

Sistem Pendeteksian Kebocoran Gas LPG Menggunakan Mikrokontroler

Brama Dian Danur^[1], Deni Satria, M.Kom^[2], Ratna Aisuwarya, M.Eng^[3]

Jurusan Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas, Padang^{[1][3]}
Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Padang^[2]

Abstrak

Beralihnya penggunaan minyak tanah pada rumah tangga ke gas, disamping harganya murah, cara penggunaannya lebih efektif. Tetapi diperlukan kehati-hatian terhadap cara penggunaannya, karena gas ini mudah meledak dan bocor sehingga mengeluarkan bau yang kurang sedap. Untuk mengatasi masalah itu maka diperlukan suatu alat yang bisa mendeteksi kebocoran gas tersebut, agar mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan lebih dini. Untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan oleh adanya kebocoran gas, maka pada penelitian ini penulis merancang suatu alat yang dapat mengetahui kebocoran gas jika terjadi. Dimana jika terdapat gas LPG maka akan langsung diketahui. Perangkat keras ini terdiri dari sensor TGS2610, mikrokontroler ATmega 8535, buzzer sebagai indikator pemberitahuan dan LCD sebagai media penampilan hasil pendeteksian dari sensor TGS2610. Terdapat tiga kondisi yang ditampilkan pada LCD, yaitu kondisi normal, sedang dan bahaya. Hasil yang didapatkan dari pembuatan alat adalah sensor TGS2610 akan mendeteksi gas LPG jika tegangan keluaran dari sensor sekian volt. Selanjutnya data diubah dari analog ke digital oleh ADC yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler dan akan dikeluarkan lewat indikator buzzer. Jadi apabila terdapat kebocoran gas LPG maka sensor akan mendeteksi adanya gas yang dikandung oleh gas LPG tersebut. Sehingga tegangan keluaran dari sensor akan diubah ke bentuk digital oleh ADC dan diolah oleh mikrokontroler untuk melakukan perintah mengaktifkan buzzer.

Kata kunci : Sensor TGS2610, MC Atmega8535, Buzzer, LCD 2x16,

1. Pendahuluan

Sumber daya alam yang bermanfaat bagi kehidupan manusia sangatlah banyak tersedia di bumi ini. Baik itu sumber daya alam yang dapat diperbaharui maupun sumber daya alam yang tidak diperbaharui. Gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan salah satu hasil dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Peranan gas LPG pada saat ini sangatlah penting bagi kehidupan manusia baik di rumah tangga maupun di industri, dan gas LPG disamping harganya murah, cara penggunaannya lebih efektif. Namun, gas LPG dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia bahkan

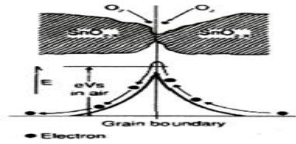
menimbulkan kerugian yang cukup besar apabila tidak digunakan dengan hati-hati, terutama bila tidak diketahui telah terjadi kebocoran dari tabung atau tempat penyimpanan gas LPG tersebut. Seharusnya, gas LPG tersebut menjadi sesuatu yang dapat mempermudah kelangsungan hidup manusia tetapi kadang-kadang malah banyak menjadi kerugian manusia.

2. Landasan Teori

2.1 Sensor Gas LPG TGS2610

Permukaan kristal memberikan elektron pada oksigen yang terdapat pada lapisan luar, sehingga oksigen akan

bermuatan negatif dan positif akan terbentuk pada permukaan luar kristal. Tegangan permukaan yang terbentuk akan menghambat laju aliran elektron seperti tampak pada ilustrasi Gambar 2.1.

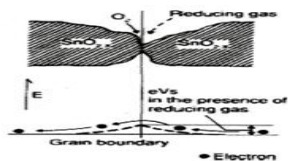


Gambar 2.1 Ilustrasi penyerapan O_2 oleh sensor^[1]

Di dalam sensor, arus elektrik mengalir melewati daerah sambungan (*grain boundary*) dari kristal SnO_2 . Pada daerah sambungan, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas^[1]. Jika konsentrasi gas menurun, proses deoksidasi akan terjadi, rapat permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang, dan mengakibatkan menurunnya ketinggian penghalang dari daerah sambungan, misal terdapat adanya gas CO yang terdeteksi maka persamaan kimianya dapat digambarkan seperti tampak pada persamaan berikut ini.



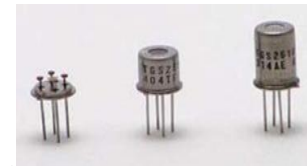
Dengan menurunnya penghalang maka resistansi sensor akan juga ikut menurun.



Gambar 2.2 Ilustrasi ketika terdeteksi adanya gas^[1]

Sensor gas LPG TGS2610 merupakan salah satu sensor utama yang digunakan. Sensor ini merupakan sebuah sensor kimia atau sensor gas. Sensor ini mempunyai nilai resistansi yang akan berubah bila terkena gas yang mewakili gas LPG di udara yaitu kadar zat methane, ethane, propane, dan butane. Sensor LPG

TGS2610 mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi, jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut diudara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat gas LPG diudara. Dan ketika sensor mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut maka resistensi elektrik sensor tersebut akan menurun yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh *output* sensor akan semakin besar. Selain itu, sensor juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar agar sensor dapat bekerja kembali secara efektif^[2].



Gambar 2.3 Macam-macam sensor TGS^[2]

Sensor TGS2610 ini merupakan salah satu jenis sensor yang diproduksi oleh *Figaro* sehingga membutuhkan pemanasan untuk awal sistem dinyalakan. Waktu yang dibutuhkan ± 1 menit dan setelah itu sensor bekerja optimal^[3]. Kelebihan dari sensor TGS2610 dibandingkan sensor gas untuk LPG lainnya adalah sebagai berikut ini.

- Merupakan sensor khusus untuk LPG.
- Daya yang dipergunakan 280 mw.
- Dapat mendeteksi antara 500-10.000 PPM (*Part Per Million*).
- Tegangan kerja adalah 5.0 ± 0.05 Vdc.

2.2 Mikrokontroler ATmega 8535

ATmega8535 merupakan salah satu mikrokontroler keluarga ATMEL, yaitu generasi AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*). Mikrokontroler AVR memiliki RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit Word) dan sebagian besar instruksi di eksekusi dalam

satu siklus *clock*, serta mempunyai kecepatan maksimal 16MHZ. Selain itu, Atmega8535 mempunyai 6 pilihan mode *sleep* untuk menghemat daya listrik^[4].

2.3 Bahasa Pemrograman C

Bahasa C merupakan perkembangan dari bahasa BCPL (*Basic Combined Programming Language*) yang dikembangkan oleh Martin Richards pada tahun 1967. Selanjutnya bahasa ini memberikan ide kepada Ken Thompson yang kemudian mengembangkan bahasa yang disebut bahasa B pada tahun 1970. Perkembangan selanjutnya dari bahasa B adalah bahasa C oleh Dennis Ritchie sekitar tahun 1970-an di *Bell Telephone Laboratories Inc*^[1].

2.4 LCD

LCD adalah sebuah *displaydot matrix* yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). LCD yang digunakan adalah LCD karakter 2x16 (2 baris 16 kolom), dengan 16 pin konektor.

2.5 Relay

Relay adalah alat elektromagnetik yang bila dialiri arus akan menimbulkan medan magnet pada kumparan untuk menarik saklar (*switch*) agar terhubung, dan bila tidak dialiri arus akan melepaskan saklar kembali. *Relay* relatif merupakan alat elektromagnetik yang sederhana, dapat terdiri dari sebuah kumparan atau selenoida, sebuah inti *ferromagnetic* dan armatur atau saklar yang dapat berfungsi sebagai penyambung atau pemutus arus^[2].

2.6 Buzzer

Blok rangkaian *driver* berfungsi sebagai penggerak dari *alarm*. *Alarm* akan

aktif ketika sebuah sinyal gerbang berlogika tinggi (1) dikeluarkan mikrokontroler ke *driver alarm*. Sinyal tersebut akan mengaktifkan *transistor* sehingga arus dari kolektor akan tersalur ke emitor^[5]. Terhubungnya transistor tersebut akan memberikan daya ke *alarm* untuk aktif (saklar *transistor*).

3. Metode Penelitian dan Perancangan

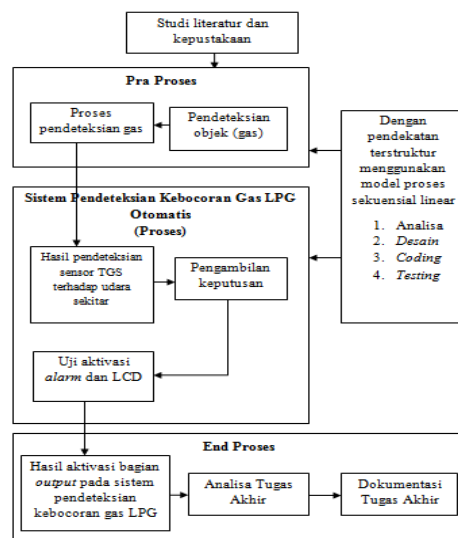
3.1 Jenis Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

❖ Tahap Desain dan Implementasi

Merencanakan, mendesain, dan merealisasikan sistem. Tahap awal yang dilakukan berupa pendeteksian kadar gas LPG. Tahap berikutnya yaitu melakukan pengolahan data dengan cara menentukan kadar ppm (*part per million*) diudara agar mudah diinterpretasi oleh mesin (mikrokontroler). Jenis penelitian yang dipakai pada tahap ini yaitu penelitian Laboratorium (*Laboratory Research*).

3.2 Desain dan Prosedur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Desain Penelitian

Penjelasan diagram desain penelitian :

1. Studi literatur dan kepustakaan

Mencari, mempelajari dan memahami literatur yang berhubungan dengan tugas akhir yang dibuat, seperti pendeteksian gas menggunakan sensor TGS2610, pemrosesan data hasil pendeteksian sensor TGS2610, menampilkan karakter pada LCD dan control *alarm* menggunakan mikrokontroler. Literatur yang digunakan bisa apa saja, semakin banyak literatur yang digunakan semakin baik seperti jurnal, *ebook*, makalah, buku, situs, tugas akhir, dan lain-lain).

2. Pra Proses

Pada tahap ini akan menjelaskan bagaimana pendeteksian sensor TGS2610 pada kebocoran gas LPG.

3. Proses

Dari listing program yang dirancang jika kondisi sensor mendeteksi gas LPG akan mengeluarkan logika dan hasil tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler kemudian pemrosesan tersebut mengaktifkan bagian *output* (LCD dan *Alarm*).

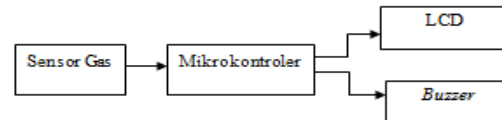
Jika kondisi sensor TGS2610 mendeteksi kebocoran gas LPG, maka hasil pembacaan sensor tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler dan hasilnya akan ditampilkan ke LCD, jika kondisi pendeteksian masih dibawah ambang batas maka *alarm* tidak akan diaktifkan oleh mikrokontroler dan jika kondisi pendeteksian sensor telah mencapai ambang batas maka secara otomatis mikrokontroler akan mengaktifkan *Alarm*.

4. End Proses

Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil pendeteksian sensor

TGS2610 sejauh 2 meter dari tabung gas LPG pada rancangan yang dibuat, jika kondisi sensor mendeteksi gas LPG hasilnya akan dikirimkan ke mikrokontroler.

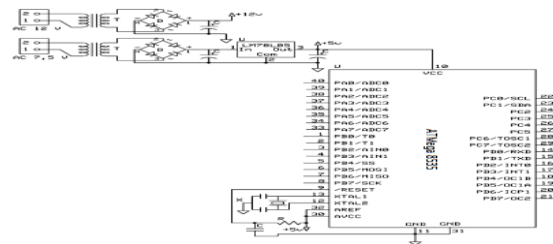
Selanjutnya, sistem tugas akhir yang dirancang dianalisa yaitu membandingkan teori yang ada dengan sistem yang dibuat dan hal-hal yang mempengaruhi hasil/*output*.



Gambar 3.2 Blok Diagram Alat

3.2.1 Rancangan Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega32

Rancangan rangkaian sistem minimum dilakukan dengan mengukur tegangan *input* dan tegangan *output*. Rangkaian minimum yang digunakan untuk mengaktifkan mikrokontroler. Sistem minimum terdiri dari rangkaian pewaktuan dan rangkaian pencatu daya. Blok rangkaian dari sistem minimum ATmega8535 dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Sistem Minimum ATmega8535

3.2.2 Perancangan ADC Internal Mikrokontroler ATmega8535

Sebelum kita melakukan perancangan ADC kita harus melakukan perhitungan pembagi tegangan sensor yaitu:

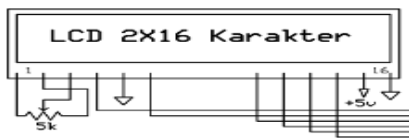
$$V_{out} = \frac{R1}{R1 + R2} \times V_{in}$$

V_{out} = tegangan keluar
 $R1$ = tahanan pada sensor
 $R2$ = tahanan resistor external
 V_{in} = tegangan masuk

Pengujian ADC dilakukan dengan memberikan tegangan *input* pada mikrokontroler dan kemudian ditampilkan pada multimeter untuk mengetahui data yang didapatkan setelah dikonversi.

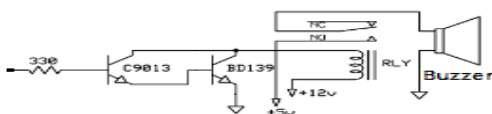
3.2.3 Rancangan Rangkaian LCD

Pengujian rangkaian LCD membutuhkan mikrokontroler yang telah di *setting* programnya sesuai yang diharapkan. Dimana untuk menampilkan *password* yang akan dientrykan sebanyak 4 digit angka.



Gambar 3.4 Rangkaian LCD

3.2.4 Perancangan Rangkaian Driver Buzzer



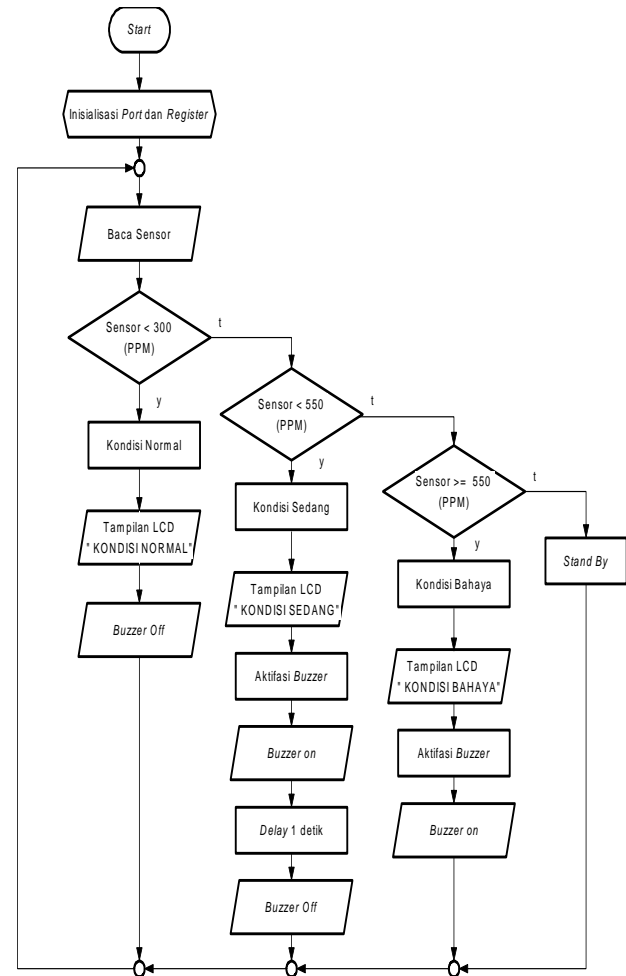
Gambar 3.5 Rangkaian Buzzer

Pada gambar di atas merupakan bentuk dari rangkaian *driver* penggerak *buzzer*, *pin* merupakan *input* dari rangkaian *driver*, apabila *pin* menerima sinyal masukan berupa arus lalu masuk dalam rangkaian *driver* ini yang berfungsi sebagai *switch* untuk menaikkan tegangan negatif sehingga *buzzer* dapat berbunyi.

3.3 Flowchart Program

Agar modul program yang dirancang memiliki struktur dengan kualitas yang baik, maka perlu diawali dengan penentuan logika

dalam program. Logika dasar gambaran pada penulisan ini adalah dengan menggunakan flowchart seperti gambar berikut:



Gambar 3.6 Flowchart Program pendeteksian Kebocoran Gas LPG

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Software

Setelah pembuatan alat dilanjutkan dengan pengujian sistem kerja *software* meliputi pengujian *software* pada masing-masing blok pada sistem.

- Pengujian terhadap Modul Sensor TGS2610

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian pada IC DTMF MT8870

Tegangan Input (Volt)	Lama Pendeteksian (Second)	Tegangan Output (Volt)	Nilai Konversi (Hexa)	Angka Terdeteksi LCD
4.85	4	2,22	74	410 ppm
4.85	6	2,44	80	568 ppm
4.85	8	2,68	8C	690 ppm
4.85	10	3,03	9F	856 ppm
4.85	12	3,24	AA	942 ppm
4.85	14	3,56	BB	1012 ppm

Pengujian rangkaian ini dilakukan dengan melakukan pendeteksian sensor terhadap jarak dari gas LPG. Berdasarkan teori dari sensor TGS 26xx diketahui bahwa nilai resistansi R_s dari sensor akan berubah bila terkena gas. Maka untuk mencari nilai R_s dapat digunakan persamaan (2.1) dibawah ini:

$$R_s = \frac{V_c \times R_L}{V_{out}} - R_L \dots \dots \dots (2.1)$$

Untuk Nilai $V_{RL} = 1.5$ Volt, $V_c = 5$ Volt, dan $R_L = 10$ kOhm

$$R_s = \frac{V_c \times R_L}{V_{RL}} - R_L$$

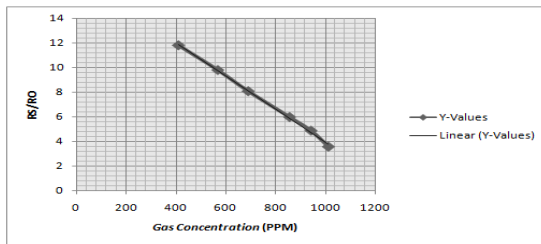
$$= \frac{4.85V \times 10kOhm}{2.22V} - 10kOhm$$

$$= 11,8 \text{ kOhm}$$

Table 4.2 Data Tahanan Sensor

V_{IN} (V)	V_{RL} (V)	R_L (Kohm)	R_s (Kohm)
4.85	2,22	10	11.8
4.85	2,44	10	9.8
4.85	2,68	10	8.09
4.85	3,03	10	6
4.85	3,24	10	4.9
4.85	3,56	10	3.6

Untuk sensor nilai R_s berbanding terbalik dengan nilai V_{rl} . Semakin besar nilai R_s maka semakin rendah nilai V_{rl} .



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Hasil Nilai Resistansi (R_s) dengan Kadar PPM pada LCD

Gambar diatas dapat dilihat bentuk grafik dari nilai R_s dan tampilan nilai PPM hasil pendeteksian gas LPG dan menghasilkan bentuk grafik menurun yang terlihat dan sesuai dari bentuk grafik yang dituangkan dalam *datasheet* sensor TGS 2610. Jika nilai R_s memiliki nilai tinggi maka PPM yang dihasilkan akan semakin rendah dan sebaliknya jika nilai R_s rendah maka kondisi nilai PPM akan semakin tinggi.

4.1.1 Analisa Software ADC pada Sensor TGS 2610

Pengaktifasian ADC internal mikrokontroler dan mengkonfersikan sinyal analog yang dihasilkan dari sensor TGS2610 yang dihubungkan ke mikrokontroler. Untuk menampilkan nilai PPM dipergunakan rumus pada potongan program dibawah ini. Data penyimpanan hasil konversi berupa flot dan hasil pembacaan `adc_rd` akan dikalikan nilai 0,00488 dan ditampilkan pada LCD pada baris 1 kolom 7.

```

...
while (1) {
    adc_rd = ADC_Read(0);
    // ambil data adc pada chanel 0
    Lcd_Out(1,1,txt3);
    vin=((float)adc_rd * 0.00488);
    //adc_rd = adc_rd * (5/1024);
    PORTB = vin;
    // copy vin ke PORTB
    Delay_ms(1000);
    Lcd_Out(1,7,vin); //
    tampilkan hasil pembacaan adc ke lcd
}
...

```

4.1.2 Analisa Software LCD

Pada LCD berupa informasi dari hasil pendeteksian sensor TGS2610 dan tampilan kondisi yang terdeteksi, berikut dapat dilihat penggalan program untuk aktifasi penampilan pada LCD 2x16 karakter.

```

// LCD module connections 4 bit
data
sbit LCD_RS at PORTC0_bit;
    // LCD pin rs pada portc.0
sbit LCD_EN at PORTC2_bit;
    // LCD pin enable pada portc.2
sbit LCD_D4 at PORTC4_bit;
    // LCD pin data 4 pada portc.4
sbit LCD_D5 at PORTC5_bit;
    // LCD pin data 5 pada portc.5
sbit LCD_D6 at PORTC6_bit;
    // LCD pin data 6 pada portc.6
sbit LCD_D7 at PORTC7_bit;
    // LCD pin data 7 pada portc.7

sbit LCD_RS_Direction at DDC0_bit;
    // LCD pin rs pada DDC.0
sbit LCD_EN_Direction at DDC2_bit;
    // LCD pin enable pada DDC.2
sbit LCD_D4_Direction at DDC4_bit;
    // LCD pin data 4 pada DDC.4
sbit LCD_D5_Direction at DDC5_bit;
    // LCD pin data 5 pada DDC.5
sbit LCD_D6_Direction at DDC6_bit;
    // LCD pin data 6 pada DDC.6
sbit LCD_D7_Direction at DDC7_bit;
    // LCD pin data 7 pada DDC.7
// End LCD module connections

// karakter tampilan pada LCD 2x16
char txt1[] = " DETEKSI GAS ";
char txt2[] = " LPG-TGS 2610 ";
char txt3[] = "PPM = ";

```

Pada listing diatas dapat dilihat sebelum menggunakan LCD diharuskan terlebih dahulu untuk menginisialisasikan *pin* yang terhubung ke mikrokontroler, *pin* yang akan diinisialisasikan berupa *pin* LCD untuk *pin* rs, rw, e dan data LCD, setelah itu barulah dapat menampilkan karakter pada LCD, pada char txt1{} = “text” merupakan syntax untuk menampilkan karakter ke LCD.

4.1.3 Analisa Software Buzzer

Analisa software pada *buzzer* berupa aktifasi pada *buzzer* dan aktifasi untuk *buzzer* berupa mikrokontroler akan mengirimkan logika 1, untuk lebih jelasnya dapat dilihat bentuk program dibawah ini.

```

if (PORTB >= 0x60); // jika nilai
portb > 60
    {portd = 0x01; // buzzer aktif
    Delay_ms(1000);
    Lcd_Out(2,1,"KONDISI BAHAYA");}
if (PORTB >= 0x30);{
    for (a = 0 ; a < 6 ; a++);
        // perulangan 5x
    {Lcd_Out(2,1,"KONDISI SEDANG");
    portd = 0x01;
        // aktifasi buzzer
    Delay_ms(3000);
    portd = 0x00;}
        // buzzer off
    Lcd_Out(2,1,"KONDISI NORMAL");}
};}

```

Aktifasi *buzzer* diatur dan disesuaikan dengan kondisi dari nilai sensor TGS2610, dan selanjutnya akan dibandingkan nilainya sesuai dengan bentuk program diatas, jika kondisi nilai sensor > 60 maka dikondisikan bahaya pada tampilan LCD dan *buzzer* aktif, dan jika kondisi sensor >30 maka *buzzer* akan aktif dengan nada “beep” selama 5 kali perulangan.

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian dari sistem ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pasang kabel sumber tegangan ke colokan listrik untuk *supply* tegangan pada alat, langkah selanjutnya dengan mengaktifkan saklar *On/Off*.
2. Setelah diaktifkan tombol *on/off* maka sistem akan aktif dan proses pembacaan nilai sensor dimulai, hasil tampilan di LCD dilihatan kondisi pembacaan sensor terhadap gas yang dideteksi.
3. Pada kondisi pendeteksian sensor terdiri dari kondisi normal, kondisi sedang, dan kondisi bahaya yang ditampilkan pada LCD.

4.3 Pengujian Alat Keseluruhan

Secara elektronis rangkaian telah bekerja dengan baik, yaitu sistem minimum, TGS 2610, LCD, *buzzer* dan catudaya.

Tahap-tahap dalam pengujian alat keseluruhan adalah :

- ❖ Sistem akan aktif setelah dihubungkan ke sumber tegangan, langkah selanjutnya letakan sensor TGS 2610 secara *vertikal* dari tabung gas LPG, dalam pengujian kebocoran gas LPG lakukan pembuangan gas LPG, amati perubahan nilai data dari tampilan LCD, jika kondisi normal maka keadaan kebocoran normal, dan jika *buzzer* berbunyi “*beep*” berulang-ulang dikategorikan kondisi sedang atau waspada dan jika kondisi bahaya maka *buzzer* akan aktif dengan nada “*beep*” panjang.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penjelasan yang tertera dari bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan seperti dibawah ini :

1. Sensor gas mendeteksi bukan berdasarkan jarak gas yang terdeteksi, melainkan bergantung dari tingkat kadar gas tersebut. Semakin kuat kadar gas maka semakin cepat gas tersebut dideteksi.
2. Sensor gas akan mendeteksi dari kebocoran gas LPG, jika jarak yang digunakan terlalu dekat maka bau gas akan terus terdeteksi oleh sensor. Hal ini akan menyulitkan untuk melakukan percobaan pada jarak yang berbeda karena bau gas masih tertinggal dalam waktu yang cukup lama.

5.2 Saran – Saran

Berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama perancangan dan pembuatan alat ini, ada beberapa kendala yang dihadapi dan disini akan disampaikan beberapa saran yang bermanfaat untuk mengembangkan dan menyempurnakan hasil karya berikutnya:

1. Dalam pengembangan sistem ini hendaknya dapat digunakan media suara berupa *Voice Record* (ISD 25xx) yang berfungsi sebagai media *output* sebagai penanda dari deteksi kebocoran kadar gas LPG.
2. Dalam pengembangan alat selanjutnya diharapkan untuk menambah antisipasi dalam kebocoran gas LPG yang menyebabkan kebakaran, dengan menggunakan media pemadaman api sendiri apabila terjadi kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. Bandung : Informatika.
- [2] Bejo, Agus. 2008. *C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Bandung: Penerbit Informatika.
- [3] Winoto, Ardi. 2010. *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan bahasa C pada WinAVR*. Bandung : Informatika
- [4] Suhata, ST. 2010. *Aplikasi Mikrokontroler sebagai pengendali peralatan elektronik via telepon*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- [5] Depari, Ganti. 1992. *Belajar Teori dan Ketrampilan Elektronika*. Bandung : PT. Elex Media Komputindo