

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar Gas LPG

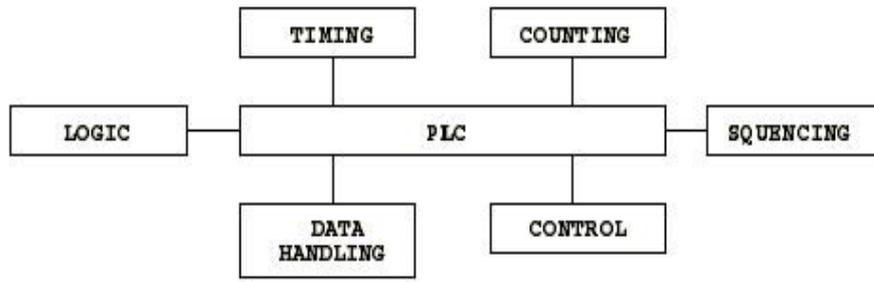
Gas LPG merupakan hasil produksi dari kilang minyak dan kilang gas, yang menjadi komponen utamanya adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) lebih kurang 99% dan selebihnya merupakan zat pembau. LPG lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2,01 (dibandingkan dengan udara). Perbandingan komposisi, propana (C_3H_8) : butana (C_4H_{10}) = 30 : 70. Dan zat pembau yang biasa di campurkan adalah gas marcaptan sehingga kebocoran gas dapat dideteksi dengan cepat. (Sachidananda Y.S, 2010)

Sifat umum gas LPG yang perlu diketahui untuk mencegah terjadinya kecelakaan apabila terjadi persenyawaan di udara:

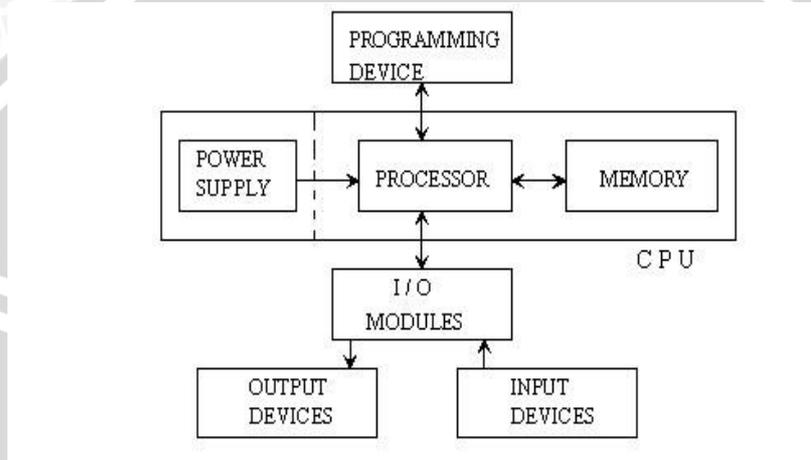
- Tekanan gas LPG cukup besar, sehingga bila terjadi kebocoran gas LPG akan membentuk gas secara cepat, memuai dan sangat mudah terbakar.
- LPG menghambur di udara secara perlahan sehingga sukar mengetahuinya secara dini.
- Berat jenis LPG lebih besar daripada udara sehingga cenderung bergerak ke bawah.
- LPG tidak mengandung racun.
- Daya pemanasannya cukup tinggi, namun tidak meninggalkan debu dan abu (sisa pembakaran).
- Cara penggunaanya cukup mudah dan praktis. (Aptogas Indonesia, 2009)

2.2 PLC (*Programmable Logic Controller*)

Berdasarkan pada standar yang dikeluarkan oleh *National Electrical Manufactures Association* (NEMA) ICS3-1978 Part. ICS3-304, PLC didefinisikan sebagai " suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital, memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah – perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus, seperti *logic, sequencing, timing, counting* yang seperti dijelaskan pada Gambar 2.1 dan aritmatika untuk mengontrol berbagai jenis mesin atau proses melalui analog atau digital *input/output modules*" pada Gambar 2.2.



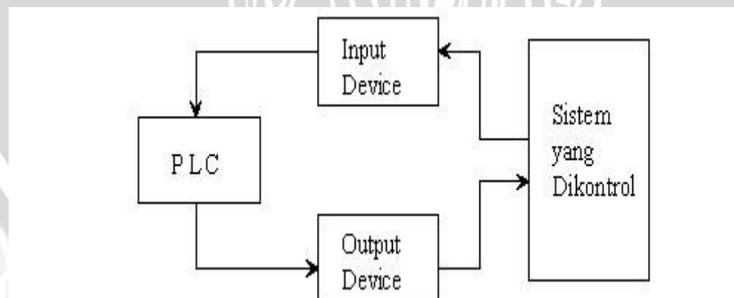
Gambar 2.1 Fungsi PLC
 Sumber : Omron, 1993:13



Gambar 2.2 Arsitektur PLC
 Sumber : Omron, 1993:15

2.2.1 Prinsip Kerja PLC

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan *input* luar atau "*Input Device*", seperti yang dijelaskan dalam Gambar 2.3.

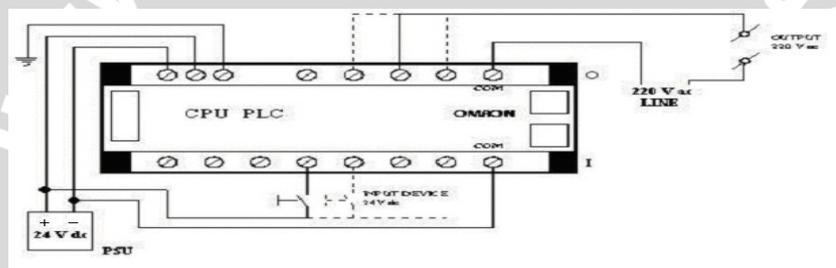


Gambar 2.3 Diagram Blok Prinsip Kerja PLC
 Sumber : Omron, 1993:22

Peralatan *input* dapat berupa saklar, tombol, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan *input* ini berupa sinyal-sinyal analog. Oleh modul *input*

sinyal-sinyal yang masuk akan diubah menjadi sinyal-sinyal digital. Kemudian, oleh unit pemroses pusat atau "*Centrall Processing Unit*" (CPU) yang ada di dalam PLC ditetapkan di dalam ingatan memorinya. Selanjutnya, CPU akan mengambil keputusan-keputusan tersebut akan dipindahkan ke modul *output* masih dalam bentuk digital. Oleh modul *output* sinyal-sinyal ini akan diubah kembali menjadi sinyal-sinyal analog. Sinyal-sinyal analog inilah yang nantinya akan menggerakkan peralatan *output* atau "*Output Device*" yang dapat berupa kontaktor-kontaktor ataupun *relay*. "*Output Device*" inilah yang nantinya akan mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

2.2.2 Pengawatan dan Bagian – bagian pada PLC



Sumber : Omron, 1993:36

Pada Gambar 2.4 diperlihatkan bahwa pada *busbar* (jalur) *input* diberikan tegangan 24 V_{dc}, dengan *output* tegangan 220 V_{ac}. Tegangan *input* dan *output* tersebut dapat diganti besaran tegangannya atau jenis tegangannya (ac/dc), yang tentunya juga memerlukan sedikit tambahan komponen untuk mengubah tegangan I/O-nya.

Bagian PLC pada prinsipnya tidak jauh berbeda dari perangkat keras yang dimiliki oleh komputer, yaitu terdiri atas *Central Processing Unit* atau CPU, *Programming Device*, Modul *Input/Output*, Unit *Power Supply*.

- **Central Processing Unit (CPU)**

Central Processing Unit berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori, mendekodnya dan kemudian mengeksekusi instruksi tersebut. Selama proses tersebut, CPU akan menghasilkan sinyal kontrol, memindahkan data ke I/O *port* atau sebaliknya, melakukan fungsi aritmatik dan logika juga mendeteksi sinyal dari luar CPU. CPU, pada umumnya terdiri atas 3 (tiga) unsur utama, yaitu *processor*, sistem memori dan catu

daya. Arsitektur CPU dapat berbeda-beda untuk setiap merk, misalnya saja catu dayanya berada di luar CPU.

- **Unit Memori**

Terdapat beberapa macam tipe unit memori. Memori ini adalah area yang menyatukan sistem operasi dan memori pengguna. Sistem operasi pada dasarnya adalah sebuah perangkat lunak yang mengkoordinasikan PLC, tergantung kebutuhan penggunaan.

2.2.3 Persiapan Pemrograman PLC

Secara umum, sistem pemrograman PLC dapat dilakukan dengan dua cara, pertama, rancangan rangkaian kontrol yang telah diprogram dalam diagram tangga atau *ladder diagram* langsung dapat diprogram tanpa harus mengubah dahulu ke fungsi mnemonicnya. Kedua, rancangan rangkaian kontrol diubah dahulu ke fungsi mnemonicnya (dikodekan dulu), sesuai dengan tombol-tombol yang ada pada papan ketik PLC (*programming Console*).

Demikian juga, untuk sistem pemantauannya atau untuk memonitor programnya ada dua jenis tampilan, yaitu dapat langsung ditampilkan dalam bentuk diagram tangga (khusus pada tampilan monitor komputer program LSS) sesuai dengan rancangan kontrol atau dapat juga ditampilkan dalam fungsi mnemonicnya (pada tampilan layar LCD *program console*).

2.2.3.1 Dasar – Dasar Pemrograman

Dasar-dasar dari pemrograman dari *Programmable Logic Controller* (PLC) dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan deskripsi kerja sistem yang akan dikontrol.
2. Menentukan peralatan *input / output* yang dipakai ke dalam PLC I/O bit yaitu peralatan eksternal yang akan mengirim/menerima sinyal dari PLC.
3. Menentukan simbol-simbol *ladder diagram* untuk menggambarkan rangkaiannya.
4. Menggunakan program *syswin / LSS / programming console*, untuk mengubah *ladder diagram* ke dalam kode mnemonic agar CPU PLC dapat mengerjakannya.
5. Memindahkan program yang telah ditulis/ digambar ke dalam memori PLC.

6. Memperbaiki kesalahan pemrograman jika terjadi kesalahan pada program yang telah dibuat, sehingga menjadi benar.
7. Menjalankan program pada PLC dan mengetes kesalahan program *execution*.

2.2.3.2 Konsep Pembuatan Program Diagram Tangga

Hubungan kontak-kontak diagram tangga yang ada dalam CPU PLC terangkai secara elektronik, sehingga tidak memerlukan kawat penghubung seperti pada rangkaian kontrol secara konvensional.

Adapun ketentuan-ketentuan dalam penyusunan rangkaian ke diagram tangga adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan rangkaian kontrol diusahakan untuk menggunakan kontak seminimum mungkin, sehingga efisiensi kerja dari PLC dapat ditingkatkan dan alamat-alamat serta data-data dalam register digunakan sehemat mungkin, sehingga tidak melebihi kapasitas memori yang telah ditetapkan.
2. Kondisi sinyal yang mengalir pada rangkaian logika PLC selalu datang dari arah kiri menuju ke arah kanan.
3. Tidak ada satu koil atau *relay output* yang dapat dihubungkan langsung pada *busbar* bagian kiri. Jika diperlukan *relay output* bekerja terus menerus, maka di antara *busbar* kiri dengan *output* diberi kontak NC dari internal *Auxiliary Relay* yang tidak digunakan.
4. Busbar sebelah kanan dari diagram tangga boleh tidak digambar, karena hubungan *busbar* tersebut telah tersambung secara otomatis pada PLC.
5. Semua *output* dilengkapi dengan kontak-kontak bantu yang dapat digunakan secara seri maupun paralel.
6. Jumlah kontak-kontak NO dan NC dapat dihubungkan secara seri maupun paralel dengan tak terbatas sesuai dengan kebutuhan.
7. Tidak ada kontak yang dapat diprogram atau disisipkan setelah *output* atau dengan kata lain antara busbar sebelah kanan dan hasil *output* tidak boleh disisipi kontak.
8. Pengkodean nomor-nomor kontak dan nomor-nomor koil *output*, termasuk *timer*, *counter* dan lain-lain disesuaikan dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh pabriknya.

9. Sebuah *output* koil, termasuk *timer*, *counter* tidak dapat digunakan untuk lebih dari satu kali.
10. Dua atau lebih koil *output*, termasuk *timer*, *counter* dapat dihubungkan secara paralel.
11. Program rangkaian dieksekusi oleh CPU secara berurutan, mulai dari alamat yang pertama sampai dengan alamat yang terakhir pada program.

2.2.3.3 Menggambar *Ladder Diagram*

Untuk membedakan peralatan-peralatan yang akan dikontrol serta bagaimana hubungan peralatan satu dengan yang lainnya dan waktu pelaksanaan pengontrolan harus dilaksanakan untuk kemudian dituliskan atau digambarkan *ladder diagram*nya. Dalam *ladder diagram* digunakan 5 (lima) digit *address* untuk memori bit I/O dan work bit demikian pula 3 (tiga) digit nomor untuk *timer* dan *counter*.

2.2.4 Instruksi Pemrograman

Instruksi-instruksi dalam pemrograman PLC terdiri dari instruksi dasar dan instruksi gabungan. Adapun instruksi-instruksi tersebut adalah sebagai berikut.

2.2.4.1 Instruksi Dasar

Instruksi-instruksi dasar merupakan instruksi yang digunakan untuk membuat rangkaian logika dari diagram tangga atau sebaliknya. Instruksi dasar ini ada 6 (enam), yaitu : LD, OUT, AND, OR, NOT dan END. Fungsi dari instruksi-instruksi dasar tersebut adalah sebagai berikut :

a. **LD**

LD atau singkatan dari LOAD yang merupakan instruksi untuk memulai program garis atau blok pada rangkaian logika yang dimulai dengan kontak NO.

b. **AND**

Instruksi AND ini digunakan untuk menghubungkan 2 (dua) atau lebih kontak-kontak *input output* secara seri.

c. **OR**

Instruksi dasar OR digunakan untuk menghubungkan 2 (dua) atau lebih kontak-kontak *input* atau *output* secara paralel.

d. **NOT**

Instruksi dasar NOT berfungsi untuk membentuk suatu kontak NC.

e. **OUT**

OUT merupakan instruksi untuk memasukkan program koil *output*. Kontak-kontak dari masing-masing koil *output* dapat digunakan beberapa kali sesuai dengan yang diinginkan.

f. **END**

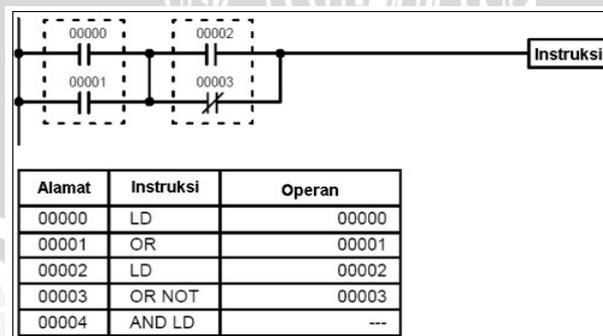
Instruksi dasar END untuk menyatakan rangkaian kontrol yang dibuat telah berakhir. Instruksi END ini harus selalu dimasukkan dalam penulisan program karena apabila akhir rangkaian kontrol tidak dilengkapi dengan instruksi END, maka program tersebut tidak akan dieksekusi oleh CPU. Pesan kesalahan yang berupa "NO END ISNT" akan muncul pada layar monitor. Instruksi END ini dibentuk dengan cara menekan tombol FUN, yang diikuti dengan penekanan tombol 0 (nol) dan 1 (satu) atau FUN 01.

2.2.4.2 Instruksi Gabungan

Instruksi gabungan merupakan suatu instruksi yang menggunakan 2 buah instruksi dasar yang menggabungkan 2 blok rangkaian dalam program dengan menggunakan AND LD atau OR LD.

a. **AND LD**

Pada dasarnya perintah AND LOAD akan melogikakan kondisi eksekusi dua block dengan AND. Pada Gambar 2.5 adalah contoh sederhana diagram yang menggunakan instruksi AND LOAD.



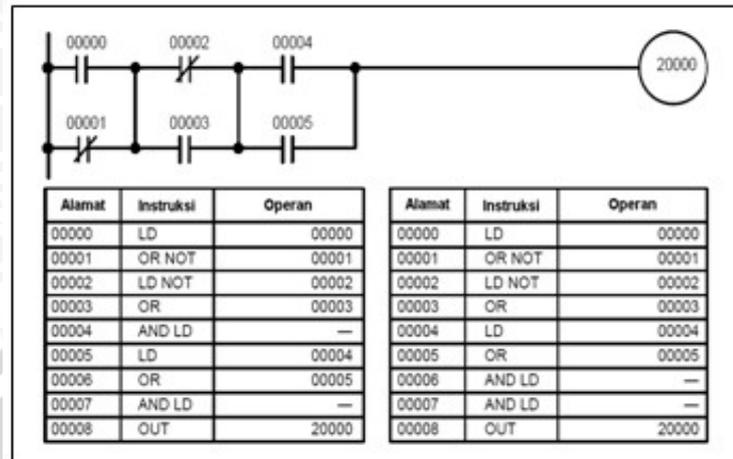
Gambar 2.5 Contoh Penggunaan Instruksi AND LD

Sumber : Omron, 1993:97

Load (LD) 00002 adalah untuk *input* yang pertama dalam blok kedua, AND LD akan menghubungkan kedua blok tersebut secara seri. Dalam

penyelesaian terdapat dua macam cara untuk menghubungkan blok secara seri seperti pada Gambar 2.6.

Contoh :



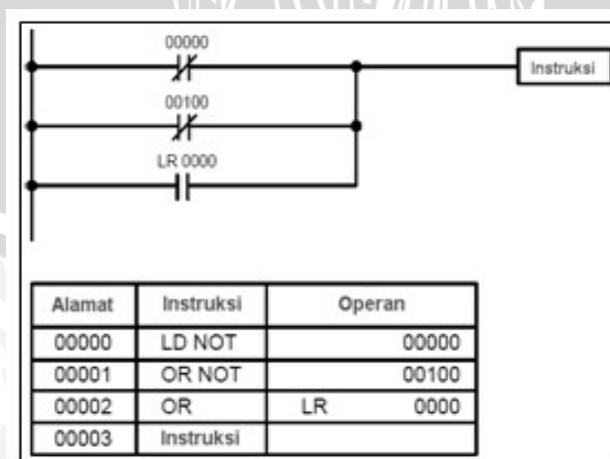
Gambar 2.6 Kombinasi Blok AND LD

Sumber : Omron, 1993:99

Dengan menggunakan cara yang pertama jumlah AND LD tak terbatas, tetapi kalau menggunakan cara yang kedua jumlah LD dan LD NOT sebelum AND LD harus delapan atau kurang.

b. OR LD

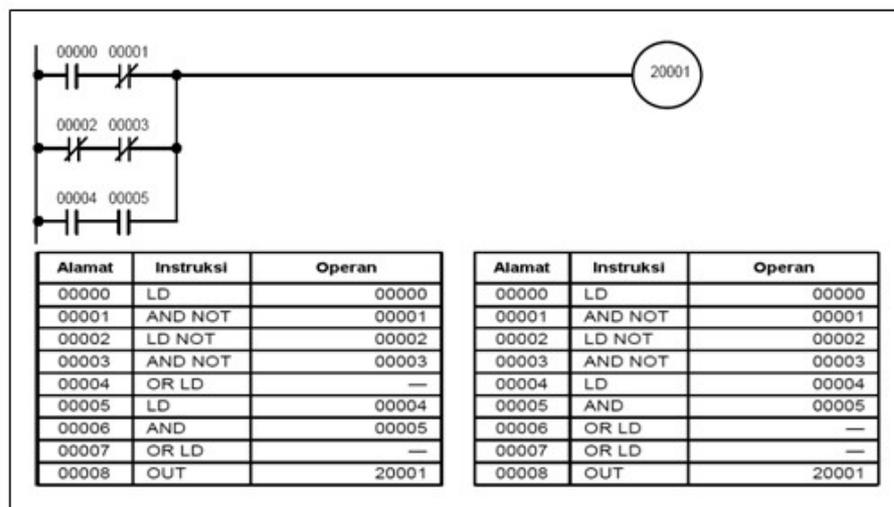
Perintah OR LOAD mempunyai keadaan yang hampir mirip dengan AND LOAD. Berikut adalah *ladder diagram* yang memerlukan perintah OR LOAD antara blok kiri atas dengan bawah. Kondisi eksekusi ON akan menghasilkan perintah di kanan ketika IR 00000 ON dan IR 00001 OFF atau jika IR 00002 dan IR 00003 keduanya ON. Pengoperasian perintah OR LD dan kode mnemonicnya sama persis dengan AND LD seperti Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Contoh Penggunaan Instruksi OR LD

Sumber : Omron, 1993:95

Perintah OR LD menghubungkan dua blok secara paralel atau dapat juga disebut melogikakan dua buah blok dengan OR. Tidak ada batasan jumlah blok yang dapat dihubungkan secara paralel dengan OR LD. Seperti halnya pada perintah AND LD, perintah OR LD dalam penyelesaiannya dapat diselesaikan dengan dua cara. Misalkan diagram tangganya seperti dalam Gambar 2.8 :



Gambar 2.8 Kombinasi Blok OR LD

Sumber : Omron, 1993:99

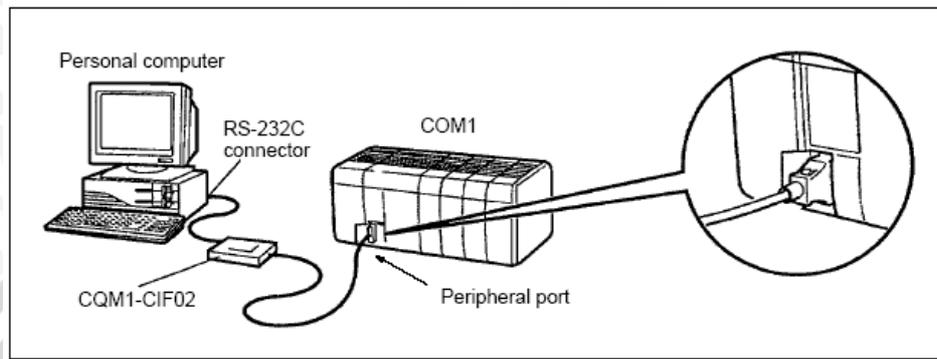
Sama seperti perintah AND LD dengan menggunakan cara yang pertama akan lebih efektif jika jumlah LD dan LD NOT sebelum OR LD lebih dari sembilan.

2.2.5 Penggunaan Program Syswin

SYSWIN adalah sebuah *software* untuk menuliskan program *ladder* dengan memberikan kemudahan dan lebih fleksibel kepada pemakai-pemakainya pada *software* windows.

2.2.5.1 Menghubungkan PC (*Personal Computer*) dengan PLC

CQM1 dapat dihubungkan dengan PC lewat kabel RS-232C. Setelah RS-232C terhubung dengan serial port PC (9 pin atau 24 pin adaptor), saat yang lain sudah terhubung bilamana kabel dari adaptor RS-232C dihubungkan ke CQM1. DIP switch dari adaptor harus di set Host selama berhubungan dengan PC yang dijelaskan seperti dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Hubungan CQM1 dengan PC

Sumber : Omron, 1993:48

2.2.5.2 Konfigurasi Konektor RS-232C

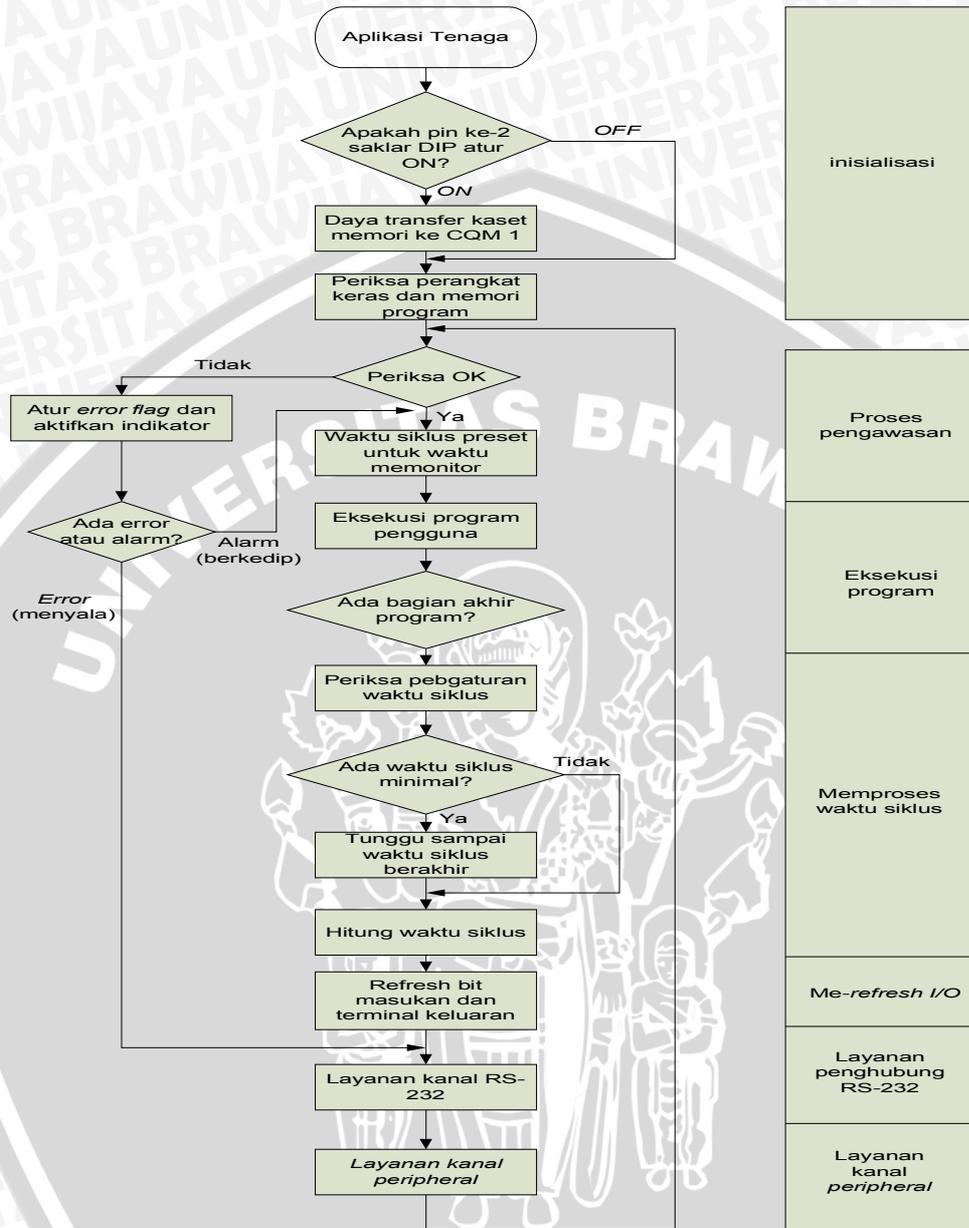
Gambar 2.10 adalah gambar konfigurasi konektor RS-232C, dapat dilihat hubungan masing-masing pin antara PC dengan RS-232C.

Gambar 2.10 Konfigurasi Konektor RS-232C

Sumber : Omron, 1999:49

2.2.5.3 Waktu Respon

Semua operasi PLC CQM1 ditunjukkan dalam Gambar 2.11 berikut :

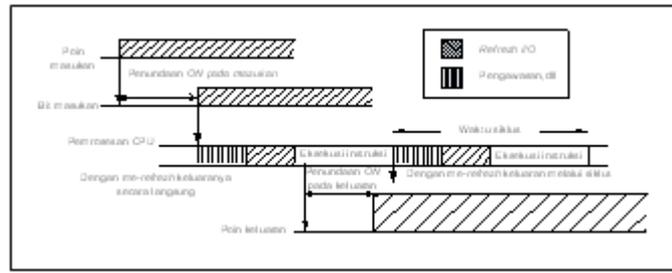


Gambar 2.11 Diagram Alir Operasi PLC CQM-1

Sumber : Omron, 1993;306

2.2.5.4 Waktu Respon Minimal

Respon CQM1 pada umumnya cepat pada saat menerima sinyal masukan hanya yang menuju sebelum fase *refresh* masukan pada siklus, seperti ditunjukkan ilustrasi pada Gambar 2.12 :



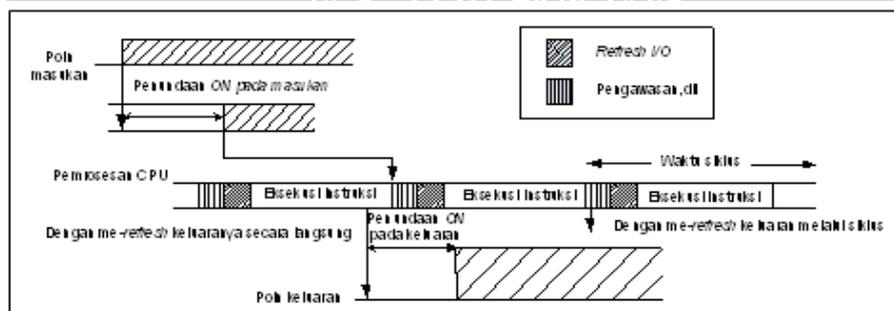
Gambar 2.12 Rincian Waktu Minimal PLC CQM1

Sumber : Omron, 1993:321

- Saat *me-refresh* keluaran siklus digunakan :
Waktu respon I/O minimal = waktu penundaan ON masukan + waktu pengawasan + waktu eksekusi instruksi + waktu penundaan ON keluaran
- Saat *me-refresh* keluaran secara langsung digunakan :
Waktu respon I/O minimal = waktu penundaan ON masukan + waktu pengawasan + waktu penundaan ON keluaran

2.2.5.5 Waktu Respon Maksimal

CQM1 mengambil waktu paling panjang untuk merespon pada saat sinyal masukan hanya yang setelah fase *refresh* masukan dari siklus, seperti yang ditunjukkan oleh ilustrasi dalam Gambar 2.13 :



Gambar 2.13 Rincian Waktu Maksimal PLC CQM1

Sumber : Omron, 1993:321

- Saat *me-refresh* keluaran melalui siklus digunakan :

Waktu respon *I/O* minimal = waktu penundaan *ON* masukan + (waktu pengawasan+ waktu eksekusi instruksi) x 2 + waktu penundaan *ON* keluaran

- Saat *me-refresh* keluaran secara langsung digunakan :

Waktu respon *I/O* minimal = waktu penundaan *ON* masukan + waktu pengawasan + waktu eksekusi instruksi + waktu penundaan *ON* keluaran

2.3 Teori Dasar Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam mendukung terjadinya kontrol proses yang mana berfungsi sebagai berikut:

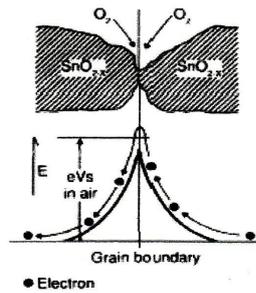
- a. Menyediakan *input* dari proses dan dari lingkungan eksternal
- b. Mengubah informasi fisik misalnya suhu, tekanan, laju aliran dan posisi untuk sinyal listrik
- c. Terkait dengan variabel fisik pada cara yang diketahui sehingga sinyal listriknya dapat digunakan untuk memonitor dan mengontrol proses.

Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, dan sensor tekanan.

2.3.1 Sensor Gas TGS 2610

2.3.1.1 Prinsip Kerja Sensor Gas Secara Umum

Terbentuk pada permukaan luar kristal. Tegangan permukaan yang terbentuk akan menghambat laju aliran electron seperti tampak pada ilustrasi Gambar 2.14.



Gambar 1

Ilustrasi penyerapan O₂ oleh sensor.

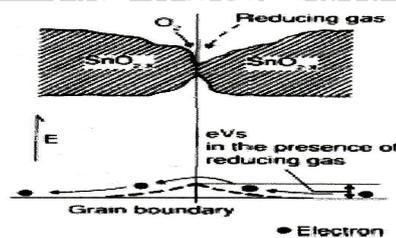
Gambar 2.14 Ilustrasi Penyerapan O₂

Sumber: Datasheet TGS2610 – D100

Di dalam sensor, arus elektrik mengalir melewati daerah sambungan (*grain boundary*) dari kristal SnO₂. Pada daerah sambungan, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Jika konsentrasi gas menurun, proses deoksidasi akan terjadi, rapat permukaan dari muatan negative 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 seperti tampak pada ilustrasi Gambar 2.15.



Gambar 2

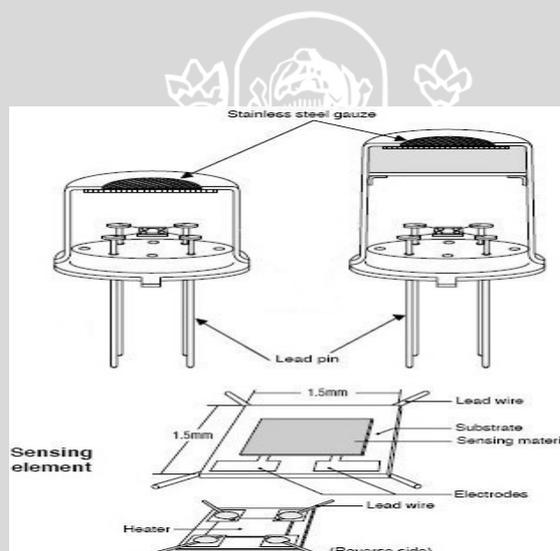
Ilustrasi ketika terdeteksi adanya gas

Gambar 2.15 Ilustrasi ketika Terdeteksi Adanya Gas

Sumber: Datasheet TGS2610 – D100

2.3.1.2 TGS 2610

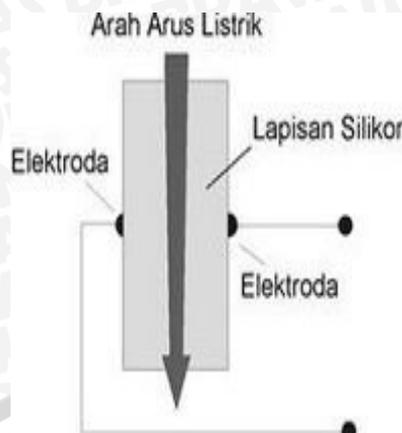
Sensor gas LPG TGS2610 merupakan salah satu sensor utama dalam penelitian ini. Sensor ini merupakan sebuah sensor kimia atau sensor gas. Sensor ini mempunyai nilai resistansi R_s yang akan berubah bila terkena gas yang mewakili gas LPG di udara yaitu gas metana dan ethanol. Sensor LPG TGS2610 mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap dua jenis gas tersebut. Jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut di udara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat gas LPG di udara. 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 .secara umum bentuk dari sensor gas LPG. Sensor TGS2610 dapat dilihat dari Gambar 2.16:



Gambar 2.16 Prinsip Kerja Sensor TGS 2610

Sumber: Datasheet TGS2610 - D100

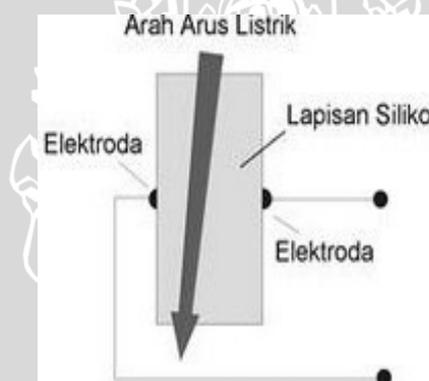
Adapun prinsip kerja dari sensor ini adalah sebagai berikut, Sensor gas TGS 2610 hanya terdiri dari sebuah lapisan silikon dan dua buah elektroda pada masing - masing sisi silikon. Hal ini akan menghasilkan perbedaan tegangan pada *output*nya ketika lapisan silikon ini dialiri oleh arus listrik. Tanpa adanya gas LPG yang terdeteksi, arus yang mengalir pada silikon akan tepat berada ditengah-tengah silikon dan menghasilkan tegangan yang sama antara elektrode sebelah kiri dan elektrode sebelah kanan, sehingga beda tegangan yang dihasilkan pada *output* adalah sebesar 0 volt seperti tampak pada ilustrasi Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Prinsip Kerja Sensor, saat tidak ada Gas LPG yang Terdeteksi

Sumber: Kristina, 2006

Ketika terdapat gas LPG yang mempengaruhi sensor ini, arus yang mengalir akan berbelok mendekati atau menjauhi salah satu sisi silikon seperti tampak pada ilustrasi Gambar 2.18.



Gambar 2.18

Prinsip Kerja Sensor, saat Dikenai Gas LPG

Sumber: Kristina, 2006

Ketika arus yang melalui lapisan silikon tersebut mendekati sisi silikon sebelah kiri maka terjadi ketidakseimbangan tegangan *output* dan hal ini akan menghasilkan beda tegangan di *output*nya. Begitu pula bila arus yang melalui lapisan silikon tersebut mendekati sisi silikon sebelah kanan. Semakin besar konsentrasi gas yang mempengaruhi sensor ini, pembelokan arus di dalam lapisan silikon juga semakin besar, sehingga ketidakseimbangan tegangan antara kedua sisi lapisan silikon pada sensor semakin besar pula. Semakin besar ketidakseimbangan tegangan ini, beda tegangan pada *output* sensor juga semakin besar.

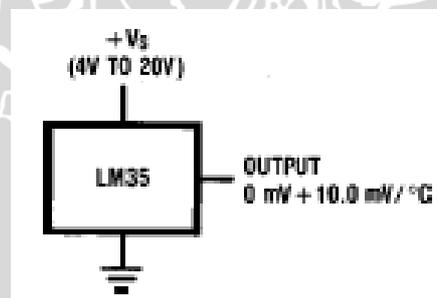
2.3.2 Sensor Suhu LM35

LM35 merupakan sensor suhu terintegrasi yang mempunyai tegangan keluaran yang linier. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal yang menyediakan akurasi $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ pada temperatur ruangan dan $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ pada kisaran -55 to $+150^{\circ}\text{C}$. LM35 dimaksudkan untuk beroperasi pada -55° hingga $+150^{\circ}\text{C}$. Sensor LM35 umunya akan naik sebesar 10mV setiap kenaikan 1°C (300mV pada 30°C). LM35 mempunyai impedansi keluaran yang rendah, keluaran yang linier dan kalibrasi yang tepat sehingga mudah untuk di hubungkan dengan rangkaian lain.

Adapun fitur yang ada pada LM35 adalah sebagai berikut :

- Kalibrasi dalam derajat celsius
- Faktor skala linier adalah 10 mV/ $^{\circ}\text{C}$
- Jangkauan suhu -55°C hingga $+150^{\circ}\text{C}$
- Tegangan operasi dari 4 V sampai 30 V
- Ketidaklinieran hanya $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$
- Impedansi keluaran kecil sebesar $0,1 \Omega$ untuk arus beban 1mA

Dalam Gambar 2.19. ditunjukkan skema sensor suhu LM35.



Gambar 2.19 Skema LM35

Sumber: Datasheet LM35

LM35 mempunyai batas kemampuan untuk mendrive beban kapasitif. LM35 dapat mendrive 50 pF tanpa penanganan khusus. Jika beban bertambah maka untuk mengantisipasi dengan mengisolasi atau mendecouple beban dengan resistor atau dengan menambah kapasitansi yang disusun seri dengan resistor antara output dan ground seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.20.

Gambar 2.20 LM35 dengan *Decouple* Resistor dan LM35 dengan RC Damper

Sumber : Datasheet LM35

2.4 Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal dibentuk berdasarkan hubungan yang linier antara tegangan keluaran dan tegangan masukan rangkaian. Hubungan ini dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan garis lurus, yaitu :

(2-2)

Dengan : m = kemiringan garis yang menyatakan penguatan

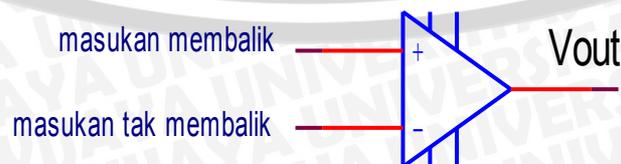
V_o = tegangan *offset* keluaran

2.4.1 Penguat Operasional

Keluaran suatu rangkaian sebelum masuk ke rangkaian berikutnya jika sinyalnya masih kecil membutuhkan suatu penguat. Peralatan elektronika yang sering dimanfaatkan sebagai penguat adalah penguat operasional. Karakteristik op-amp yang terpenting adalah :

- Impedansi masukan amat tinggi, sehingga arus masukan dapat diabaikan.
- Penguatan tinggi.

Impedansi keluaran rendah, sehingga keluaran penguat tidak terpengaruh oleh pembebanan, input rangkaian op-amp terlihat dalam Gambar 2.21

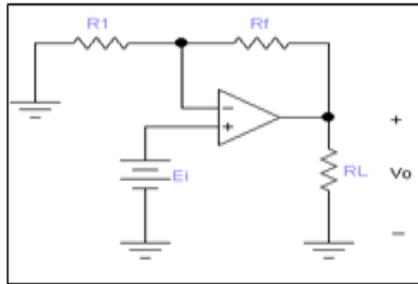


Gambar 2.21 Penguat *Op-Amp*

Sumber : Coughlin, 1982

2.4.2 Penguat Tak Membalik (*Non Inverting Amplifier*)

Penguat umpan balik tegangan tak membalik adalah penguat tegangan yang mendekati ideal karena impedansi masukan tinggi, impedansi keluarannya rendah dan bati tegangannya yang mantap. Pada penguat jenis ini sinyal masuk menggerakkan masukan tak membalik dari penguat, sebagian dari tegangan keluar kemudian dicuplik dan diumpungkan kembali ke masukan membalik seperti terlihat dalam Gambar 2.22.



Gambar 2.22 Penguat Tak Membalik

Sumber : Coughlin, 1982

Tegangan keluaran V_o mempunyai polaritas yang sama dengan tegangan masukan E_i . Tahanan masukan dari masukan pembalik adalah R_i tetapi tahanan masukan dari masukan tak membalik adalah besar, biasanya melebihi $100 \text{ M}\Omega$. karena tegangan antara masukan (+) dan masukan (-) secara praktis adalah 0 maka kedua masukan itu berada pada potensial yang sama yaitu E_i . Karena E_i melintasi R_1 dan E_i menyebabkan arus I mengalir seperti diberikan oleh

(2-3)

Arah I tergantung pada polaritas E_i , arus yang mengalir lewat masukan (-) diabaikan karenanya I mengalir melalui R_f dan penurunan tegangan melintasi R_f dinyatakan oleh V_{R_i} dan dinyatakan sebagai

(2-4)

Maka tegangan keluaran V_o adalah

(2-5)

(2-6)

dengan begitu gain tegangannya yaitu

(2-7)

2.4.3 Penguat Differensial

Penguat Diferensial ditunjukkan dalam Gambar 2.23

Gambar 2.23. Penguat Diferensial Dasar

Sumber : Coughlin [1994 : 162]

Dengan menggunakan teori superposisi, V1 dihubungkan singkat terhadap *ground* maka pada keluaran penguat V2 akan mengalami penguatan sebesar $-m$, sehingga tegangan keluaran akibat V2 adalah $-mV_2$. Jika V2 dihubungkan singkat terhadap *ground* maka pada keluaran penguat V1 mengalami penguatan sebesar m , sehingga tegangan keluaran akibat V1 adalah mV_1 . Dengan demikian secara keseluruhan didapatkan:

2.5 Mikrokontroler AT89S51

Secara umum, mikrokontroler berfungsi sama dengan komputer. Bedanya adalah mikrokontroler memiliki desain dalam sebuah *single chip* (IC). Mikrokontroler terdapat di hampir semua peralatan elektronik, di dalam *tape*, TV, radio, telepon genggam (*Hand Phone*). Mikrokontroler memiliki kemampuan yang diperlukan untuk membuat keputusan berdasarkan sinyal dari luar dengan kata lain mikrokontroler merupakan otak dari sebuah perangkat elektronik.

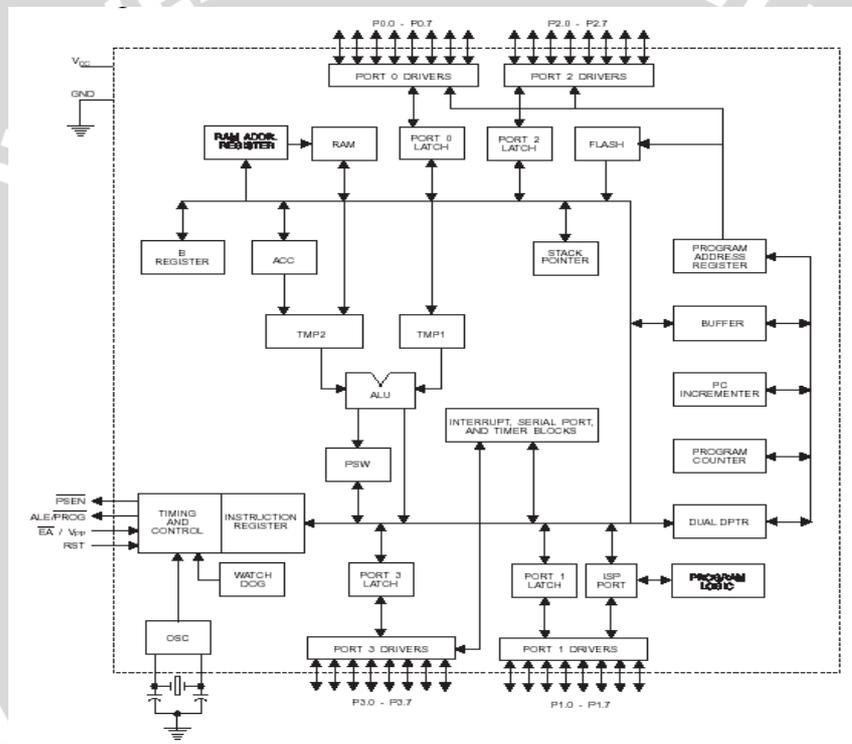
AT89S51 merupakan salah satu mikrokontroler dari buatan ATMEL keluarga MCS-51 yang mempunyai 4 kbyte Flash PEROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*), 128 byte RAM, 32 pin I/O (4 buah *port* I/O bit) yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri, mempunyai dua buah *timer/counter* 16 bit, mempunyai *watchdog timer*, serta dua data *pointer*.

Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri atas mikroprosesor, *timer*, dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk *chip* tunggal. Mikrokontroler dikemas dalam satu *chip* (*single chip*). Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU.

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler AT89S51 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor di dalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel.
- Memiliki memori baca-tulis (RAM) sebesar 128 *byte*.
- Empat buah *programmable port* I/O, masing-masing terdiri atas 8 buah jalur I/O.
- Sebuah *port* serial dengan kontrol *full duplex*.
- *Reprogrammable Flash memory* yang besarnya 4 kbyte untuk memori program.
- Mampu beroperasi sampai 24 MHz.

AT89S51 adalah mikrokontroler mempunyai kompatibilitas instruksi dan konfigurasi pin dengan mikrokontroler MCS-51. Blok diagram MCS-51 ditunjukkan dalam Gambar 2.23.



2.6 ADC (*Analog to Digital Converter*)

Analog to Digital Converter atau lebih dikenal dengan ADC adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal - sinyal digital. Karena pada pengontrolan direncanakan berhubungan langsung dengan PLC, maka sinyal-sinyal analog khususnya dari rangkaian pengkondisi sinyal harus terlebih dahulu menjadi sinyal digital sehingga dapat dibaca dan diolah oleh PLC tersebut. IC ADC 0808 dianggap dapat memenuhi kebutuhan dari rangkaian yang akan dibuat. IC

jenis ini bekerja secara cermat dengan menambahkan sedikit komponen sesuai dengan spesifikasi yang harus diberikan dan dapat mengkonversikan secara cepat suatu masukan tegangan. Hal-hal yang juga perlu diperhatikan dalam penggunaan ADC ini adalah tegangan maksimum yang dapat dikonversikan oleh ADC dari rangkaian pengkondisi sinyal, resolusi, pewaktu eksternal ADC, tipe keluaran, ketepatan dan waktu konversinya. Beberapa karakteristik terpenting pada ADC di antaranya yaitu :

- Waktu konversi : Waktu yang diperlukan oleh ADC untuk menghasilkan suatu kode biner yang tepat untuk tegangan masukan yang diberikan. Sebuah konverter disebut berkecepatan tinggi jika memiliki waktu konversi yang pendek.
- Resolusi : Perubahan terkecil yang terjadi pada keluaran analog sebagai suatu hasil dari perubahan pada masukan digital. Resolusi selalu sama dengan bobot dari LSB atau disebut juga 'step size' karena *step size* merupakan besarnya perubahan tegangan keluaran pada saat kode masukan berubah dari satu *step* ke *step* berikutnya.
- Ketidaklinieran : Simpangan maksimum dari garis lurus yang ditarik melalui titik-titik keluaran yang diharapkan.
- Akurasi : Perbedaan antara tegangan masukan secara ideal yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu kode biner tertentu terhadap tegangan masukan sebenarnya.

Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang nilainya proposional. Jenis ADC yang biasa digunakan dalam perancangan adalah jenis *successive approximation conversion* atau pendekatan bertingkat yang memiliki waktu konversi jauh lebih singkat dan tidak tergantung pada nilai masukan analognya atau sinyal yang akan diubah. Gambar 2.25 memperlihatkan diagram blok ADC tersebut.

Gambar 2.25 Diagram Blok ADC

Sumber : Anonymous, 2001

Proses konversi dimulai dengan memberikan pulsa *start*. Akibat pulsa *start* ini, logika kendali akan mereset semua register kontrol, sehingga keluaran register sama dengan 0 dan $V_{out} = 0$ volt. Karena itu $V_{out} < V_{in}$, dan keluaran komparator akan berada pada logika 1. Timbulnya logika 1 ini, maka logika kendali akan mengisi data konversi dengan coba-coba dimulai dari data MSB (D7) dan kemudian dimasukkan ke register SAR, sehingga data pada register SAR adalah 1000 0000. Keluaran digital ini akan diubah ke dalam bentuk sinyal analog oleh *D/A converter* dan dibandingkan oleh sebuah komparator. Bila nilai konversi ini lebih besar dari V_{in} , keluaran sinyal negatif dari pembanding yang menuju ke rangkaian kendali akan mereset MSB (D7). Jika V_{out} dari konversi kurang dari V_{in} , keluaran positif dari pembanding akan menunjukkan bahwa MSB tetap dalam keadaan tinggi (set).

Jika dalam operasi A/D tersebut nilai MSB tidak direset. Register SAR sekarang menyimpan data 1000 0000. Pulsa detak (CLK) berikutnya akan mereset bit D6 dengan demikian data digital yang ada pada register SAR 1100 0000. Jika V_{out} lebih besar dari V_{in} , keluaran op-amp yang negatif menyebabkan reset dari D6. Jika V_{out} lebih kecil dari V_{in} , D6 tetap bertahan dalam keadaan tinggi (set).

Dalam pulsa-pulsa selanjutnya secara berturut-turut, bit-bit akan diuji. Proses pendekatan ini memerlukan satu periode pulsa *clock* untuk setiap bit yang merupakan salah satu kelebihan dari *successive approximation* ADC. Jadi jika menggunakan ADC jenis ini dengan 8 bit, maka setiap konversi sinyal diperlukan 8 bit periode pulsa clock. Bilamana suatu bit menyebabkan nilai V_{out} melebihi nilai V_{in} , maka bit yang akan bersangkutan akan direset. Secara singkat prinsip kerja dari konverter A/D adalah semua bit-bit diset kemudian diuji, dan bilamana perlu sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Dengan rangkaian yang paling cepat, konversi akan diselesaikan sesudah 8 *clock*, dan keluaran D/A merupakan nilai analog yang ekuivalen dengan nilai register SAR.

Apabila konversi telah dilaksanakan, rangkaian kembali mengirim sinyal selesai konversi yang berlogika rendah. Sisi turun sinyal ini akan menghasilkan data digital yang ekuivalen ke dalam register *buffer*. Dengan demikian, keluaran digital akan tetap tersimpan sekalipun akan dimulai siklus konversi yang baru.

ADC 0808 yang dipakai pada rangkaian ini mempunyai kemampuan konversi sebanyak 8 buah *input* analog secara *multiplexing* dan 8 buah *output* digital. Keistimewaan yang lain adalah mempunyai kecepatan yang tinggi, ketelitian tinggi, dan

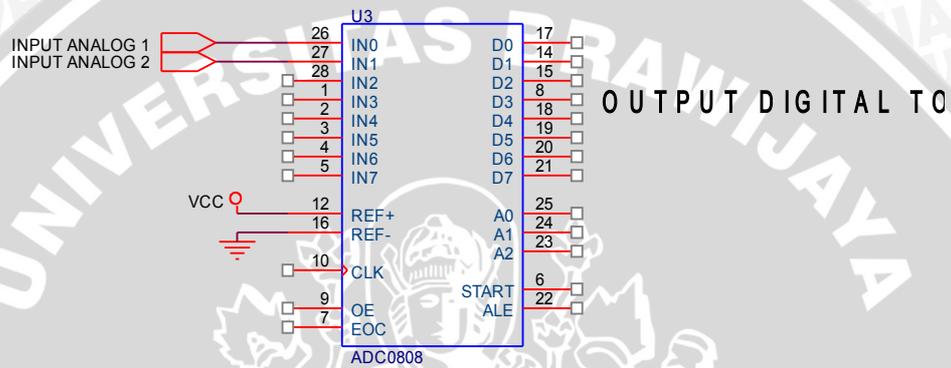
konsumsi daya rendah (dapat dilihat dalam data sheet). Fungsi masing-masing pin adalah sebagai berikut :

1. *Input Analog*

Ada sejumlah 8 *input* analog yang dapat dikonversi dengan cara *multiplex*, yakni mengatur kombinasi bit pada pin Add A0, A1, A2.

2. *Address A0, A1, A2*

Untuk mengatur pemilihan analog *input* yang dikonversi, menggunakan pengalamatan pada A0, A1 dan A2 yang sesuai seperti yang terlihat dalam Gambar 2.26.



Gambar 2.26 Skema ADC 0808

Sumber : Anonymouse, 2001

3. *Clock*

Clock tempat memberikan pengaturan keserempakan kerja dalam internal ADC. Dengan kata lain *clock* berfungsi untuk menentukan kecepatan proses dan tergantung berapa besar frekuensi yang masuk ke ADC. Rangkaian pembangkit *clock* dibentuk dari sebuah Schmitt trigger. Untuk menentukan berapa besar frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian schmitt *trigger* ini dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$f_{count} = \dots \quad (2-8)$$

Keterangan :

f_{count} = Frekuensi counter (Hz)

R = Resistor (Ohm)

C = Capasitor (Farad)

4. *Ref (+) dan Ref (-)*

Tegangan referensi untuk menentukan kenaikan bit keluaran.

5. *Output 8 bit*

Data *output* berupa data digital hasil konversi adalah data 8 bit (D0 – D7).

6. *ALE (Address Lacth Enable)*

ALE mengunci alamat yang telah diberikan pada Ad A, B, C dengan *input* analog yang akan dikonversi.

7. *Start*

Untuk memberitahu agar ADC mulai mengkonversi tegangan *input* analog yang telah dipilih dengan memberikan kombinasi pada 3 bit alamat dan menguncinya dengan ALE. Pin ini aktif tinggi.

8. *EOC (End Of Conversion)*

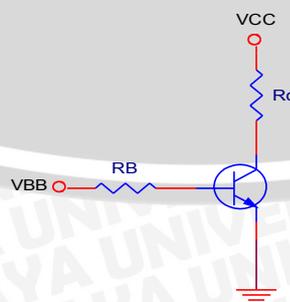
Pin ini akan memberikan sinyal aktif rendah jika ADC sedang mengkonversi tegangan analog yang diberikan. Pin ini dapat dihubungkan ke suatu port sebagai status atau ke pin *interrupt* dari *processor* sebagai tanda pemberitahuan.

9. *OE (Output Enable)*

Setelah EOC memberikan pulsa aktif rendah sejenak maka berarti data siap di *buffer* internal ADC, untuk mengambil yang masih ada buffer agar ke luar ke data bus perlu memberikan pulsa aktif tinggi pada pin OE.

2.7 Transistor sebagai Saklar

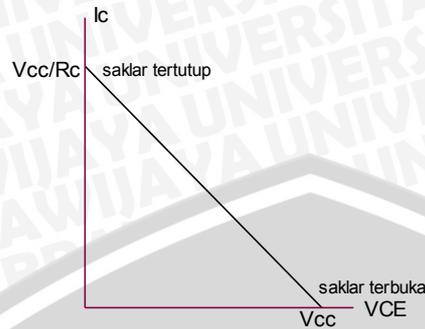
Transistor difungsikan sebagai sebuah saklar berarti mengoperasikan pada salah satu dari saturasi atau titik sumbat. Jika sebuah transistor berada dalam keadaan saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emiter. Jika transistor tersumbat (*cut off*), transistor tersebut seperti sebuah saklar yang terbuka. Gambar 2.27 menunjukkan rangkaian transistor sebagai saklar.



Gambar 2.27 Transistor sebagai Saklar

Sumber : Malvino, 1987

Garis beban DC yang menunjukkan operasi transistor dapat dilihat dalam Gambar 2.28, pada daerah saturasi dan pada daerah cut off .



Gambar 2.28 Garis Beban DC

Sumber : Malvino, 1987

2.8 Relay

Relay pada prinsipnya sama dengan sebuah saklar yang diaktifkan dengan memberikan tegangan. Rangkaian yang umum digunakan adalah rangkaian *common emitter* dengan *relay* sebagai beban seperti yang terlihat dalam Gambar 2.29.

Gambar 2.29 Rangkaian *Driver* Penggerak Pemanas dan *Fan*

Sumber : Malvino, 1987

2.9 Saklar

Saklar yang dioperasikan secara manual adalah saklar yang dikontrol dengan tangan. Saklar tombol tekan adalah bentuk paling umum dari pengendali manual yang ditemui di industri. Pada kenyataannya di dalam industri, saklar tekan/*push button* (PB) adalah bagian dari piranti listrik yang terdiri atas tombol yang harus ditekan terlebih dahulu untuk dapat mempengaruhi suatu operasi.

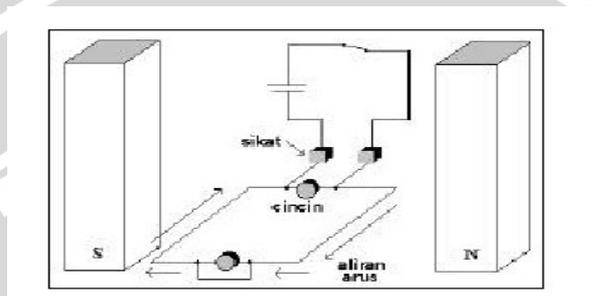
Saklar tombol tekan terdiri dari dua keadaan, *normally open* (NO) dan *normally closed* (NC). Saklar tombol tekan NO akan menyambung rangkaian atau menghubungkan rangkaian ketika tombol ditekan, sedangkan saklar tombol tekan NC akan memutus rangkaian atau membuka rangkaian ketika tombol ditekan.

2.10 Motor Arus Searah (DC)

Motor DC pada dasarnya sama dengan motor AC, kecuali bahwa motor DC mempunyai suatu komutator yang berfungsi mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah.

Gambar 2.30 memperlihatkan gambar dasar motor DC. Motor ini menggunakan sikat dan cincin belah (komutator). Saat siklus pertama, arus mengalir dari kutub positif ke negatif. Aliran arus yang melewati bagian kabel yang berada didekat kutub N magnet

akan menimbulkan gaya *Lorentz* ke bawah. Sementara itu aliran arus yang melewati kabel yang berada di dekat kutub S magnet akan menyebabkan gaya *Lorentz* ke atas. Kedua perpaduan gaya *Lorentz* tersebut akan menyebabkan kawat berputar. Pada siklus berikutnya terjadi hal yang serupa seperti pada siklus sebelumnya. Apabila arus terus-menerus dialirkan, maka kawat akan berputar secara terus menerus pula. Pada aplikasi sesungguhnya, kawat adalah sebuah rotor yang akan dikopel dengan sebuah as dan akan memutar as tersebut terus menerus seiring perputaran motor.



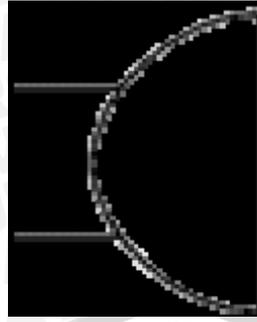
Gambar 2.30 Bagan Motor DC,
Sumber: Heru Nurwasito, 2000:159

2.11 Buzzer

Buzzer merupakan suatu komponen yang dapat menghasilkan suara yang mana apabila diberi tegangan pada *input* komponen, maka akan bekerja sesuai dengan karakteristik dari alarm yang digunakan. Dalam pembuatan proyek skripsi ini, penulis menggunakan “Buzzer” sebagai informasi suara. Hal ini dikarenakan karakteristik dari komponen yang mudah untuk diaplikasikan dan suara yang dihasilkan relatif kuat.

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronik yang dapat mengkonversikan energi listrik menjadi suara yang di dalamnya terkandung sebuah osilator internal untuk menghasilkan suara dan pada *buzzer* osilator yang digunakan biasanya diset pada frekuensi kerja sebesar 400 Hz.

Dalam penggunaannya dalam rangkaian, buzzer dapat digunakan pada tegangan sebesar antara 6V sampai 12V dan dengan tipikal arus sebesar 25 mA. Pada gambar 2.31 dapat dilihat simbol dari komponen *buzzer*.



Gambar 2.31 Simbol Buzzer

Sumber: www.fbelebuzzer.com

2.12 DC *Brushless Fan*

DC *brushless fan* biasanya tersedia pada tiga tegangan normal: 12 V, 24V, dan 48 V. Jika sistem telah diatur pada salah satu tegangan tersebut, maka DC *brushless fan* dapat dipilih dan akan memberikan kinerja tepat yang dibutuhkan, terlepas dari variabel *input* AC. Karena kecepatan dan aliran udara dari kipas DC adalah proporsional terhadap tegangan masukan, DC *brushless fan* rata – rata memiliki putaran yang cepat namun memiliki torsi yang sangat kecil sehingga ketika terjadi gaya yang tidak terlalu besar dan berlawanan arah terhadap arah putaran *fan* akan dengan mudah menghentikan gerak dari baling – baling *fan*.

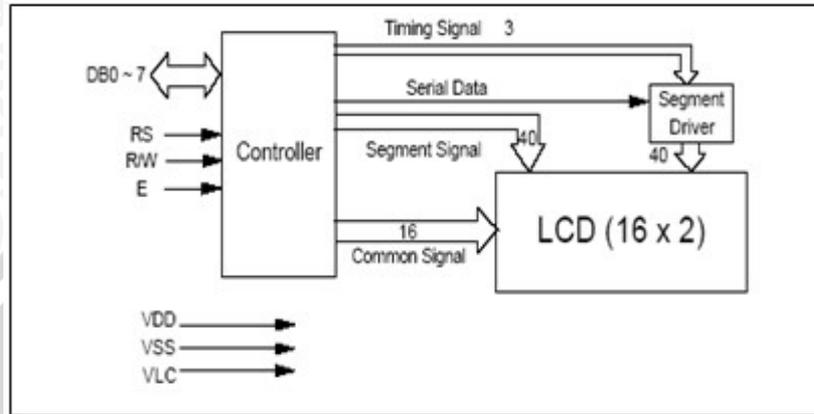
Rentang tegangan yang dapat digunakan pada DC *brushless fan* untuk memastikan kinerja yang baik tergantung pada desain catu tegangan masukan *fan*, rentang tersebut diantara tegangan 10-14V untuk catu 12V, serta rentang tegangan 12-56 V untuk catu 48V.

2.13 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD yang disini digunakan untuk menampilkan perintah-perintah dalam tahapan pengisian bahan bakar secara mandiri. LCD yang akan digunakan bertipe M1632 produksi SEIKO instrument inc. corporation. Spesifikasi dari LCD ini adalah sebagai berikut:

- Menampilkan 16 karakter pada tiap baris TN LCD dengan 5 x 7 dot matrik
- Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter
- Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter
- 80 x 8 bit data RAM
- Tegangan catu 5 volt dan temperatur operasi 0 – 50°C
- Otomatis reset pada saat dihidupkan

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul LCD ini berupa bus data yang masih termultiplex dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol, yaitu RS, R/W dan E. Sementara pengendali dot matrix LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD. Gambar 2.32 adalah diagram blok dari LCD M1632.



Gambar 2.32 Diagram Blok LCD M1632

Sumber : Anonymous, 2001



Fungsi pin dari LCD M1632 ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Pin-pin pada LCD M1632

No Pin	Nama Pin	Fungsi
16	V – BL	Sebagai <i>ground</i> dari <i>backlight</i>
15	V + BL	Sebagai kutub positif dari <i>backlight</i>
7 – 14	DB0– DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = tulis 1 = baca
4	RS	Sinyal pemilih register 0 = register instruksi (tulis) 1 = register data (tulis dan baca)
3	Vlc	Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah Vlc
2	Vcc	Tegangan catu + 5 volt
1	Vss	Terminal <i>Ground</i>