

ALAT PENCEGAHAN KEBAKARAN YANG DISEBABKAN KEBOCORAN LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)

Adrian Simon Burhan¹, Muljono¹ dan Eko Syamsuddin²

Abstract: *The design of “fire prevention caused by LPG leak” device is used to avoid unwanted fire disaster in housing area. This device can be used to warn the house resident if LPG leak is detected, so it can prevent fire or explosion caused by LPG leak. The LPG sensor can detect gas leak, will inflict the microcontroller, then activate the exhaust fan to reduce the LPG concentrate in the house. The light sensor in the design can detect fire, then it will inflict the microcontroller to activate the fire extinguisher. The microcontroller also send the signal to the local security post, so the house resident can get help as soon as possible when the LPG gas detected or when the fire occurred in the house.*

Keyword: *LPG Gas, Gas sensor, Light sensor, microcontroller.*

Abstrak: Perancangan dari alat “Pencegah Kebakaran yang Disebabkan Oleh Kebocoran Gas LPG” digunakan untuk menghindari bahaya kebakaran yang tidak diinginkan di dalam area perumahan. Alat ini bisa digunakan untuk member peringatan kepada penghuni rumah apabila terdeteksi kebocoran gas LPG, sehingga alat ini dapat mencegah kebakaran atau ledakan yang disebabkan oleh kebocoran gas LPG. Sensor gas LPG dapat mendeteksi kebocoran, yang akan memicu mikrokontroler untuk mengaktifkan kipas pembuangan untuk mengurangi kadar konsentrasi gas LPG di dalam rumah. Sensor cahaya yang ada pada perancangan bisa mendeteksi api, sensor ini akan memicu mikrokontroler untuk mengaktifkan alat pemadam kebakaran. Mikrokontroler juga mengirimkan sinyal/tanda ke pos keamanan setempat, sehingga penghuni rumah bisa langsung mendapat bantuan secepat mungkin, apabila gas LPG terdeteksi atau ketika terjadi kebakaran di rumah.

Kata kunci: gas LPG, sensor gas LPG, Sensor cahaya, mikrokontroler.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan pada akhir-akhir ini menyebabkan semakin dibutuhkannya sumber daya energi dimana sumber energi alam-lah yang paling banyak digunakan salah satunya adalah gas LPGA. Gas LPG (*liquefied petroleum gas*) merupakan salah satu bahan pokok energi bagi industri dan kebutuhan rumah tangga di Indonesia. Beberapa tahun belakangan ini masyarakat Indonesia menggunakan gas LPG untuk keperluan memasak sehari-hari, hal tersebut dikarenakan gas LPG lebih murah dan ramah lingkungan dibandingkan minyak tanah sehingga pemerintah Indonesia memutuskan untuk mengadakan program konversi minyak tanah ke gas LPG sejak tahun 2007. Konversi tersebut dilakukan karena kelangkaan minyak tanah dan harganya yang meningkat cukup tinggi, demi mengurangi subsidi pemerintah pada minyak tanah maka diambil kebijaksanaan tersebut.

Konversi minyak tanah ke gas LPG sejak tahun 2007 telah menghemat anggaran pemerintah sebesar Rp.28 triliun [1]. Namun belakangan ini sering terjadi kebakaran dan ledakan yang disebabkan oleh karena kurangnya pengetahuan tentang penggunaan gas LPG dan perlengkapan tabung-tabung, regulator dan selang gas yang dipakai tidak memenuhi standar, hal tersebut membuat masyarakat resah dan ketakutan menggunakan gas LPG. Kebakaran dan ledakan bukan hanya disebabkan oleh tabung kemasan tiga kilogram saja tetapi juga pada beberapa tabung dua belas kilogram. Data pusat kebijakan public (Puskepi) menyebutkan dari tahun 2008 sampai Juli 2010 terjadi 189 kasus ledakan dan kebakaran [2]. LPG sesungguhnya barang yang aman dan sudah biasa digunakan.

Berdasarkan data statistik dinas pemadam kebakaran sejak Januari 2010 sampai 24 Agustus 2010 terjadi 46 kali peristiwa kebakaran di wilayah DKI Jakarta, dengan perkiraan kerugian materi sebesar Rp. 11.310.000.000,00 dari data tersebut sebesar 45 persen disebabkan oleh gas LPG dan 55 persen disebabkan oleh peristiwa lain seperti konsleting listrik, lilin menyala sembarangan, puntung rokok dan lainnya [3]. Kebakaran dapat menyebabkan kerugian material yang cukup besar dan bahkan hingga menelan korban jiwa, penanganan kebakaran seringkali terlambat sehingga meluas ke rumah-rumah lain disekitarnya, dan merugikan bagi orang lain. Hal tersebut membuat masyarakat ketakutan menggunakan gas LPG dan beberapa orang bahkan kembali menggunakan kayu bakar untuk memasak dan keperluan rumah tangga lainnya. Karena itu diperlukan adanya penanganan secara cepat pada setiap peristiwa kebakaran agar bisa meminimalkan kerugian yang terjadi.

Perancangan pada tugas akhir ini akan merancang sebuah alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas LPG sehingga dapat mencegah terjadinya kebakaran karena kebocoran gas LPG tersebut, jika sensor mendeteksi adanya kebocoran gas LPG maka mikrokontroler akan mengatasinya dengan menghidupkan kipas angin *exhaust* untuk menghisap keluar gas tersebut, alat ini juga dilengkapi dengan sensor cahaya yang dapat mendeteksi apabila terjadi kebakaran, sistem akan menghidupkan pemadam api sederhana untuk memadamkan api dan alarm yang berupa *buzzer* sebagai peringatan dan pemberitahuan bagi pemilik rumah. Alat ini juga dilengkapi dengan baterai atau *accu backup* sehingga alat ini tetap dapat bekerja tanpa terganggu meskipun listrik padam, alat ini juga dapat mengirim informasi secara *wireless* dengan menggunakan modulator ASK (*Amplitude Shift*

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Tarumanagara

² BPPT

Key) ke pos keamanan terdekat untuk memberikan bantuan ke tempat kejadian kebakaran secara cepat, informasi yang disampaikan ke pos keamanan di tampilan dengan denah rumah warga yang telah di beri indikator LED (*Light Emitting Diode*) dan alarm dengan menggunakan *buzzer*.

Survei dilakukan pada alarm kebocoran gas yang tersedia di pasaran. Survei dilakukan dengan melihat fungsi dan cara kerja alarm tersebut. Alarm tersebut dapat mendeteksi kebocoran gas LPG dan segera menghidupkan alarm, alarm akan berhenti berbunyi jika kadar gas LPG sudah berkurang atau hilang. Alat tersebut hanya dapat bekerja jika terhubung dengan listrik. Bentuk alarm kebocoran gas LPG yang tersedia di pasaran dapat dilihat pada Gambar 1.



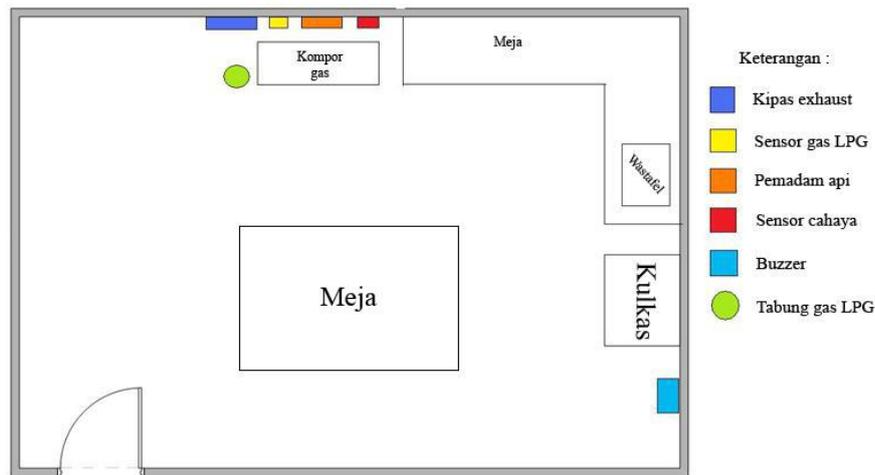
■ Gambar 1. Alarm kebocoran LPG.

KAJIAN PUSTAKA

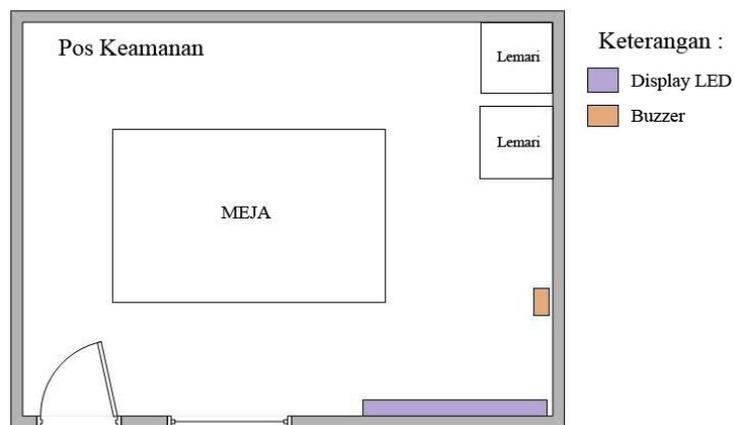
Alat ini berguna untuk mendeteksi kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) yang dapat menyebabkan kebakaran. Alat tersebut dipakai untuk mendeteksi kebocoran gas dan secara otomatis dapat menghidupkan kipas *exhaust* guna memperkecil konsentrasi gas LPG untuk mencegah terjadinya ledakan serta kebakaran akibat kebocoran gas LPG tersebut. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran sederhana untuk memadamkan api bila terjadi kebakaran.

Alat ini menggunakan dua buah mikrokontroler yang berfungsi sebagai pemroses. Mikrokontroler pertama digunakan untuk mengatur sistem yang terdapat di dalam rumah, sedangkan mikrokontroler kedua digunakan untuk mengatur sistem informasi pada pos keamanan. Sistem yang terdapat di dalam rumah memiliki dua buah sensor yaitu sensor gas dan sensor cahaya, sensor gas berfungsi untuk mendeteksi apabila terjadi kebocoran gas LPG. Bila terjadi kebocoran gas maka sensor tersebut akan mengirimkan sinyal ke ADC (*Analog to Digital Converter*) yang kemudian diteruskan ke mikrokontroler, untuk menghidupkan kipas *exhaust* yang akan meniup dan mengalirkan gas LPG tersebut keluar ruangan dan *buzzer* sebagai tanda bahaya bagi penghuni rumah. Selain itu mikrokontroler juga mengirimkan sinyal melalui transmitter ASK ke pos keamanan bahwa ada kebocoran gas pada rumah warga. Sensor cahaya bekerja untuk mendeteksi apabila timbul kebakaran karena kebocoran gas tersebut. Bila terjadi kebakaran maka sensor cahaya akan mengirimkan sinyal ke ADC yang kemudian diteruskan ke mikrokontroler. Mikrokontroler akan menghidupkan *solenoid valve* pada tabung pemadam api untuk memadamkan api dan *buzzer* sebagai tanda bahaya bagi penghuni rumah tersebut. Selain itu mikrokontroler juga mengirimkan sinyal melalui transmitter ASK ke pos keamanan bahwa telah terjadi kebakaran. Pada sistem ini juga terdapat subsistem *control charging* yang berfungsi sebagai baterai *backup* untuk menjaga fungsi dari sistem ini meskipun pasokan listrik dari PLN padam, sehingga sistem ini dapat tetap bekerja tanpa terganggu meski tidak terdapat persediaan/*supply* listrik dari PLN.

Sistem yang terdapat pada pos keamanan terdapat tampilan display (*light emitting diode*) LED yang berbentuk denah rumah warga yang telah diberi indikator dua buah LED pada masing-masing rumah warga dan *buzzer* sebagai tanda bahaya. Sinyal yang diterima melalui *receiver* ASK diteruskan ke mikrokontroler yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mengetahui kebocoran gas, kebakaran dan lokasi kejadian, yang kemudian menghidupkan indikator LED pada display LED sesuai dengan lokasi kejadian dan menghidupkan *buzzer* sebagai tanda bahaya untuk memberi tahu petugas keamanan yang sedang bertugas bahwa telah terjadi kebocoran gas atau kebakaran pada rumah warga.



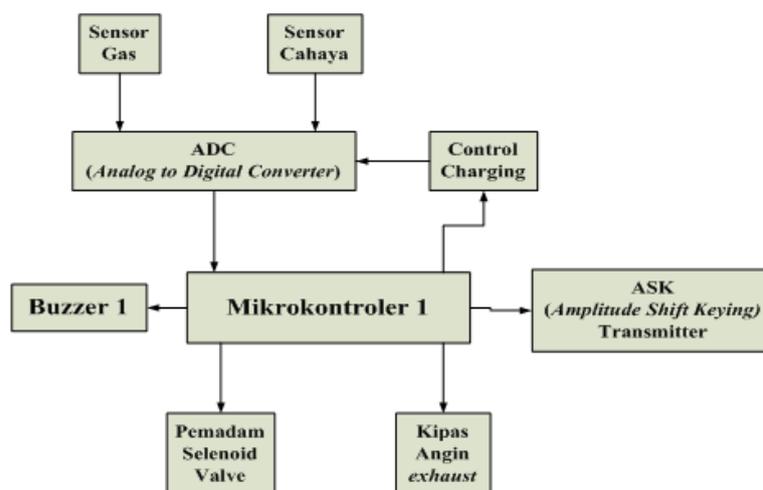
■ **Gambar 2.** Denah Dapur yang dilengkapi Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG.



■ **Gambar 3.** Denah Pada Pos Keamanan yang dilengkapi sistem Display LED

Diagram Blok

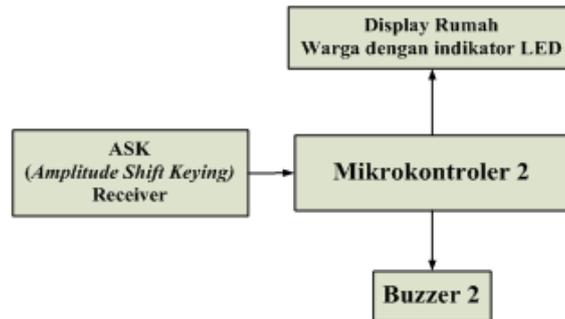
Diagram blok sistem secara keseluruhan dari perancangan dan pemodelan alat pencegahan kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



■ **Gambar 4.** Diagram Blok Alat Pencegahan Kebakaran yang Terdapat di Rumah

Catu Daya

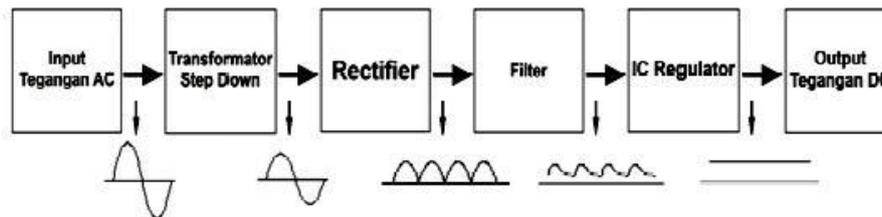
Catu daya merupakan modul yang berfungsi sebagai pemberi tegangan searah atau tegangan *Direct Current* (DC) yang dibutuhkan oleh semua komponen dalam perancangan ini agar dapat beroperasi. Pada umumnya catu daya memiliki empat komponen utama yaitu transformator (trafo), penyearah (*rectifier*), penyaring (*filter*), dan *voltage regulator*.



■ Gambar 5. Diagram Blok Alat Pencegahan Kebakaran yang Terdapat di Pos Keamanan

Transformator *step down* digunakan untuk menurunkan tegangan *Alternating Current* (AC) 220 Volt pada jaringan listrik PLN sampai dengan 5Volt dan 12Volt. Tegangan yang dihasilkan tersebut masih berupa tegangan AC, sehingga perlu diubah menjadi arus searah dengan menggunakan dioda penyearah atau *rectifier*. Tegangan DC yang dihasilkan dari *rectifier* umumnya masih belum stabil untuk digunakan langsung oleh rangkaian. Oleh karena itu, *output* dari dioda ini disaring dengan *filter* untuk meratakan gelombang tersebut, tetapi hasil tegangan keluaran yang sudah di *filter* masih terdapat *ripple* (berbentuk gelombang riak), karena itu digunakanlah IC regulator.

IC regulator berfungsi untuk menghilangkan *ripple* sekaligus dapat menstabilkan tegangan keluaran pada catu daya, sehingga nilai tegangan keluaran tidak naik atau turun saat diberikan beban. Hasil tegangan keluaran pada catu daya ini berupa tegangan *Direct Current* (DC), diagram blok catu daya dapat dilihat pada Gambar 6..



■ Gambar 6. Diagram Blok Catu Daya [4]

Catu daya pada bagian rumah menggunakan tegangan sebesar $5V_{DC}$ dan $12V_{DC}$. Tegangan $5V_{DC}$ untuk menjalankan mikrokontroler dan sensor, sedangkan tegangan $12V_{DC}$ akan digunakan untuk menghidupkan kipas *exhaust*, pemadam api *solenoid* dan mengisi baterai *backup*.

Alat ini menggunakan dua sumber daya yaitu $5V_{DC}$ daya untuk sistem dan $12V_{DC}$ daya guna menghidupkan kipas *exhaust*, pemadam api *solenoid* dan *control charging* untuk mengisi kembali baterai *backup*. IC regulator LM7805 dipakai untuk meregulasi tegangan sebesar $5V_{DC}$ sedangkan IC regulator LM7812 digunakan untuk meregulasi tegangan sebesar $12V_{DC}$. IC regulator ini memiliki 3 (tiga) buah pin yaitu pin *input*, *output* dan *ground*.

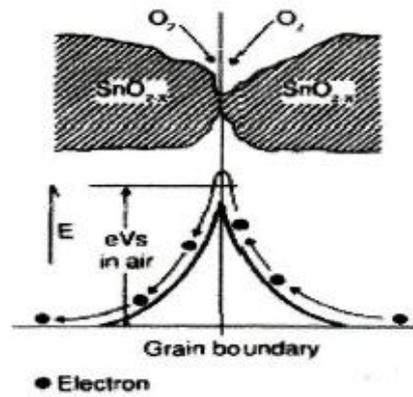
Modul catu daya pada alat ini berfungsi untuk memberikan *supply* listrik yang dibutuhkan oleh setiap komponen pada rangkaian alat pencegah kebakaran ini. Rangkaian modul catu daya ini akan menghasilkan *output* tegangan sebesar $5V_{DC}$ dan $12V_{DC}$ menggunakan trafo jenis *step down* dengan *input* sebesar $220V_{AC}$.

Tegangan sebesar $5V_{DC}$ akan digunakan untuk memberikan sumber daya listrik pada rangkaian pada rumah yaitu mikrokontroler, *buzzer*, sensor gas LPG, sensor cahaya, dan ADC sedangkan rangkaian pada pos keamanan yaitu mikrokontroler, *buzzer* dan display LED, untuk kipas *exhaust*, pemadam api dengan *solenoid valve* dan *control charging* digunakan tegangan sebesar $12V_{DC}$.

Penggunaan catu daya dalam modul ini adalah untuk mengubah tegangan $220V_{AC}$ menjadi $5V_{DC}$ dan $12V_{DC}$, Transformator *step down* digunakan untuk menurunkan tegangan *Alternating Current* (AC) 220 Volt pada jaringan listrik PLN sampai dengan 5Volt dan 12Volt. Tegangan yang dihasilkan tersebut perlu diubah menjadi arus searah dengan menggunakan dioda penyearah. Tegangan DC yang dihasilkan dari *rectifier* ini berbentuk gelombang penuh kemudian untuk meratakan gelombang tersebut digunakan kapasitor $1000\mu F$ sebagai filter. Untuk menghilangkan *ripple* sekaligus dapat menstabilkan tegangan keluaran pada catu daya digunakan IC Regulator, sehingga nilai tegangan keluaran lebih stabil saat digunakan.

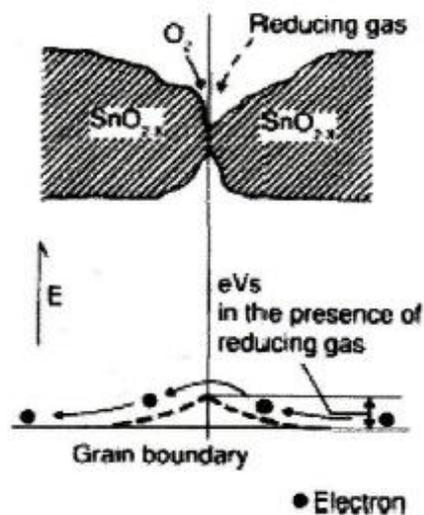
Sensor Gas

Sensor gas merupakan sensor utama dalam alat ini. Cara kerja sensor gas secara umum dapat dilihat dengan terbentuknya permukaan luar kristal. Tegangan permukaan yang terbentuk akan menghambat laju aliran elektron seperti tampak pada ilustrasi Gambar 7.



■ **Gambar 7.** Ilustrasi Penyerapan O₂ oleh Sensor [5]

Di dalam sensor, arus elektrik mengalir melewati daerah sambungan (*grain boundary*) dari kristal SnO₂, pada daerah sambungan penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Saat konsentrasi gas menurun maka proses deoksidasi akan terjadi, rapat permukaan dari muatan *negative* oksigen akan berkurang, dan mengakibatkan menurunnya ketinggian penghalang dari daerah sambungan, dengan menurunnya penghalang maka resistansi sensor akan juga ikut menurun. Gambar 8 menunjukkan ilustrasi ketika sensor mendeteksi adanya gas



■ **Gambar 8.** Ilustrasi Ketika Sensor Mendeteksi adanya Gas [5]

Alat ini menggunakan sensor LPG TGS 2610 sebagai pendeteksi kebocoran gas LPG, sensor ini dapat mendeteksi gas LPG di udara dengan tingkat konsentrasi 500ppm (*part per million*) sampai dengan 10.000ppm selain itu sensor ini juga memiliki fitur-fitur seperti pemanas (*heater*) untuk membersihkan ruang sensor, konsumsi daya yang rendah, sensitivitas yang tinggi, dan tahan lama [9].

Modul sensor gas LPG merupakan sensor utama pada alat ini. Sensor gas LPG TGS 2610 mampu mendeteksi gas LPG dengan tingkat konsentrasi 500ppm sampai dengan 10.000ppm, yang nilai tahanannya bergantung pada tingkat konsentrasi gas LPG.

Sensor ini membutuhkan dua tegangan masukan yaitu tegangan untuk pemanas (V_H) dan tegangan rangkaian (V_C). Tegangan pemanas (V_H) diterapkan ke pemanas terintegrasi untuk menjaga elemen penginderaan pada suhu tertentu untuk dapat mendeteksi secara optimal. Sirkuit tegangan (V_C) diterapkan untuk memungkinkan pengukuran tegangan (V_{RL}) di sebuah resistor beban (R_L) yang dihubungkan secara seri dengan sensor [9].

Sensor cahaya

Sensor cahaya yang dipergunakan dalam alat ini menggunakan komponen photodiode. Photodiode memiliki kepekaan yang tinggi terhadap cahaya infra merah sedemikian rupa sehingga mampu merespon cahaya infra merah yang dihasilkan oleh api. Panjang gelombang infra merah yang biasa digunakan pada alarm kebakaran berkisar antara 1.50 μ m sampai dengan 10 μ m [6].

Photodiode merupakan piranti semikonduktor dengan struktur sambungan P-N yang dibuat untuk beroperasi untuk mendeteksi cahaya. Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang benar jatuh pada

sambungan photodiode, arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya tersebut.

Cahaya diserap di daerah penyambungan atau daerah intrinsik menimbulkan pasangan elektron-hole yang mengalami perubahan karakteristik listrik ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan itu, sehingga menyebabkan berubahnya konduktivitas. Hal inilah yang menyebabkan photodiode dapat menghasilkan tegangan atau arus listrik jika terkena cahaya. Hal ini dapat ditunjukkan dengan rumus di bawah ini:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad \text{atau} \quad E = h \cdot f \dots\dots\dots$$

Dimana: E = Energi foton
h = Konstanta plank ($6,63 \times 10^{-34}$ Js)
c = Kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/s)
 λ = Panjang gelombang cahaya (m)

Cahaya yang dapat dideteksi oleh diode peka cahaya ini mulai dari cahaya inframerah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Penggunaan photodiode pada alat ini sebagai sensor pendeteksi kebakaran. Photodiode berfungsi sebagai komponen yang menangkap sinar infra merah yang dipancarkan oleh api apabila terjadi kebakaran.

Modul sensor cahaya pada alat ini menggunakan photodiode untuk mendeteksi kebakaran dengan mendeteksi sinar infra merah yang dipancarkan dari api. Perancangan sensor cahaya ini menggunakan rangkaian sederhana *voltage divider* yang hasil *Vout*nya dihubungkan dengan rangkaian ADC untuk *convert* dan diteruskan ke mikrokontroler untuk diproses.

Driver Kipas Exhaust dan Selenoid Valve

Driver kipas *exhaust* dan *selenoid valve* merupakan suatu *hardware* yang berfungsi untuk mengendalikan tegangan dan arus. *Driver* kipas *exhaust* dan *selenoid valve* bekerja untuk menjembatani perbedaan tegangan dan arus dari mikrokontroler agar Kipas *exhaust* dan tabung pemadam api *selenoid valve* menjadi berfungsi. *Driver* ini terdapat *switching* dan *relay*. *Switching* menggunakan transistor yang mengontrol *relay*. Penggunaan transistor juga untuk mendapat penguatan tegangan agar sesuai dengan spesifikasi dari kipas *exhaust* dan *selenoid valve* yang digunakan.

Driver kipas *exhaust* dan pemadam api menggunakan dua buah *relay* yang berfungsi untuk saklar *on* atau *off* yang dikontrol oleh mikrokontroler dengan tegangan TTL. Modul *driver* digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan kipas *exhaust* dan pemadam api yang bekerja pada tegangan $12V_{DC}$.

Relay

Relay adalah suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak *switching* mekanik, *relay* memiliki lilitan yang dapat menghasilkan medan elektromagnet untuk menarik *switching* mekanik guna mengubah hubungan dari *input* dan terminal *common* ke arah dua terminal *pole* yang ada dari *Normally Open* (NO) ke *Normally Close* (NC) ketika lilitannya diberi arus dan kembali ke *Normally Open* (NO) pada saat lilitan *relay* tidak diberi arus.

Relay berguna sebagai pengendali hubungan listrik secara logika dengan tegangan sebesar $5V_{DC}$, karena *relay* terisolasi secara listrik maka tegangan dari sistem yang di kontrol tidak dapat terhubung singkat dengan rangkaian pengontrol yang terhubung ke mikrokontroler.

Modul driver pada kipas *exhaust* dan pemadam api selenoid menggunakan komponen *relay* sebagai *switching*. *Relay* digunakan karena tegangan yang keluar dari mikrokontroler tidak cukup untuk menghidupkan kipas *exhaust* dan pemadam api *selenoid*. *Relay* juga digunakan sebagai pemisah tegangan dari sistem yang dikontrol sehingga tidak dapat terhubung singkat dengan rangkaian pengontrol dari mikrokontroler.

Light Emitting Diode (LED)

LED Dikenal juga dengan Diode cahaya, karena perangkat elektronik ini mampu menghasilkan cahaya. Light Emitting Diode adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju, elektron yang menerjang sambungan P-N melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah galium, arsenic dan fosforus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula. Pada saat ini sudah tersedia LED dengan warna merah, hijau, kuning, dan biru.

Light emitting diode (LED) pada alat ini digunakan sebagai display untuk menunjukkan lokasi rumah dan sebagai indikator kebocoran gas atau kebakaran. LED yang digunakan pada perancangan alat ini berdiameter 5mm, dengan warna merah dan kuning.

Modul display LED pada perancangan ini menggunakan *light emitting diode* (LED) sebagai indikator lokasi dan tanda bahaya. Rancangan ini menggunakan LED dengan warna kuning sebagai indikator terjadinya kebocoran gas LPG dan warna merah sebagai indikator terjadinya kebakaran pada rumah warga, LED yang digunakan di hubungkan dengan catu daya $5V_{DC}$ agar dapat diaktifkan secara langsung dengan tegangan TTL dari mikrokontroler.

Buzzer

Alat ini menggunakan *buzzer* sebagai alarm tanda bahaya. Buzzer berfungsi untuk mengeluarkan suara peringatan ketika terjadi kebocoran gas atau kebakaran. Pemilihan *buzzer* pada perancangan alat ini dikarenakan *buzzer* memiliki intensitas suara yang cukup, *buzzer* juga memiliki ukuran yang cukup kecil sehingga tidak memerlukan banyak ruang untuk penempatan *buzzer*. Modul buzzer pada rancangan ini menggunakan buzzer sebagai tanda bahaya apabila terjadi kebakaran atau kebocoran gas LPG pada rumah dan pos keamanan.

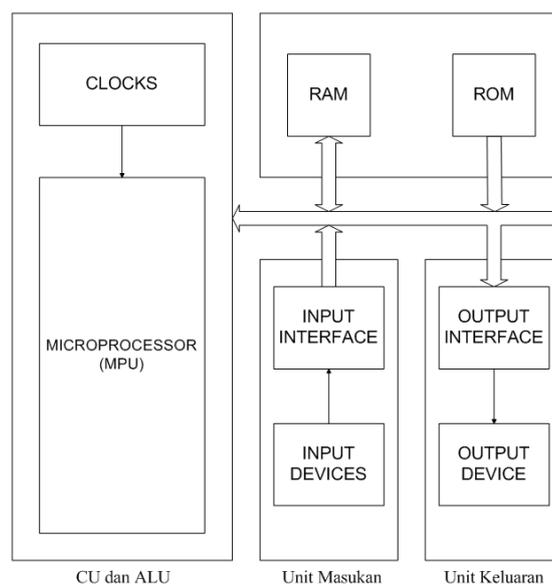
Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* atau *integrated circuit* (IC) dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu *chip*. Ada beberapa tipe mikrokontroler antara lain mikrokontroler mempunyai 4 (empat) Kbyte *Flash Programmable and Erasable Read Only Memory* (PEROM) dan ada pula yang memiliki 8 (delapan) Kbyte *Flash PEROM*. Mikrokontroler mempunyai dua macam memori yang sifatnya berbeda yaitu *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only Memory* (ROM).

Read Only Memory (ROM), bersifat *nonvolatile*, dimana memori tidak akan hilang walaupun tidak diberi tegangan sumber. Oleh karena itu, ROM digunakan untuk menyimpan program. Sedangkan pada *Random Access Memory* (RAM), biasanya digunakan untuk menyimpan variabel atau data yang bersifat sementara. *Microprocessor unit* (MPU) adalah titik pusat dari setiap mikrokontroler yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Mengambil instruksi dan data dari memori.
2. Mentransfer data dari dan ke memori dan bagian I/O.
3. Mengeksekusi instruksi.

Operasi pada mikrokontroler keseluruhannya dikendalikan oleh *Central Processing Unit* (CPU), dimana CPU mempunyai 2 (dua) bagian yaitu : *Control Unit* (CU) dan *Aritmetic Logic Unit* (ALU). *Control Unit* memiliki fungsi untuk mengambil instruksi dari memori kemudian menerjemahkan susunan instruksi tersebut menjadi suatu proses kerja sederhana dan melakukan langkah-langkah berdasarkan yang ditentukan oleh program. ALU berhubungan dengan manipulasi data secara logika dan operasi aritmatika. I/O pada mikrokontroler digunakan sebagai jalur yang berfungsi menjadi *input* dan *output* bagi mikrokontroler dalam menjalankan program.



■ **Gambar 9.** Diagram Blok Mikrokontroler [7]

Mikrokontroler disini merupakan alat yang berfungsi sebagai pusat kontrol dari seluruh sistem. Sistem ini menggunakan dua buah mikrokontroler, mikrokontroler pertama digunakan untuk mengatur sistem di dalam rumah, sedangkan mikrokontroler kedua digunakan untuk mengatur sistem pada pos keamanan. Mikrokontroler AT89S51 memiliki fitur sebagai berikut [6]:

1. 4K byte ROM

2. 128 bytes RAM
3. 4 buah 8-bit I/O (*Input/Output*) port
4. 2 buah 16 bit timer
5. *Interface* komunikasi serial

Dengan fitur ini, mikrokontroler dapat melakukan operasi logika seperti *AND*, *OR*, *EXOR*, dan lain-lain. Dengan adanya beberapa fitur tersebut di atas maka mikrokontroler Atmel tipe AT89S51 cukup untuk digunakan untuk merealisasi rancangan ini.

Modul mikrokontroler pada bagian rumah berfungsi untuk menjalankan keseluruhan modul yang terdapat di dalam rumah, sedangkan modul mikrokontroler yang terdapat pada pos keamanan berfungsi untuk memproses sinyal yang diterima oleh ASK untuk menentukan lokasi kejadian dan mengaktifkan display LED. Kedua modul ini membutuhkan catu daya 5VDC untuk dapat digunakan.

Pin *reset* haruslah dikontrol sedemikian rupa sehingga mikrokontroler akan langsung di-*reset* sesaat setelah catu daya diberikan. Untuk keperluan inilah dipasang sebuah kombinasi RC yang akan me-*reset* mikrokontroler sesaat setelah diaktifkan. Pembangkit clock mikrokontroler menggunakan dua buah kapasitor 33 pF dan kristal 12Mhz yang akan beresilasi dengan segera setelah catu daya diberikan.

Software mikrokontroler berfungsi untuk mengendalikan keseluruhan sistem alat pencegah kebakaran ini. Data yang terbaca melalui sensor-sensor yang ada akan diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan kebocoran gas atau kebakaran dan melakukan tindakan penanggulangan sesuai dengan data yang diterima. *Software* yang digunakan untuk meng-*compile software* mikrokontroler AT89S51 adalah ASM 51.

Kondisi awal ketika sistem dihidupkan, sensor gas LPG dan sensor cahaya akan aktif dan apabila salah satu sensor mendeteksi adanya kebocoran gas atau kebakaran maka sensor akan mengirim data yang telah di-*convert* ADC ke mikrokontroler. Mikrokontroler akan menghidupkan kipas exhaust atau pemadam api *solenoid* sesuai dengan

Analog to Digital Converter (ADC)

ADC berfungsi untuk mengubah data *analog* menjadi data *digital*. Ada beberapa macam jenis ADC antara lain adalah *counting converter*, *successive approximation converter* (SAR), *single-ramp* ADC, *dual-ramp* ADC, dan *flash converter*[8]. Perbedaan dari tiap-tiap ADC tersebut umumnya terletak pada kecepatan konversinya, di mana kecepatan ADC dinyatakan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu proses konversi sinyal analog ke sinyal digital.

ADC jenis *ramp* pada dasarnya terdiri dari *comparator*, *counter* dan *digital to analog converter* (DAC) dimana proses kerjanya dapat dijelaskan sebagai berikut: bila input di *sample* dan $V_a > V_b$ maka *counter* akan terus mencacah hingga $V_a = V_b$. Pencacahan terakhir yang terjadi pada saat $V_a = V_b$ akan dikeluarkan sebagai *output*.

ADC jenis SAR pada dasarnya terdiri dari DAC, sebuah *comparator* (pembanding) *analog*, sebuah *control logic*, dan sebuah SAR.

ADC dari jenis SAR paling banyak digunakan dengan alasan tingkat pengkonversian sinyal lebih cepat dibandingkan dengan jenis *ramp*, sedangkan jenis yang lainnya adalah *flash* ADC. Pada ADC jenis ini terdapat *comparator* dan *priority encoder*.

ADC yang digunakan adalah IC ADC0809. Alasan penggunaan IC ADC0809 dalam perancangan alat ini karena *output* dari sensor gas LPG dan sensor cahaya masih berupa *analog* sehingga perlu di-*convert* agar dapat diproses oleh mikrokontroler, selain itu juga karena penggunaannya yang tidak terlalu rumit, *multiplexer*, konsumsi daya yang rendah, kecepatan dalam meng-*convert* dan sesuai dengan mikrokontroler yang digunakan.

Modul ADC (*Analog To Digital Converter*) pada rancangan ini menggunakan IC ADC0809 yang digunakan untuk mengubah tegangan yang berupa sinyal *analog* menjadi data yang berupa data *digital*. Data *digital* yang merupakan keluaran dari ADC ini yaitu data 8 bit. Sinyal *analog* yang akan diproses oleh rangkaian ADC ini berasal dari sensor gas LPG, sensor api dan *control* *carging*.

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian modul catu daya dilakukan untuk mengetahui apakah modul catu daya tersebut dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang di inginkan dan sesuai dengan sistem yang telah dirancang yaitu 12V_{DC} dan 5V_{DC}. Pengujian modul catu daya ini menggunakan *voltmeter* merek HELES dengan tipe VX-306TR untuk mengukur tegangan *output* dari catu daya tersebut.

Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu tanpa beban dan dengan beban. Pengujian tanpa beban dilakukan dengan mengukur tegangan *output* dari catu daya secara langsung. Hasil pengukuran catu daya tanpa beban menunjukkan *output* tegangan sebesar 4.99V_{DC} dan 11.98V_{DC}.

Pengujian modul catu daya berikutnya adalah dengan pemberian beban yang dilakukan dengan menggunakan resistor dengan tahanan 100 ohm, 200 ohm, 300 ohm, 400 ohm dan 500 ohm. Hasil pengujian dengan beban dapat dilihat pada Tabel 1.

■ **Tabel 1.** Hasil Pengujian Catu Daya dengan Beban

Keterangan	Beban	Output	Output
	(ohm)	Catu Daya 5V	Catu Daya 12V
Pengujian Pertama	100	4,97	11,95
Pengujian Kedua	200	4,98	11,95
Pengujian Ketiga	300	4,98	11,96
Pengujian Keempat	400	4,99	11,96
Pengujian Kelima	500	4,99	11,97

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa modul catu daya dapat bekerja dengan baik dengan tegangan rata-rata $4,982V_{DC}$ dan $11,958V_{DC}$. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa penurunan tegangan hanya 0,36% dan 0,35% hal ini disebabkan karena kualitas komponen yang digunakan, tetapi hal ini masih dapat ditoleransi sehingga catu daya dapat dikatakan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Modul pengujian sensor gas LPG dilakukan untuk mengetahui apakah modul sensor gas LPG tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *voltmeter* digital dan tabung gas LPG *portable* ukuran 230 gram. pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu tanpa gas dan dengan disemprotkan gas pada sensor gas LPG. hasil pengujian sensor gas LPG tanpa gas dapat dilihat pada Tabel 2 dan dengan gas dapat dilihat pada Tabel 3.

■ **Tabel 2.** Hasil Pengujian Sensor Gas LPG Tanpa Gas LPG

Pengujian	Output Sensor (V)
1	1,51
2	1,56
3	1,51

■ **Tabel 3.** Hasil Pengujian Sensor Gas LPG Dengan Gas LPG

Pengujian	Output Sensor (V)
1	3,61
2	4,38
3	4,95

Berdasarkan hasil pengujian sensor gas LPG pada Tabel 2 dapat dikatakan bahwa sensor gas LPG dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, sehingga modul sensor gas LPG ini dapat digunakan dalam alat ini.

Pengujian modul sensor cahaya dilakukan untuk mengetahui apakah sensor cahaya dapat bekerja dengan baik atau tidak dan untuk mengetahui apakah sensor dapat mendeteksi sinar infra merah yang dipancarkan oleh api. Tegangan *output* pada sensor cahaya dapat diukur dengan menggunakan *voltmeter*.

Pengukuran *output* sensor cahaya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan sinar infra merah dan tanpa sinar infra merah. Hasil pengujian output sensor cahaya tanpa api dapat dilihat pada Tabel 4 dan hasil pengujian output sensor cahaya dengan api dapat dilihat pada Tabel 5.

■ **Tabel 4.** Hasil Pengujian Output Sensor Cahaya tanpa Api

Pengujian	Output Sensor (V)
1	4,23
2	4,25
3	4,23

■ **Tabel 5.** Hasil Pengujian Output Sensor Cahaya dengan Api

Pengujian	Output Sensor (V)
1	0,29
2	0,26
3	0,26

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa pada saat tidak menerima pancaran infra merah *output* pada sensor rata-rata sebesar 0,6V sedangkan pada saat sensor menerima sinar infra merah *output* pada sensor rata-rata sebesar 4,9V, sehingga berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa modul sensor cahaya dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan dalam perancangan alat ini.

Pengujian dan analisis modul relay ini bertujuan untuk mengetahui apakah modul driver kipas *exhaust*, pemadam api *solenoid valve* dan control charging dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tegangan pemicu sebesar $5V_{DC}$ pada relay sehingga mengaktifkan lilitan magnetik relay dan menghubungkan kaki *common* dan kaki *normally close*.

Pengujian menggunakan voltmeter digital dilakukan dengan cara mengukur *output* rangkaian relay yang akan dihubungkan dengan kipas *exhaust*, pemadam api *solenoid valve* dan aki *backup*. Rangkaian pengujian relay dapat dilihat pada Gambar 4, dan hasil pengujian modul relay dapat dilihat pada Tabel 6.

■ **Tabel 6.** Hasil Pengujian Modul Relay

Pengujian	Input V1	Input V2	Input V3	Output Relay 1	Output Relay 2	Output Relay 3
1	L	L	H	11,96	11,98	0
2	H	L	L	0	11,96	11,98
3	L	H	H	11,95	0	0
4	H	H	H	0	0	0
5	L	L	L	11,96	11,96	11,97

Relay akan bekerja bila mendapat *input* tegangan pemicu sebesar $5V_{DC}$, maka relay akan aktif dan menghubungkan catu daya $12V_{DC}$ sehingga diperoleh hasil *output* pada relay sebesar $11.96V_{DC}$. berdasarkan pengujian tersebut maka driver kipas *exhaust* dan pemadam api dapat menyalurkan tegangan sebesar $12V_{DC}$ yang diperlukan untuk mengaktifkan kipas *exhaust* dan pemadam api *solenoid valve* sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan.

Pengujian modul display LED dilakukan untuk mengetahui apakah *light emitting diode* (LED) yang digunakan dalam modul ini dapat berfungsi dengan baik dan dapat menunjukkan indikator bahaya serta lokasi kejadian. Pengujian ini dilakukan dengan memberi tegangan *input* pada LED untuk menguji apakah LED dapat hidup dengan baik atau tidak.

LED yang digunakan dalam modul ini berjumlah delapan buah, dengan empat buah LED kuning dan empat buah LED merah. LED tersebut digunakan untuk empat lokasi rumah yang berbeda. Hasil pengujian Display LED dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

■ **Tabel 7.** Hasil Pengujian Display LED

Warna LED	Rumah 1	Rumah 2	Rumah 3	Rumah 4
Kuning	menyala	menyala	menyala	menyala
Merah	menyala	menyala	menyala	menyala

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa LED pada display LED dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Pengujian pada modul mikrokontroler bertujuan untuk mengetahui apakah setiap *port* pada mikrokontroler dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian pada rangkaian mikrokontroler AT89S51 ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan program dan tanpa program. Pengujian dengan program dilakukan dengan menghubungkan salah satu port output dengan LED dan selanjutnya program sederhana diisikan pada mikrokontroler AT89S51. Program yang diisikan adalah sebagai berikut :

```
main_program
loop:
    setb p3.7
    call delay
    clr p3.7
    call delay
    jmp loop
delay:
mov r7,#255
dly:
    mov r6,#255
    djnz r6,$
    djnz r7,dly
    ret
end
```

Program di atas bertujuan untuk menghidupkan LED yang terhubung ke P3.7 beberapa saat dan kemudian mematikannya. Perintah Setb P3.7 akan menjadikan P3.7 berlogika *high* yang menyebabkan transistor C945 aktif dan LED akan menyala. Call delay akan menyebabkan LED ini hidup selama beberapa saat. Perintah clr P3.7 akan menjadikan P3.7 berlogika *low* yang menyebabkan transistor tidak aktif dan LED akan mati. Perintah call delay akan menyebabkan LED ini mati selama beberapa saat. Perintah jmp loop akan menjadikan program tersebut berulang, sehingga akan tampak LED tersebut berkedip.

Jika program tersebut diisikan ke mikrokontroler AT89S51, kemudian mikrokontroler dapat berjalan sesuai dengan program yang diisikan, maka modul mikrokontroler AT89S51 dapat menjalankan program dengan baik. Hasil pengujian mikrokontroler menggunakan program dapat dilihat pada Tabel 8.

■ **Tabel 8.** Hasil Pengujian Mikrokontroler Dengan Program

Periode (detik)	LED
1	mati
2	hidup
3	mati
4	hidup
5	mati

Pengujian yang kedua dilakukan tanpa program, pengujian dilakukan dengan menggunakan *project board*. *Port-port output* pada mikrokontroler dihubungkan dengan delapan buah LED yang terdapat pada *project board*. Pada pengujian ini didapat hasil bahwa *port 0* menghasilkan logika *low* dan *port 1*, *port 2*, *port 3* mengeluarkan logika *high*. Hasil pengujian mikrokontroler tanpa program dapat dilihat pada Tabel 9.

■ **Tabel 9.** Hasil Pengujian Mikrokontroler Tanpa Program

Port	Hasil Output
0	00000000
1	11111111
2	11111111
3	11111111

Hasil dari kedua pengujian diatas maka dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler yang digunakan dapat bekerja dengan baik dalam menjalankan program dan setiap port yang ada dapat berfungsi dengan baik.

Pengujian modul ADC ini dilakukan untuk mengetahui hasil output yang dihasilkan bila diberi tegangan dari sensor-sensor yang digunakan dan untuk mengetahui apakah modul ADC dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan input pada rangkaian ADC dan mengamati hasil output pada port-port ADC dengan memberikan delapan buah LED pada masing-masing port output ADC. Hasil pengujian modul *analog to digital converter* dapat dilihat pada Tabel 10.

■ **Tabel 10.** Hasil Pengujian *Analog to Digital Converter*

Input (Volt)	LED								biner	Nilai
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	00110011	51
2	<i>off</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	01100111	102
3	<i>on</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>on</i>	10011001	153
4	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	11001100	204
5	<i>on</i>	11111111	255							

Pengujian berdasarkan perhitungan :

$$Output = \frac{V_{in}}{V_f}$$

$$V_f = \frac{1}{255} \times V_{cc}$$

Pembuktian :

$$V_f = \frac{1}{255} \times 5\text{Volt} = 0,0196 \text{ Volt}$$

$$Output = \frac{3}{0,0196} = 153,06$$

Data yang diubah ke dalam perhitungan biner hanya bilangan bulatnya saja yaitu 153 dalam data biner menjadi 10011001. Berdasarkan hasil tabel 4.8 diatas dan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa rangkaian modul *analog to digital converter* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Pengujian keseluruhan alat untuk menguji sistem dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Semua modul yang akan digunakan telah diuji sebelumnya dan telah berfungsi dengan baik, modul-modul ini kemudian dihubungkan sesuai dengan diagram blok perancangan alat pencegah kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas LPG.

Pengujian dilakukan dengan menyemprotkan gas LPG pada ruang pengujian, apabila sensor mendeteksi gas tersebut maka alarm akan berbunyi dan kipas *exhaust* akan menyala secara otomatis. Mikrokontroler akan mengirimkan sinyal secara wireless melalui ASK ke pos keamanan modul display LED akan hidup (LED berwarna kuning) dan menunjukkan lokasi kejadian, alarm dan kipas exhaust akan berhenti ketika tidak terdeteksi lagi gas LPG dalam ruang percobaan.

Pengujian dilakukan dengan menghidupkan api pada ruang pengujian, apabila sensor mendeteksi adanya api (kebakaran) maka alarm akan berbunyi dan secara otomatis pemadam api akan hidup, hal ini ditandai dengan hidupnya sebuah LED yang terpasang pada Modul pemadam api, mikrokontroler akan mengirim sinyal secara wireless ke pos keamanan. Modul display LED pada pos keamanan akan hidup (LED berwarna merah) dan menunjukkan lokasi kejadian, alarm dan LED indikator pemadam api akan berhenti ketika sudah tidak terdeteksi api didalam ruang percobaan.

Pengujian dilakukan dengan menyemprotkan gas LPG dan menghidupkan api pada ruang percobaan, apabila sensor mendeteksi adanya api dan gas maka alarm akan berbunyi, secara otomatis kipas *exhaust* dan pemadam api akan hidup. Mikrokontroler akan mengirimkan sinyal secara wireless melalui ASK ke pos keamanan untuk mengaktifkan indikator pada modul display LED (pada kasus ini LED merah dan kuning akan hidup secara bersamaan). Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa perancangan alat pencegah kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas LPG telah berhasil dan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

KESIMPULAN

Sensor gas LPG mendeteksi bukan berdasarkan jarak sumber gas dengan sensor melainkan karena tingkat konsentrasi gas LPG tersebut, semakin pekat konsentrasi gas LPG maka semakin mudah terdeteksi. Sensor cahaya tidak terpengaruh oleh cahaya dari lampu tetapi sensor ini sangat peka terhadap cahaya matahari. Sehingga perlu dihindari dari cahaya matahari secara langsung. Berdasarkan pengujian keseluruhan modul mikrokontroler bekerja cukup baik sesuai dengan perancangan pada pendeteksian gas LPG maupun kebakaran.

DAFTAR ACUAN

- [1] Konversi minyak tanah, “Program konversi minyak tanah ke gas elpiji yang telah dilakukan sejak tahun 2007 telah menghemat pengeluaran pemerintah Rp28 triliun”, <http://www.inilah.com/news/read/ekonomi/2010/08/09/725651/pemerintah-hemat-rp28-t-dari-konversi-gas/>, 29 Agustus 2010, Minggu jam 10.00 WIB.
- [2] Data Pusat Kebijakan Publik, “data Pusat Kebijakan Publik (Puskepi) menyebutkan 189 kasus dari tahun 2008-Juli 2010”, <http://www.antaranews.com/berita/1279029159/ledakan-tabung-gas-jangan-ganggu-strategi-energi>, 29 Agustus 2010, Minggu jam 11.00 WIB.
- [3] Data kebakaran, “DKI Jakarta”, <http://kebakaran.jakarta.go.id>, 30 Agustus 2010, Senin jam 15.40 WIB.
- [4] R. Boylestad dan L. Nashelsky, *Electronic Devices And Circuit Theory*, 10th ed. New Jersey: Prentice-Hall International, INC., 2009, pp 773-796.
- [5] Sensor Gas, <http://id.wikipedia.org/wiki/Sensor>, 15 Oktober 2010, jumat jam 10.00 WIB.
- [6] Infra merah pada alarm kebakaran “Panjang gelombang infra merah yang biasa digunakan pada alarm kebakaran” <http://www.ir-family.com/id/aplikasi-inframerah.html>, 15 Oktober 2010, jumat jam 10.30 WIB.
- [7] Mikrokontroler AT89S51, http://www.atmel.com/products/mcu8051/default.asp?family_id=604, 15 Oktober 2010, jumat jam 11.00 WIB.
- [8] J. Tocci Ronald, *Digital Systems Principles And Application*, 15th ed. New Jersey: Prentice-Hall International, INC., 1991, pp 529-796.
- [9] Sensor Gas LPG TGS2610, <http://www.datasheetarchive.com/TGS%202610-datasheet.html>, 5 November 2010, jumat jam 10.00 WIB.