



PENGAMAN OTOMATIS KOMPOR GAS LPG SATU TUNGKU BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16

M. Andri Kurniawan & Gunawan Tjahjadi

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti

Jalan Kiai Tapa 1 Jakarta Barat 11440

E-mail: riawan17@gmail.com, gunawandea@gmail.com

ABSTRACT

Gas stove explosions are due to mainly the LPG leakage and its chassis over heating temperature as well. Therefore it is needed to have early warning system altogether with its mitigation procees. This design was focused on related security devices based on ATmega 16 microcontroller equipped with gas sensor ranging from 200 up to 10.000 mg/L concentration, heat sensor to limit temperature increase up to 80 °C, and a timer that works to procees time of 15 minutes maximum, automatic flame lighter, gas flow regulator, and 12 VDC battery backup in case of electricity power failure, in addition to those above specifications the whole system can work automatically or manually. The study showed that the whole designed system works smoothly automatic, or manually with the temperature limit is as high as 80 °C. It was also apparent that the further of gas leakage detection procees, the slower its response time attained.

Keyword: *LPG sensor, temperature sensor, backup battery, automatic flame lighter*

ABSTRAK

Ledakan kompor gas LPG merupakan akibat kebocoran gas LPG dan peningkatan temperatur dari rangka kompor gas. Diperlukan sistem peringatan dini dan mitigasi dari bahaya penggunaan kompor gas LPG. Perangkat pengaman kompor gas yang dirancang berbasis mikrokontroler ATmega 16 melalui kontrol pemantik dan aliran gas. Penggunaan beberapa sensor seperti sensor gas untuk mendeteksi kandungan gas LPG dengan jangkauan konsentrasi 200 – 10.000 mg/L dan sensor panas untuk membatasi panas rangka kompor tidak melebihi suhu 80 °C. Selain itu timer dengan proses kerja maksimal 15 menit akan mematikan kompor secara otomatis saat waktu yang diinginkan tercapai. Baterai backup 12 VDC memberikan daya cadangan ke sistem secara otomatis saat daya PLN terputus. Keseluruhan sistem dapat bekerja secara otomatis atau manual tergantung kebutuhannya. Setelah diuji ternyata benar ketika temperatur rangka kompor mencapai suhu 80 °C, sistem dapat mematikan kompor secara otomatis. Demikian pula ternyata bila jarak pendeteksian kebocoran gas makin jauh maka waktu tanggap sistem melambat.

Kata kunci: *Sensor gas LPG, sensor suhu, baterai back up, pemantik otomatis*

1. PENDAHULUAN

Program konversi minyak tanah ke Liquefied Petroleum Gas (LPG) sudah menjangkau sekitar 48 juta kepala keluarga dan UKM hampir seluruh wilayah Indonesia. Hampir 48 juta pula kompor yang telah dibagikan kepada masyarakat dan ini merupakan program konversi energi terbesar di dunia. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Laboratorium Energi Universitas Trisakti biaya merebus 5 liter air adalah Rp 11,6/menit untuk LPG dan Rp 13,8/menit untuk minyak tanah [1]. Disamping beberapa kelebihan yang dimiliki oleh LPG, program konversi minyak tanah ke LPG juga menimbulkan permasalahan dari aspek keselamatan seperti terjadi kebakaran, ledakan yang mengakibatkan korban jiwa, luka-luka ataupun kerugian material. Statistik menunjukkan kejadian ledakan dan kebakaran tabung LPG 3 kg pada pengguna cukup tinggi antara tahun 2010 – 2011. Penelitian oleh Agung Dewa Candra pada regulator LPG menunjukkan bahwa sekitar 60 % regulator LPG yang beredar di masyarakat belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian oleh Intania Mega Victorian, tentang pengetahuan para ibu rumah tangga di Depok terhadap LPG 3kg yang menunjukkan hasil bahwa pengetahuan ibu rumah tangga terkait keselamatan penggunaan LPG masih kurang. Penelitian oleh Zulkifli, menunjukkan bahwa pengetahuan ibu rumah tangga pengguna LPG 3 kg pada beberapa lokasi di Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta juga menunjukkan masih rendahnya hal-hal terkait keselamatan penggunaan tabung gas dan aksesorisnya [2].

Perbandingan konsentrasi gas LPG dan udara yang bisa menimbulkan ledakan (*explosive range*) yaitu antara 1,8 % sampai dengan 9,5 % di udara terbuka atau tertutup [3]. Pada konsentrasi gas LPG 0 % sampai dengan 1,8 % di udara tidak akan terbakar atau meledak walaupun tersulut atau dibakar dengan pemantik api karena terlalu miskin hidrokarbon. Kandungan gas LPG 1,8 % – 9,5 % dari udara termasuk kategori sempurna sehingga saat terjadi ledakan sangat dahsyat daya hancurnya, kekuatannya tergantung dari jumlah campuran yang meledak. Pada saat meledak seluruh oksigen yang ada di daerah itu akan terpakai habis dan menjadi hampa udara, sehingga jika ada orang di daerah sekitarnya selain mendapat luka bakar juga akan kesulitan bernafas.



2. KAJIAN PUSTAKA

Beberapa penelitian membuat perangkat atau modul untuk kompor gas sebagai pendeteksi kebocoran gas telah dilakukan. Penelitian lain yang hampir serupa dengan alat ini menggunakan sensor gas LPG dan sensor suhu LM 35 [4] namun perangkat ini masih terdapat kelemahan pada saat listrik PLN terhenti menyebabkan sistem tidak bekerja. Belum ada kompor gas yang memiliki pengamanan terhadap kebocoran gas dengan sensitivitas pendeteksian yang tinggi dan pengamanan terhadap panas rangka kompor berlebih karena penggunaan. Oleh karena itu dibutuhkan kompor gas yang memiliki sistem proteksi dan deteksi secara otomatis tidak hanya sebagai sistem peringatan dini (*early warning system*) tetapi juga sebagai mitigasi bahaya ledakan gas LPG, baik saat ada listrik PLN maupun tidak ada.

2.1. Gas LPG

Liquefied Petroleum Gas (LPG) adalah gas hidrokarbon yang dicairkan dengan tekanan untuk memudahkan penyimpanan, pengangkutan, dan penanganannya. Berdasarkan keputusan Dirjen Migas No.25 K/36/DDJM/1990 tanggal 14 Mei 1990, gas LPG yang dipasarkan di Indonesia adalah gas campuran yang terdiri dari gas propana dan butana yang perbandingan campurannya adalah 30 % propana dan 70 % butana. Keputusan ini juga menyebutkan bahwa spesifikasi bahan bakar gas LPG untuk keperluan dalam negeri adalah spesifikasi LPG propana dan spesifikasi LPG butana menggunakan standar *American Standard Testing Methode* (ASTM). Gas LPG termasuk gas yang dapat cair pada tekanan dan suhu rendah. Namun jenis gas ini mempunyai sifat dan kelakuan yang sangat berbahaya karena mudah terbakar dan mudah meledak, tidak beracun tapi jika terhirup lebih dari 1.000 ppm atau 0,1 % (100 % = 1.000.000 ppm) akan menyebabkan mengantuk sampai meninggal [5]. Standar keamanan kompor gas LPG telah ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) dengan rumusan kriteria kompor gas harus sesuai SNI 7368:2007. Standar ini mengatur syarat mutu dan cara uji untuk kompor gas satu tungku berbahan bakar LPG.

2.2. Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 merupakan salah satu sensor utama dalam pembuatan alat ini. Sensor ini merupakan sebuah sensor kimia atau sensor gas yang mempunyai nilai resistansi R_s akan berubah dan sangat sensitif terhadap gas butana dan propana. Jika molekul gas LPG mengenai permukaan sensor MQ-6 menyebabkan resistansinya menurun sebaliknya tegangan *output* meningkat. Semakin tinggi konsentrasi gas LPG yang mengenai permukaan sensor maka resistansinya akan semakin kecil. Dengan demikian perubahan konsentrasi gas dapat mengubah nilai resistansi dan tegangan *output* sensor. Perubahan ini yang dijadikan acuan untuk mendeteksi kadar gas LPG di udara.

2.3. Sensor LM 35

Sensor suhu IC LM 35 dapat mengubah temperatur menjadi tegangan pada bagian *output*nya. Sensor suhu IC LM 35 membutuhkan sumber tegangan DC +5 volt dan konsumsi arus DC sebesar 60 μ A dalam beroperasi. Sensor suhu LM 35 mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kontrol khusus serta tidak memerlukan *setting* tambahan karena *output* dari sensor suhu LM 35 memiliki karakter yang linear dengan perubahan 10mV/°C. Sensor suhu LM 35 memiliki jangkauan pengukuran -55 °C hingga \pm 150 °C dengan akurasi \pm 0,5 °C. Karena *output* sensor masuk ke *Port A* Analog to Digital Convert (ADC) mikrokontroler atau sensor yang membutuhkan konversi ADC, maka *ground* sensor harus terhubung dengan *ground* mikrokontroler. Jika *ground* sensor tidak terhubung, sinyal *output* sensor tidak dapat diproses oleh rangkaian ADC mikrokontroler.

3. PERANCANGAN

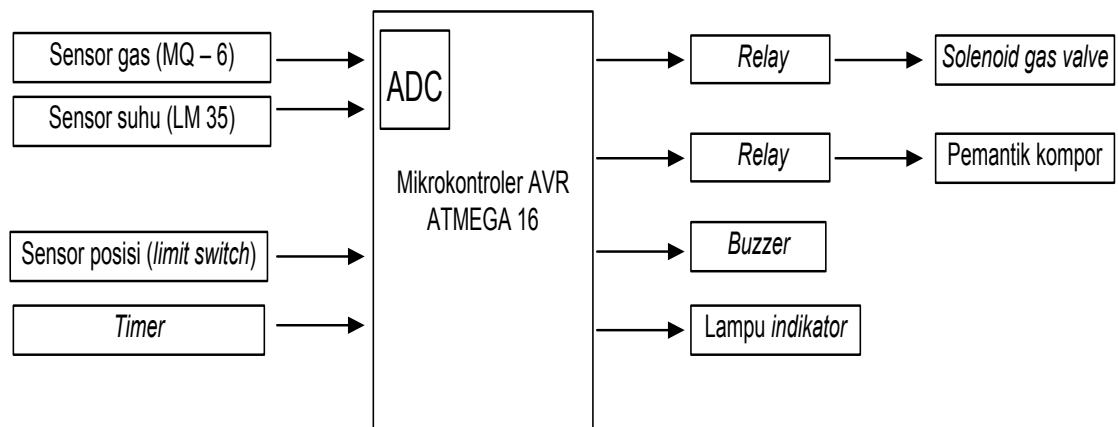
3.1. Deskripsi Alat

Kompur gas merupakan alat yang digunakan untuk merubah energi kimia bahan bakar menjadi energi panas yang digunakan untuk proses memasak. Proses

perubahan energi ini menimbulkan bahaya saat terjadi kebocoran bahan bakar gas atau panas pada rangka kompor melebihi suhu 80 °C. Panas berlebih ini merusak *seal* katup gas menyebabkan gas LPG bocor dan dapat menimbulkan ledakan. Alat ini bekerja dengan dua sumber tenaga listrik yakni dari listrik PLN dan baterai. Baterai 12 volt DC memasok listrik ke sistem secara otomatis saat listrik PLN terputus. Alat ini terdiri atas 2 sistem yakni, sistem utama (otomatis) dan sistem tambahan (*manual*). Pergantian atau perpindahan kedua sistem ini melalui sebuah saklar (*switch*) yang diletakkan di belakang kompor.

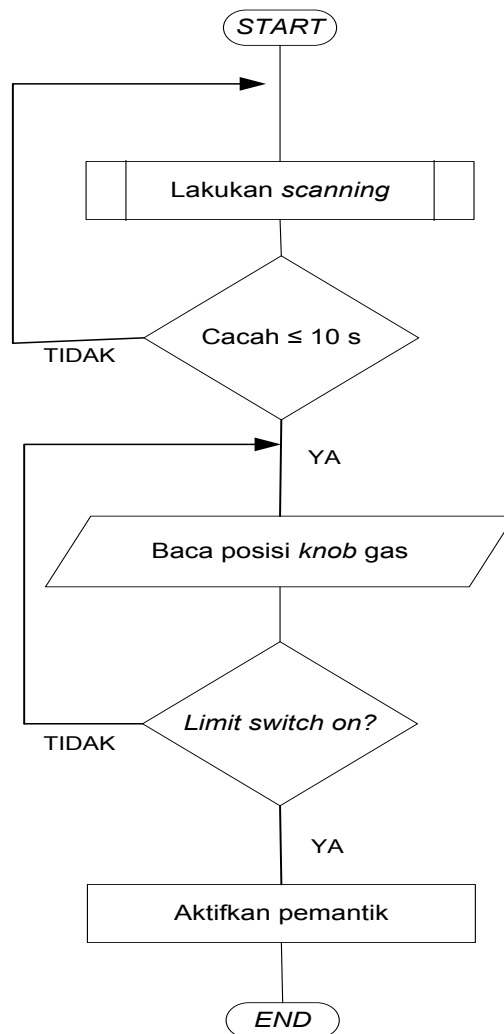
3.1.1. Sistem Utama (Otomatis)

Sistem utama merupakan sistem otomatis yang mengendalikan masuknya gas LPG ke kompor dan waktu aktifnya pemantik. Diagram blok dari sistem otomatis terdapat pada Gambar 1.



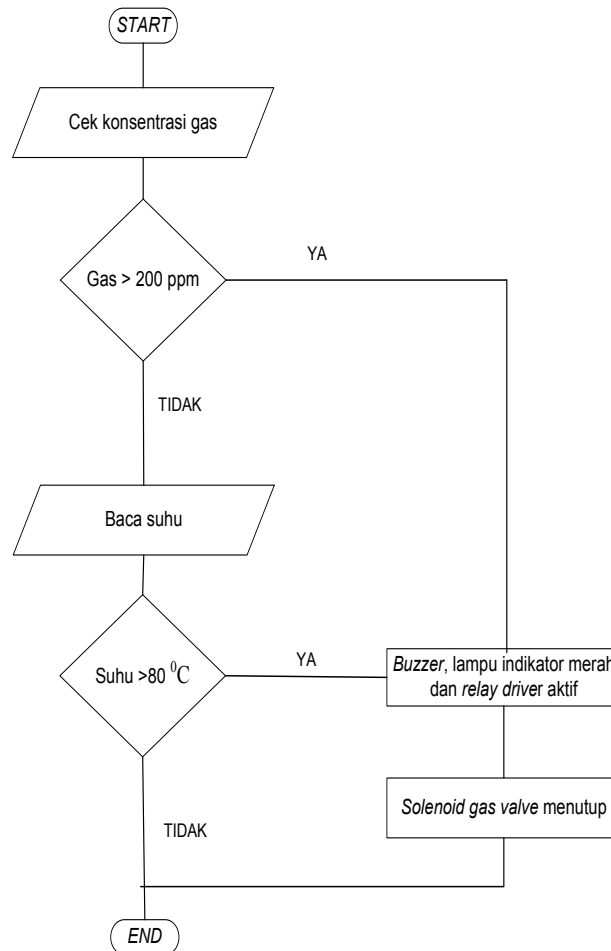
Gambar 1. Diagram blok sistem otomatis alat

Keluaran sensor gas dan suhu menjadi masukan mikrokontroler untuk mengendalikan masuk tidaknya gas ke kompor. Sensor *limit switch* ditempatkan di katup *knob gas* sebagai sinyal masukan mikrokontroler untuk mengendalikan penyalaan pemantik, sehingga gas LPG yang keluar dari tungku pembakaran langsung terbakar karena bersamaan dengan penyalaan pemantik. *Timer switch* juga menjadi masukan mikrokontroler untuk mengendalikan mengalir tidaknya gas LPG ke kompor melalui pengendalian *solenoid gas valve*.



Gambar 2. *Flowchart* awal proses sistem otomatis alat

Pada awal proses, mikrokontroler melakukan *start up* dengan *scanning* sensor dari keadaan bahaya selama 10 detik, kompor tidak akan menyala meskipun katup pada *knob gas* membuka. Setelah 10 detik sensor tidak mendeteksi gas bocor dan panas berlebih maka mikrokontroler mengaktifkan *solenoid gas valve* dan lampu warna hijau, gas LPG mengalir dari regulator menuju ke katup *knob gas*. Kompor akan menyala saat pengguna memutar *knob gas* sampai menyentuh *limit switch*, sehingga aliran gas yang tertahan di *knob gas* mengalir ke tungku pembakaran bersamaan dengan perintah mikrokontroler untuk menyalakan pemantik. Gambar 2 memperlihatkan *flowchart* awal dari proses sistem tersebut.



Gambar 3. *Flowchart* proses *scanning* dan deteksi *real time* alat

Proses *scanning* merupakan proses pendeteksian gas bocor dan panas kompor selama 10 detik sebelum kompor menyala. Tujuannya untuk menghindari ledakan dari gas bocor yang telah keluar sebelum kompor dinyalakan. Proses pendeteksian ini juga bekerja saat kompor sudah menyala, sampai kompor dimatikan. *Flowchart* proses *scanning* terdapat pada Gambar 3.

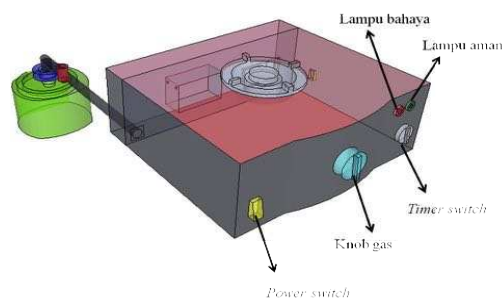
3.1.2. Sistem Tambahan (*Manual*)

Sistem tambahan merupakan sistem cadangan yang merubah kerja kompor dari otomatis menjadi *manual*. Pada sistem ini kompor gas kembali menjadi kompor gas pada umumnya yakni tanpa menggunakan listrik. Sistem tambahan diperlukan

ketika terjadi masalah pada bagian kelistrikan atau elektronik seperti sensor, kontroler, *solenoid gas valve* atau pasokan listrik. Perpindahan sistem utama (otomatis) ke sistem tambahan (*manual*) melalui saklar yang berada dibelakang kompor dan melepas *solenoid gas valve* di regulator gas. Sistem tambahan bekerja seperti kompor *manual* pada umumnya tanpa pendeteksian kebocoran gas dan suhu rangka kompor. Sedikit perbedaan dibanding kompor gas 1 tungku yang beredar di masyarakat yakni pada perubahan pemantik manual menjadi pemantik elektronik.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

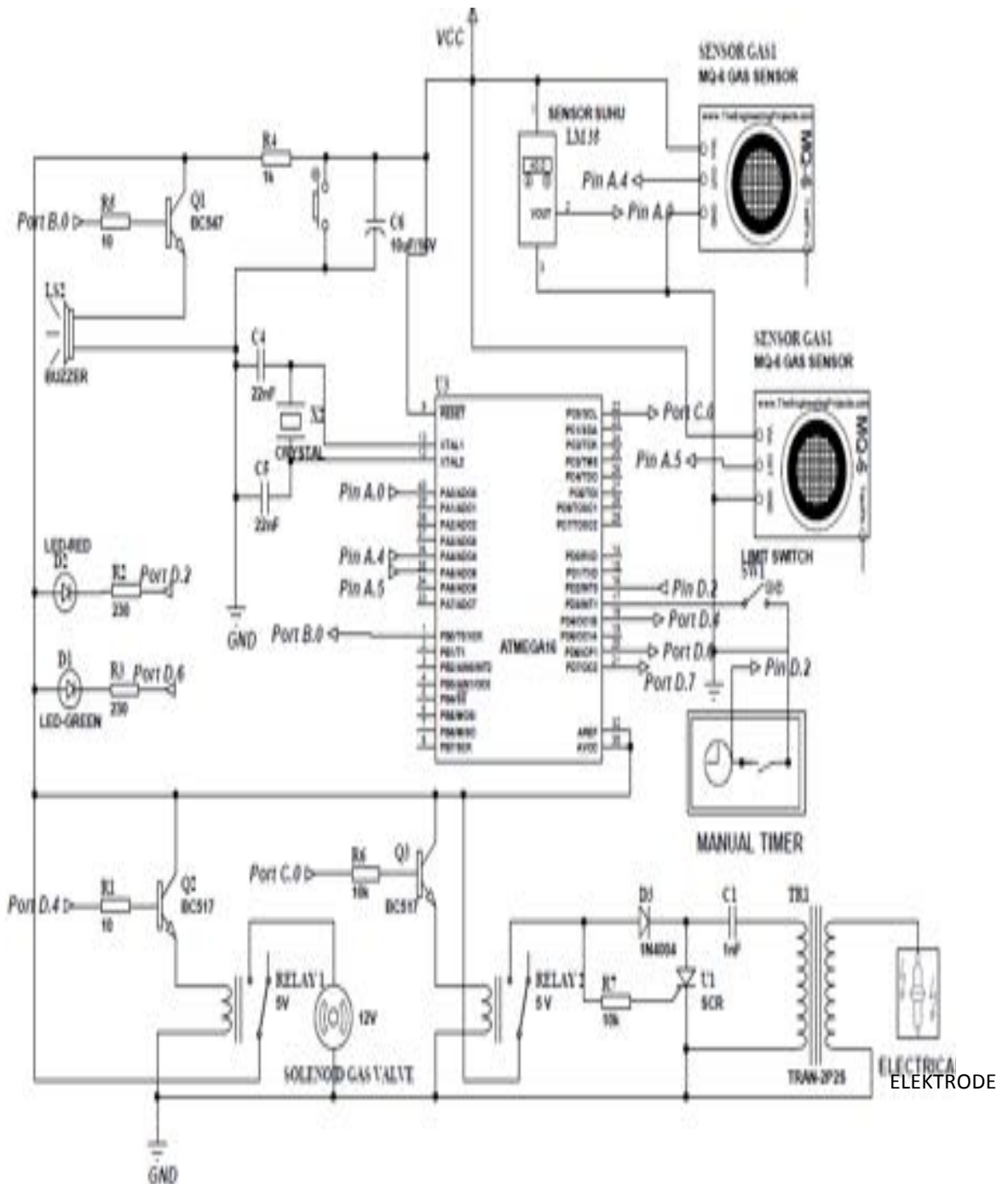
Sebelum direalisasikan dalam bentuk perangkat keras, terlebih dahulu dirancang menggunakan sistem elektronik dalam hal ini menggunakan *software Google Sketch – up*. Perancangan alat menggunakan *software* untuk mengetahui dan memperkirakan penempatan komponen. Berikut hasil desain awal penempatan komponen alat seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan depan rancangan kompor

3.3. Perancangan Sistem Elektronik

Perancangan sistem elektronik diawali dengan simulasi sistem elektronik menggunakan *software Proteus*. Pada rangkaian *buzzer* diberikan transistor BC 547 yang basisnya terhubung dengan *Port B.0* berfungsi sebagai pengontrol *buzzer*. *Output* sensor MQ-6 dihubungkan dengan *Port A.4* dan *Port A.5* sedangkan *output* sensor LM 35 dihubungkan dengan *Port A.0* mikrokontroler. Sensor gas dan sensor suhu harus dihubungkan dengan *Port A* karena sinyal *output* sensor ini masih berupa sinyal analog sehingga harus dikonversi ke dalam bentuk digital menggunakan ADC mikrokontroler. Gambar 5 memperlihatkan rangkaian skematik sistem otomatis alat.



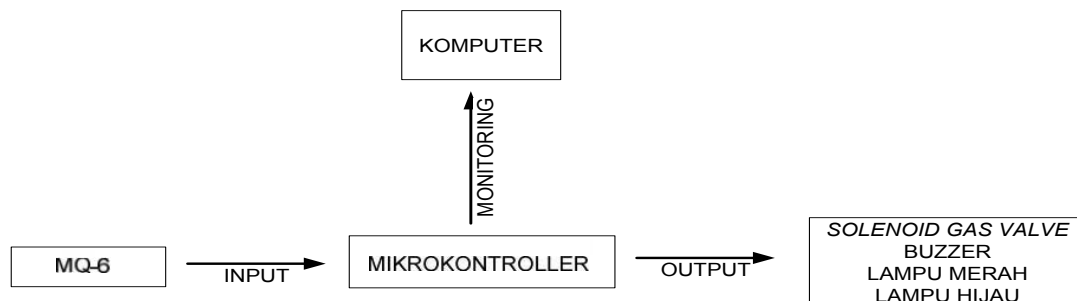
Gambar 5. Rangkaian skematik sistem otomatis alat

Konversi sinyal analog ke digital diperlukan agar mikrokontroler dapat mendeteksi perubahan nilai sekecil mungkin pada sinyal *output* sensor sehingga tampak reaksi sinyal dari waktu ke waktu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

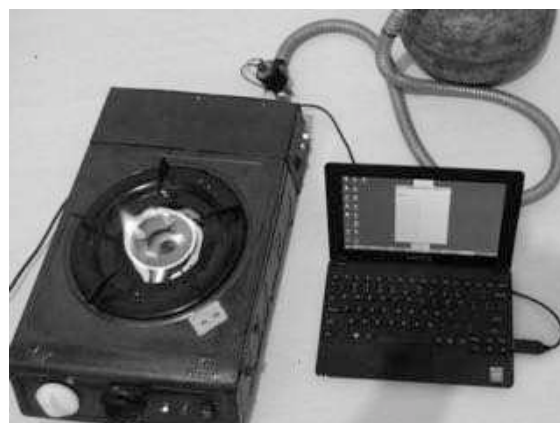
4.1. Pengujian Modul Sensor MQ – 6

Pengujian sensor gas MQ – 6 dilakukan dengan memberikan gas propana pada sensor dan memantau sinyal *analog* yang dikeluarkan sensor. Sinyal *analog* yang masuk ke mikrokontroler kemudian diubah oleh ADC mikrokontroler dan ditampilkan ke perangkat komputer melalui komunikasi serial menggunakan USB *serial controller*. Diagram blok pengujian modul sensor MQ-6 terdapat pada Gambar 6.



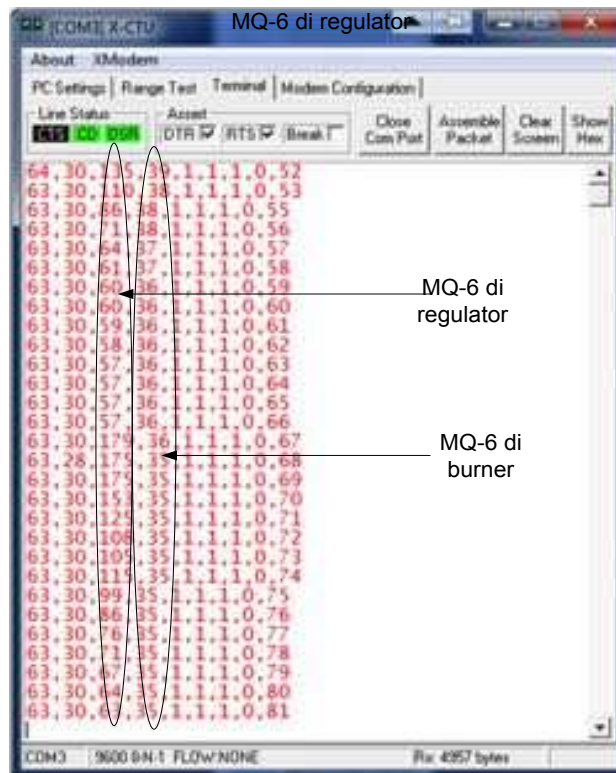
Gambar 6. Diagram blok pengujian MQ-6

Pengujian dilakukan terhadap sensor MQ – 6 yang berada di bawah tungku kompor dan regulator, yaitu dengan memberikan gas bocor di sekitar sensor suhu dengan radius 5 – 25 mm, kemudian sinyal hasil pembacaan dimasukkan kedalam *port* ADC mikrokontroler untuk dikonversi dalam bentuk sinyal digital dan ditampilkan di layar komputer menggunakan *software* X – CTU terminal melalui komunikasi serial.



Gambar 7. Komunikasi serial alat dengan komputer

Gambar 7 di atas menunjukkan komunikasi serial antara mikrokontroler kompor dengan komputer. Pemantauan dilakukan untuk mengetahui perubahan sinyal *output* sensor, *limit switch*, *manual timer* dan kinerja *timer internal* mikrokontroler.

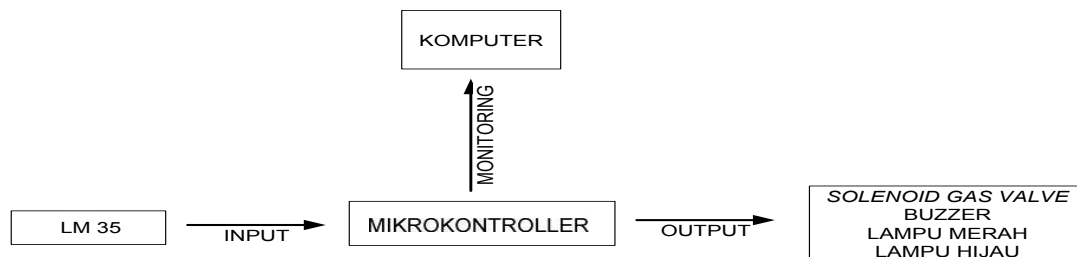


Gambar 8. Data konversi ADC dari sinyal *output* MQ – 6

Data konversi ADC dari sinyal *output* MQ-6 terdapat pada Gambar 8. Bagian yang dilingkari menunjukkan perubahan data sinyal analog sensor yang telah dikonversi ke digital oleh ADC mikrokontroler disaat tanpa gas dan saat diberikan gas bocor. Nilai 50 – 100 merupakan nilai ADC saat sensor menerima gas bocor terkecil dengan kadar lebih dari 200 ppm, sehingga nilai ini dijadikan nilai referensi untuk program mikrokontroler. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan semakin jauh jarak gas bocor ke sensor, semakin lama sensor gas mendeteksi karena konsentrasi gas yang ditangkap sensor makin sedikit sehingga waktu tanggap mikrokontroler untuk memberikan peringatan dan mematikan kompor juga semakin lama.

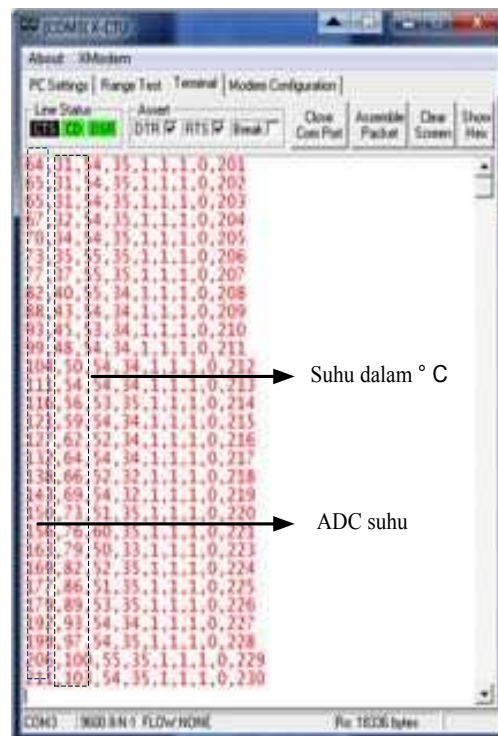
4.2. Pengujian Modul Sensor LM 35

Pengujian sensor suhu dengan cara membakar plat kompor yang telah dihubungkan langsung dengan sensor LM 35. *Output* sinyal analog sensor suhu dikirimkan ke mikrokontroler pada Pin ADC.0 kemudian dikonversi dalam bentuk digital oleh ADC mikrokontroler. Gambar 9 memperlihatkan diagram blok pengujian LM 35.



Gambar 9. Diagram blok pengujian LM 35.

Data ADC kemudian dikirimkan mikrokontroler ke komputer melalui komunikasi serial untuk ditampilkan pada *software* X-CTU seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Data ADC dan suhu sensor LM35 dalam °C

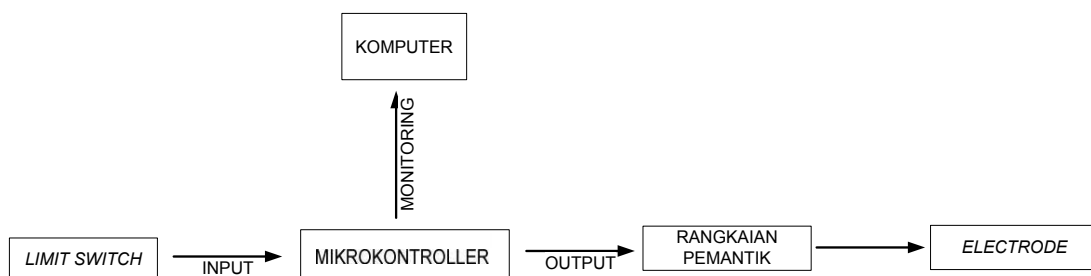
Data pengujian ini didapatkan dari sinyal yang dikirimkan *Port D.1* mikrokontroler ke komputer setelah plat kompor yg ditemplei sensor LM 35 dipanaskan. Dari hasil percobaan diperoleh data waktu tanggapan mikrokontroler terhadap deteksi sensor LM 35 seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sistem terhadap sensitivitas LM 35

Detik ke-	Tegangan <i>output</i> sensor	Waktu tanggap <i>solenoid gas valve</i> menutup
1	0,80	1 detik
2	0,79	1,03 detik
3	0,80	1 detik
4	0,80	1 detik
5	0,80	1 detik

Dari data hasil pengukuran dapat dilihat bahwa nilai yang dikeluarkan oleh sensor LM 35 telah bersesuaian dengan karakteristik yang diperoleh pada *data sheet* yaitu keluaran tegangannya 10 mV/°C. Saat sensor suhu mencapai 80 °C, mikrokontroler memberikan sinyal ke *driver relay* kurang dari 2 detik namun waktu tanggap *solenoid* untuk membuka atau menutup beberapa kali berbeda hal ini dipengaruhi oleh panas tidaknya kumparan solenoid dan perubahan daya yang diterima *relay driver* dan *solenoid*.

4.3. Pengujian Sensor Limit Switch



Gambar 11. Diagram blok pengujian pemantik otomatis

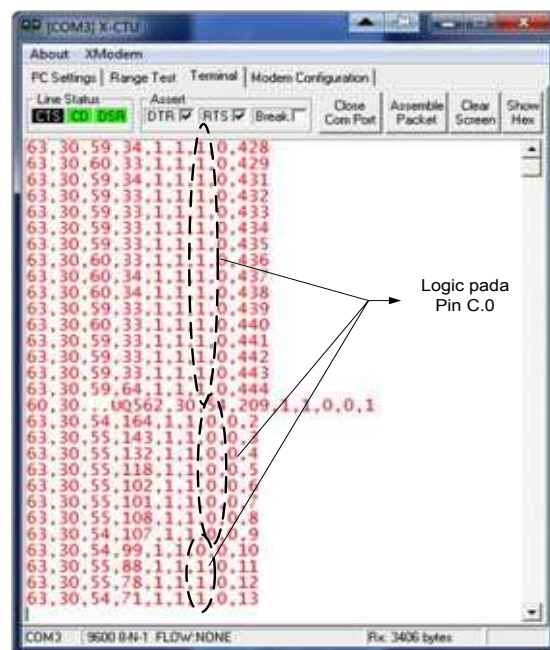
Pengujian pemantik otomatis dilakukan dengan menekan *limit switch* yang pada kutub *common* diberikan *logic* rendah atau 0 volt sehingga ketika *limit switch* ditekan kutub yang lain mengirimkan *logic* 0 ke Pin D.3 mikrokontroler yang telah

di-setting ke *logic 1* pada pemrograman mikrokontroler. Gambar 11 memperlihatkan diagram blok pengujian pemantik otomatis.



Gambar 12. Komunikasi serial perubahan *logic limit switch*

Perubahan sensor *limit switch* memberikan *logic* rendah ke Pin C.0 sehingga mengaktifkan rangkaian pemantik karena rangkaian jalur daya positif terhubung melalui *relay*. Gambar 12 memperlihatkan komunikasi serial perubahan *logic limit switch*. Saat elektrode menyala, data yang ditampilkan di X – CTU menjadi lebih cepat seperti yang terdapat pada Gambar 13. Hal ini karena mikrokontroler mendapatkan *noise* yang besar dari loncatan bunga api tegangan tinggi.



Gambar 13. Data perubahan *logic limit switch*



Gambar di atas menunjukkan data perubahan *logic* saat *knob* gas menyentuh *limit switch* dengan selang waktu kurang dari 1 detik. Saat pemantik aktif terjadi *noise* yang tinggi menyebabkan mikrokontroler *me-reset* dan jika terlalu lama menyala program mikrokontroler menjadi *error*.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, perakitan, pengamatan, dan pengujian terhadap Pengaman Otomatis Kompor Gas LPG Satu Tungku ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengamanan kompor gas dapat bekerja otomatis saat diberikan gas bocor pada sensor MQ – 6 dan sensor LM 35 yang ditempel pada rangka kompor dipanaskan hingga suhu 80 °C.
2. Waktu tanggap *output* mikrokontroler bergantung pada banyaknya gas bocor yang diterima oleh sensor MQ – 6.
3. Secara prinsip sensor melakukan penginderaan dengan perubahan suhu setiap 1 °C akan menunjukkan perubahan tegangan sebesar 10 mV.
4. Ketika *knob* gas kompor diputar sampai menyentuh *limit switch*, pemantik dapat bekerja secara otomatis dengan waktu tanggap kurang dari 1 detik.
5. Daya cadangan baterai bekerja otomatis saat listrik PLN terhenti dan melakukan pengisian baterai saat daya PLN masuk ke rangkaian.
6. *Timer manual* dapat mematikan kompor secara otomatis dan menyalakan *buzzer* sebagai tanda bahwa waktu yang telah di-*setting* telah tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Administrator Pusdatin ESDM. "Konversi Minyak Tanah ke LPG: Menggerakkan Perekonomian, Menghemat Energi." Internet: www.esdm.go.id/berita/56-artikel/4011-konversi-minyak-tanah-ke-menggerakkan-perekonomian-menghemat-energi.html?tmpl=component&print=1&page= [23 Januari 2016].

- [2] Fatma Lestari dan Budi Hartono. “Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat tentang Cara Aman Menggunakan Tabung Gas 3 Kg.” *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional, Faculty of Public Health Universitas Indonesia*, Vol. 6, No. 5, hlm.225 – 229, 2012.
- [3] Bureau of Indian Standard. “IS-4576: LIQUEFIED PETROLEUM GASES” India. IS-4576. 1999. Internet: <https://archive.org/details/gov.in.is.4576.1999> [23 Januari 2016].
- [4] Ika. ”Mahasiswa UGM Kembangkan Kompor Gas Otomatis” Internet: www.ugm.ac.id/id/berita/10159-mahasiswa.ugm.kembangkan.kompor.gas.otomatis, 30 Juni 2015 [22 Mei 2016].
- [5] Bony M. Farid, Hendik Eko Hadi S, dan Renny Rakhmawati. “Pendeteksi dan Pengaman Kebocoran Gas LPG (Butana) Berbasis Mikrokontroler melalui SMS Sebagai Media Informasi”. Thesis. Teknik Elektro Industri PENS-ITS, Surabaya, 2011 [16 Januari 2016].