

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Dengan adanya perkembangan teknologi yang semakin maju, motor tidak lepas dari kehidupan manusia terutama dalam bidang industri dan otomotif. Motor dapat mempermudah aktivitas manusia dalam menggerakkan atau menjalankan segala sesuatu, akan tetapi hal tersebut dibutuhkan suatu teknik pengontrolan yang tepat untuk mengendalikan kecepatan Motor DC. Salah satu metode yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan Motor DC adalah dengan metode PWM yaitu dengan mengatur lebar pulsa.

Didasari dari penelitian sebelumnya dengan judul pengaturan kecepatan Motor DC menggunakan sistem kendali berbasis mikrokontroler 89C51 dengan metode PWM oleh Inzar Anas Unit Pelaksana Teknis dan Bidang Keteknikan (UPT-BK) Pusat Pengembangan Teknologi Keselamatan Nuklir (P2TKN)-BATAN. Pada penelitian ini penulis ingin membuktikan bahwa PLC mampu mengendalikan kecepatan Motor DC dengan metode yang sama dari penelitian sebelumnya. Prinsip metode ini menggunakan konsep *switch* ON/OFF yang mengatur lama waktu pemberian tegangan konstan pada Motor DC dalam periode yang tetap. Kecepatan putar diatur dengan menentukan perbandingan lebar pulsa tinggi dan pulsa rendah dalam frekuensi yang tetap. Dalam penelitian ini akan

dicari hubungan antara PWM dan rpm (*rotation per minute*) guna membantu pembuatan program kendali Motor DC. Dari percobaan didapatkan hasil, bahwa nilai putaran berbanding lurus dengan nilai PWM yang diberikan.

2.2. Motor DC

Keberadaan Motor DC telah membawa perubahan besar sejak dikenalkan motor induksi, atau terkadang disebut Ac Shunt Motor. Motor DC telah memunculkan kembali *Silicon Controller Rectifier* yang digunakan untuk memfasilitasi kontrol kecepatan pada motor.

Mesin listrik dapat berfungsi sebagai motor listrik apabila didalam motor listrik tersebut terjadi proses konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik. Sedangkan untuk Motor DC itu sendiri memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

Pada Motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang bebalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet, dihasilkan tegangan (GGL) seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 2.1 Gelombang Arus Searah

2.2.1 Prinsip Kerja

Daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi dan daerah tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2 :



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Motor DC

Dengan mengacu pada hukum kekekalan energi :

Proses energi listrik = energi mekanik + energi panas + energi didalam medan magnet

Maka dalam medan magnet akan dihasilkan kumparan medan dengan kerapatan fluks sebesar B dengan arus adalah I serta panjang konduktor sama dengan L maka diperoleh gaya sebesar F , dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = B I L \quad (2.1)$$

dimana F = Gaya pada konduktor dalam newton (N)

B = Kerapatan fluks medan utama dalam tesla (Wb/m^2)

l = panjang konduktor pada medan magnet dalam meter (m)

I = Arus mengalir pada konduktor dalam ampere (A)

Arah dari gaya ini ditentukan oleh aturan kaidah tangan kiri, adapun kaidah tangan kiri tersebut adalah sebagai berikut :Ibu jari sebagai arah gaya (F), telunjuk jari sebagai fluks (B), dan jari tengah sebagai arus (I). Bila motor dc mempunyai jari-jari dengan panjang sebesar (r), maka hubungan persamaan dapat diperoleh :

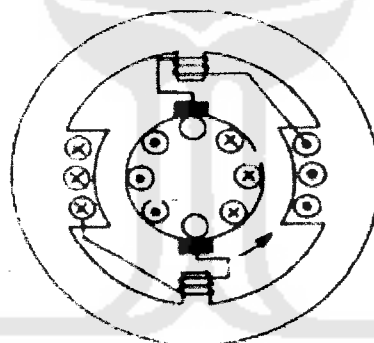
$$Fr = B I L r \quad (2.2)$$

Saat gaya (F) tersebut dibandingkan, konduktor akan bergerak didalam kumparan medan magnet dan menimbulkan gaya gerak listrik yang merupakan reaksi lawan terhadap tegangan sumber. Agar proses perubahan energi mekanik tersebut dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar dari pada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

2.2.2 Konstuksi Motor DC

Bagian-bagian yang penting dari motor dc dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pembagian dari fluks yang terdapat pada daerah celah udara yang dihasilkan oleh lilitan medan secara simetris yang berada disekitar daerah tengah kutub kumparan medan.

Kumparan penguat dihubungkan secara seri, letak kumparan jangkar berada pada slot besi yang berada disebelah luar permukaan jangkar. Pada jangkar terdapat komutator yang berbentuk silinder dan isolasi sisi kumparan yang dihubungkan dengan komutator pada beberapa bagian yang berbeda sesuai dengan jenis belitan.

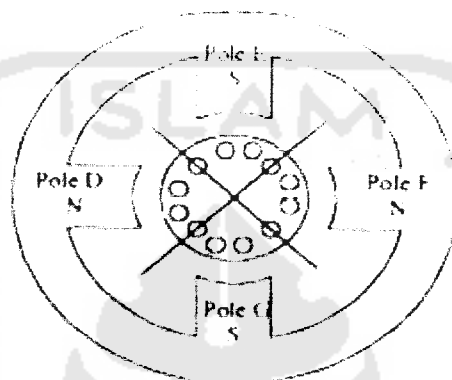


Gambar 2.3 Konstuksi Motor DC

2.2.3 Torsi Motor DC

Torsi motor didefinisikan sebagai aksi dari suatu gaya pada motor yang dapat mempengaruhi beban untuk ikut bergerak. Ketika sumber tegangan dihubungkan pada brush (sikat) motor, maka arus yang mengalir masuk ke kutub positif brush, melalui komutator dan kumparan armatur, serta keluar melalui daerah kutub negatif dari brush.

Pada saat yang bersamaan, arus juga mengalir melalui kumparan medan magnet. Penerapan kaidah tangan kanan pada konduktor armatur yang berada dibawah kutub utara (D) memperlihatkan kumparan medan magnet yang memperkuat gaya keatas agar dapat mendorong konduktor.



Gambar 2.4 Arah Arus Armatur untuk Putaran Searah Jarum Jam

Ketika kumparan medan magnet berada dibawah posisi kutub selatan E, gaya akan memotong kearah kanan, kemudian menekan kebawah, sedangkan kutub utara F dan selanjutnya akan bergerak mendorong kearah kiri dibawah kutub selatan G, sehingga terbentuk suatu arah gaya yang dapat mengakibatkan konduktor armatur yang bergerak searah dengan arah jarum jam seperti pada Gambar 2.4.

Dalam kondisi armatur yang berputar, dimana konduktor bergerak dibawah kutub menuju ke kondisi *neutralplane*, kondisi arus menjadi *reverse* karena komutator. Dari proses tersebut diperoleh suatu kenyataan yang sama, bila arus yang mengalir melalui kumparan armatur dalam kondisi *reverse* dengan proses membalik posisi armatur. Namun arahnya akan meninggalkan polaritas

medan yang bersangkutan, maka torsi yang dibangkitkan akan bergerak kearah yang berlawanan dengan arah jarum jam. Sedangkan torsi yang dibangkitkan pada motor dc merupakan gabungan aksi dari fluks medan (Φ), arus armatur (I_a) yang menghasilkan medan magnet didaerah sekitar konduktor. Oleh karena itu diperoleh persamaan torsi (T) sebagai berikut :

$$T = k \Phi I_a \quad (2.3)$$

Dimana T = Torsi jangkar dalam newton meter (Nm)

Φ = Fluks tiap kutub dalam weber (Wb)

I_a = Arus jangkar total dalam ampere (A)

2.3 *Programmable Logic Controller (PLC)*

PLC adalah peralatan elektronika yang beroperasi secara *digital*, yang menggunakan *programmable* memori untuk menyimpan internal bagi intruksi-intruksi fungsi spesifik seperti logika, sekuensial, timing, counting dan aritmatika untuk mengendalikan secara digital atau analog input atau output sebagai tipe mesin. PLC adalah kependekan dari *Programmable Logic Controller* yang merupakan hasil dari tuntutan kebutuhan akan kontroller yang murah, yang dapat digunakan untuk segala kondisi dan mudah dalam pengoperasiannya. PLC ini merupakan sistem kontrol yang berdasarkan CPU yang menggunakan perangkat keras dan memori untuk mengendalikan proses. Kontrol jenis ini didesain untuk menggantikan hardware relay dan timer logic. PLC menyediakan kemudahan pengendalian berdasarkan pemrograman dan pelaksanaan instruksi

logic yang sederhana. PLC mempunyai fungsi internal seperti timer, counter dan shift register sehingga kontrol yang rumit dapat diwujudkan dengan sesederhana mungkin.

PLC (*Programmable Logic Controller*) memiliki input device yang disebut sensor, output device serta controller. Peralatan yang dihubungkan pada PLC (*Programmable Logic Controller*) yang berfungsi mengirim sebuah sinyal ke PLC (*Programmable Logic Controller*) disebut input device. Sinyal input masuk pada PLC (*Programmable Logic Controller*) disebut input poin. Input poin ini ditempatkan dalam lokasi memori sesuai dengan statusnya on atau off. Lokasi memori ini disebut lokasi bit. CPU dalam suatu siklus proses yang normal memantau keadaan dari input poin dan menjalankan on dan off sesuai dengan input bitnya. Demikian juga dengan output bit dalam memori dimana output poin pada unit ditempatkan, mengirimkan sinyal output ke output device. *Output* bit akan on untuk mengirimkan sebuah sinyal ke peralatan output melalui output poin. CPU secara periodik menjalankan *output* poin on atau off sesuai dengan status dari output bit.

Sistem kontrol adalah PLC (*Programmable Logic Controller*) dan seluruh peralatan *I/O device* yang digunakan untuk mengontrol sistem eksternal. Sebuah sensor yang mengirim informasi adalah input device yang merupakan bagian dari sistem kontrol. PLC beroperasi dengan menguji sinyal input dari proses dan membawa instruksi logic yang telah diprogram dalam memory tersebut agar menghasilkan sinyal output untuk mengendalikan proses. *Interface* standart pada PLC memungkinkan kontrol ini berhubungan dengan actuator proses dan

transduser tanpa langsung menggunakan peralatan circuit. Dengan menggunakan PLC, instalasi dan pengoperasiannya lebih mudah apabila dibandingkan dengan sistem teknologi perangkat keras, namun PLC mempunyai fungsi khusus yang disesuaikan dengan kontrol pada industri. Fungsi khusus itu antara lain :

1. Mudah diprogram dan dapat diprogram ulang pada peralatan
2. Menggunakan bahasa pemrograman yang mudah dipahami
3. Level sinyal dan hubungan input output standar
4. Tahan terhadap getaran dan nois

Karena kemudahan - kemudahan tersebut kontrol ini sangat diperlukan dalam berbagai jenis peralatan dan proses kontrol industri. Setelah munculnya penambahan dalam kemampuan dan kualitas dari PLC yang makin pesat dan mengikuti perkembangan teknologi, membuat PLC kian diminati. Perintah - perintah praktis dan singkat untuk counter, timer, shift register dan fungsi matematik komplek pada

kontroller tipe besar. Perkembangan komponen elektronika juga berdampak pada kemampuan kapasitas memori yang lebih besar dan jumlah input dan output yang lebih besar pula. Keuntungan dari penggunaan PLC dalam otomatisasi antara lain :

1. Kemampuan bekerja pada lingkungan yang keras.

Beroperasi normal dalam beberapa kondisi suhu, kelembaban, fluktuasi tegangan dan noise.

2. Keandalan yang tinggi

PLC (*Programmable Logic Controller*) mempunyai keandalan dibandingkan dengan sistem konvensional.

3. Sesuai untuk kontrol mesin pada sistem otomatisasi pabrik

4. Standarisasi pada kontrol hardware

5. Pembiayaan rendah

Rangkaian kontrol dan logika yang rumit diterapkan dalam bentuk program tertulis dari pada *hardware* berkabel. Hal ini merupakan pendapatan bagi perusahaan, sebab dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama dan aplikasi yang luas.

6. Perawatan yang mudah

Indikator input dan output memungkinkan *troubleshooting* sistem lebih cepat dan mudah.

7. Waktu penerapan yang lebih singkat

8. Perubahan yang mudah tanpa biaya tambahan

9. Biaya proyek dapat dikalkulasi secara akurat

10. Ukuran yang lebih kecil dan konsumsi daya yang lebih rendah.

Sebagian besar komponen mengandung IC yang memiliki kemampuan yang tinggi yang dikemas dalam bentuk yang kecil dan ringan.

11. Fleksibilitas dicapai dari *software*

Perubahan atau penambahan pada spesifikasi diproses *software*, sehingga mempermudah perubahan/penambahan tanpa merubah hardware.

12. Dapat diterapkan tidak hanya pada kontrol sekuensial dan pengolahan paralel

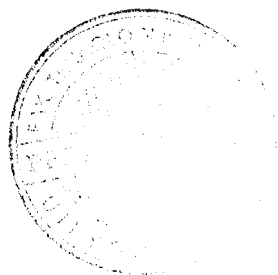
tetapi untuk segala bidang kebutuhan kontrol dari mesin tunggal sampai sistem otomatisasi pabrik

2.3.1. Prinsip kerja PLC

Untuk dapat menggunakan PLC, cukup dengan menghubungkan sensor pada bagian input device PLC dan alat – alat yang dikontrol pada bagian *output device* PLC. Kemudian program yang ada dalam PLC akan memproses data dari masukan input device PLC dan outputnya akan bekerja sesuai dengan program yang dibuat dan tersimpan di dalam memory PLC.

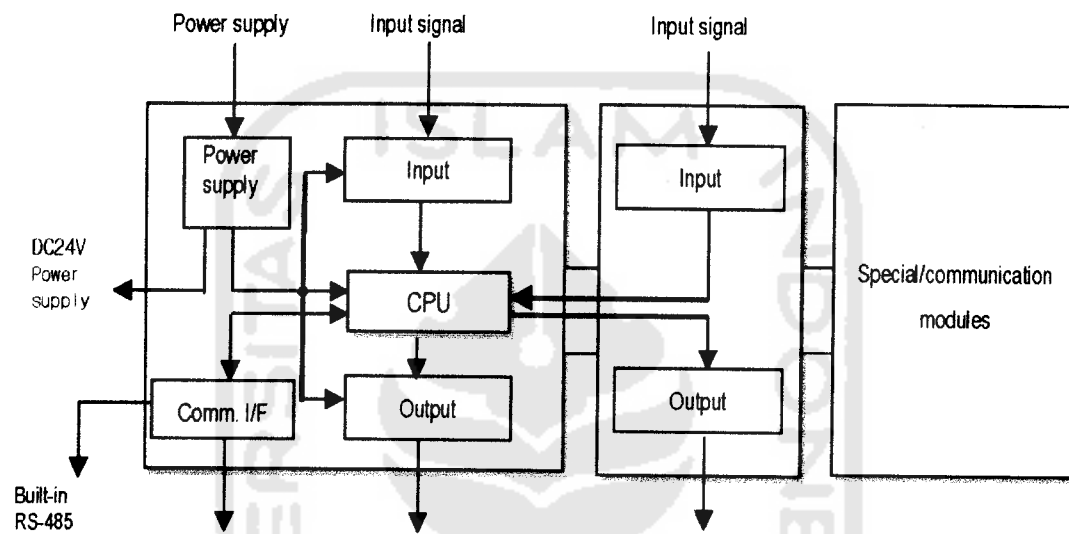
Peralatan input dapat berupa sensor photo-elektrik, saklar tekan (*push button*) dari panel kontrol, *limit switch* atau peralatan lainnya dimana dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat diterima PLC. Peralatan output dapat berupa switch yang menggerakkan lampu indikator, relay yang menyalakan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal output dari PLC.

Selain itu, PLC juga menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang melaksanakan fungsi-fungsi khusus seperti: logika, pewaktuan, sekuensial dan aritmetika yang dapat mengendalikan suatu mesin atau proses melalui modul – modul I/O baik analog maupun digital.



2.3.2 Bagian – bagian PLC (*Programmable Logic Control*)

Pada umumnya PLC terdiri dari 4 bagian yaitu unit pemroses pusat (*central processing unit/CPU*), *input/ouput (I/O)*, piranti pemrograman, power supply.



Gambar 2.5 Bagian-bagian PLC

2.3.2.1 CPU (*Central Processing Unit*)

Unit pemroses pusat (CPU) merupakan system yang didasarkan prosesor mikro yang mengganti relai pengendali, pencacah,timer dan pembuat urutan. Pemroses muncul hanya satu kali pada PLC, ini dapat satu –bit atau pemroses kata. Pemroses satu –bit baik untuk menangani operasi logika. PLC dengan pengolah kata digunakan apabila pemrosesan teks dan data numerik, penghitungan, gauging (pengukuran),pengontrolan, dan perekaman, juga sinyal pemrosesan sederhana dalam kode bine diperlukan. Prinsip kerja dari CPU adalah sebagai berikut:

1. CPU menerima (membaca) data input dari berbagai alat yang merasakan (sensing), mengeksekusi program pemakai yang disimpan dari memori, dan mengirimkan perintah output yang tepat untuk mengendalikan peranti.
2. Sumber daya arus searah (dc) diperlukan untuk menghasilkan tegangan level rendah yang digunakan oleh pemroses (*processor*) dan modul I/O. Suplai daya ini dapat di tempatkan pada unit CPU atau mungkin sebagai unit yang ditempatkan secara terpisah tergantung pada pembuat system PLC.
3. Sebagian besar CPU berisi baterai cadangan yang menjaga program operasi ada dalam penyimpanan, pada kejadian gagalnya daya yang di tempatkan.

2.3.2.2 Memory

Berfungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi-lokasi dimana hasil – hasil perhitungan dapat disimpan di dalamnya. Memori PLC terdiri dari dua virtual memori, yaitu:

1. ***Executive memory***. Memory ini tersusun dari sekumpulan program-program permanent yang dianggap sebagai bagian dari PLC. Program permanent ini mengarahkan atau menjalankan aktifitas seluruh sistem, seperti eksekusi program komunikasi peralatan dan lain – lain. Dengan kata lain *executive memory* adalah bagian memory yang dapat menyimpan instruksi – instruksi software, seperti instruksi internal *relay*. Daerah memory ini tidak dapat diakses oleh pemakai.
2. ***Application memory***. Sistem ini berguna untuk menyimpan dan tempat menampung instruksi – instruksi program yang diinput oleh pemakai. Memory

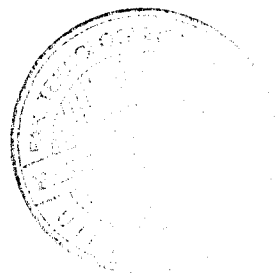
ini terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi dan penggunaan yang khusus.

2.3.2.3 Input/Output.

Setiap input/output memiliki alamat dan nomor urutan khusus yang digunakan selama membuat program untuk memonitor satu persatu aktivitas input dan output didalam program. Input/output adalah struktur masukan dan keluaran yang terdapat dalam PLC dan menyebabkan PLC tersebut dapat bekerja atau menjalankan instruksi programnya. Sebagaimana fungsinya PLC sebagai pengontrol suatu proses operasi mesin, maka struktur input/output merupakan perantara atau bagian yang menghubungkan antara bagian kontrol seperti saklar, motor starter, katup – katup dan sebagainya dengan CPU.

2.3.2.4 Power Supply

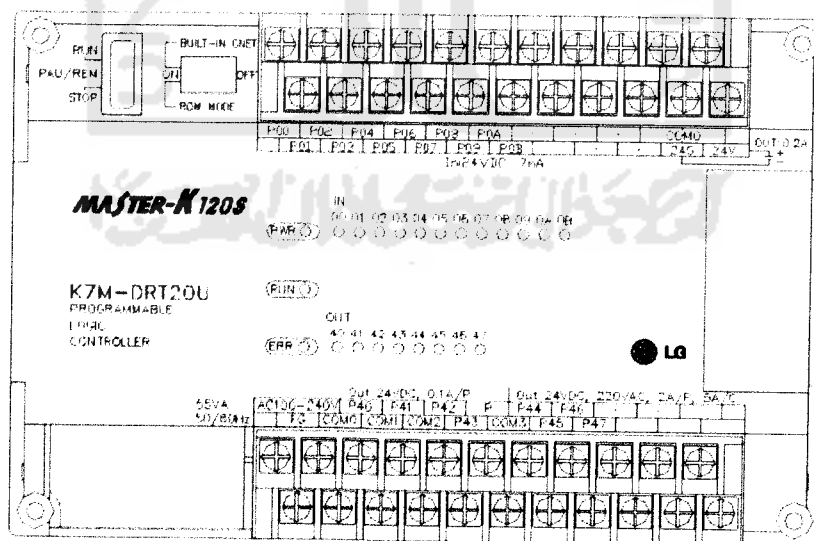
PLC tidak akan beroperasi apabila tidak ada supply daya listrik. Power Supply merubah tegangan input menjadi tegangan listrik yang dibutuhkan oleh PLC. Dengan kata lain, sebuah supply daya listrik mengkonversikan supply daya ke daya yang dibutuhkan CPU atau modul input/output. Supply daya tersebut dapat berupa sumber AC 120 volt atau 240 volt dan dapat juga ditentukan sumber arus DC 5 volt sampai dengan 30 volt. Untuk menghidupkan PLC, pemakai tinggal menyambungkan bagian input energi dengan tegangan dan arus listrik yang sesuai. Power supply yang baik idealnya dirancang untuk mengamankan terjadinya fluktuasi kondisi daya.



2.3.3 PLC MASTER-K 120S

PLC MASTER-K120S merupakan *Compact Sized PLC* dari keluarga seri MASTER-K. PLC ini memiliki fasilitas yang sangat banyak. Beberapa diantaranya adalah proses program dengan kecepatan tinggi, tanpa baterai untuk penyimpanan data, menggunakan RS232 untuk komunikasi dengan komputer dan RS485 untuk komunikasi antar PLC, fungsi kendali PID, Timer, Counter, dan lain-lain. Beberapa keistimewaan dari PLC seri Master-K adalah sebagai berikut :

1. Bermacam-macam device programming untuk kemudahan pemrograman.
2. Tersedia fasilitas editing pada mode RUN.
3. Mendukung berbagai *open network* dengan protokol komunikasi berstandar internasional.
4. Mempunyai kecepatan prosesing yang tinggi dengan prosesor aritmetik yang tersedia.



Gambar 2.6. PLC MASTER K120S

PLC MASTER K-120S memiliki 128 buah timer dan 128 buah counter dengan berbagai mode yang bermacam-macam. MASTER K-120S memiliki 12 input dan 8 output dengan 4 buah output transistor dan 4 buah output relay. Tegangan untuk masukan sebesar 24 Volt dan keluaran merupakan transistor dan relay yang dapat digunakan untuk berbagai macam pensaklaran, baik DC ataupun AC dengan arus beban Maksimal sebesar 2 A. Sumber daya dari PLC itu sendiri adalah tegangan AC 220 Volt.

2.3.4 Instruksi Pemrograman

2.3.4.1 Instruksi Dasar

Instruksi dasar merupakan instruksi yang digunakan untuk membuat rangkaian *logic* diagram tangga.

a. LOAD, LOAD NOT, OUT



❖ Fungsi LOAD :

- Start sebagai sebuah kontak NO.
- Menggambarkan data ON/OFF dari *device* tertentu dan data tersebut digunakan sebagai hasil dari operasi.

❖ Fungsi LOAD NOT :

- Start sebagai sebuah kontak NC.

- Menggambarkan data ON/OFF dari *device* tertentu dan data tersebut digunakan sebagai hasil dari operasi.

❖ Fungsi OUT :

- Output dari hasil operasi pada *device* tertentu.
- Beberapa instruksi OUT dapat digunakan secara paralel dengan satu hasil operasi.

Contoh Program :

Jika kondisi input (P0000) On, maka P040 dan P041 akan ON dan P042 akan OFF.

Program :

```

0      P0000
      load
      P0040
      output
      P0041
      output
      P0042
      output
3      P0000
      /
      load
5
      END

```

b. AND, AND NOT

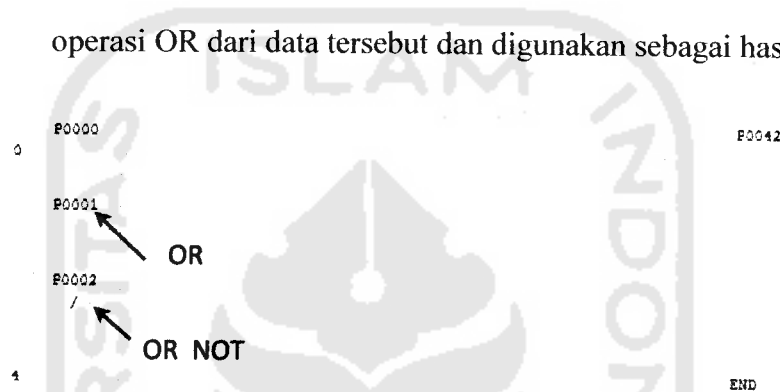
❖ Fungsi AND :

- Sambungan seri kontak NO.
- Membaca data ON/OFF dari *device* tertentu, melaksanakan operasi AND dari data tersebut dan digunakan sebagai hasil operasi.

- Menggambarkan data ON/OFF dari *device* tertentu, melaksanakan operasi OR dari data tersebut dan digunakan sebagai hasil operasi.

❖ Fungsi OR NOT :

- Sambungan paralel kontak NC.
- Menggambarkan data ON/OFF dari *device* tertentu, melaksanakan operasi OR dari data tersebut dan digunakan sebagai hasil operasi.



Contoh Program :

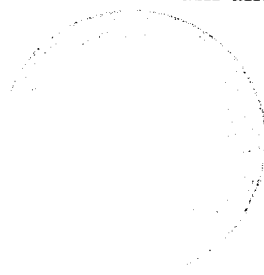
Coil P42 akan ON jika salah satu kontak P00 atau P01 ON.

Program :



d. Internal relay

Didalam sebuah diagram *ladder*, sebuah output relay internal dipresentasikan dengan menggunakan simbol umum untuk perangkat output,



yaitu (\neg) dengan alamat yang mengindikasikan bahwa elemen yang bersangkutan adalah sebuah relay internal dan bukannya relay eksternal. Dalam PLC LG Master-K120 kita menjumpai alamat M00 dimana awalan M mengindikasikan bahwa elemen yang bersangkutan adalah sebuah relay internal dengan alamat M0000~M191F. Berikut contoh program pemanfaatan internal relay.

```

0      P0000      P0001      M0000
      ON          /OFF
      M0000

4      M0000      P0003      P0040
      start
      P0040
      output
      sistem

9
      END

```

Program diatas adalah pemanfaatan internal relay dalam keamanan suatu sistem. Untuk mengaktifkan suatu sistem diatas harus mengaktifkan input P00 (tombol ON) untuk mengaktifkan Relay internal yang mengakibatkan kontak internal relay (M00) aktif. Dengan aktifnya kontak relay internal (M00), maka output sistem akan aktif pada saat input P03 (tombol Start) aktif. Lain halnya ketika kita tidak mengaktifkan tombol On melainkan langsung mengaktifkan tombol Start maka yang terjadi adalah output sistem tidak akan aktif. Hal ini berguna di dalam suatu sistem di dalam sebuah pabrik, ketika kita ingin menjalankan suatu sistem control, kita harus mengaktifkan suatu sistem utamanya. Sehingga pada saat terjadi

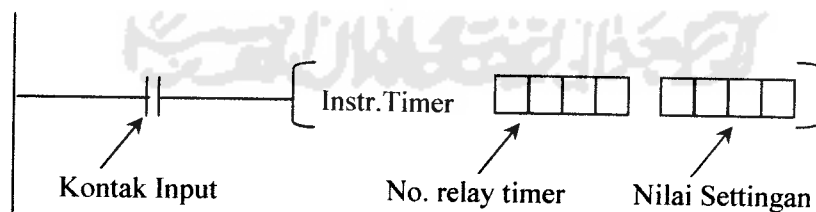
gangguan pada alat control tersebut dan tidak bisa dinonaktifkan maka kita bisa menonaktifkan alat tersebut dengan menonaktifkan sistem utamanya.

e. Instruksi Timer

Didalam banyak aplikasi control, pengontrolan waktu adalah sesuatu yang sangat di butuhkan. Sebagai contoh, sebuah motor atau pompa mungkin harus dikontrol untuk beroperasi selama interval waktu tertentu atau mungkin diaktifkan setelah berlalunya suatu periode waktu tertentu. Itulah sebabnya, PLC dilengkapi dengan timer untuk mendukung kebutuhan ini. Timer mengukur (atau menghitung) waktu dalam satuan detik atau sepersekian detik dengan menggunakan piranti clock internal CPU.

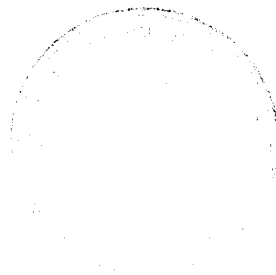
MASTER-K series mempunyai dua setingan timer, yaitu 100 msec dan 10 msec. Metode timer bervariasi tergantung dari instruksi timer seperti TON, TOFF, TMR, dan TRTG. Nilai setingan maksimum timer adalah hFFFF untuk bilangan hexadecimal atau 65535 untuk bilangan decimal

Metoda instruksi untuk timer :



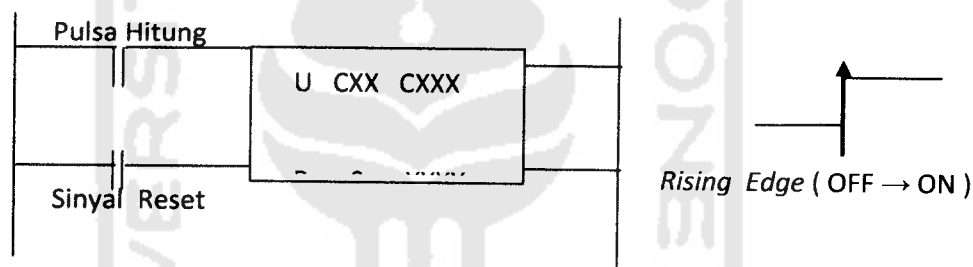
f. Instruksi counter

Sebuah counter (piranti pencacah) memungkinkan dilakukannya pencacahan (atau penghitungan) terhadap sejumlah sinyal input. Hal ini



dapat terjadi di dalam suatu situasi dimana, misalnya, dari sekian banyak barang yang bergerak diatas sebuah ban berjalan, sejumlah tertentu diantaranya harus di belokkan dan dimasukkan ke dalam sebuah kotak. Contoh-contoh situasi lainnya adalah dimana jumlah putaran sebuah batang poros atau jumlah orang yang melewati sebuah pintu harus dihitung.

Counter menghitung *rising edges* pulsa pada sinyal input dan penghitungan hanya terjadi sekali yaitu pada saat sinyal input berpindah dari OFF menjadi ON. Nilai settingan maksimum Counter adalah hFFFF (= 65535). Metoda instruksi untuk counter :



g. Instruksi *High Speed Counter*

High speed counter merupakan instruksi yang biasa digunakan untuk mencacah atau menghitung suatu pulsa dengan frekuensi sampai 100 kHz.

Metode instruksi *High Speed Counter*

Input condition

HSCST

S

SV

CV

Ket :

S : alamat input untuk membaca pulsa yang dikeluarkan oleh optocoupler

(Ch0,Ch1) atau alamat P000 dan P001

SV : nilai counter yang digunakan sebagai setingan parameter dalam pembacaan pulsa.

CV : nilai dari hasil pembacaan pulsa

h. Instruksi PWM

Pada instruksi ini digunakan untuk mengatur lebar pulsa pada sinyal PWM dengan merubah parameter off *duty cycle*. Metode instruksi PWM sebagai berikut:

Input Condition	PWM Output PWM	Channel S	Period SV1	Duty SV2
-----------------	-------------------	--------------	---------------	-------------

Ket :


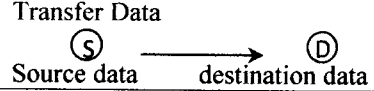
S : alamat output yang digunakan untuk mengeluarkan sinyal PWM yaitu alamat pada Ch0 dan Ch1, atau alamat P40 dan P41.

SV1: periode atau waktu untuk 1 pulsa dengan *range* antara 1-20000ms

SV2: nilai parameter besarnya off duty cycle dalam mengatur lebarnya pulsa (0-100%)

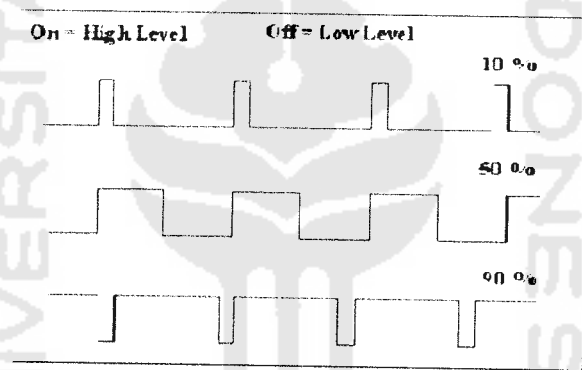
i. Instruksi transfer data

Instruksi ini digunakan ketika kita ingin mengisi suatu data pada suatu alamat data didalam suatu PLC.

Simbol Mneumonic	Simbol Ladder	Proses
MOV		Transfer Data 

2.4 Pulse Width Modulation (PWM)

Salah satu cara yang paling mudah untuk membangkitkan sebuah tegangan analog dari sebuah nilai digital adalah dengan menggunakan *pulse width modulation* (PWM). Dalam PWM gelombang kotak, frekuensi tinggi dibangkitkan sebagai output digital, dengan melibatkan proses modulasi dari *duty cycle*-nya untuk mengontrol jumlah tenaga yang dikirimkan ke suatu beban. *Duty cycle* di modulasi untuk di ubah menjadi level sinyal analog yang lebih spesifik, dengan cara mengubah – ubah lebar pulsa (*on time/off time pulse*).



Gambar 2.7 Sinyal PWM dengan *Duty Cycle* yang berbeda

Gambar di atas merupakan beberapa sinyal PWM yang berbeda *duty cycle*-nya. Gambar paling atas sinyal PWM dengan *duty cycle* 10%, artinya sinyal tersebut memiliki waktu *on* 10% dan memiliki waktu *off* 90 % dari periode sinyal. Sedangkan kedua gambar yang lain adalah sinyal PWM dengan *duty cycle* 50% dan 90 % yang berarti memiliki waktu *on* 50% dan 90% dari periode sinyal. Untuk perhitungan periode dan *duty cycle* adalah :

$$Periode (T) = \frac{1}{frekuensi} \quad (2.4)$$

$$\%Duty\ cycle = \frac{OnTime}{Periode(T) \times 100} \quad (2.5)$$

Salah satu aplikasi penggunaan PWM adalah untuk mengontrol kecepatan Motor DC. Kontrol kecepatan motor ini bekerja dengan memberikan tegangan yang bervariasi pada motor. Teknik PWM ini bekerja seperti sebuah saklar yang akan menghubungkan motor dengan *supply*. Saklar ini kemudian di *on* lalu di *off*-kan dengan kecepatan tertentu sehingga motor akan mendapatkan tegangan rata-rata dari lamanya saklar tersebut di *on* maupun di *off*-kan. Sebagai contoh jika kita ingin mengontrol sebuah motor DC yang mendapat *supply* 24V dan pada *supply* tersebut diberi sebuah saklar dengan *duty cycle* 50%, maka kita harus menyalakan dan mematikan saklar tersebut dengan waktu nyala sama dengan waktu matinya (nyala 50%, mati 50%). Dengan begitu Motor DC tersebut akan mendapatkan tegangan rata-rata dari tegangan *supply*, yaitu sebesar 12V atau jika dengan perhitungan :

$$V_{rata-rata} = \frac{50}{100} \times 24 \quad (2.6)$$

$$V_{rata-rata} = 12V$$

Mengontrol Motor DC dengan menggunakan teknik PWM dipengaruhi oleh besarnya frekuensi PWM yang digunakan. Penggunaan frekuensi PWM yang rendah dapat menyebabkan putaran motor tidak bagus (tersendat-sendat). Hal ini dikarenakan pada frekuensi rendah berarti motor akan mendapatkan pulsa lebih sedikit dibandingkan pada frekuensi tinggi, untuk memperbesar frekuensi PWM digunakan teknik pembagian yaitu dengan cara membagi periode pulsa *high* dan *low* sesuai dengan faktor pembagi yang kita inginkan, sehingga akan didapatkan

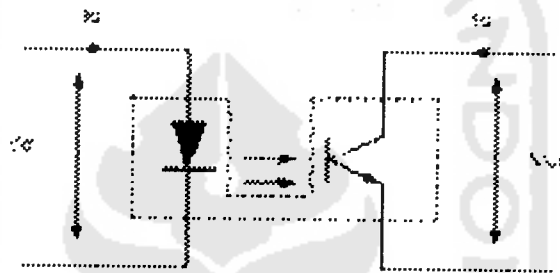
frekuensi tinggi dengan *duty cycle* tetap. Frekuensi yang telah di perbesar tersebut akan memiliki jumlah pulsa yang lebih banyak dalam 1 gelombang pulsa sumbernya.

2.5 Optocoupler

Sebuah *optocoupler* (juga disebut *optoisolator*) menggabungkan LED dan fotodioda dalam satu kemasan. Pada optocoupler terdapat LED pada sisi input dan fotodioda pada sisi outputnya. Sumber tegangan sebelah kiri dan resistor seri mengatur arus melalui LED. Kemudian cahaya dari LED mengenai fotodioda, dan akan mengatur arus balik pada rangkaian output. Arus balik ini menghasilkan tegangan jepit pada resistor output. Tegangan output kemudian sama dengan output tegangan penyedia daya dikurangi tegangan pada resistor. Saat tegangan input berubah, jumlah cahaya juga berubah-ubah. Ini berarti bahwa tegangan output berubah bersama-sama dengan tegangan input. Hal inilah yang menyebabkan kombinasi LED dan fotodioda disebut dengan optocoupler. Komponen ini dapat menghubungkan isyarat input dengan rangkaian output.

Keuntungan pokok *optocoupler* adalah terjadinya isolasi elektrik antara rangkaian input dan output. Dengan optocoupler, hanya terdapat kontak input dan output dalam bentuk pancaran sinar. Oleh karena itu, dimungkinkan untuk mengisolasi resistansi antara dua rangkaian dalam orde ribuan megaohm. Isolasi yang seperti itu berguna dalam aplikasi tegangan tinggi dimana beda potensial dua rangkaian sampai dengan ribuan volt.

Optocoupler adalah alat yang dipakai untuk mengkopel cahaya dari sumber ke detektor tanpa hubungan kelistrikan. *Optocoupler* dibentuk oleh sumber cahaya yaitu LED dan detektor foto yang berupa transistor foto. Sinyal listrik (arus) pada input menjadi sinyal optik dengan menggunakan sumber cahaya yaitu LED dan sinyal optik tersebut dapat diterima detektor untuk diubah menjadi sinyal listrik kembali.



Gambar 2.8 : *Optocoupler* Tipe Transistor Foto

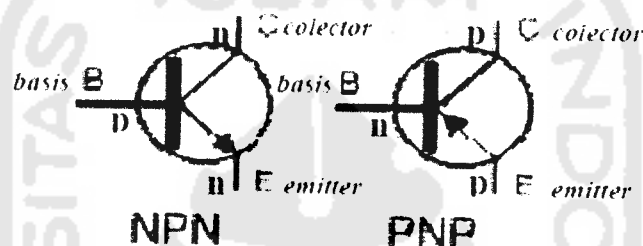
Gambar diatas merupakan *optocoupler* tipe transistor foto. Tipe ini terdiri dari satu LED dan satu transistor foto. Jika antara transistor dan LED dihalangi maka transistor akan off sehingga output dari kolektor akan berlogika high. Sebaliknya jika antara transistor dan LED tidak dihalangi maka transistor akan on sehingga output-nya akan berlogika low.

2.6 Transistor

Transistor adalah komponen semikonduktor yang memiliki tiga kaki atau tiga terminal seperti terlihat pada gambar 2.9 berikut sehingga daya dapat diperkuat. Transistor terdiri dari dua jenis menurut susunan tiga lapis sambungan

dari transistor yaitu NPN dan PNP. Simbol kedua jenis transistor tersebut hampir sama.

Perbedaannya terletak pada arah panah di ujung *emitter* (E). Arah panah ini menunjukkan arah aliran arus konvensional yang berlawanan arah dalam kedua jenis tadi tetapi selalu dari bahan jenis p ke jenis n dalam rangkaian *emitter* dasar.



Gambar 2.9 Simbol Transistor NPN dan PNP

2.6.1 Transistor NPN

Kolektor dan *emitter* merupakan bahan n dan lapisan diantara mereka adalah jenis p. Pada mulanya diperkirakan bahwa transistor seharusnya bekerja dalam satu arah, ialah dengan saling menghubungkan ujung-ujung kolektor dan *emitter* karena mereka terbuat dari jenis bahan yang sama. Namun hal ini tidaklah mungkin karena mereka tidak berukuran sama.

Kolektor berukuran lebih besar dan kebanyakan dihubungkan secara langsung ke kotaknya untuk penyerapan panas. Ketika transistor digunakan hampir semua panas yang terbentuk pada sambungan basis-kolektor yang harus mampu menghilangkan panas ini.

Sambungan basis-*emitter* hanya mampu menahan tegangan yang rendah. Pada umumnya transistor dianggap sebagai suatu alat yang beroperasi karena adanya arus. Jika arus mengalir ke dalam basis dan melewati sambungan basis-*emitter*, suatu suplai positif pada kolektor akan menyebabkan arus mengalir diantara kolektor dan *emitter*.

Perlu diketahui bahwa arus pada ujung basis disebut arus basis (I_b) dan arus pada ujung kolektor disebut arus kolektor (I_c). Jumlah arus basis I_b menentukan jumlah arus kolektor I_c . Untuk arus basis I_b nol, arus kolektor I_c akan turun sampai pada tingkat arus kebocoran. Dengan kata lain, jika tidak ada arus basis I_b maka tidak ada arus kolektor I_c (*normally OFF*). Dan sedikit kenaikan pada arus basis I_b mengakibatkan kenaikan yang besar pada arus kolektor I_c , jadi arus basis I_b bertindak mengontrol jumlah arus kolektor I_c . Untuk arus basis I_b tertentu, arus kolektor I_c yang mengalir akan jauh lebih besar dari arus basis I_b itu.

Dan pencapaian arus ini disebut h_{FE} , dengan mengikuti persamaan 2.7 berikut :

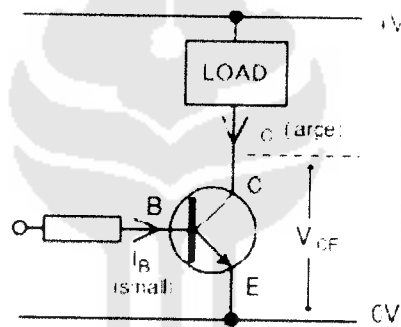
$$h_{FE} = \frac{I_c}{I_b} = \frac{\text{perubahan arus kolektor}}{\text{perubahan arus basis}} \quad (2.7)$$

2.6.2 Transistor Sebagai Saklar

Secara umum fungsi transistor dapat sebagai penguat atau *amplifier* dari sinyal listrik, tahanan variabel atau sebagai saklar. Banyak sistem elektronis yang sangat tergantung pada kemampuan transistor untuk bertindak sebagai saklar.

Transistor yang digunakan sebagai saklar mempunyai keuntungan yaitu tidak mempunyai bagian yang berputar, dapat beroperasi *ON* dan *OFF* pada kecepatan yang sangat tinggi dan hanya memerlukan tegangan serta arus yang sangat rendah untuk memicu aksi perhubungan.

Ketika transistor digunakan sebagai saklar, maka dibutuhkan kemampuan transistor untuk menyebabkan keadaan sebagai kondisi *OFF* atau *ON* secara penuh. Fungsi sebagai saklar pada transistor dapat diterangkan melalui gambar 2.10 berikut



Gambar 2.10 Rangkaian Transistor sebagai Saklar

Kondisi *ON* pada rangkaian tersebut berarti tegangan *VCE* yang melewati transistor hampir nol. Dapat juga dikatakan bahwa transistor disaturasi karena transistor tidak dapat memberikan arus pada kolektor. *LOAD* yang terhubung pada transistor seperti pada gambar 2.10 tersebut adalah komponen *output* dari fungsi saklar pada transistor.