

ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG (APES KEBON GAS) DENGAN NOTIFIKASI SMS DAN KIPAS PENGAMAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-5 BERBASIS ARDUINO

Ilham Setiawan¹⁾, Mohamad Norfiyadi²⁾, Ery Bagus Ridho Pangestu³⁾, Irwan Agus Sobari, M.Kom⁴⁾

^{1,2,3,4)} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri Jakarta

Jl. Kamal Raya No. 18, RT.1/RW.6, Ring Road Barat, Cengkareng Barat, Cengkareng, RT.6/RW.3, Cengkareng Bar., Kecamatan Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11730

E-Mail: setiawanilham296@gmail.com¹⁾, mnofriyadi@gmail.com²⁾, erybagusridho25@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Berdasarkan hasil dari penelitian, telah banyak pengguna kompor minyak tanah beralih ke kompor gas LPG sesuai anjuran pemerintah. Meskipun kompor gas LPG lebih praktis dibandingkan dengan kompor minyak tanah tetapi ada bahaya yang di timbulkan jika mengalami kebocoran gas yaitu mengalami ledakan dan kebakaran. Meskipun sudah banyak terjadi kebakaran dan ledakan yang diakibatkan kebocoran gas pada selang atau regulatornya masyarakat belum dapat mengurangi atau menanggulangi permasalahan tersebut. Untuk mengatasi bahaya tersebut maka dibuatlah alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas menggunakan sensor MQ-5 dan SIM800L yang nantinya akan dipasangkan didekat regulator atau selang gas sehingga jika terjadi kebocoran akan langsung terdeteksi dan ketika terjadi kebocoran alat ini berfungsi mengirimkan sebuah notifikasi berupa SMS bahwa dirumah mengalami kebocoran gas dan gas yang bocor akan di keluarkan melalui kipas yang sudah terpasang sampai keadaan rumah tidak ada bau gas dan rumah aman dari kebocoran. dengan demikian bahaya ledakanatau kebakaran akibat kebocoran gas dapat dikurangi.

Kata kunci: LPG, arduino, sensor MQ-5

ABSTRACT

Based on the results of the research, many kerosene stove users have switched to LPG gas stoves as recommended by the government. Although an LPG gas stove is more practical than a kerosene stove, there are dangers that arise if you experience a gas leak, namely experiencing an explosion and fire. Even though there have been many fires and explosions caused by gas leaks in hoses or the regulator, the community has not been able to reduce or overcome these problems. To overcome this danger, a device that can detect gas leaks was made using the MQ-5 and SIM800L sensors which will later be installed near the regulator or gas hose so that if a leak occurs it will be detected immediately and when a leak occurs this tool functions to send an SMS notification that at home experiencing gas leaks and gas leaks will be removed through the fan that has been installed until the house does not smell of gas and the house is safe from leaks. thereby reducing the danger of explosion or fire due to gas leaks.

Keywords: LPG, Arduino, MQ-5 sensor

Pendahuluan

Pada saat ini penggunaan di kehidupan manusia sangatlah penting baik dalam kebutuhan rumah tangga maupun industri besar, gas memiliki harga yang relatif murah dan penggunaan yang mudah. Akan tetapi dampak dalam penggunaan gas terhadap kesehatan dan materi cukup besar apabila penggunaannya tidak hati-hati, terutama yang sering terjadi ialah kebocoran gas yang menjadi penyebab terjadinya kebakaran. Gas yang mengalami kebocoran akan mudah terdeteksi jika tercium baunya dan gas LPG sifatnya mudah sekali terbakar oleh karena itu rentan sekali jika terjadi kebocoran gas dan mengalami kebakaran[1].

Agar mengatasi permasalahan atas kebocoran gas yang terjadi, dibuatlah alat pendeteksi kebocoran gas agar masyarakat dapat mengetahui tanda-tanda saat tabung gas mengalami kebocoran[2].

Berdasarkan data pemerintah kota Depok untuk waktu 5 tahun telah terjadi kebakaran dan 17% diantaranya di akibatkan oleh gas dan di tahun-tahun berikutnya terus mengalami kenaikan. Untuk mengurangi terjadinya kebakaran akibat kebocoran gas, kami membuat Prototype untuk mendeteksi gas yang bocor dengan menggunakan Mikrokontroler arduino UNO R3 dan GSM shield. Alat detector yang diciptakan ternyata dapat membaca tekanan gas LPG pada tekanan <300 dan dapat membaca butana pada tekanan rata-rata 456.8 yang mengindikasikan terjadinya kebocoran gas. Dan alat ini juga melakukan penerapan SMS dengan mengirim pesan kepada pemilik rumah dan kantor pemadam kebakaran terdekat[3].

Pada intinya ledakan dan kebakaran yang diakibatkan oleh kebocoran gas dapat dihindari dengan melakukan pencegahan sejak dini. Baik selang maupun regulator itu sendiri harus dicek secara berkala[4].

Masyarakat yang tadinya menggunakan minyak tanah kini menggunakan gas sejak pemerintah mencanangkan penggunaan minyak tanah menjadi gas, tetapi banyak hambatan yang terjadi seperti kebocoran gas dan kebakaran yang disebabkan oleh meledaknya gas itu sendiri. Sebagian besar gas LPG mengalami kebocoran pada selang, tabung atau regulatornya. Dari hal tersebut dibuatlah rangkaian dengan menggunakan sensor MQ yang akan mendeteksi kebocoran gas dan akan memberi notifikasi bahwa ada kebocoran gas di dapur rumah. Hasil dari beberapa uji coba, ternyata sensor MQ dapat

mendeteksi kebocoran dan modul GSM mengirimkan informasi berupa sms dan alat ini dapat berfungsi menggunakan kartu provider gsm seperti XL, AXIS, IM3, dan SIMPATI[5].

Banyaknya masyarakat yang mengikuti program pemerintah untuk menggunakan kompor gas dan LPG sebagai bahan bakar kompornya, kini menjadi lebih efisien dalam penggunaan dibalik kemudahan penggunaan kompor gas ternyata kekurangan yang ternyata berbahaya yaitu ledakan dan kebakaran akibat kebocoran gas. Metode yang digunakan saat ini adalah metode prototype yang artinya membuat simulasi dari aspek sesungguhnya. Hasil dari pengujian ternyata bahwa alat mampu berfungsi dan mendeteksi kebocoran gas dengan baik. Dan alat ini mampu mendeteksi kadar ppm hingga mencapai 500ppm dan buzzer led akan berhenti ketika kadar ppm sudah berkurang dari nilai 500ppm[6].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi kan beberapa masalah pada kebocoran gas diakibatkan pada kebocoran tabung dan selang gasnya yang kurang memenuhi standar.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah alat pendeteksi kebocoran gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dengan notifikasi SMS dan kipas pengaman yang berfungsi membuang gas keluar ruangan seperti kipas exhaust, alat ini menggunakan sensor MQ-5 berbasis Arduino.

Tinjauan Pustaka

1. Mikrokontroler

Mikrokontroler ialah sebuah komputer yang berukuran sangat kecil dalam satu chip IC (*Integrated Circuit*) dan mempunyai beberapa bagian diantaranya processor, memory, dan antarmuka yang bisa di program[7].

Mikrokontroler merupakan IC yang didalamnya terdapat CPU,ROM, RAM, dan I/O. Kegunaan CPU tersebut agar mikrokontroler dapat melakukan proses berpikir berdasarkan program yang telah dijalankan. Banyak peralatan elektronik yang menggunakan mikrokontroler seperti mesin fax, dan peralatan lainnya.

Mikrokontroler mempunyai ukuran yang kecil dan berdaya rendah sehingga mikrokontroler bisa dijalankan dengan baterai[8].

Mikrokontroler merupakan sebuah ilmu terapan yang pengaplikasiannya dapat ditemukan di keseharian, seperti halnya televisi, jam digital sistem keamanan, dll.

Mikrokontroler sendiri sering digunakan untuk penelitian dan dikembangkan oleh peneliti, guru, bahkan mahasiswa untuk pengajuan judul tesis, tugas akhir, dan skripsi. Mikrokontroler adalah komponen umum dan penggunaannya sangat luas dan dapat ditemukan seperti di rumah, kantor, rumah sakit, bank dan perindustrian[9].

2. SMS Gateway

Short Message Service(SMS) ialah pesan singkat yang memungkinkan user untuk mendapat pesan atau bertukar pesan secara *instant* kapanpun dan dimanapun. SMS menggunakan signal *GSM(Global System for Mobile Communication)*, tarif penggunaannya relatif murah untuk setiap kali mengirim SMS. SMS memiliki sifat out of band dan menggunakan bandwidth yang rendah, memiliki bentuk teks dengan panjang maksimal 160 karakter untuk alfabet dan 70 karakter untuk non alfabet[8].

3. Sensor MQ-5

Sensor pendeteksi gas memiliki nama lain yaitu sensor MQ-5, dan sensor gas sendiri mampu mendeteksi berbagai gas seperti hidrogen, karbon monoksida, metana, dll. Sensor MQ-5 ini memiliki spesifikasi seperti , power supply 5V, Output atau data keluaran, dan sensitivitas yang tinggi terhadap LPG[10].

Sensor MQ-5 berfungsi untuk mengukur kadar gas diudara yang berada dalam jangkauan sensor. Sensor berguna untuk menginput data kadar gas ke mikrokontroler, semakin banyak kadar gas dalam ruangan akan makin kecil hambatannya. Sensor MQ-5 memiliki spesifikasi yaitu sensitivitas yang tinggi terhadap gas alam namun sangat rendah terhadap asap dan alkohol, memiliki respon yang cepat dan stabil serta daya tahan pakai yang lama. Memiliki jangkauan deteksi yaitu 200ppm sampai 10000ppm[11].

4. LPG (*Liquefied Petroleum Gas*)

LPG ialah gas yang memiliki bentuk dari hasil produksi kilang minyak dan gas, LPG sendiri memiliki unsur karbon dan hydrogen yang merupakan senyawa Hidrokarbon Propana (C₃H₈) dan Butana (C₄H₁₀) dengan komposisi 30% propana dan 70%butana. LPG memiliki sifat yang mudah terbakar jika persenyawaan di udara, untuk mencegah

terjadinya hal yang tidak diinginkan maka sangat perlu diketahui karakteristik LPG diantaranya memiliki tekanan yang cukup besar, dapat menghambur secara perlahan di udara, memiliki massa jeni lebih besar dibandingkan dengan udara, serta tidak mengandung racun dan memiliki daya pemanasnya yang cukup tinggi.[11].

5. Arduino Uno

Arduino uno merupakan arduino yang paling mudah didapat, murah serta sering sekali digunakan. Arduino ini menggunakan mikrokontroler ATMEGA328P yang merupakan versi terakhir yang dibuat ialah versi R3. ATMEGA328 ialah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC(*Reduce Instruction Set Computer*) yang artinya setiap proses eksekusi data akan lebih cepat dari arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Arduino Uno versi R3 mempunyai 14 pin digital I/O dimana 6 pin digunakan untuk Output PWM dan 6 pin lainnya sebagai analog input, 2x3 pin ICSP yang berfungsi untuk memprogram arduino dengan software, dan kabel USB. Untuk dayanya sendiri arduino uno cukup dengan menghubungkan kbael USB ke komputer atau menggunakan adaptor 5 VDC[12].

Untuk pemula menggunakan arduino uno sangat disarankan, dikarenakan banyak referensi yang mengulik arduino uno itu sendiri. Arduino uno ini menggunakan mikrokontroler dengan tipe ATMEGA328 yang mempunya 14 pin I/O dan 6 input analog[13].

6. Bahasa Pemrograman C++

Bahasa program yang sering banyak digunakan ialah C++. Bahasa pemrograman tersebut di ciptakan oleh Bjarne Stroustrup, Bahasa C++ sendiri merupakan perkembangan dari pendahulunya yaitu Bahasa C yang dikembangkan oleh Bong Labs (Dennis Ritchie) di tahun 1970-an. Bahasa program tersebut di jalankan pada sistem bernama Unix. Dan pada perkembangannya versi ANSI (*American National Standart Institute*) bahasa tersebut menjadi versi dominan[14].

Bahasa C++ adalah Bahasa pemrograman yang sifatnya case sensitif yang artinya compiler akan membedakan huruf besar dan huruf kecil, jadi misalkan menuliskan kata printf dan Printf bahasa C++ akan menganggap kedua tulisan tersebut mempunyai arti yang berbeda[15].

Metode Penelitian

1. Deskripsi Sistem

Sistem pendeteksi kebocoran gas LPG dengan notifikasi sms yang menggunakan Sensor MQ-5 dan kipas pengaman yang berbasis arduino yang nantinya untuk power supply akan menggunakan adaptor 12v. dalam sistem ini menggunakan sensor sebagai objek indikator ataupun input dalam membaca kadar gas.

Penggunaan alat ini akan berjalan otomatis berdasarkan perintah atau source code yang ditanamkan dalam mikrokontroler tersebut. Pada kondisi gas mengalami kebocoran maka sensor akan mengirimkan perintah untuk menyalakan kipas pengaman untuk membuang gas yang bocor keluar serta memberikan notifikasi berupa sms kepada pemilik rumah agar pemilik rumah tau kalau dirumahnya sedang terjadi kebocoran gas.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah tahap awal dari perancangan perangkat lunak yang nantinya perangkat ini dilakukan untuk mengetahui kondisi sistem secara umum dan bisa melakukan proses pada kinerja alat tersebut.

3. Perancangan Alat

Proses pembuatan alat pendeteksi kebocoran gas LPG dapat dilakukan beberapa tahap. Dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan seperti box dan arduino uno R3 yang nantinya akan berfungsi sebagai peletakan komponen input dan output agar nantinya dapat memudahkan serta menyesuaikan sistem dalam penggunaannya.

4. Perancangan Hardware

Alat pendeteksi kebocoran gas tentunya berupa alat yang kemudian dimasukkan beberapa perintah agar membuatnya bekerja, pada perancangan ini terdapat beberapa spesifikasi alat yang akan digunakan antara lain :

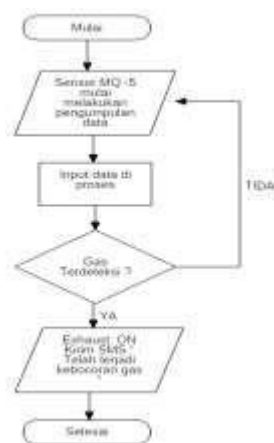
1. Arduino Uno
2. Sensor MQ-5
3. Kipas
4. Modul GSM SIM800L
5. Breadboard Protoshield
6. Antena Ufl SMA External
7. Adaptor 12v

5. Perancangan Software

Dalam perancangan software, alat yang sudah selesai dirangkai dan hubungkan antara input atau output akan di inject dan input source coding agar alat berfungsi dan berjalan sesuai keinginan.

6. Flowchart

Berikut ini adalah rancangan cara kerja dari alat pendeteksi kebocoran gas pada penelitian ini.

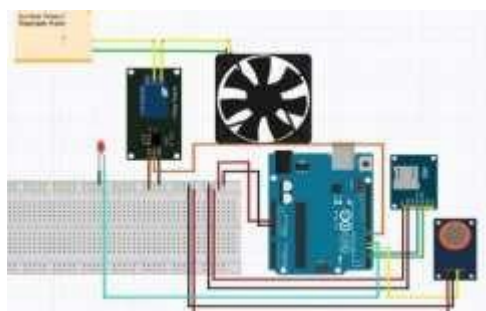


Gambar 1. Flowchart Diagram alat

Penjelasan : ketika alat dinyalakan secara otomatis sensor MQ-5 akan mulai melakukan pengumpulan data dan data tersebut nantinya akan langsung diproses. Jika kebocoran gas terdeteksi maka kipas akan otomatis menyala dan membuang hawa gas keluar ruangan terbuka serta alat akan mengirim notifikasi berupa SMS kepada pemilik rumah. Tapi kalau gas tidak terdeteksi sama sekali sistem tidak akan melakukan proses lanjutan seperti saat gas terdeteksi dan sistem hanya akan melakukan pengumpulan data.

7. Rangkaian desain alat

Berikut merupakan gambar rangkaian desain alat pendeteksi kebocoran gas yang dibuat.



Gambar 2. Desain alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemrograman Rangkaian Menggunakan Software Arduino IDE

Program pada sistem kebocoran gas LPG ini dibuat dengan menggunakan software Arduino IDE serta sebagai menampilkan informasi data analog. Program akan menerima input dan output dari sensor MQ-5, serta akan memberikan data analog dari tingkat sensitivitas sensor. Penulisan program menggunakan bahasa C yang telah di coding menggunakan program Arduino IDE.



```
SKRPSI
#include "SINS00.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include "sms.h"
SMSGSM sms;
int madata;
boolean started=false;
char smsbuffer[160];
char n[20];
const int sensorgas = 4;
const int kipas = 5;
const int led = 6;
int statusgas = 0;
void setup() {
  if (gsm.begin(9600)) {
    started=true;
    sms.SendSMS("081380144532", "Detektor Aktif");
  }
  pinMode(kipas, OUTPUT);
  digitalWrite(kipas, HIGH);
}
```

Gambar 3. Codingan alat

2. Implementasi Program

Setelah alat dirancang berdasarkan yang telah dibuat, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan upload program. Upload program dapat dilakukan dengan cara menghubungkan kabel USB dengan board Arduino UNO serta pada komputer. Kemudian buka software Arduino IDE serta open sketch program pendeteksi kebocoran gas, jika sudah selesai upload program pada software Arduino IDE agar program ditransfer dari komputer ke rangkaian.

Setelah transfer lepas kabel USB dan sistem pada alat pendeteksi kebocoran gas sudah bisa digunakan.

3. Pengujian Sistem pada Rangkaian

Terakhir ialah melakukan pengujian sistem pada rangkaian yang telah terhubung. Pengujian ini dilakukan dengan peraga simulasi menggunakan korek api gas. Langkah awal yang dilakukan ialah dengan menyalakan rangkaian adaptor ke sumber daya listrik tunggu beberapa saat sampai lampu LED merah yang tadinya menyala dengan cepat perlahan melambat dan Modul GSM yang di gunakan untuk memberi notifikasi kepada pengguna sudah mendapatkan sinyal.



Gambar 4. Bagian dalam alat

Sebelum dilakukan pengujian, sensor harus ditempatkan dan di program bersamaan dengan arduino uno. Ada beberapa langkah untuk setting sensor MQ-5 tersebut.

- Menghubungkan sensor gas dengan arduino uno
- Menjalankan program arduino IDE
- Melihat kembali apakah sensor sudah berada pada port yang benar
- Untuk mengatur sensitivitas sensor terdapat potensio pada belakang sensor jadi dapat memutar potensio ke kiri atau ke kanan, akan tetapi jangan sampai terlalu ke kanan karena menyebabkan indicator sensor menyala terus.

- e. Mengupload sketch codingan yang telah dibuat
- f. Mengamati sensor MQ-5 saat membaca gas
- g. Memastikan bahwa sensor MQ-5 sudah berjalan dengan baik

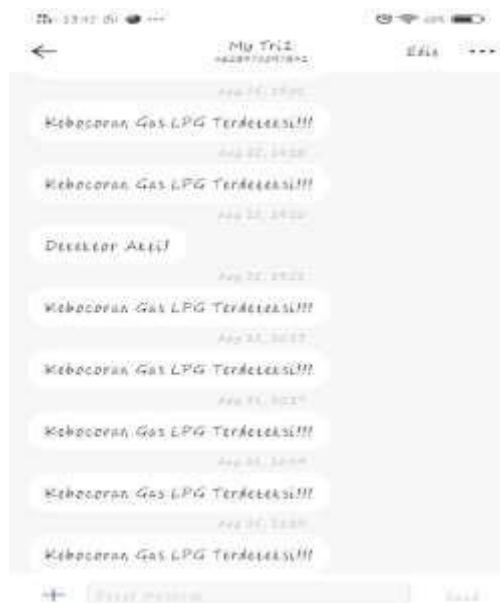
Agar alat yang digunakan mampu mengirimkan notifikasi berupa SMS, hal yang dibutuhkan adalah SIM800L. Untuk langkah-langkah setting modul GSM akan dijelaskan sebagai berikut.

- a. Menghubungkan SIM800L dengan arduino uno
- b. Menjalankan program arduino IDE
- c. Mengupload sketch codingan yang telah dibuat
- d. Melihat kembali apakah SIM800L sudah terpasang di port yang benar
- e. Memastikan program pada modul gsm dapat memberi notifikasi berupa sms



Gambar 5. Hasil Rangkaian

Selanjutnya melakukan pengujian perangkat dengan cara mendekatkan gas propana ke sensor MQ-5 sehingga mikrokontroler memberi perintah yang telah di input sebelumnya yaitu menyalakan kipas exhaust serta memberikan notifikasi SMS kepada pemilik rumah. Pengujian simulasi perangkat ini bertujuan agar dapat melihat apakah sensor serta program pada mikrokontroler dapat bekerja dengan baik atau tidak.



Gambar 6. Hasil Notifikasi SMS

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar alat berfungsi dengan baik:

1. Cek terlebih dahulu bagian dalam alat apakah semua socket sudah terpasang dengan baik atau tidak.
2. Gunakan kartu GSM yang sinyalnya paling kuat dirumah anda dan pastikan pulsa didalam kartu tersebut ada.
3. Letakkan alat dekat sumber gas dan tak jauh dari sumber listrik agar alat mendapatkan supply untuk berfungsi.
4. Pastikan nomor yang digunakan untuk menerima notifikasi SMS sudah benar dan aktif karena jika alat berfungsi tetapi nomornya salah, anda tidak akan mendapatkan notifikasi SMS.

Agar alat ini bertahan lama dan tidak cepat rusak lakukan hal berikut:

1. Alat ini hanya dapat digunakan didalam ruangan.
2. Jauhkan alat dari hal-hal yang bersifat basah.
3. Bersihkan alat jika berdebu dengan menggunakan kuas.
4. Jika terjadi mati listrik segera cabut alat dari colokan listrik, untuk menghindari dari lonjakan daya listrik yang besar ketika listrik kembali nyala
5. Jauhkan dari anak kecil
6. Jangan dibanting, jika dibanting nantinya akan berdampak pada bagian dalam alat yang socketnya bisa terlepas atau komponennya rusak.

4. Tahap Testing & Evaluasi

Pengujian menggunakan Black Box Testing dari sistem alat pendeteksi kebocoran gas lpg dengan notifikasi sms dan kipas pengaman menggunakan sensor MQ-5 berbasis arduino.

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Mendekatkan sensor MQ-5 dengan sumber gas	Mampu mendeteksi gas serta sinyal sim800l normal	Kipas aktif kemudian notifikasi SMS terkirim	Valid	Valid
2	Mendekatkan Sensor MQ-5 dengan sumber gas	Mampu mendeteksi gas, tetapi sinyal sim800l mengalami gangguan	Kipas aktif dan tidak mendapatkan notifikasi SMS	Valid	Valid

Gambar 7. Pengujian Black Box Testing

disaat sensor MQ-5 mendeteksi kebocoran gas serta sinyal SIM800L dalam keadaan normal. Kipas akan aktif dan membuang hawa gas keluar ruangan serta pemilik rumah akan mendapatkan SMS bahwa gas dirumah mengalami kebocoran.

Tetapi, ketika sensor MQ-5 telah mendeteksi adanya kebocoran dan sinyal sim800l mengalami gangguan. Maka alat hanya akan membuang gas keluar ruangan akan tetapi si pemilik tidak mengetahui bahwa dirumahnya telah terjadi kebocoran gas. Kekurangan dari alat ini disaat SIM800L tidak mendapatkan sinyal, maka pemilik rumah tidak akan mendapatkan notifikasi berupa sms kalua rumahnya telah terjadi kebocoran gas.

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pengujian dapat disimpulkan diantaranya:

1. sensor MQ-5 yang terhubung dengan arduino dapat mendeteksi adanya kebocoran gas akan tetapi jarak dan kepekatan gas itu sendiri mempengaruhi fungsi dari sensor MQ-5.
2. Modul SIM800L sebagai SMS gateway mampu berfungsi dengan baik mengirim notifikasi kepada pemilik rumah ketika sensor aktif dan terjadi kebocoran gas.

Saran

Dalam pembuatan alat pendeteksi kebocoran gas ini, hal yang disadari bahwa alat

Yang dibuat masih belum sempurna, alat ini juga masih perlu dikembangkan lagi diantaranya:

1. Menggunakan sensor gas yang lebih sensitif dan jangkauannya lebih luas lagi
2. Penambahan daya cadangan agar tetap bisa berfungsi meskipun dalam keadaan listrik mati
3. Menggunakan antena eksternal agar sinyal yang diterima oleh SIM800L lebih kuat dan tidak mudah hilang

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Putra, A. H. Kridalaksana, and Z. Arifin, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor Mq-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i1.215.
- [2] D. Desmira and D. Aribowo, "Desain Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Elpiji Menggunakan Mikrokontroller Atmega16," *VOLT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro UNTIRTA*, vol. 1, no. 1, pp. 73–80, 2016.
- [3] L. Hakim and V. Yonatan, "Deteksi Kebocoran Gas LPG menggunakan Detektor Arduino dengan algoritma Fuzzy Logic Mandani," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 2, p. 114, 2017, doi: 10.29207/resti.v1i2.35.
- [4] H. Setiadi, P. Alat, R. Ananda, and M. Ardiansyah, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran," *J. Electr. Technol.*, vol. 4, no. 2, 2019, [Online]. Available: <https://www.netram.co.za/3801-piezo->
- [5] D. Hidayat, M. Walid, and M. Makruf, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Berbasis SMS Gateway," *Sehati*, vol. 3,

- [6] no. 1, pp. 13–16, 2017.
- [7] I. N. Fauziah, M. B. Gigih, P. Studi, T. Informatika, F. Teknik, and U. Muhadi, “KEBOCORAN GAS LPG MENGGUNAKAN SENSOR MQ-6 BERBASIS ARDUINO,” vol. 2, no. 01, pp. 41–50, 2020.
- [7] التثت, “No Titleتثت,” p. 55.
- [8] D. Nurnaningsih, “Pendeteksi Kebocoran Tabung LPG Melalui SMS Gateway Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 121–126, 2018, doi: 10.15408/jti.v11i2.7512.
- [9] Fatimah and Nuryaningsih, “Buku Ajar Buku Ajar,” 2018.
- [10] F. Djuandi, “Pengenalan Arduino,” *E-book. www.tobuku*, pp. 1–24, 2018, [Online]. Available: <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>.
- [11] R. L. Ismai, J. E. Suseno, and S. Suryono, “Rancang Bangun Sistem Pengaman Kebocoran Gas Lpg (Liquefied Petroleum Gas) Menggunakan Mikrokontroler,” *Youngster Phys. J.*, vol. 6, no. 4, pp. 368–376, 2017.
- [12] D. Junaidi and Y. D. Prabowo, *Project Sistem Kendali Elektronik*. 2018.
- [13] A. Kadir, “From Zero To Hero Arduino,” pp. 158–159, 2015.
- [14] E. Ide, C. Visual, D. B. C, and M. Praktikum, “Pengenalan Bahasa C++, Algoritma Pemrograman, Integrated Development Equipment (IDE) Visual C++ dan Dasar Dasar Bahasa C++,” *Modul*, pp. 1–17, 2018.
- [15] A. Jitek, “Kata Pengantar,” *J. Ilm. Teknosains*, vol. 1, no. 1/November, 2015, doi: 10.26877/jitek.v1i1/november.828.