

Rancang bangun sistem pengaman kebocoran gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) menggunakan mikrokontroler

Reza Lutfi Ismai, Jatmiko Endro Suseno dan Suryono Suryono
Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail: rezalutfi40@gmail.com

ABSTRACT

Design of LPG gas leakage safety system using microcontroller has been made in this research. The purpose of this research is to make LPG gas sensor circuit to detect LPG gas concentration and make automation systems for LPG gas leakage protection. LPG gas leakage protection system can be applied for the use of LPG gas safely. Component to detect LPG gas concentration use sensor MQ 5 which can gives resistance as the output value which can be converted into voltage through the voltage divider circuit so that it can be read by microcontroller with ADC feature. The LPG gas concentration and the output voltage on the sensor will be displayed via LCD 16x2. When LPG gas leak occurs the LPG gas concentration detected by sensor MQ 5 and then microcontroller will do automation such a modified regulator with a servo motor will close the LPG gas flow, buzzer will be active, the LED will be active and the relay will exhaust LPG gas that came out due to leakage. The automation has different treatments according to the concentration range of detected LPG gas. The range of gas concentration is ppm < 500, 500 < ppm < 1000 and ppm > 1000. Sensor circuit can detect gas concentration up to 33000 ppm. The test result on LPG gas leak safety automation system showed that the system can work in the event of leakage of LPG gas and effective to reduce LPG gas concentration up to safe zone.

Keywords: microcontroller, sensor, LPG gas, gas exhaust, automation system, exhaust system

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat rancang bangun sistem pengaman kebocoran gas LPG menggunakan mikrokontroler. Tujuan penelitian ini adalah membuat rangkaian sensor MQ 5 untuk mendeteksi kadar gas LPG dan membuat sistem otomasi pengaman kebocoran gas LPG. Dalam penggunaan gas LPG, sistem pengaman kebocoran gas LPG dapat diterapkan agar penggunaan gas LPG dapat dilakukan dengan aman. Untuk mendeteksi kadar gas LPG digunakan sensor MQ 5 yang menghasilkan keluaran berupa hambatan yang nantinya diubah menjadi tegangan melalui rangkaian pembagi tegangan sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler dengan fitur ADC. Besar kadar gas LPG dan tegangan keluaran pada sensor akan ditampilkan melalui LCD 16x2. Ketika terjadi kebocoran gas LPG maka kadar gas tersebut akan dideteksi oleh sensor MQ 5 kemudian mikrokontroler akan melakukan otomasi. Otomasi yang dilakukan diantaranya adalah regulator otomatis akan menutup aliran gas LPG, buzzer akan menyala, lampu LED akan menyala dan relay yang terhubung dengan kipas DC akan menyala dan menghisap gas LPG yang keluar akibat kebocoran. Otomasi yang dilakukan memiliki perlakuan yang berbeda-beda sesuai dengan rentang kadar gas yang terdeteksi. Rentang kadar gas tersebut yaitu ppm < 500, 500 < ppm < 1000 dan ppm > 1000. Rangkaian sensor yang telah dibuat dapat mendeteksi kadar gas hingga 33000 ppm. Hasil dari pengujian pada sistem otomasi pengaman kebocoran gas LPG yaitu sistem dapat bekerja saat terjadi kebocoran pada gas LPG dan efektif untuk menurunkan kadar gas LPG hingga ke zona aman.

Kata kunci: mikrokontroler, sensor, gas LPG, sistem otomasi

PENDAHULUAN

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan gas yang terbentuk dari hasil produksi kilang minyak dan kilang gas. Di Indonesia LPG banyak dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan seperti industri, komersial dan rumah tangga. komersial dan rumah tangga. LPG untuk kepentingan rumah tangga menjadi penggunaan terbesar semenjak diadakannya konversi dari minyak tanah ke LPG pada tahun 2007. Tujuan dari konversi tersebut diantaranya adalah untuk mengurangi ketergantungan pada pemakaian BBM, mengurangi penyalahgunaan minyak tanah bersubsidi dan menyediakan bahan bakar yang praktis [1].

Dalam penggunaan gas LPG seringkali ditemukan kecelakaan hingga menimbulkan ledakan dan kebakaran. Ledakan tersebut terjadi pada ukuran tabung gas 3 kg dan 12 kg. Pemilihan alat penunjang yang berstandar SNI juga menjadi faktor yang sangat penting dalam penggunaan gas LPG. Menurut hasil survei yang dilakukan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) tentang penyebab kebocoran gas, pada umumnya kebocoran gas terjadi karena adanya masalah pada selang, regulator, katup, kompor dan tabung. BSN juga mengajukan data yang menyatakan bahwa alat penunjang kelengkapan kompor gas tidak memenuhi standar, diantaranya yaitu 100 persen selang, 66 persen katup tabung, 50 persen kompor gas dan 20 persen regulator [2]. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya ledakan adalah faktor kelalaian dan faktor tabung gas yang tidak layak.

Telah banyak cara yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kecelekaan pada penggunaan gas LPG. Salah satu upaya pencegahan tersebut adalah dengan membuat suatu sistem berbasis mikrokontroler. Munculah suatu gagasan untuk membuat suatu sistem berbasis

mikrokontroler yang dapat mendeteksi gas LPG, memberikan alarm sebagai petanda terjadinya kebocoran, mencegah ketika terjadi kebocoran berlanjut dan dapat menghisap untuk mengurai gas yang keluar akibat terjadinya kebocoran. Sehingga sistem ini diharapkan dapat mencegah terjadinya ledakan dan dapat mengurai gas akibat terjadinya kebocoran.

DASAR TEORI

LPG (*Liquefied Petroleum Gas*)

LPG merupakan gas yang terbentuk dari hasil produksi kilang minyak dan kilang gas. LPG terdiri dari unsur karbon dan hidrogen yang merupakan senyawa hidrokarbon Propana (C₃H₈) dan Butana (C₄H₁₀) dengan komposisi 30% Propana dan 70% Butana. LPG sebagai bahan bakar memiliki sifat yang mudah terbakar jika terjadi persenyawaan di udara. Untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan maka perlu diketahui karakteristik LPG diantaranya memiliki tekanan yang cukup besar, dapat menghambur secara perlahan di udara., memiliki berat jenis lebih besar dibandingkan dengan udara, tidak mengandung racun dan daya pemanasnya cukup tinggi [3].

Mikrokontroler ATmega328P

Mikrokontroler ATmega328P merupakan mikrokontroler 8-bit berbasis AVR arsitektur RISC yang dikeluarkan oleh Atmel. ATmega328P memiliki kemiripan dengan mikrokontroler lain seperti ATmega8535, ATmega8535, ATmega16, ATmega32. Yang membedakan antara lain adalah ukuran memori, banyaknya pin I/O, USART, *timer*, *counter*, dan lain-lain. ATmega328P memiliki fitur seperti Flash Memory 32 Kb, SRAM 2 Kb, EEPROM 1 Kb, 23 pin

Input/Output (6 diantaranya PWM), Real Time Counter (RTC), 1 Serial Pemrograman USARTs, 6 pin 10-bit ADC. ATmega328P dapat bekerja pada sumber tegangan 1,8 - 5,5 V dan memiliki tahan terhadap suhu antara -40°C sampai 105°C .

Sensor MQ 5

Sensor MQ 5 berfungsi untuk mengukur kadar gas LPG di udara. Sensor ini digunakan sebagai input data kadar gas LPG ke mikrokontroler. Sensor ini memiliki keluaran berupa hambatan. Semakin besar kadar gas LPG dalam ruangan, makin kecil hambatannya. Bentuk wujud *sensor* MQ 5 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Sensor MQ 5

Sensor MQ 5 memiliki spesifikasi diantaranya yaitu memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap gas LPG dan gas alam, Memiliki sensitivitas yang rendah terhadap alkohol dan asap, memiliki respon yang cepat, Stabil dan daya tahan pakai yang lama dan memiliki jangkauan deteksi yaitu antara 200 ppm sampai 10000 ppm.

Motor servo

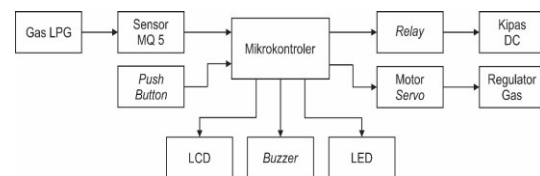
Motor *servo* merupakan salah satu jenis aktuator elektromekanis yang tidak bergerak secara kontinyu, tetapi bergerak pada posisi tertentu dan kemudian berhenti disana. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat

dimodifikasi agar bergerak kontinyu. Motor *servo* juga menggunakan mekanisme umpan balik dimana pada pergerakannya dapat merasakan kesalahan dalam posisinya kemudian mengoreksinya [4].

PERANCANGAN DAN REALISASI

Perancangan perangkat keras

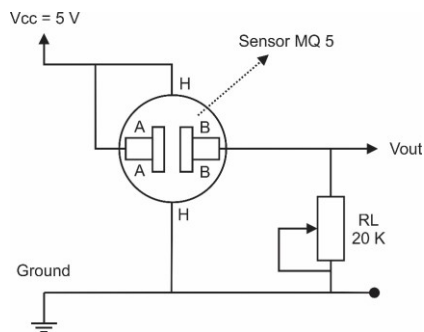
Pada penelitian ini telah dilakukan rancang bangun sistem pengaman kebocoran gas LPG. Sistem tersebut terdiri dari mikrokontroler ATmega328P, sensor MQ 5, LCD, LED, *push button*, *relay*, motor servo, kipas DC dan *buzzer*. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram blok sistem pengaman kebocoran gas LPG

Perancangan rangkaian sensor MQ5

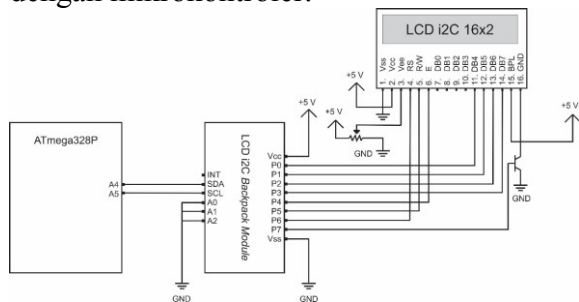
Sensor MQ 5 mampu mendeteksi perubahan kadar gas LPG dengan baik pada jangkauan sebesar 200 hingga 10,000 ppm. Ketika sensor MQ 5 mendeteksi adanya perubahan kadar gas LPG maka hambatan yang terdapat di dalam sensor akan berubah sesuai dengan perubahan kadar gas. Agar perubahan pada hambatan sensor dapat dibaca oleh mikrokontroler maka dibutuhkan rangkaian pengkondisian sinyal [5].



Gambar 3 Rangkaian sensor MQ 5

Perancangan LCD

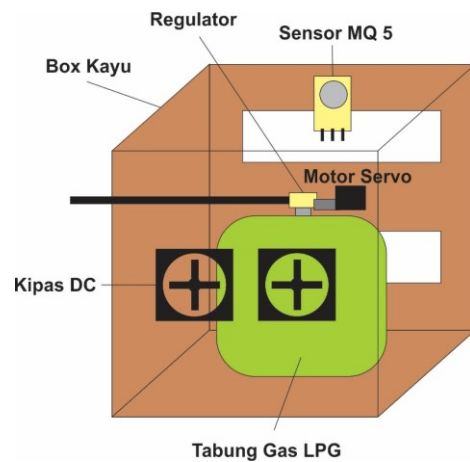
Dalam penelitian ini LCD berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan keluaran (V_{out}) dan kadar gas LPG (ppm). LCD yang digunakan yaitu LCD 16x2 karakter. Konfigurasi *pin* pada LCD yang terhubung oleh *port* mikrokontroler dapat ditunjukkan pada Gambar 4. LCD I²C backpack module sebagai media penghubung antara LCD dengan mikrokontroler.



Gambar 4 Konfigurasi *pin* LCD dengan *port* mikrokontroler

Perancangan sistem penghisap

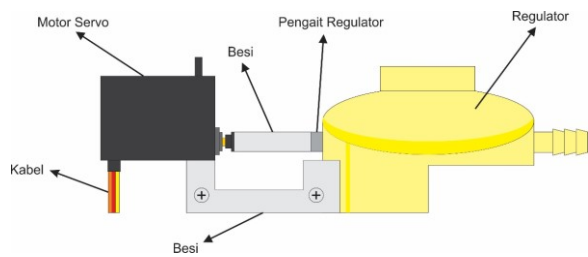
Sistem penghisap berfungsi untuk menghisap keluar gas LPG yang mengalami kebocoran. Sistem tersebut terdiri dari kubus yang terbuat dari kayu berukuran 50x50x50 cm³ dan dua buah kipas DC. Desain alat sistem penghisap dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5 Desain sistem penghisap kebocoran gas LPG

Perancangan regulator gas otomatis

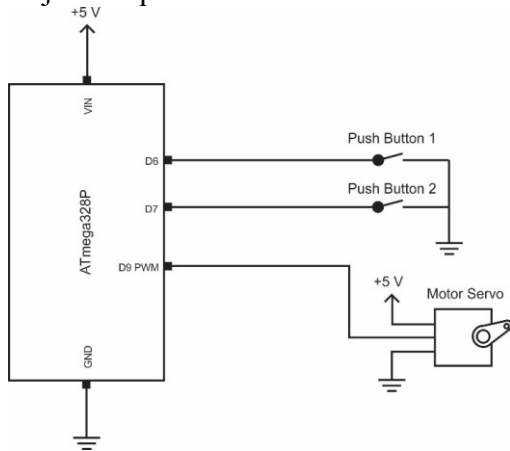
Regulator gas otomatis merupakan regulator gas yang telah dimodifikasi dengan motor *servo* sehingga buka dan tutupnya pengait pada regulator dapat dilakukan dengan otomatis. Modifikasi tersebut dilakukan dengan menggantikan plastik yang terpasang pada tuas regulator dengan besi yang akan disambungkan dengan motor *servo*. Gambar 6 menunjukkan desain regulator gas otomatis.



Gambar 6 Desain regulator otomatis

Pada penelitian ini sistem dilengkapi dengan buka tutup regulator gas yang dapat dilakukan secara manual dengan menekan *push button*. Hal ini bertujuan agar regulator gas dapat dipasang maupun dilepas walaupun tidak ada gas yang terdeteksi oleh sensor. Rangkaian buka

tutup regulator gas melalui *push button* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Rangkaian buka tutup regulator gas melalui *push button*

Algoritma sistem otomasi kebocoran gas LPG

Ketika ppm gas melebihi batas yang telah ditentukan maka mikrokontroler akan melakukan otomasi kepada lampu LED, *relay*, *buzzer* dan motor *servo*. Batas yang telah ditentukan dalam hal ini yaitu kondisi saat ppm gas mencapai rentang antara kurang dari 500 ppm, 500 sampai 1000 ppm dan lebih dari 1000 ppm. Otomasi yang akan dilakukan oleh mikrokontroler ketika terjadi kebocoran gas LPG dapat dilihat pada Tabel 1.

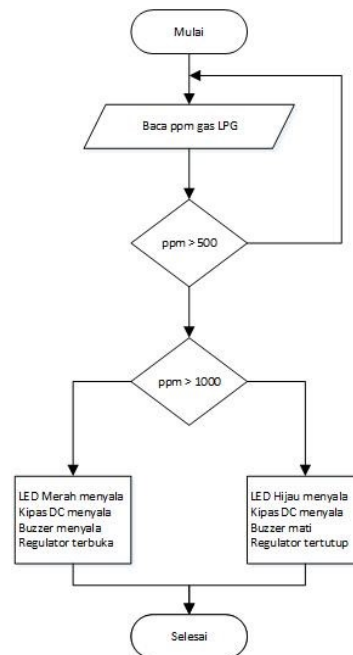
Tabel 1 Otomasi komponen oleh mikrokontroler berdasarkan batas ppm

| Komponen | ppm < 500 | 500 < ppm < 1000 | |
|-------------|-----------|------------------|------------|
| | | ppm < 500 | ppm > 1000 |
| LED Hijau | OFF | ON | OFF |
| LED Merah | OFF | OFF | ON |
| Relay | OFF | ON | ON |
| Buzzer | OFF | OFF | ON |
| Motor Servo | OFF | OFF | ON |

Pada penelitian ini sistem dilengkapi dengan kontrol regulator gas yang dapat dilakukan secara manual. Hal ini bertujuan agar regulator gas dapat terpasang dengan tabung gas LPG. Kontrol tersebut terdiri dari dua buah *push button* yang masing-masing akan memberikan sinyal ke mikrokontroler dan regulator gas yang telah dimodifikasi dengan motor *servo*. Ketika salah satu *push button* ditekan maka mikrokontroler akan memberikan perintah pada motor *servo* untuk berputar ke arah sudut tertentu sehingga regulator menjadi terbuka atau tertutup. Perintah tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Algoritma sistem otomasi ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 8.

Tabel 2 Perintah buka tutup regulator melalui *push button*

| Push Button yang Ditekan | Kondisi Regulator |
|--------------------------|-------------------|
| 1 | Tertutup |
| 2 | Terbuka |

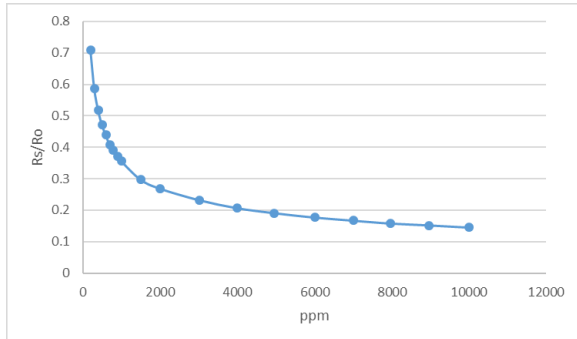


Gambar 8 Diagram alir program utama sistem

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Konversi nilai konsentrasi gas LPG

Pada penelitian ini sensor yang digunakan untuk mendeteksi kadar gas LPG adalah sensor MQ 5. Seperti yang sudah dibahas sebelumnya bahwa sensor MQ 5 menghasilkan tegangan keluaran yang nantinya akan dibaca oleh mikrokontroler menggunakan fitur ADC 10 bit. Namun untuk mengetahui nilai konsentrasi gas yang terbaca oleh sensor maka harus dilakukan konversi terlebih dahulu dari nilai ADC ke nilai ppm. Konversi dilakukan dengan menggunakan data sensitivitas karakteristik yang terdapat pada *datasheet* sensor MQ 5. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan software Get Data Graph Digitizer lalu dapat diperoleh grafik seperti pada Gambar 9.

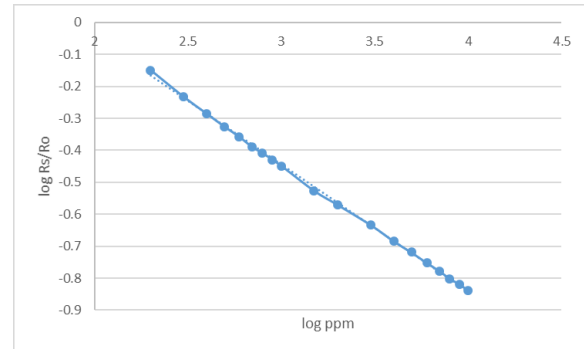


Gambar 9 Grafik data sensitivitas karakteristik antara R_s/R_o terhadap ppm

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa grafik yang dihasilkan berupa grafik fungsi logaritma. Maka dari itu, data tersebut diubah kedalam bentuk logaritma untuk mendapatkan grafik linear. Bentuk logaritma tersebut akan didapatkan data yang dapat ditampilkan melalui grafik seperti pada Gambar 10.

Pada Gambar 10 didapatkan persamaan linear $y = - 0,373x + 0,7472$ dengan x adalah log ppm dan y adalah log

R_s/R_o . Persamaan tersebut disubsitusikan dengan variabel x adalah log ppm dan variabel y adalah log R_s/R_o , sehingga didapatkan Persamaan (1) sampai Persamaan (5).



Gambar 10 Karakteristik sensitivitas sensor MQ 5

$$\log R_s/R_o = -0,3973(\log \text{ ppm})+0,7472 \quad (1)$$

$$\log \text{ ppm} = (\log R_s/R_o - 0,7472)/-0,3973 \quad (2)$$

$$10^{\log \text{ ppm}} = 10^{(\log R_s/R_o - 0,7472)/-0,3973} \quad (3)$$

$$\text{ppm} = 10^{(\log R_s/R_o - 0,7472)/-0,3973} \quad (4)$$

Dengan diperoleh R_o yaitu 61200 Ω maka Persamaan (4) dapat diperbaharui menjadi Persamaan (5).

$$\text{ppm} = 10^{(\log R_s/61200 - 0,7472)/-0,3973} \quad (5)$$

Persamaan (5) selanjutnya digunakan dalam program mikrokontroler agar dapat membaca konsentrasi gas LPG menggunakan sensor MQ 5.

Pengujian motor servo

Pengujian pada motor *servo* bertujuan untuk mengetahui kemampuan putaran pada motor *servo*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan sudut yang dihasilkan oleh motor *servo* dengan busur. Hasil perbandingan sudut pada busur dengan sudut yang dihasilkan oleh motor *servo* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data hasil pengujian motor *servo*

| Sudut pada Busur (°) | Set Sudut pada Motor Servo (°) |
|----------------------|--------------------------------|
| 0 | 0 |
| 30 | 30 |
| 45 | 45 |
| 60 | 60 |
| 90 | 90 |
| 120 | 120 |
| Sudut pada Busur (°) | Set Sudut pada Motor Servo (°) |
| 135 | 135 |
| 150 | 150 |
| 180 | 180 |

Pengujian buka tutup regulator melalui *push button*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon dari regulator yang telah dimodifikasi dengan motor *servo* pada saat salah satu *push button* ditekan. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara menempatkan regulator pada katup tabung gas lalu menekan dua buah *push button* secara bergantian. Data yang didapatkan pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data hasil pengujian buka tutup regulator melalui *push button*

| <i>Push button</i> yang ditekan | Kondisi regulator |
|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Tertutup |
| 2 | Terbuka |

Pengujian sistem otomasi kebocoran gas LPG

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan pada algoritma yang telah dirancang dan mengetahui respon dari sistem tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan menyemprotkan gas LPG ke sensor MQ 5 lalu melihat respon pada masing-masing komponen seperti LED,

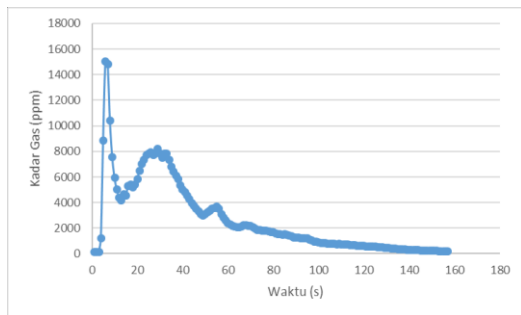
buzzer, *relay* dan regulator. Pada pengujian ini diberikan tiga kondisi yaitu kondisi ketika kadar gas kurang dari 500 ppm, kondisi ketika kadar gas diantara 500 sampai 1000 ppm dan kondisi ketika kadar gas lebih dari 1000 ppm.

Tabel 5 Hasil pengujian sistem otomasi kebocoran gas LPG

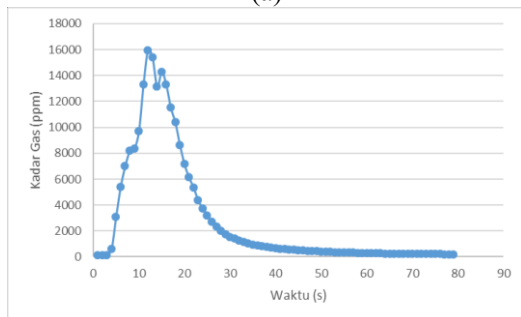
| Kadar Gas LPG (ppm) | Lampu LED | | <i>Buzzer</i> | <i>Relay</i> | Kondisi Regulator |
|---------------------|-----------|-------|---------------|--------------|-------------------|
| | Hijau | Merah | | | |
| 200 | OFF | OFF | OFF | OFF | Tertutup |
| 400 | OFF | OFF | OFF | OFF | Tertutup |
| 800 | ON | OFF | OFF | ON | Tertutup |
| 1500 | OFF | ON | ON | ON | Terbuka |
| 3000 | OFF | ON | ON | ON | Terbuka |
| 5000 | OFF | ON | ON | ON | Terbuka |

Pengujian sistem penghisap

Pada pengujian selanjutnya, dilakukan percobaan untuk mengetahui efektifitas sistem penghisap untuk membuang gas pada saat terjadi kebocoran kemudian dibandingkan dengan sistem tanpa penghisap. Pengujian dilakukan dengan cara menyemprotkan gas LPG ke sistem penghisap dan sistem tanpa penghisap. Kadar gas yang disemprot terdiri dari tiga variasi diantaranya adalah 15000 ppm, 27000 ppm, dan 33000 ppm. Pada sistem penghisap maupun tanpa penghisap akan menetralkan area yang terkontaminasi dengan gas sampai ketitik 200 ppm. 200 ppm dijadikan nilai referensi karena berada pada batas aman dan berdasarkan *datasheet* yang ada bahwa sensor MQ 5 dapat mendeteksi kadar gas LPG dengan baik pada batas minimum yaitu 200 ppm.

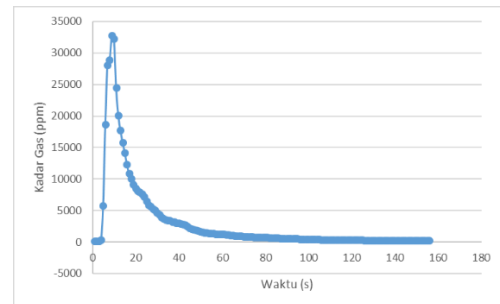


(a)

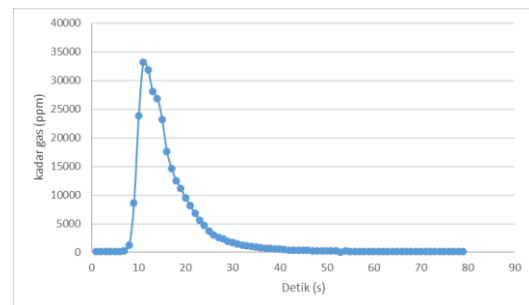


(b)

Gambar 10 Grafik perbandingan respon sistem tanpa penghisap (a) dengan sistem tanpa penghisap (b) dengan kadar gas LPG maksimum 15000 ppm

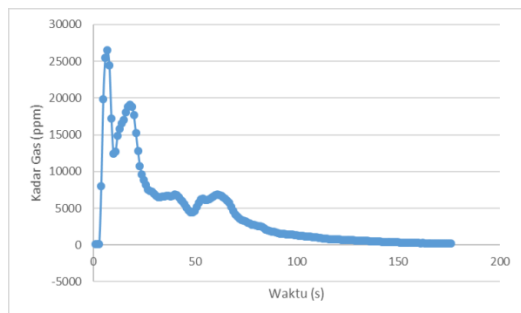


(a)

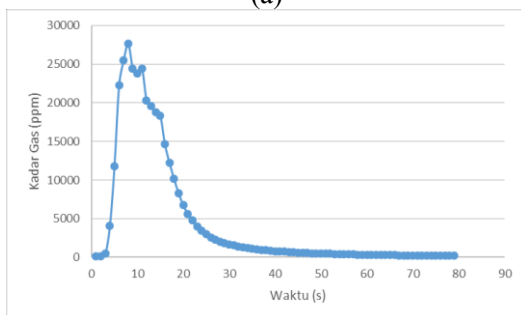


(b)

Gambar 12 Grafik perbandingan respon sistem tanpa penghisap (a) dengan sistem tanpa penghisap (b) dengan kadar gas LPG maksimum 33000 ppm



(a)



(b)

Gambar 11 Grafik perbandingan respon sistem tanpa penghisap (a) dengan sistem tanpa penghisap (b) dengan kadar gas LPG maksimum 27000 ppm

KESIMPULAN

Rangkaian sensor yang telah dibuat dapat mendeteksi kadar gas hingga 33000 ppm. Sistem otomasi pengaman kebocoran gas LPG yang telah dibuat dapat bekerja saat terjadi kebocoran pada gas LPG dan efektif untuk menurunkan kadar gas LPG hingga ke zona aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen ESDM, 2007, Konversi MITAN ke Gas, <http://www.migas.esdm.go.id/post/read/konversi-minyak-tanah-ke-lpg-3-kg> (diakses pada 25 Juli, 2017).
- [2] Nursal, S., 2010, Ledakan Kompor Gas dan Dimana Perhatian Negara, <http://politik.kompasiana.com/2010/08/14/ledakan-kompor-gas-dan-dimana->

- perhatian-negara/ (diakses pada 1 Agustus, 2017).
- [3] Aptogaz Indonesia, 2007, Mengenal Gas LPG, <https://aptogaz.files.wordpress.com/2007/07/mengenal-gas-lpg.pdf> (diakses pada 10 Agustus 2017).
- [4] Syahrul, 2014, Pemrograman Mikrokontroler AVR Bahasa *Assembly* dan C, Penerbit Informatika, Bandung.
- [5] Kirom, H. I., 2013, Sistem Monitoring Kebocoran Gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) pada Smart Building berbasis TCP/IP, Skripsi, Universitas Diponegoro