Arduino Uno microcontroller as a system algorithm and an MQ-2 sensor as a gas leak detector. If the leak level exceeds a certain limit, the system will trigger an alarm and activate the fan to remove the gas concentration in the room. To display the measured parameters, an LED display is used.

Keywords: Leak gas; liquid petroleum gas; arduino uno; MQ-2

PENDAHULUAN

Sejak pemerintah mencanangkan konversi dari minyak tanah ke gas tahun 2005 masyarakat mulai menggunakan gas yang selama ini menggunakan minyak tanah tetapi pada pelaksanaan banyak mengalami hambatan mulai dari banyak mengalami hambatan mulai dari banyaknya tabung gas yang bocor hingga menyebabkan kebakaran dan kecelakaan yang disebabkan oleh kebocoran dan meledaknya tabung gas elpiji *Liquid Petroleum Gas* (LPG) akhir-akhir ini, menjadi hal yang menakutkan bagi sebagian besar masyarakat pengguna gas tersebut.

Kejadian meledaknya tabung gas akibat kebocoran tabung gas sangat berbahaya bagi pengguna maupun masyarakat sekitar. Berita kebakaran pun banyak terdengar sebagai akibat tabung gas LPG meledak. Penyebab meledaknya tabung gas ini karena kebocoran pada selang, tabung atau

regulatornya yang tidak terpasang dengan baik. Pada saat terjadi kebocoran akan tercium bau gas yang menyengat, Gas inilah yang nantinya akan menimbulkan ledakan apabila ada sulutan atau percikan api atau adanya percikan bara rokok (Boxall, 2013).

Pada intinya ledakan dapat dihindarkan apabila ada pencegahan dini, saat gas keluar atau pada saat pada kebocoran gas terjadi. Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi maka dikembangkanlah sebuah sistem keamanan dengan cara memberikan sistem peringatan (*Early Warning System*) untuk memberikan sebuah tanda jika terjadi kebocoran gas di sekitar rumah. Jika sistem ini mendeteksi adanya bau gas LPG maka sistem akan memberikan sebuah tanda peringatan berupa alarm atau *buzzer*.

TEORI

Liquefied petroleum gas (LPG) atau sering disebut Elpiji adalah campuran mudah terbakar yang terdiri dari gas hidrokarbon, paling sering propana, butana, dan propilena. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Komponen LPG didominasi *propana* (C_3H_8) dan *butana* (C_4H_{10}). LPG juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}) dan ikatan karbon bentuk lainnya (Raslavičius, 2014).

Dalam kondisi atmosfer, LPG akan berbentuk gas. Volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu LPG dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung-tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (*thermal expansion*) dari cairan yang dikandungnya, tabung LPG tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya (Wibowo, Budi, dan Andrie Yuswanto, 2023).

Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan dan temperatur, tetapi biasanya sekitar 250:1. Tekanan ketika LPG berbentuk cair, dinamakan tekanan uap, juga beragam tergantung komposisi dan temperatur; sebagai contoh, dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2.2 bar) bagi butana murni pada 20 °C (68 °F) agar mencair, dan sekitar 2,2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55 °C (131 °F).

LPG (Liquid Petroleum Gas) adalah gabungan dari beberapa unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair.

Komponennya didominasi oleh Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}). Salah satu resiko penggunaan LPG adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau instalasi gas sehingga bila terkena api dapat menyebabkan kebakaran. Pada awalnya, gas LPG tidak berbau, tapi bila demikian akan sulit dideteksi apabila terjadi kebocoran pada tabung gas. Menyadari itu Pertamina menambahkan gas mercaptan, yang baunya khas dan menusuk hidung. Langkah itu sangat berguna untuk mendeteksi apabila terjadi kebocoran tabung gas (Damayanti, 2017).

Arduino adalah sebuah platform elektronik yang bersifat open source serta mudah digunakan. Hal tersebut ditunjukkan agar siapapun dapat membuat proyek interaktif dengan mudah dan menarik (Damayanti, 2017). Arduino Uno adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Sejumlah pin tersedia di papan. Pin 0 hingga 13 digunakan untuk digital, yang hanya bernilai 0 atau 1. Pin A0-A5 digunakan untuk analog. Arduino Uno dilengkapi dengan Static Random Access Memory (SRAM) berukuran 1 KB untuk menyimpan data, flash memory berukuran 32KB, dan Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM) untuk menyimpan perintah (Kadir, 2013).



Gambar 1. Arduino Uno R3

IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment* atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman Java. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah (Fezari, Mohamed, and Ali Al Dahoud, 2018).

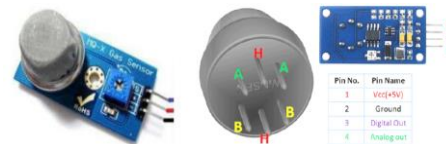
Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah sketch. Kata “sketch” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Untuk membuat suatu proyek yang menggunakan Arduino baik sederhana maupun yang kompleks perangkat utama yang wajib ada adalah Arduino, kabel USB, Laptop/PC/Ponsel Android, dan software IDE Arduino. Secara umum fungsi IDE Arduino yaitu untuk menulis program yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. (Halim, et all, 2019).

Sensor gas atau sensor MQ-2 merupakan jenis sensor yang berfungsi untuk mengukur senyawa gas polutan yang ada di udara bebas, seperti karbon dioksida, karbon monoksida, hidrokarbon (LPG) dan lain-lain. Pada sensor gas terdapat heater yang berfungsi untuk memicu sensor dapat bekerja mendeteksi objektivitas tipe gas yang akan disensing. Pada sensor juga

terdapat nilai resitansi. Dan apabila semakin rendah nilai kepekatan gas yang tersensing di udara bebas, semakin tinggi nilai resitansi (Mandagi dan Immanuel, 2014).

Modul sensor ini sensitif untuk berbagai gas dan dapat digunakan pada ruangan dengan suhu kamar. Output dari modul ini adalah sinyal analog dan dapat dibaca dengan input analog (ADC) Arduino dan Data out yang memiliki keluaran logika 1 dan 0. [5] Berikut konfigurasi dari sensor MQ-2:

- Pin 1 merupakan heater internal yang terhubung dengan ground.
- Pin 2 merupakan tegangan sumber (Vc) dimana $V_c < 24$ VCD
- Pin 3 (VH) digunakan untuk tegangan pada pemanas (heater internal) dimana $V_H = 5$ VDC
- Pin 4 merupakan output yang akan menghasilkan tegangan analog.



Gambar 2. Bentuk Fisik dan konfigurasi pin Sensor MQ-2

Modul LCD (Liquid Crystal Display) sangat umum digunakan di sebagian besar proyek umum, alasannya adalah harganya yang murah, ketersediaannya sangat banyak, dan mudah pemrogramannya. Sebagian besar kita sering menjumpai modul tampilan ini dalam kehidupan sehari-hari, baik di PCO atau kalkulator. LCD 20x4 dinamai demikian karena memiliki 20 kolom dan 4 baris. Ada banyak kombinasi yang tersedia seperti, 8x1, 8x2, 10x2, 16x1, dll. Namun, yang paling banyak digunakan adalah 16x2. Jadi, itu akan memiliki total 80 karakter ($20 \times 4 = 80$) dan setiap karakter dibuat dari 5x8 Pixel Dots (16x2 LCD

Module: Pinout, Diagrams, Description & Datasheet, 2017)

Buzzer merupakan perangkat elektronik sekaligus perangkat audio dengan keluaran suara seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Buzzer banyak dimanfaatkan sebagai indikator bahwa proses telah selesai ataupun terdapat suatu keadaan tertentu (alarm). Buzzer yang termasuk dalam keluarga transduser ini juga sering disebut dengan Beeper karena suara yang dikeluarkan berbunyi 'beep'.

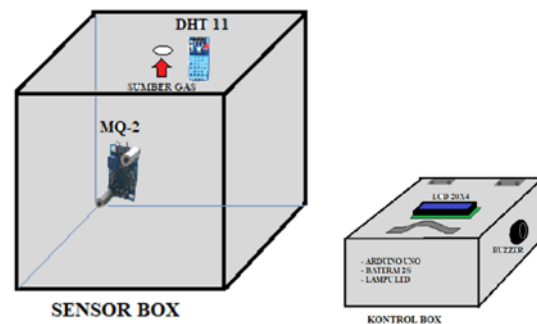
Modul Sensor DHT merupakan modul yang mampu mengukur suhu dan kelembaban udara, komunikasi modul ini dengan mikrokontroler yaitu melalui pin analog maka yang dibaca sensor adalah data analog. Alat ini mampu mengukur kelembaban relatif antara 20 dan 90% RH dalam kisaran suhu pengoperasian 0 hingga 50 °C dengan akurasi $\pm 5\%$ RH. Suhu juga diukur dalam kisaran 0 hingga 50 °C dengan akurasi ± 2 °C.

Pada penelitian ini peran kipas DC 12V digunakan untuk membuang kadar gas yang melebihi batas pada ruang simulasi kebocoran gas yang dirancang Kipas DC 12V atau biasa disebut *cooling fan* merupakan komponen elektronik yang biasa dijumpai pada rangkaian CPU computer ataupun mesin Chiller. Secara umum fungsi kipas DC ini yaitu untuk membuang udara panas pada suatu rangkaian mesin sehingga meminimalisir terjadinya *overheat* pada komponen sekitarnya dan tidak merusak komponen.

METODOLOGI

Perangkat mekanik alat pendeteksi kebocoran gas berbasis Arduino menggunakan 2 kotak dengan peran dan fungsi berbeda ditunjukkan pada Gambar 3.

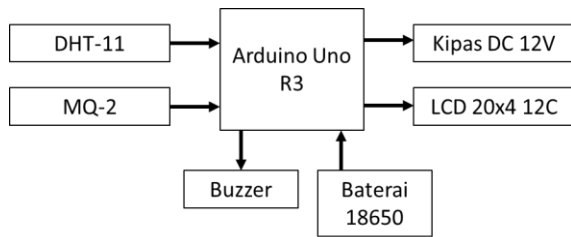
Pada kotak kontrol terdapat mikrokontroler Arduino, LCD, baterai, dan beberapa indikator seperti lampu LED dan Buzzer. Sedangkan pada kotak sensor terdapat 2 sensor yaitu MQ-2 dan DHT11. Kotak sensor memiliki peran yaitu sebagai ruang simulasi kebocoran gas dimana pada bagian atas terdapat lubang sebagai sumber kebocoran gas, terdapat juga kipas DC 12V yang berfungsi untuk membuang kadar gas apabila melebihi batas PPM.



Gambar 3. Desain Sensor Box dan Kontrol Box

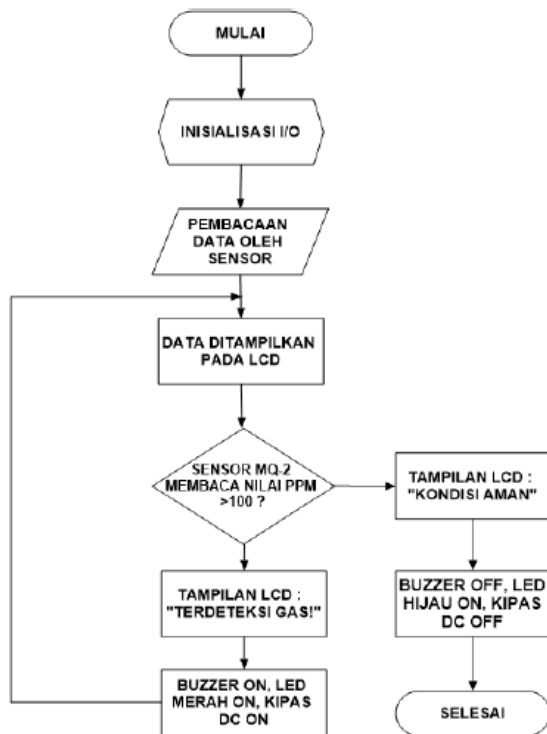
Perangkat keras sebagai pada purwarupa pendeteksi gas LPG tersusun dari Arduino Uno R3, LCD 20 x 4, Sensor MQ-2, Sensor DHT-11, Relay 5V 1 Channel, Buzzer, LED Merah dan Hijau, Kipas DC 12V dan Baterai 18650 4S.

Sedangkan perangkat lunak pada yang digunakan adalah Arduino IDE untuk menulis program untuk dikirim ke mikrokontroler, Fritzing untuk membuat skema wiring purwarupa dan. Tera Term digunakan untuk merekam data yang dibaca sensor secara *real-time*. Aliran data informasi dan proses, mulai dari input data hingga output digambarkan menggunakan blok diagram sebagaimana pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Flowchart prototipe Sistem sistem pendeteksi gas ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir sistem purwarupa pengujian LPG

Urutan dari diagram alir adalah sebagai berikut : mulai mengaktifkan alat, inisialisasi antar modul yang terhubung dengan mikrokontroler, pembacaan data suhu dan kelembaban udara oleh Sensor DHT11 membaca suhu dan sedangkan MQ-2 membaca nilai PPM gas yang terkandung di udara. Hasil pembacaan sensor selanjutnya diproses mikrokontroler lalu ditampilkan pada LCD. Ketika kondisi sensor MQ-2

membaca PPM lebih dari 100 maka tampilan LCD menunjukkan karakter "TERDETEKSI GAS!" dan di saat yang bersamaan Buzzer dan lampu LED Merah, aktif sebagai indikator peringatan dan kipas DC aktif untuk membuang kadar gas.

Apabila sensor MQ-2 membaca kurang dari 100 PPM maka LCD menunjukkan karakter "KONDISI AMAN", Buzzer tidak aktif dan lampu LED hijau aktif. Kondisi tersebut akan tetap berulang hingga sistem dinonaktifkan.

Pembuatan program pada perangkat lunak IDE Arduino dilakukan agar sistem alat dapat menjalankan fungsinya, masing-masing modul yang terintegrasi dengan Arduino Uno memiliki bahasa program tertentu yang biasa disebut *library* yang isinya *sketch* dari modul itu sendiri. *Sketch* dari masing-masing tersebut digabung menjadi satu sehingga menghasilkan program yang dapat dieksekusi.

Langkah awal adalah inisialisasi pin yang digunakan yaitu pin digital 7 untuk DHT11, pin digital 13 untuk Buzzer, dan pin analog A0 untuk sensor MQ-2. Pada setup program di atas merupakan baris program yang hanya dijalankan satu kali pada saat Arduino mulai atau di-restart. Terdapat juga deklarasi pin untuk menentukan input dan output modul yang digunakan. Pada setiap setup di program IDE Arduino apapun pasti selalu terdapat nilai 9600 yang merupakan nilai baudrate komunikasi Arduino dengan satuan bps (*bit per second*).

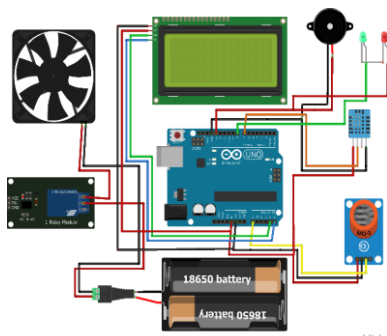
```
void loop() {  
  delay(1000); // jeda waktu untuk sensor melakukan pengukuran  
  LPG = analogRead(AnalogGas);  
  float kelembaban = dht.readHumidity();  
  float suhu = dht.readTemperature();  
  
  lcd.setCursor(0, 0);  
  lcd.print("PEM GAS:");  
  Serial.print("PEM GAS:");  
  Serial.print(LPG);  
  Serial.print(", ");  
  lcd.setCursor(9, 0);  
  lcd.print(LPG);  
  lcd.print(" PEM");  
  
  lcd.setCursor(0, 3);  
  lcd.print("KELEMBABAN:");  
  Serial.print("KELEMBABAN:");  
  Serial.print(kelembaban);  
  Serial.print(", ");  
  lcd.setCursor(11, 3);  
  lcd.print(kelembaban);  
  lcd.print(" %RH");  
  
  lcd.setCursor(0, 2);  
  lcd.print("SUHU:");  
  Serial.print("SUHU:");  
  Serial.print(suhu);  
  Serial.println(",");  
  lcd.setCursor(6, 2);  
  lcd.print(suhu);  
  lcd.print(" C");  
}
```

Gambar 6. Baris program pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Arduino.

Pada program loop yang diberikan pada Gambar 6 dijelaskan list program pada setiap modul yaitu MQ-2, dan DHT11 untuk pembacaan suhu dan kelembabannya. Fungsi program di atas untuk mengontrol Arduino dalam membaca input dan merubah output tiap modulnya, void loop sendiri secara fungsi yaitu menjalankan program berulang kali sampai Arduino tersebut dinonaktifkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

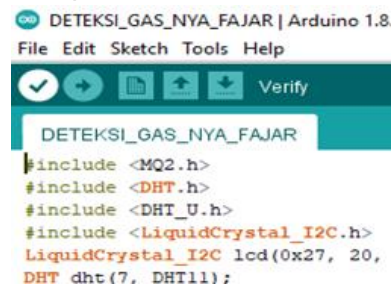
Purwarupa pengujian kebocoran gas LPG menggunakan Arduino Uno pada penelitian ini telah berhasil dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Alat Pendeteksi Gas Berbasis Arduino

Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam pengujian ini yaitu kompilasi program dengan IDE Arduino. Program yang sudah ditulis pada IDE Arduino kemudian dilakukan tahapan verifikasi sketsa, apabila verifikasi berhasil maka langkah selanjutnya yaitu mengunggahnya ke perangkat mikrokontroler Arduino melalui kabel USB yang saling terkoneksi antara laptop dan Arduino.

Untuk mulai verifikasi klik pada bagian ikon centang lalu tunggu hingga verifikasi selesai Setelah verifikasi program berhasil, langkah berikutnya yaitu mengunggahnya ke perangkat Arduino Uno seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tahap Verifikasi Program IDE pada Arduino

Sebelum mengunggah program, pilih dahulu pada menu Tools untuk pengaturan Board dan Port yang dipilih sesuai dengan jenis mikrokontroler dan port USB yang dihubungkan.

Pengujian perangkat keras yaitu pengujian keseluruhan komponen yang saling terintegrasi satu sama lain untuk mengetahui bahwa seluruh komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Pengujian perangkat keras menunjukkan seluruh komponen dapat menjalankan fungsinya, di antaranya yaitu LCD dapat menampilkan data hasil pembacaan sensor, sensor dapat membaca masing-masing

variabel dengan ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Prototipe pengujian kebocoran gas LPG dengan Arduino.

Hasil pengujian dengan gas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui respon indikator terhadap perubahan kadar gas LPG di mana dilakukan tahap dalam pengujian ini yaitu mengaktifkan alat pendeteksi gas dan membuka katup gas secara perlahan untuk membuka katup sehingga gas keluar ke dalam kotak kaca akrilik. Ketika kadar gas dapat terlihat pada LCD monitor dan ketian melebihi 100 PPM maka Buzzer akan berbunyi dan lampu LED menyala seperti ditunjukkan pada Gambar 10.

Beberapa saat kemudian sistem pengaman atau pembuang gas dari ruangan menyalakan kipas DC secara otomatis. Sehingga kadar gas berkurang menuju kondisi normal dan indikator *buzzer*, lampu dan kipas akan berhenti kembali.



Gambar 10 (a) Tampilan Indikator konsentrasi gas LPG pada kondisi (a) normal; (b) meningkat di atas ambang batas

Hasil pengambilan data dari sensor sensor gas maupun suhu dilakukan dengan

menghubungkan laptop dengan perangkat Arduino melalui kabel USB lalu kemudian buka Software Tera Term pada laptop. Perangkat lunak ini hanya sebatas membaca data yang dibaca sensor secara real-time dan cara kerjanya hampir sama seperti Serial Monitor pada IDE Arduino hanya saja data yang direkam tersebut dapat secara langsung dikonversikan ke dalam MS. Excel sehingga data dapat dimodifikasi. Hasil pengujian dan pemantauan kadar LPG pada kotak akrilik ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pemantauan Kadar LPG Secara *Real-time*

Waktu (s)	Kadar Gas (PPM)	Suhu (°C)
1	80	29,5
2	81	29,5
3	82	29,5
4	83	29,5
5	84	29,5
6	85	29,5
7	85	29,5
8	86	29,5
9	87	29,5
10	87	29,5
11	88	29,5
12	88	29,5
13	88	29,6
14	88	29,6
15	88	29,7
16	88	29,7
17	89	29,5
18	89	29,6
19	90	29,6
20	90	29,5
21	92	29,5
22	98	29,5
23	102	29,5
24	130	29,5
25	460	29,5
26	665	29,6

Terlihat dari detik ke-1 hingga ke 98, purwarupa mendeteksi kandungan LPG di ruangan, dimana kadar gas masih di bawah

100 ppm (normal). Pada detik 95 dimasukkan gas dari tabung dan terdeteksi melebihi 100 ppm. Dimana saat itu *buzzer* berbunyi dan selanjutnya kipas berputar untuk membuang gas LPG dari ruangan.

KESIMPULAN

Telah dirancang alat pendeteksi gas LPG menggunakan Arduino sebagai kontroler keseluruhan sistem. Seluruh komponen yang terintegrasi satu sama lain berhasil menjalankan fungsinya dengan baik. Respon perangkat indikator sebagai peringatan juga dapat berfungsi yaitu pada keadaan PPM lebih dari 100 indikator menjadi aktif (ON). Pengambilan data secara *real-time* berhasil melalui software Tera Term untuk mengetahui aktifitas sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- 16x2 LCD Module. (2017, Agustus 30). Diakses Pada 29 Agustus 2020, from components101: <https://components101.com/16x2-lcd-pinout-datasheet>
- Boxall, J. (2013). *Arduino Worskhop - A hands-on introduction with 65 Projects*. No Starch Press.
- Fezari, Mohamed, and Ali Al Dahoud. "Integrated development environment "IDE" for Arduino." *WSN applications* (2018): 1-12.
- Halim, Dareen K., Tang Chong Ming, Ng Mow Song, and Dicky Hartono. "Arduino-based IDE for embedded multi-processor system-on-chip." In *2019 5th International Conference on New Media Studies (CONMEDIA)*, pp. 135-138. IEEE, 2019.
- Damayanti, K. (2017). *Perancangan Sistem Keamanan Gas LPG Berbasis Arduino Uno*. Malang: Unismuh Malang.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi (2009). Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor : 26525.K/10/DJM/.T/2009 Tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Gas Jenis Liquefied Petroleum Gas Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri.
- Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi
- Mandagi, A., & Immanuel, S. (2014). Penggunaan Sensor Gas MQ-2 Sebagai Pendeteksi. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, iii, 1-7.
- Raslavičius, Laurencas, et al (2014). "Liquefied petroleum gas (LPG) as a medium-term option in the transition to sustainable fuels and transport." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 32 (2014): 513-525.
- Wibowo, Budi, and Andrie Yuswanto (2023). "The Early Detection of LPG Gas Cylinder Leaks in Households Based on the Internet of Things with SMS Message Notifications." *Jurnal Komputer dan Elektro Sains* 1.1 (2023): 1-4.
- Wicaksono, M. F. (2019). *Aplikasi Arduino dan Sensor*. Bandung: Informatika Bandung.