

DASAR PLC

2.1 PENGENALAN PLC

Programmable Logic Controller (PLC) pada dasarnya adalah sebuah computer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variable secara kontinu seperti pada system-sistem servo, atau hanya melibatkan control dua keadaan (on/off) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, system konveyor dan lain sebagainya.

Walaupun istilah PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat deprogram, tetapi pada kenyataannya, PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC dewasa ini dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relative kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi dan lain sebagainya (sehingga dengan alasan ini dalam beberapa buku manual istilah PLC sering hanya ditulis sebagai PC-Programmable controller saja)

2.1.1 Sejarah dan Perkembangan PLC

Secara historis, PLC pertama kali dirancang oleh perusahaan General Motor (GM) sekitar tahun 1968 untuk menggantikan *control relay* pada proses sekuensial yang dirasakan tidak fleksibel dan berbiaya tinggi. Pada saat itu, hasil rancangan telah benar-benar berbasis komponen *solid state* dan memiliki fleksibilitas tinggi, hanya secara fungsional masih terbatas pada fungsi-fungsi kontrol relai saja.

Seiring perkembangan teknologi solid state, saat ini PLC telah mengalami perkembangan luar biasa, baik dari ukuran, kepadatan komponen serta dari segi fungsionalnya. Beberapa peningkatan perangkat keras dan perangkat lunak ini di antaranya adalah:

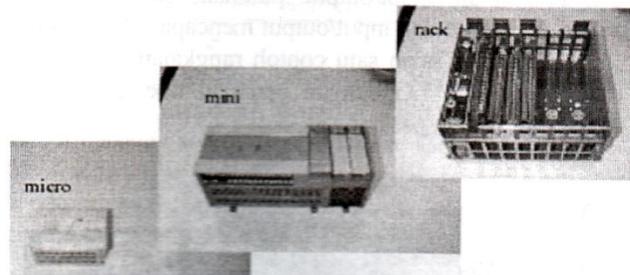
- Ukuran semakin kecil dan kompak.
- Jumlah input output yang semakin banyak dan padat
- Waktu eksekusi program yang semakin cepat.
- Pemrograman relatif semakin mudah. Hal ini terkait dengan perangkat lunak pemrograman yang semakin *user friendly*
- Memiliki kemampuan komunikasi dan sistem dokumentasi yang semakin baik.
- Jenis instruksi/fungsi semakin banyak dan lengkap
- beberapa jenis dan tipe PLC dilengkapi dengan modul-modul untuk tujuan kontrol kontinu. misalnya modul ADC/DAC, PID, modul Fuzzv. dan lain-lain.

Dewasa ini, vendor-vendor PLC umumnya memproduksi PLC dengan berbagai ukuran, jumlah input/output, instruksi dan kemampuan lainnya yang beragam. Hal ini pada dasarnya dilakukan untuk memenuhi Kebutuhan pasar yang sangat luas, yaitu untuk tujuan kontrol yang relatif sederhana dengan jumlah input/output puluhan, sampai kontrol yang kompleks dengan dengan jumlah input/output mencapai ribuan. Gambar 1.2 ikut memperlihatkan salah satu contoh rangkaian produk PLC yang produksi oleh perusahaan LG dengan berbagai tipe dan jumlah input/ output yang dapat dijumpai di pasaran.

Berdasarkan jumlah input/output yang dimilikinya ini. secara umum PLC dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar (lihat Gambar 1.3):

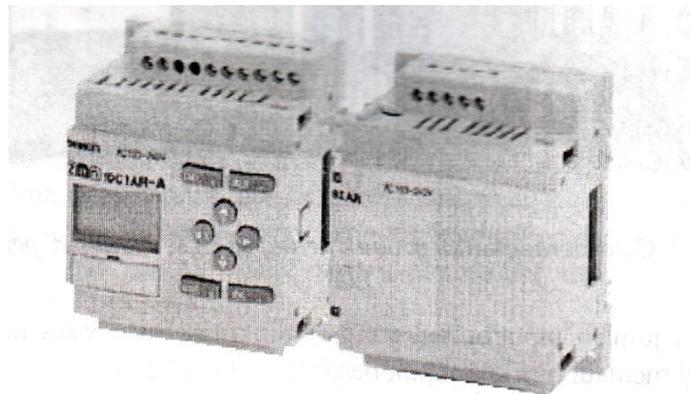
- PLC mikro. PLC dapat dikategorikan mikro jika jumlah input/ output pada PLC ini kurang dari 32 terminal
- PLC mini. Kategori ukuran mini ini adalah jika PLC tersebut memiliki jumlah input/output antara 32 sampai 128 terminal.
- PLC large. PLC ukuran ini dikenal juga dengan PLC tipe rack PLC dapat dikategorikan sebagai PLC besar jika jumlah input/ output-nya lebih dari 128 terminal.

Fasilitas, kemampuan, dan fungsi yang tersedia pada setiap kategori tersebut pada umumnya berbeda satu dengan lainnya. Semakin sedikit jumlah input/output pada PLC tersebut maka jenis instruksi yang tersedia juga semakin terbatas. Beberapa PLC bahkan dirancang semata-mata untuk menggantikan control relay saja, seperti PLC merek ZEN produksi perusahaan OMRON (Gambar 1.4) dirancang khusus untuk fungsi-fungsi relai (smart relay) saja



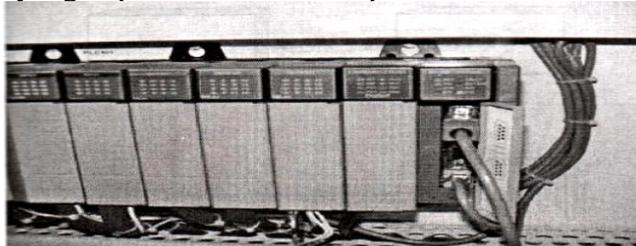
Gambar 1.3. Pengelompokan PLC berdasarkan jumlah I/O

Gambar 1.3. Pengelompokan PLC berdasarkan jumlah I/O



Gambar 1.4. PLC merek ZEN produksi OMRON dirancang semata-mata sebagai smart relay

Untuk menambah fleksibilitas penggunaannya, terutama untuk mengantisipasi perkembangan dan perluasan sistem kontrol pada aplikasi tertentu, PLC dengan ukuran mini dan besar umumnya dirancang bersifat modular. Artinya, unit input/output PLC berupa modul-modul yang terpisah dari rack atau unit CPU seperti terlihat pada Gambar 1.5. Unit input/output ini dapat berupa unit input/output diskret, atau modul-modul analog seperti unit kontrol PID, A/D, D/A, dan lain sebagainya yang dapat dibeli secara terpisah dari unit CPU PLC tersebut.

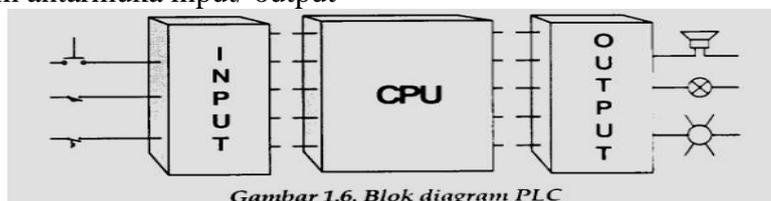


Gambar 1.5. PLC tipe rack yang bersifat modular

2.1.2 Prinsip Kerja PLC

Secara umum, PLC terdiri dari dua komponen penyusun utama (Gambar 1.6):

- Central Processing Unit (CPU)
- Sistem antarmuka input/ output

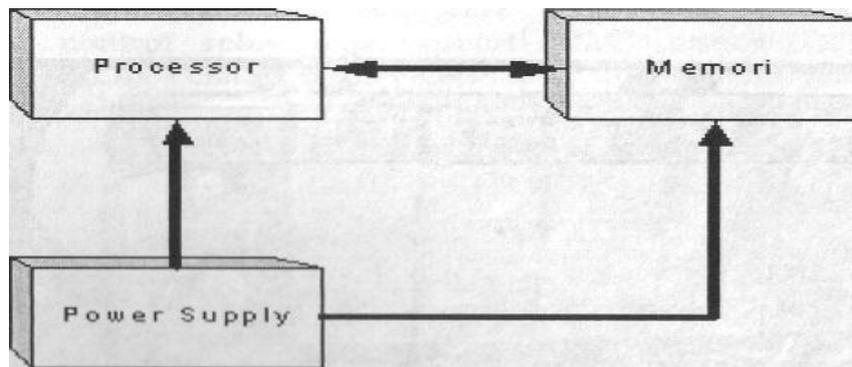


Gambar 1.6. Blok diagram PLC

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC. Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini.

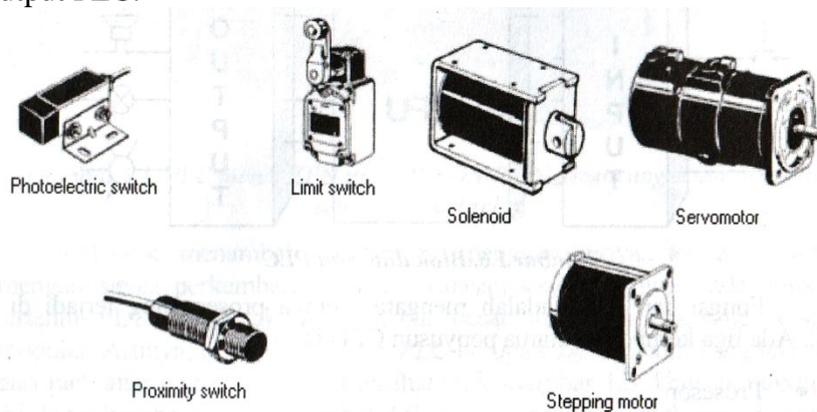
- Prosesor
- Memori
- Power supply

Interaksi antara ketiga komponen ini dapat dilihat pada Gambar 1.7.

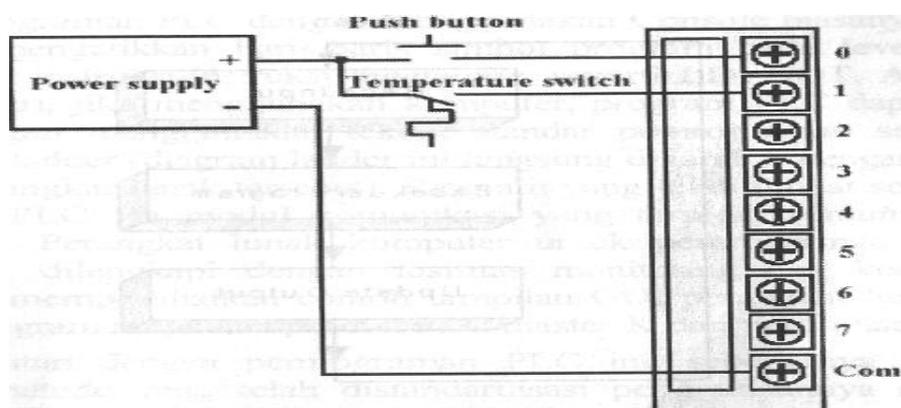


Gambar 1.7. Blok diagram CPU pada PLC

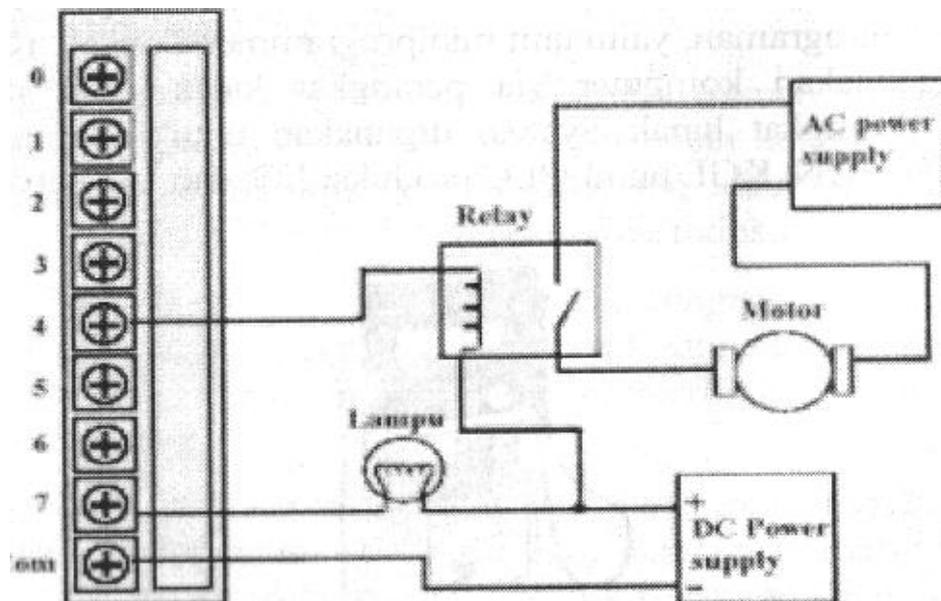
Pada dasarnya, operasi PLC ini relatif sederhana: peralatan luar dikoneksikan dengan modul input/output PLC yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor-sensor analog, push button, limit switch, motor starter, solenoid, lampu, dan lain sebagainya. Gambar 1.8 memperlihatkan beberapa peralatan input/output luar yang umum dijumpai dalam aplikasi PLC. Adapun Gambar 1.9 dan 1.10 berturut-turut memperlihatkan koneksi yang mungkin dilakukan antara peralatan luar dengan modul input dan modul output PLC.



Gambar 1.8. Beberapa peralatan input/output PLC

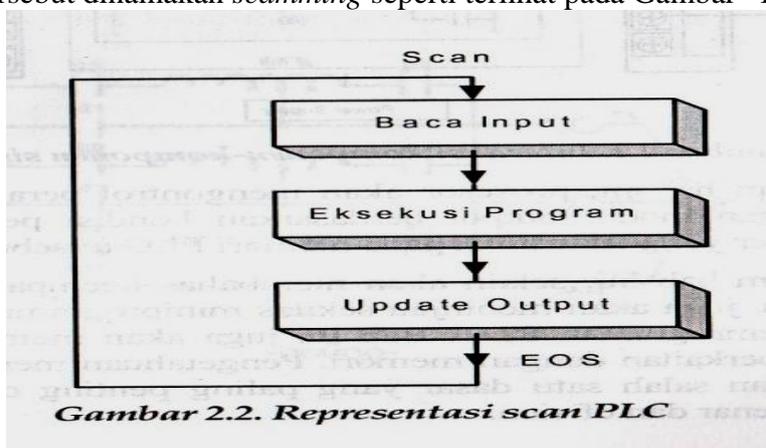


Gambar 1.9. Koneksi peralatan dengan modul input PLC



Gambar 1.10. Koneksi peralatan dengan modul output PLC

Selama prosesnya CPU melakukan tiga operasi utama: (1) membaca data masukan dari perangkat luar via modul input, (2) mengeksekusi program kontrol yang tersimpan di memori PLC, (3) meng-update atau memperbaharui data pada modul output. Ketiga proses tersebut dinamakan *scanning* seperti terlihat pada Gambar 1.11:



Gambar 2.2. Representasi scan PLC

Secara teknis, program pada memori PLC yang digunakan untuk mengontrol peralatan ini dibuat dan dimasukkan dengan menggunakan perangkat pemrograman, yaitu unit miniprogrammer/Console atau menggunakan komputer via perangkat lunak yang menyertainya. Misalnya, perangkat lunak Syswin digunakan untuk memprogram PLC produksi OMRON, KGL untuk PLC produksi LG, dan lain sebagainya

Dibanding dengan kedua perangkat pemrograman tersebut, komputer dewasa ini lebih banyak digunakan dibandingkan dengan Console. Pemanfaatan Console biasanya terbatas hanya untuk editing program PLC saja. Hal ini

sebenarnya terkait dengan kemudahan dan fasilitas pemrograman dari kedua perangkat tersebut.

Pemrograman PLC dengan menggunakan Console biasanya dilakukan dengan mengetikkan baris-baris simbol program pada level rendah (menggunakan instruksi-instruksi *mnemonic*, seperti LD, NOT, AND, dan lain sebagainya), jika menggunakan komputer, program PLC dapat dibuat langsung dengan menggunakan teknik standar pemrograman sekuensial, yaitu diagram ladder (diagram ladder ini langsung digambar dengan fasilitas GUI pada perangkat lunak tersebut). Program yang telah dibuat selanjutnya ditransfer ke PLC via modul komunikasi yang tersedia (umumnya port serial COM). Perangkat lunak komputer untuk pemrograman PLC ini biasanya juga dilengkapi dengan fasilitas monitoring dan komunikasi. Gambar 1.13 memperlihatkan contoh tampilan GUI perangkat lunak KGL untuk memprogram rangkaian produk PLC master-K dari perusahaan LG

Berkaitan dengan pemrograman PLC ini, sebenarnya ada lima model atau metode yang telah distandardisasi penggunaannya oleh IEC (*International Electrical Commission*) 61131-3:

- List Instruksi (*Instruction List*) - Pemrograman dengan menggunakan instruksi-instruksi bahasa level rendah (Mnemonic), seperti LD/STR NOT, AND dan lain sebagainya.
- Diagram Ladder (*Ladder Diagram*) - Pemrograman berbasis logika relai, cocok digunakan untuk persoalan-persoalan kontrol diskret yang input/output hanya memiliki dua kondisi on atau off seperti pada sistem kontrol konveyor, lift, dan motor-motor industri.
- Diagram Blok Fungsional (*Function Blok Diagram*) - Pemrograman berbasis aliran data Secara grafis. Banyak digunakan untuk tujuan kontrol proses yang melibatkan Perhitungan-perhitungan kompleks dan akuisisi data analog
- Diagram Fungsi Sekuensial (*Sequential Function Charts*) - Metode grafis untuk pemrograman terstruktur yang banyak melibatkan langkah-langkah rumit, seperti pada bidang robotika, perakitan kendaraan, *Batch Control*, dan lain sebagainya.
- Teks Terstruktur (*Structured Text*) - Tidak seperti keempat metode sebelumnya, pemrograman ini menggunakan statemen-statement yang umum dijumpai pada bahasa level tinggi (*high level programming*) seperti If/Then, Do/While, Case, For/Next, dan lain sebagainya. Dalam aplikasinya, model ini cocok digunakan untuk perhitungan-perhitungan matematis yang kompleks, pemrosesan tabel dan data, serta fungsifungsi kontrol yang memerlukan algoritma khusus

Walaupun hampir semua vendor PLC telah mendukung kelima model pemrograman tersebut, tetapi secara *de facto* sampai saat ini yang sangat luas penggunaannya terutama di industri adalah diagram Ladder. Alasan utamanya adalah diagram ini sangat mudah untuk dipahami dan para teknisi di pabrik umumnya telah lebih dahulu familiar dengan jenis diagram ladder elektromekanis, yaitu diagram ladder dengan menggunakan simbol-simbol komponen elektromekanis dalam penggambaran logika kontrolnya

2.1.3 Perbandingan PLC dengan Jenis Kontroler Lainnya

▪ PLC Versus Control Relay

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, perancangan PLC pada awalnya dimaksudkan untuk menggantikan control relay yang tidak fleksibel. Beberapa keuntungan penggunaan PLC relatif terhadap control relay untuk pengontrolan mesin atau proses di antaranya adalah

- Implementasi proyek cepat
- Pengabelan relatif sederhana dan rapi
- Monitoring proses terintegrasi

▪ PLC Versus Mikrokontroler

Mikrokontroler pada dasarnya adalah sebuah komputer yang dirancang untuk melakukan tugas-tugas kontrol. Secara fungsional, PLC dan mikrokontroler ini hampir sama, tetapi secara teknis pengontrolan mesin atau plant dengan mikrokontroler relatif lebih sulit. Hal ini terkait dengan perangkat keras dan perangkat lunak dari mikrokontroler tersebut. Dalam hal ini, pengontrolan mesin atau plant dengan mikrokontroler memerlukan perancangan pengondisi sinyal tambahan pada port input/output-nya, dan umumnya pemrograman mikrokontroler ini dilakukan dengan menggunakan bahasa assembler yang relatif sulit dipelajari.

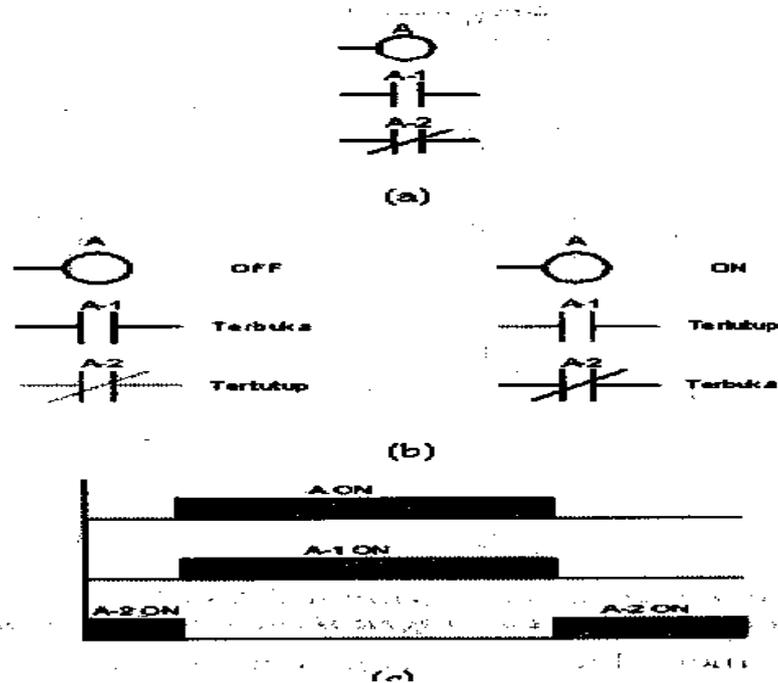
▪ PLC Versus Personal Computer (PC)

Dengan perangkat antarmuka tambahan misalnya PPI 8255, sebuah PC dapat digunakan untuk mengendalikan peralatan luar, tetapi filosofi perancangan PC tidak dimaksudkan untuk digunakan sebagai perangkat pengontrolan, melainkan pengolahan data (misalnya PC tidak dirancang untuk ditempatkan pada lokasi dengan getaran ekstrim yang umum dijumpai di pabrik).

Dalam sistem kontrol dewasa ini, sebuah PC selain dapat digunakan sebagai perangkat pemrograman PLC -- juga umum digunakan untuk monitoring dan menjadi perangkat komunikasi antara PLC dengan computer utama misalnya pada sistem kontrol skala besar seperti diperlihatkan Gambar 1.14. Dengan kata lain, saat ini dapat dikatakan bahwa komputer merupakan mitra tak terpisahkan dalam penggunaan PLC.

2.1.4 Simbol-Simbol Kontaktor pada PLC

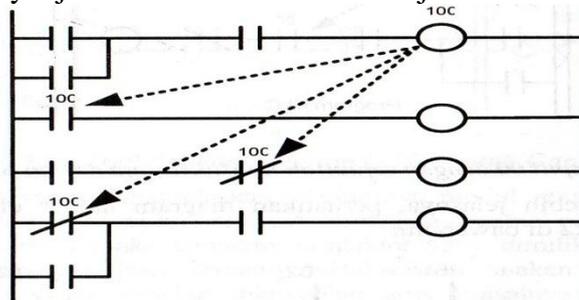
Kontaktor-kontaktor internal PLC dan kontaktor relai elektromekanis pada dasarnya beroperasi dengan cara yang sama. Sebagai contoh, relai A [Gambar 1.19(a)] memiliki dua buah kontaktor, *normally open (A-1)* dan *normally close (A-2)*.



Gambar 1.19 simbol relai dan kontraktor PLC beserta operasinya

Jika relai coil A tidak di-energize (Off) maka kontaktor A I akan tetap terbuka dan kontaktor A-2 akan tetap tertutup. sebaliknya jika coil A dienergize maka kontaktor A-1 akan tertutup, sedangkan kontraktor A akan terbuka [Gambar 1.19(b)], garis abu-abu pada simbol menunjukan coil dan kontaktor dalam kondisi tertutup atau On. Gambar 1.19(c) memperlihatkan diagram pewaktuan dari operasi relai ini

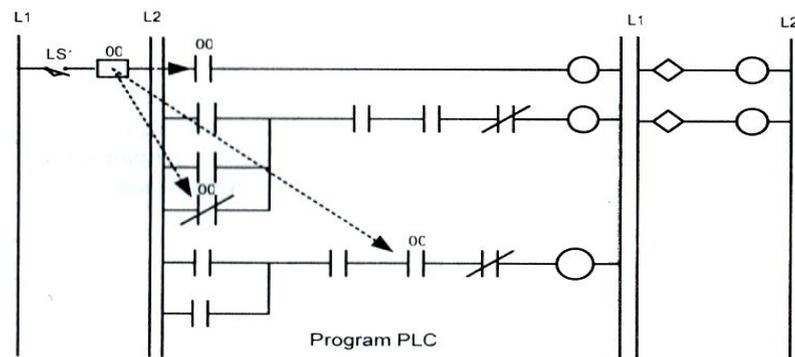
Di dalam PLC, setiap coil internal beserta kontaktor-kontaktornya ini akan memiliki alamat yang unik. Sebagai contoh, coil 100 akan memiliki kontaktor *normally open* (NO) atau *normally close* (NC) dengan alamat yang sama (yaitu 100). Perlu ditekankan di sini bahwa untuk sebuah coil internal PLC, jumlah kontaktor yang dimilikinya dapat disesuaikan dengan kebutuhan (Gamabar 1.20). Hal ini tentunya berbeda jika dibandingkan dengan sebuah relai elektromekanis yang mempunyai jumlah kontaktor tertentu saja



Gambar 1.20. Kontaktor-kontaktornya dari coil internal PLC

PLC juga mengizinkan pemakaian beragam dari sebuah perangkat input Gambar 1.21 memperlihatkan contoh limit switch LS1 dihubungkan dengan modul input PLC dengan alamat referensi 00. Dari gambar terlihat untuk sebuah

perangkat masukan tertentu (dalam hal ini LS 1: NO) yang dihubungkan pada terminal input PLC, akan diprogram dalam memori PLC baik sebagai saklar NO maupun sebagai saklar NC dengan jumlah sesuai kebutuhan program. Dengan kata lain, secara fungsional modul input PLC ini dapat dianggap sebagai koil relay dengan sejumlah kontak yang dapat diprogram secara fleksibel



Gambar 1.21. Input 00 dengan sejumlah kontakannya dalam program PLC

Dalam Gambar 1.21, terlihat pada anak tangga pertama, input LS1 diprogram sebagai saklar NO, sedangkan pada anak tangga kedua, LS1 diprogram sebagai saklar NC, dan seterusnya. Jika input LS1 menjadi tertutup (ter-energize) maka keadaan kontaktor-kontaktor soft-nya otomatis akan berubah; saklar yang diprogram NO akan tertutup (On), sedangkan saklar yang diprogram NC akan terbuka (Off)

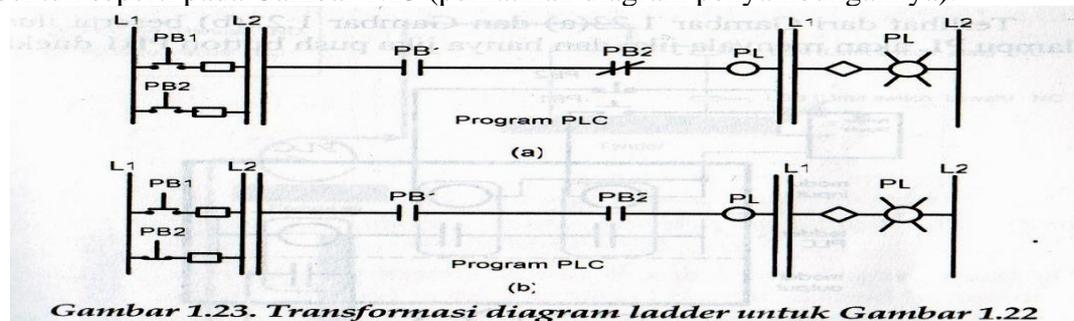
Untuk lebih jelasnya, perhatikan diagram ladder elektromekanis pada Gambar 1.22 di bawah ini:



Gambar 1.22. Contoh diagram ladder sederhana

Dalam Gambar 1.22 di atas, terlihat bahwa lampu PL akan menyala jika dan hanya jika tombol PB1 ditekan dan PB2 tidak ditekan (normal)

Jika sistem kontrol tersebut akan diimplementasikan ke dalam PLC maka transformasi diagram ladder-nya ke dalam format PLC dapat mengambil salah satu bentuk seperti pada Gambar 1.23 (perhatikan diagram penyambungannya).

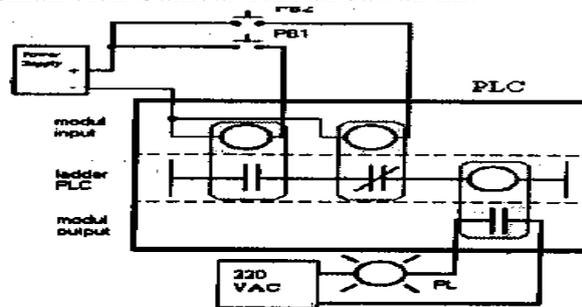


Gambar 1.23. Transformasi diagram ladder untuk Gambar 1.22

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, modul input PLC ini secara fungsional berlaku sebagai koil relay. artinya jika terminal pada modul input ini

tidak di-energize maka kontaktor-kontaktor yang dimilikinya pun tidak *berubah* (ada dalam keadaan normalnya). Hal sebaliknya akan terjadi jika pada terminal modul input tersebut dilewatkan arus (misalnya sebagai akibat aktifnya kontaktor atau sensor yang tersam pada modul tersebut).

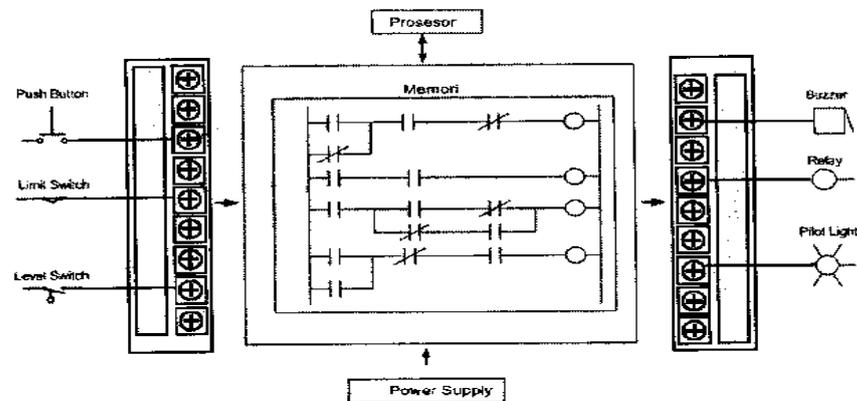
Untuk lebih memahami penjelasan di atas, secara fungsional 1 gambar 1.23(a) dapat diilustrasikan oleh Gambar 1.24 di bawah ini:



Gambar 1.24. Ilustrasi control relay untuk Gambar 1.23(a)

2.2 PERANGKAT KERAS PLC DAN PENDUKUNGNYA

Sebagaimana telah sedikit disinggung pada bahasan sebelumnya, perangkat keras PLC pada dasarnya tersusun dari empat komponen utama berikut: Prosesor, Power Supply, Memori dan Modul Input/Output. Secara fungsional, interaksi antara keempat komponen penyusun PLC ini dapat diilustrasikan pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1. Interaksi komponen-komponen sistem PLC

Dalam hal ini, prosesor akan mengontrol peralatan luar yang terkoneksi dengan modul output berdasarkan kondisi perangkat input serta program ladder yang tersimpan pada memori PLC tersebut

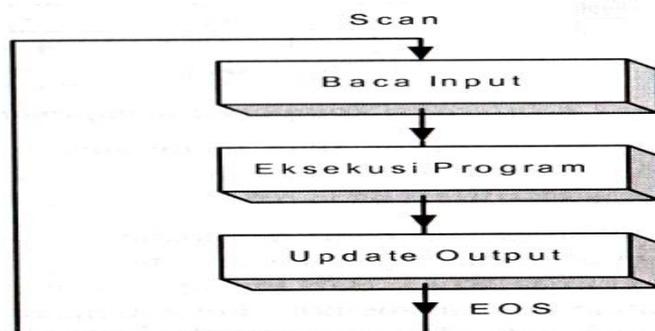
Walaupun secara umum pemetaan memori PLC relatif sama, tetapi secara teknis terdapat beberapa perbedaan (terutama istilah) untuk setiap PLC dari vendor yang berbeda. Pada bagian akhir bab ini, akan dilihat dan dibandingkan pemetaan praktis dua buah PLC jenis mikro dengan vendor yang berbeda (sebagai studi kasus adalah PLC produk perusahaan OMRON dan PLC produk I,6)

2.2.1 Prosesor

Fungsi utama sistem prosesor pada PLC adalah mengatur tugas pada keseluruhan sistem PLC. selain itu, pada sistem ini dilakukan operasi matematis

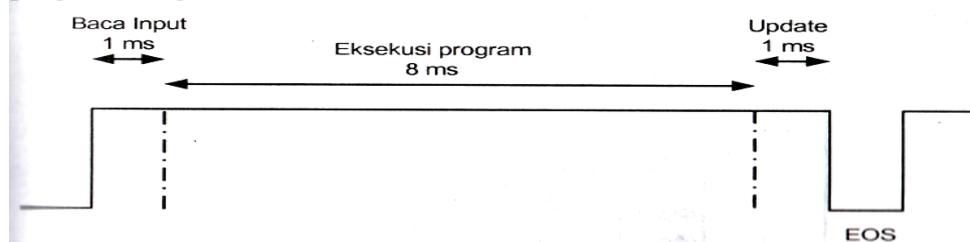
IS, manipulasi data, tugas-tugas diagnostik, dan lain sebagainya. Mikroprosesor yang digunakan PLC ini dapat dikategorikan berdasarkan panjang atau ukuran jumlah bit dari register-register prosesor tersebut. Ukuran standar jumlah bit yang umum adalah 8, 16, dan 32 bit. Semakin panjang ukuran jumlah bit, semakin cepat proses yang terjadi pada PLC tersebut.

Tugas dasar PLC adalah membaca seluruh peralatan input serta mengeksekusi program yang tersimpan di memori. Berdasarkan logika program ini, PLC akan mengontrol perangkat output yang terhubung dengan PLC. Proses ini dinamakan scan yang diilustrasikan pada Gambar 2.2. Setiap akhir scan, prosesor akan mengeluarkan sinyal yang dinamakan sinyal *end-of-scan* (EOS)



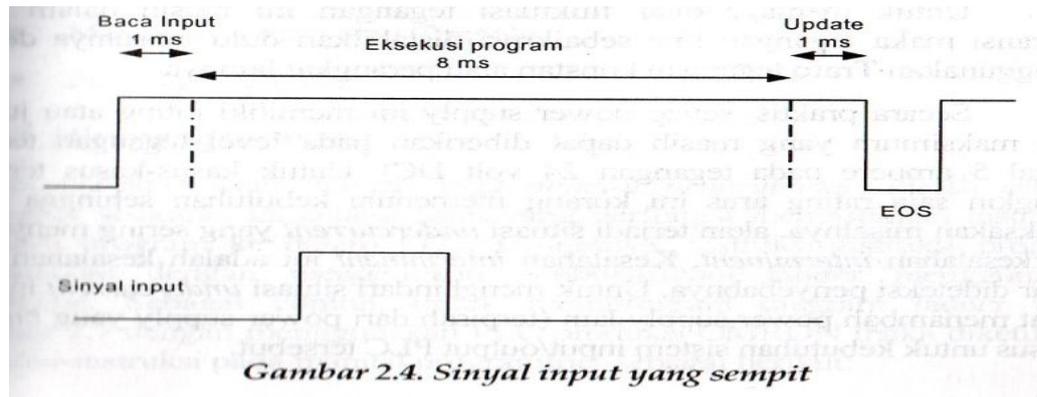
Gambar 2.2. Representasi scan PLC

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali scan ini dinamakan waktu scan (*scan time*). Waktu scan adalah waktu total yang diperlukan prosesor untuk mengeksekusi program dan memperbaharui input/ output-nya Waktu scan ini secara umum dipengaruhi oleh 2 faktor utama: (1) jumlah memori yang diperlukan oleh program PLC (jumlah anak tangga pada diagram ladder) dan (2) jenis instruksi yang digunakan dalam program. Waktu yang dibutuhkan untuk satu kali scan dapat bervariasi antara beberapa milidetik sampai puluhan bahkan ratusan milidetik. Gambar 2.3 memperlihatkan contoh diagram pewaktuan untuk sebuah program dengan waktu scan selama 10 ms



Gambar 2.3. Ilustrasi waktu scan

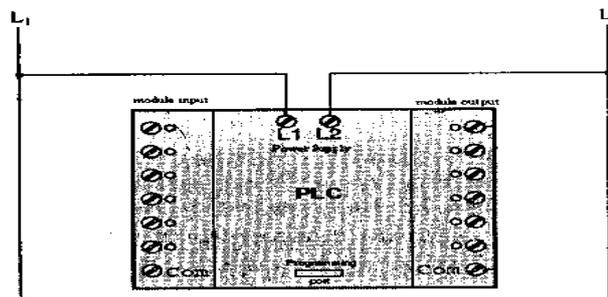
Jika ada sebuah sinyal input (pulsa) dalam selang waktu yang sangat tepat terjadi sesaat setelah proses baca input seperti terlihat pada Gambar (2.4) maka prosesor tidak dapat menanggapi input tersebut. Untuk mengatasi hal ini, beberapa jenis PLC dilengkapi dengan instruksi-instruksi (berupa **interupsi**) untuk menanggapi jenis input yang sangat sempit ini



2.2.2 Unit Power Supply

Umumnya, power supply PLC ini membutuhkan tegangan masukan dari sumber AC yang besarnya bervariasi antara 120 sampai 220 VAC (lihat penyambungannya pada Gambar 2.5). Hanya sebagian kecil PLC yang membutuhkan tegangan input dari sumber DC (umumnya, besar sumber tegangan ini adalah 24 VDC).

Power supply PLC biasanya dirancang untuk dapat menolerir variasi tegangan masukan antara 10 sampai 15%. Jika batas variasi tegangan masukan ini dilampaui maka umumnya power supply akan mengeluarkan perintah ke CPU 1 untuk mematikan sistem PLC tersebut.



Gambar 2.5. Penyambungan power supply dengan line tegangan

Untuk menjaga agar fluktuasi tegangan ini masih dalam batas toleransi maka tegangan line sebaiknya distabilkan dulu, misalnya dengan menggunakan Trafo tegangan konstan atau perangkat lainnya

Secara praktis, setiap power supply ini memiliki rating atau jumlah arus maksimum yang masih dapat diberikan pada level tegangan tertentu (misal 5 ampere pada tegangan 24 volt DC). Untuk kasus-kasus tertentu, mungkin saja rating arus Mil kurang memenuhi kebutuhan sehingga kalau dipaksakan misalnya, akan terjadi situasi *undercurrent* yang sering menyebabkan kesalahan *interminant*. Kesalahan *interminant* ini adalah kesalahan yang sukar dideteksi penyebabnya. Untuk menghindari situasi *undercurrent* ini, kita dapat menambah power supply lain (terpisah dari power supply yang *built in*) khusus untuk kebutuhan sistem input/output PLC tersebut

Tergantung PLC-nya unit power supply ini mungkin menyatu •I• dengan PLC ('-nya (umumnya pada PLC-PLC ukuran kecil, seperti terlihat pada *t* gambar 2.5), atau berupa modul yang terpisah dari modul-mudul lainnya seperti terlihat pada Gambar 2.6 berikut

2.2.3 Perangkat Pemrograman

Pada dasarnya, PLC ini secara umum diprogram dengan menggunakan instruksi-instruksi yang relatif sejenis. Perbedaannya terletak pada mekanisme untuk memasukan program ke dalam memori PLC tersebut. Dalam hal ini, **ada** dua perangkat pemrograman yang biasa digunakan:

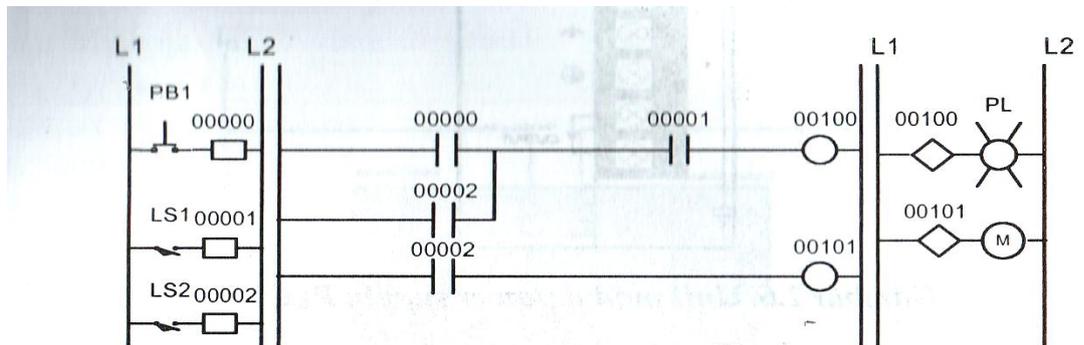
- Miniprogrammer atau Console
- Personal Computer

2.2.3.1 Miniprogrammer

Memprogram atau dikenal juga *manual programmer* adalah sebuah perangkat seukuran kalkulator saku yang berfungsi memasukkan instruksi-instruksi program ke dalam PLC. Umumnya, instruksi-instruksi program dimasukan dengan mengetikkan simbol-simbol ladder menggunakan **mnemonic**. Sebagai contoh, untuk memprogram diagram ladder pada gambar 2.7 dengan menggunakan PLC produksi OMRON maka diketikkan instruksi-instruksi pada manual programmer sebagai berikut:

```
LD 00000
OR LD 00002
AND LD 00001
OUT 00100
LD 00002
OUT 00101
```

Dalam hal ini, simbol-simbol LD, OR LD, AND OUT adalah mnemonic yang dapat berbeda, tergantung vendor pembuat PLC (misalnya instruksi LD ekuivalen dengan instruksi STR pada PLC produksi Allen bradley sedangkan bilangan numeris 00000, 00002, 00100, dan 001000 adalah parameter yang berupa alamat-alamat terminal masukan dan terminal keluaran PLC tersebut



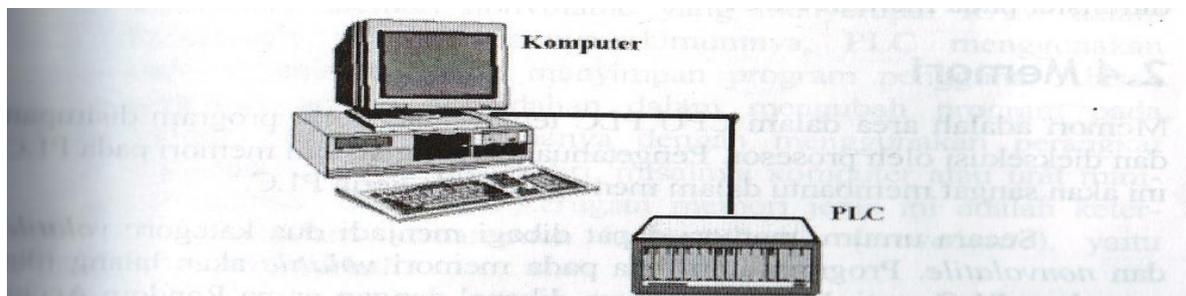
Gambar 2.7. Contoh diagram ladder PLC dan diagram penyambungannya

Pada umumnya, miniprogrammer dirancang untuk kompatibel dengan dua atau lebih PLC dalam sebuah keluarga Sclain digunakan untuk memasukkan program ladder, beberapa jems miniprogrammer juga dilengkapi fasilitas untuk monitoring dan tugas-tugas diagnostic

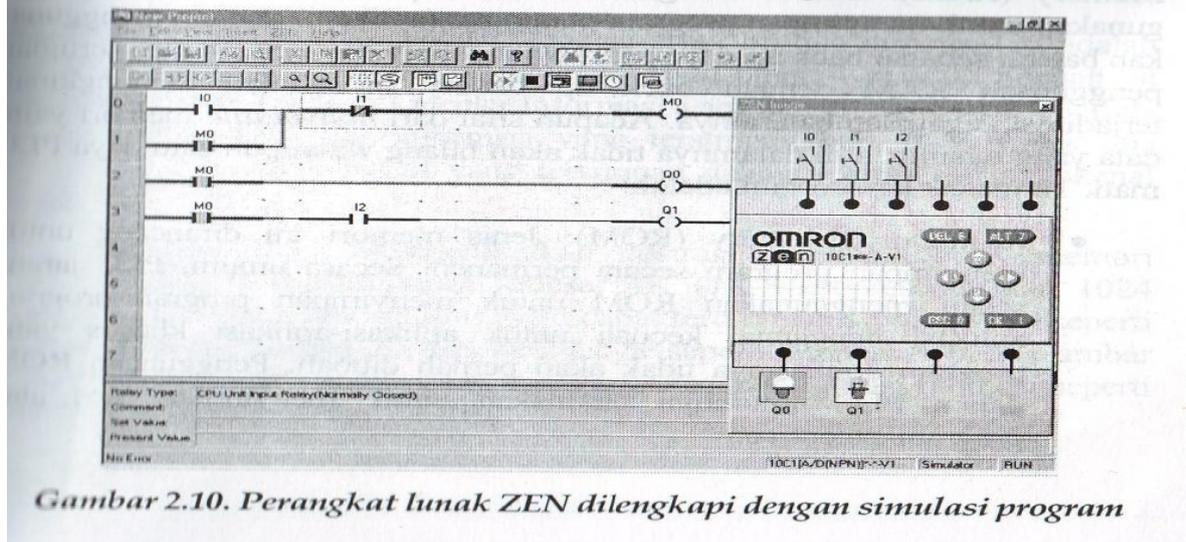
2.2.3.2 Personal Computer

Pemrograman PLC dengan menggunakan miniprogrammer ini akan sangat melelahkan jika jumlah anak tangga pada diagram ladder yang akan diprogram berukuran relatif besar. Umumnya, penggunaan console ini biasa digunakan hanya untuk pengeditan program saja. Untuk memasukkan program secara keseluruhan pada PLC, dapat digunakan PC yang akan dibahas di bagian belakang

berkaitan dengan arsitekturnya yang bersifat *general purpose* dan Sistem operasinya yang standar, umumnya vendor-vendor PLC menyertakan perangkat lunak PC untuk mengimplementasikan pemasukan program ladder pengeditan, dokumentasi dan program monitoring *real time* PLC gambar 2.9.



Gambar 2.9. PC sebagai perangkat pemrograman PLC



Gambar 2.10. Perangkat lunak ZEN dilengkapi dengan simulasi program

2.3 KONEKSI PERALATAN DENGAN MODUL INPUT/ OUTPUT DISKRET PADA PLC

Sistem input/output diskret pada dasarnya merupakan antarmuka yang mengoneksikan Central Processing Unit (CPU) dengan peralatan input/ output luar. Lewat sensor-sensor yang terhubung dengan modul ini, PLC mengindra besaran-besaran fisik (posisi, gerakan, level, arus, tegangan) yang terasosiasi dengan sebuah proses atau mesin. Berdasarkan status dari input dan program yang tersimpan di memori PLC, CPU mengontrol perangkat luar yang terhubung dengan modul output seperti diperlihatkan kembali pada gambar 3.1 di bawah ini

Secara fisik, rangkaian input/output dengan unit CPU tersebut terpisah secara kelistrikan. Hal ini untuk menjaga agar kerusakan pada peralatan input output tidak menyebabkan terjadinya hubung singkat pada unit CPU. Biasanya rangkaian modul dari CPU ini umumnya menggunakan rangkaian optocoupler

Dalam bab ini, akan dibahas jenis-jenis modul input/output diskret yang umum dijumpai pada sebuah PLC, serta bagaimana mengonfirmasi peralatan dengan modul tersebut. Pada bagian terakhir, juga akan dibahas sensor jenis transistor (dikenal juga dengan istilah sourcing/sinking sensor) cara mengonfirmasinya dengan PLC

Pemahaman materi yang dijelaskan pada bab ini sangat penting, mengingat setiap modul input/output ini memiliki keterbatasan dan kelebihan masing-masing. Dengan demikian, jika akan membeli sebuah PLC, unit yang dipilih benar-benar tepat untuk aplikasi yang dirancang

2.3.1 Jenis Input PLC

Berkaitan dengan rangkaian internalnya pada modul input PLC, jenis dan level tegangan pada modul input/output umumnya telah ditentukan oleh vendor pembuat PLC tersebut berikut ini merupakan jenis input pada PLC yang umum dijumpai di pasaran

Pada umumnya setiap terminal input pada PLC ini memerlukan supply luar untuk menyuplai arus yang digunakan untuk operasi

Input tegangan DC 12-24 Volt

Input tegangan AC 200-240 Volt

Input tegangan AC/DC 12-24 Volt

Sensor terhubung maupun rangkaian input itu sendiri. Gambar 3.2 menunjukkan, memperlihatkan cara mengonfirmasi peralatan luar dengan modul input 1, tegangan 24 volt. Dalam gambar terlihat bahwa ada dua buah input: push button dan temperatur switch yang masing-masing bertipe NO. Jika saklar-saklar ini dalam keadaan terbuka maka tidak akan terjadi tegangan yang melintasi terminal input ini relatif terhadap terminal common (COM). Jika salah satu atau kedua saklar ini tertutup maka akan timbul tegangan yang melintasi terminal-terminal input tersebut

Hal ini dimungkinkan karena pada kenyataannya ada rangkaian internal yang menghubungkan setiap terminal input dengan terminal common (COM), sehingga akan terbentuk kalang tertutup antara terminal I positif dan terminal negatif power supply. Jika saklar yang terhubung pada terminal input tersebut tertutup (On), hal ini akan seperti yang diilustrasikan pada gambar 3.3 (gambar tersebut hanya memperlihatkan hubungan dua buah I port terminal saja, yaitu port 0 dan 1 dengan Common)

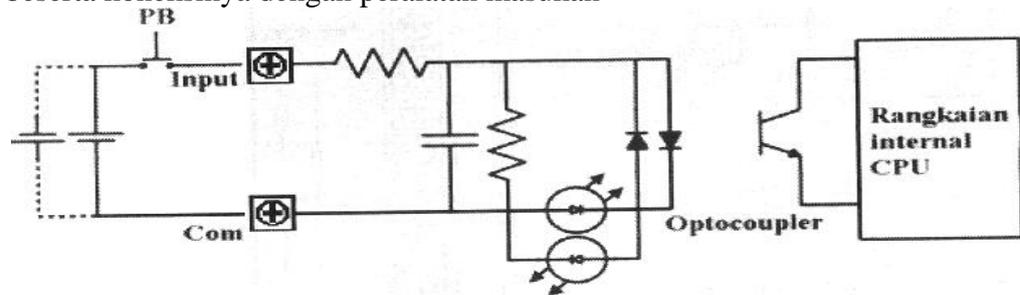
Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan ketika harus memutuskan PLC dengan jenis input tegangan yang akan digunakan. Beberapa kelebihan dan kekurangan yang patut dijadikan pertimbangan di antaranya adalah

- input tegangan DC umumnya membutuhkan tegangan yang relatif kecil sehingga aman dalam penggunaannya
- input tegangan DC dapat dikoneksikan pada banyak peralatan input
- input tegangan DC relatif lebih cepat menanggapi masukan dibandingkan dengan PLC jenis input tegangan AC

- Sinyal AC lebih kebal terhadap gangguan dibandingkan dengan tegangan DC
- Sumber tegangan AC relatif lebih murah dibandingkan sumber DC
- Sinyal AC sangat umum digunakan pada kebanyakan peralatan otomatisasi

2.3.1.1 Input Tegangan DC

Gambar 3.4 di bawah ini memperlihatkan rangkaian listrik pada salah satu port (terminal) modul input tegangan DC yang dapat dijumpai pada sebuah PLC tipikal beserta koneksinya dengan peralatan masukan

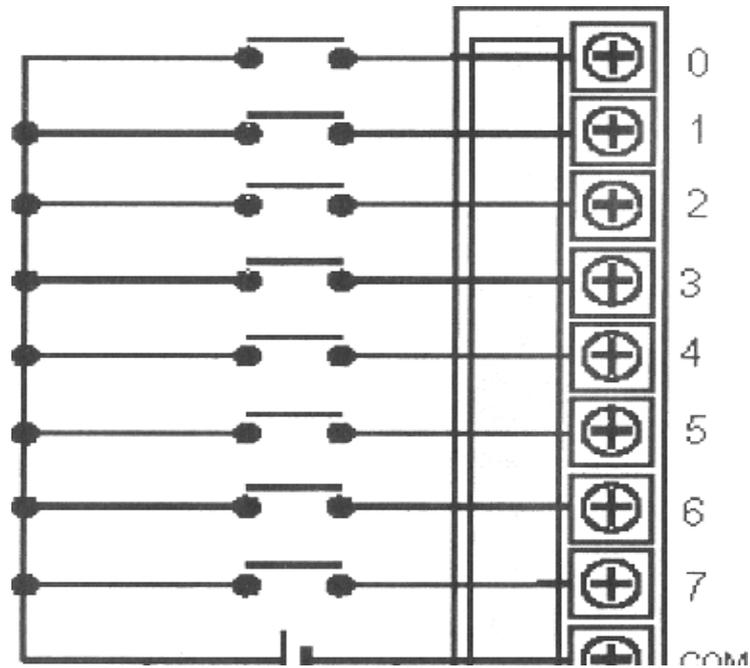


Dari gambar, terlihat bahwa secara fisik rangkaian pada modul ini terpisah dari rangkaian internal (CPU). Isolasi rangkaian ini menggunakan optocoupler dengan dua buah diode pemancar yang dipasang antiparalel. Hal ini dilakukan untuk tujuan fleksibilitas penyambungan terminal input dengan catu daya penggerak sensor atau saklar yang terhubung. Dalam hal ini, terminal common pada modul dapat dihubungkan baik dengan polaritas yang lebih positif atau lebih negatif dari catu dayanya (lihat Gambar 3.4, garis putus-putus pada rangkaian catu daya menunjukkan alternatif lain pada penyambung adapun pemasangan resistor dan kapasitor pada rangkaian tersebut bertujuan membatasi arus yang mengalir serta berfungsi juga sebagai filtering

Umumnya, besar tegangan untuk menggerakkan sensor-sensor yang terhubung dengan terminal input PLC ini adalah 24 volt. Tegangan ini dapat diambil dari sumber tegangan yang disediakan oleh PLC (built in), **atau** menggunakan power supply sendiri yang terpisah dari sistem PLC tersebut

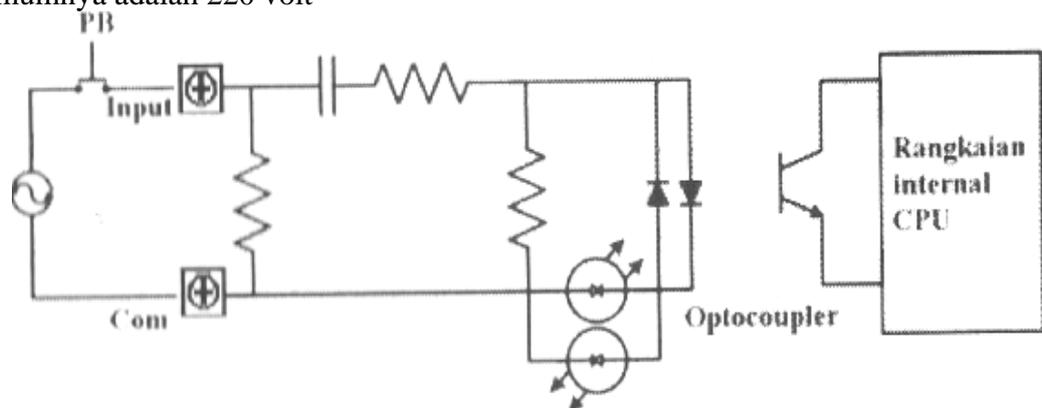
Besar arus yang mengalir di dalam sebuah terminal input ketika sebuah saklar tertutup umumnya berada dalam satuan miliampere (tipikalnya adalah 7 miliampere). Arus sebesar ini telah cukup untuk menggerakkan basis transistor pada optocoupler menjadi ON. Jika menggunakan sumber tegangan yang lebih kecil dari yang telah ditentukan oleh vendor PLC yang dipakai maka akan terjadi situasi *undercurrent*, yaitu arus yang mengalir pada modul sebagai akibat saklar sensor tertutup tidak dapat menggerakkan basis transistor pada optocoupler tersebut

Gambar 3.5 di bawah ini memperlihatkan koneksi yang dapat dilakukan antara modul input PLC dengan peralatan luar berupa saklar sederhana (peralatan dua terminal)



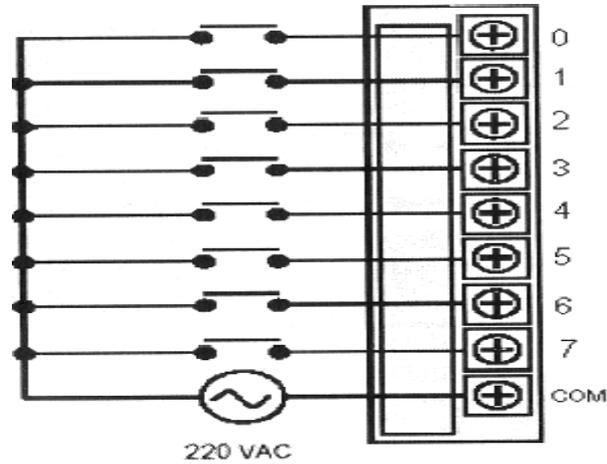
2.3.1.2 Input Tegangan AC

Hampir sama dengan rangkaian internal pada modul input tegangan DC, pada input tegangan AC ini juga digunakan dioda pemancar yang dipasang antiparalel untuk melewatkan arus bolak-balik ketika sebuah terminal masukan terhubung dengan sumber tegangan AC seperti terlihat pada Gambar 3.6. besarnya sumber tegangan AC untuk keperluan input PLC ini umumnya adalah 220 volt



Gambar 3.6 Rangkaian Pada modul input LC tipikal untuk jenis masukan tegangan AC

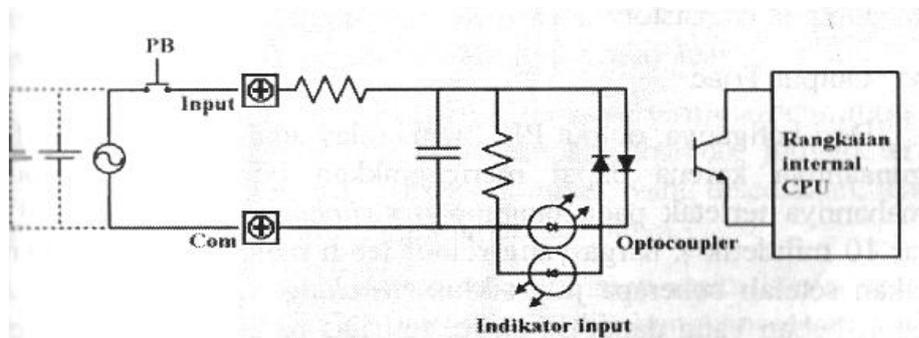
Koneksi peralatan luar dengan modul masukan dan sumber penggeraknya dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut



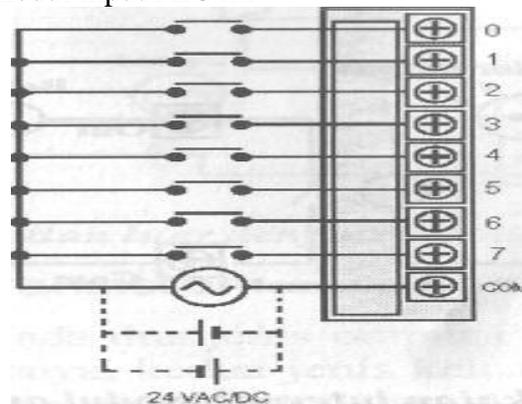
2.3.1.3 Input Tegangan DC/AC

Rangkaian internal untuk PLC tipikal dengan sumber tegangan jenis DC/AC ini hampir sama dengan rangkaian internal modul PLC jenis tegangan DC.

Gambar 3.8 berikut ini memperlihatkan rangkaian internal modul PLC jenis AC/DC



besar sumber tegangan untuk keperluan nioudul input ini umumnya adalah 24 volt AC/DC. Pemasangan resistor pada modul ini dimaksudkan untuk membatasi arus yang mengalir sebagai akibat penutupan saklar atau sensor input. Gambar 3.9 di bawah memperlihatkan koneksi yang mungkin dilakukan antara peralatan atau sensor luar dengan modul input PLC ini



2.3.2 Jenis Output PLC

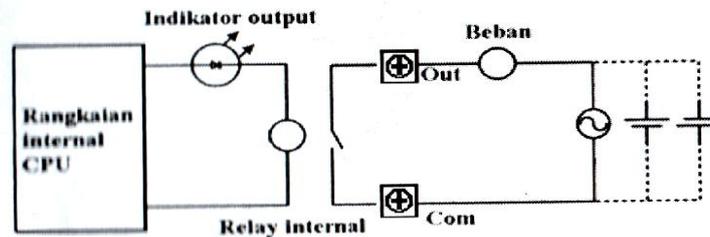
seperti halnya dengan jenis input, ada tiga jenis output PLC yang juga populer di pasaran

- output Relay
- output transistor
- output triac

Dari ketiganya output PLC jenis relay adalah yang paling fleksibel penggunaannya karena dapat menggerakkan beban AC maupun DC. Kelemahannya terletak pada tanggapan *switching*-nya yang relatif lambat (sekitar 10 milidetik), yang relatif lebih mahal, dan akan mengalami kerusakan setelah beberapa juta siklus *switching*. Untuk output PLC jenis transistor, beban yang dapat dikontrol terbatas pada beban-beban jenis DC saja, sedangkan output Triac terbatas pada beban jenis AC. Untuk kedua jenis output terakhir ini, besar arus yang bisa dilewatkan umumnya adalah 1 A, dengan waktu respons kurang dari 1 milidetik

2.3.2.1 Output Jenis Relay

PLC dengan jenis output ini adalah PLC yang paling populer dan paling banyak digunakan di lapangan. Hal ini disebabkan fleksibilitas pada beban yang dapat dikontrolnya (lihat gambar 3.10).

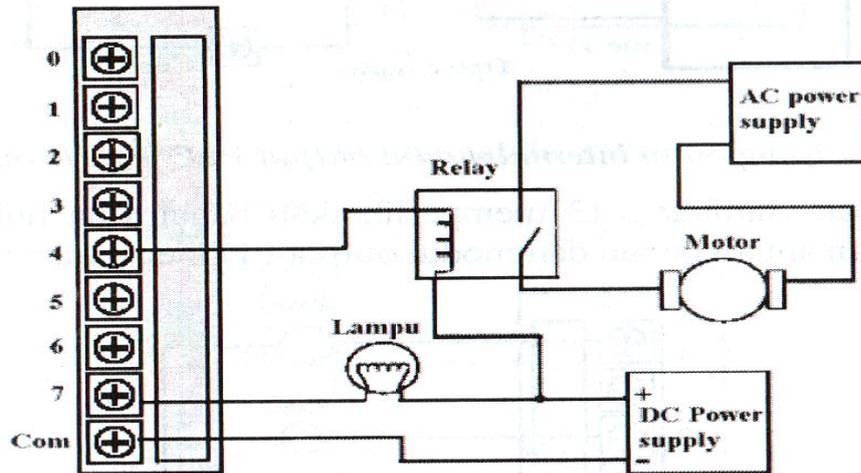


Gambar 3.10. Rangkaian internal modul output PLC jenis relay

Terlihat dari Gambar 3.10 di atas, beban yang dihubungkan dengan output PLC jenis ini dapat berupa beban AC atau beban DC. Satu-satunya pembatasan pemakaian PLC dengan jenis output ini adalah rating arus yang telah dispesifikasikan vendor PLC tersebut. Besar rating arus untuk setiap terminal umumnya tidak boleh melebihi 2 A untuk tegangan 220 volt (untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada manual PLC yang digunakan). Bila batas besar rating arus ini dilampaui, akan menimbulkan kerusakan pada modul outputnya. Jika keluaran yang akan dikontrol merupakan beban yang relatif besar (mengalirkan arus dengan jumlah besar) maka akan lebih aman jika output relay ini mengontrol beban tersebut lewat relay luar

Bergantung pada tipe PLC-nya, jumlah terminal common pada keluaran dapat bervariasi, antara satu sampai sebanyak jumlah terminal keluaran PLC tersebut. Semakin banyak common yang disediakan, tentunya semakin fleksibel jenis beban yang dapat dikontrolnya

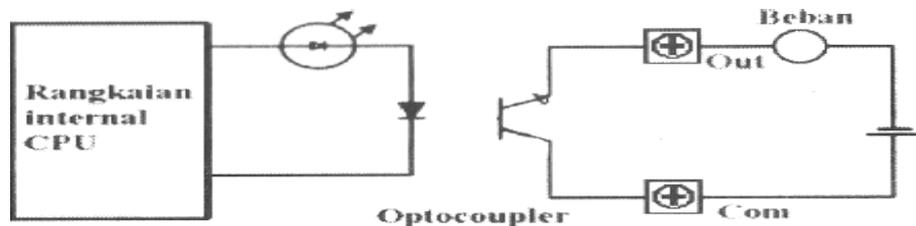
Untuk modul output dengan satu common maka hanya satu jenis beban saja (beban AC atau DC) yang dapat dihubungkan secara langsung dengan output PLC tersebut, seperti terlihat pada Gambar 3.11 di bawah



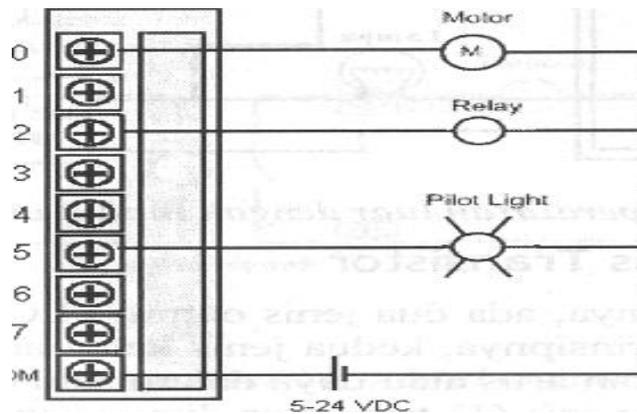
2.3.2.2 Output Jenis Transistor

Berdasarkan transistornya, ada dua jenis output PLC ini: (1) jenis NPN dan (2) jenis PNP. Pada prinsipnya kedua jenis keluaran ini adalah sama, yaitu hanya dapat mengalirkan arus atau daya dalam satu arah saja. Ada dua jenis mode operasi transistor ini: (1) transistor digunakan sebagai penguat linier, dan (2) transistor digunakan sebagai saklar. Dalam rangkaian internal PLC, transistor dioperasikan sebagai saklar, yaitu dengan cara mengoperasikannya pada daerah jenuhnya. Perlu ditegaskan di sini, walaupun transistor ini berlaku sebagai saklar, tetapi secara praktis akan selalu ada jatuh tegangan pada saklar ini (antara kaki collector terhadap emiter) yang besarnya berkisar antara 1-2 volt

Gambar 3.12 memperlihatkan rangkaian internal dari salah satu terminal output IT (jenis keluaran transistor NPN). Dari gambar, terlihat bahwa terminal common pada modul output harus selalu dihubungkan dengan sumber tegangan positif (ingat, transistor dalam operasinya hanya akan mengalirkan arus dari collector ke emiter jika tegangan collector lebih positif dari tegangan emiter)



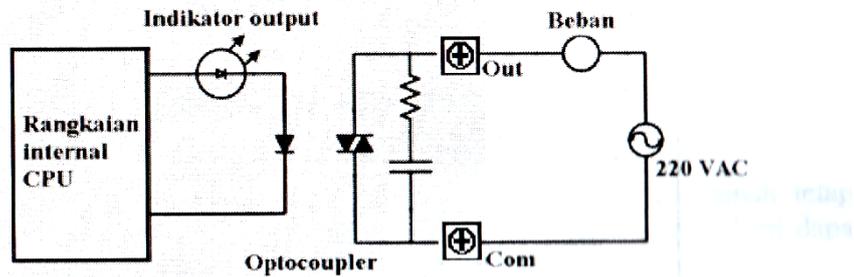
Adapun Gambar 3.13 memperlihatkan bagaimana hubungan yang harus dilakukan antara beban dan modul output PLC jenis transistor NPN ini



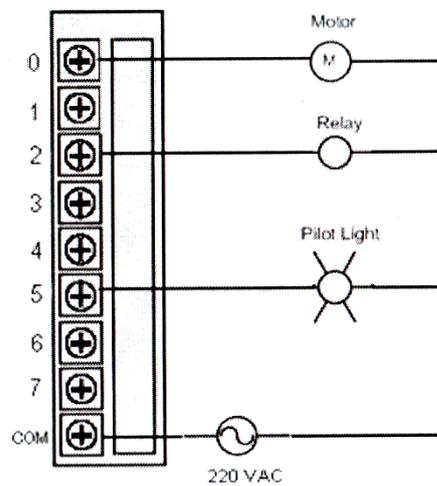
Modul output PLC jenis PNP memiliki prinsip kerja kebalikan dari jenis NPN yang telah dibahas di atas

2.3.2.3 Output Jenis Triac

Triac adalah sebuah komponen semikonduktor yang berfungsi mengalirkan arus bolak-balik Arus yang dialirkan dikontrol oleh terminal gate pada triac tersebut dalam modul output PLC jenis ini, triac digunakan untuk menggerakkan beban-beban AC lewat rangkaian internalnya seperti terlihat pada gambar 3.14. Adapun Gambar 3.15 memperlihatkan koneksi antara beban dengan terminal-terminal output PLC jenis ini



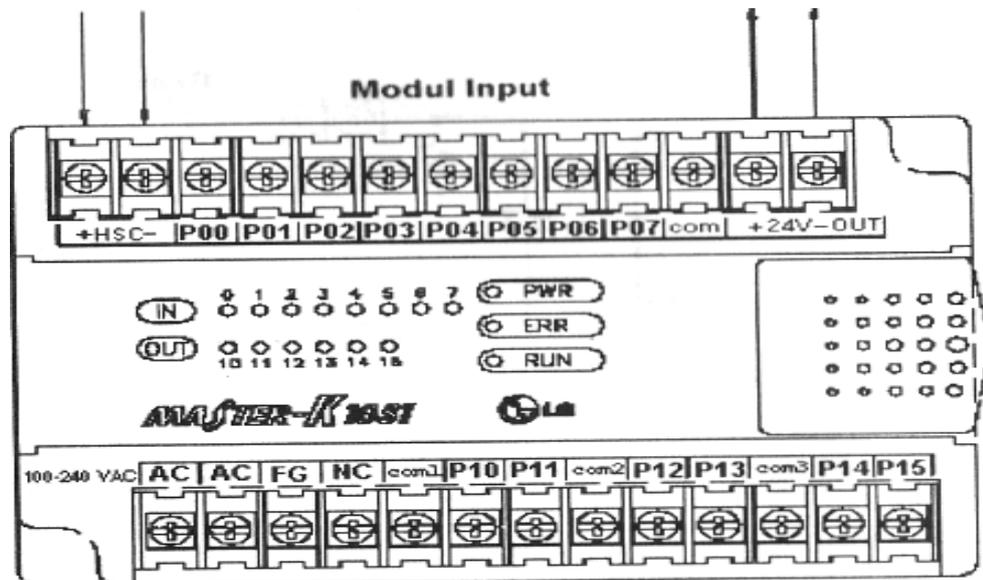
Gambar 3.14. Rangkaian internal modul output PLC jenis triac



Gambar 3.15. Koneksi peralatan luar dengan modul output PLC jenis triac

2.3.3 Modal Input/Output Praktis pada PLC

Pada subbab ini, akan dipelajari modul input/output PLC praktis yang ada di pasaran. Sebagai bahan studi kasus, akan dicermati modul input/output PLC jenis mikro keluaran perusahaan LG, yaitu PLC seri K10S1. PLC ini memiliki modul input dengan delapan terminal masukan (dan satu terminal common). Adapun modal output-nya hanya berjumlah enam terminal dengan tiga terminal common. Untuk lebih jelasnya perhatikan layout pada Gambar 3.16



Seperti terlihat pada gambar tersebut, pada bagian atas terdapat 13 terminal dengan deskripsi masing-masing terminal sebagai berikut (lihat label).

- Satu pasang (dua terminal) input high speed (+HSC-) yang dapat digunakan untuk input dengan perubahan kondisi yang sangat cepat, misalnya encoder, counter, dan lain sebagainya.
- Delapan buah terminal input normal (jenis DC 24 V) dengan alamat berturut-turut P00 (P0000), P01 (P0001), sampai P07 (P0007)
- Satu buah terminal common (com). Terminal ini merupakan terminal common untuk kedelapan terminal input PLC jenis ini
- Terminal power supply 24 VDC. Terminal power supply ini dapat digunakan untuk keperluan operasi peralatan yang akan dikoneksikan pada modul input atau output PLC tersebut. Satu hal yang perlu diperhatikan di sini adalah arus yang dapat ditarik dari power supply *built in* ini memiliki batas sebesar 250 mA. Dengan demikian, sebagai antisipasi, power supply ini hanya digunakan untuk keperluan input saja, sedangkan untuk menggerakkan beban-beban output sebaiknya digunakan power supply luar (kecuali beban-beban yang dihubungkan tidak melebihi rating arus power supply).

Adapun deskripsi terminal bagian bawah adalah sebagai berikut (lihat label):

- Satu pasang terminal input power supply dengan toleransi tegangan input antara 100 sampai 240 VAC.
- Terminal dengan label FG. Sebaiknya dihubungkan ke tanah, tetapi secara praktis jika PLC tidak banyak gangguan terminal ini dapat saja diabaikan.
- Terminal dengan label NC.. Terminal ini tidak dihubungkan ke mana-mana (*Not Connection*).
- Enam buah terminal output jenis relay dengan alamat berturut-turut P 10 (P00 10), P 11(P00 11), sampai P 15 (P00 15).
- Tiga buah terminal common output: com1 merupakan terminal common untuk output P 10 dan P11, com2 merupakan terminal common untuk output P12

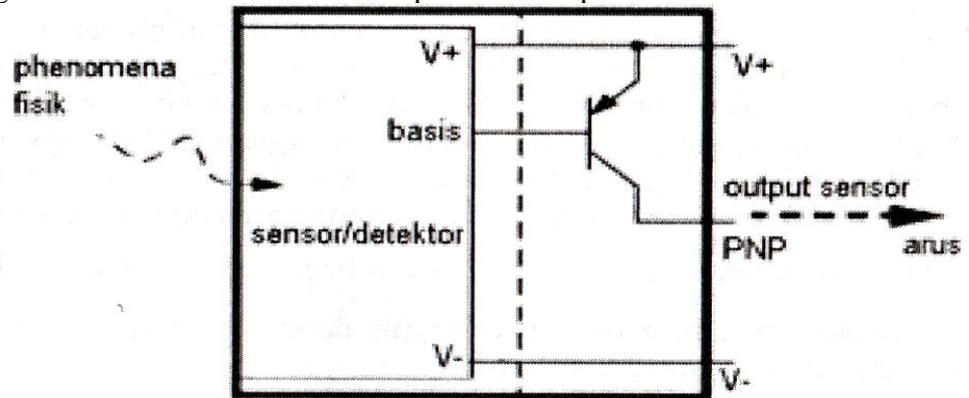
clan 13, clan terakhir com3 merupakan terminal common untuk output P 14 clan P 15.

2.3.4 Peralatan/Sensor Tiga Terminal

Dalam banyak aplikasi pengontrolan di industri, digunakan sensor-sensor tiga terminal seperti proximity switch, photo switch dan lain sebagainya. Sensor jenis ini pada dasarnya adalah sensor jenis transistor. Ada dua jenis yang banyak digunakan: (1) Sourcing Sensor dan (2) Sinking Sensor

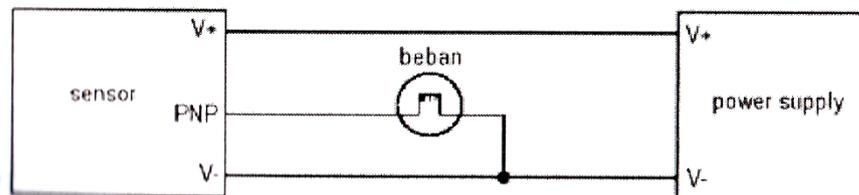
1. Sourcing Sensor

Sensor jenis ini dikenal juga dengan nama sensor transistor PNP. Hal ini dikarenakan pada dasarnya sensor ini merupakan gabungan antara detektor dengan keluaran transistor PNP seperti terlihat pada Gambar 3.17



Gambar 3.17. Sensor jenis sourcing/PNP

cara kerja sensor ini adalah sebagai berikut. dalam keadaan normal, masukan tegangan basis pada transistor kurang lebih sebesar tegangan catu positif, sehingga transistor berada dalam keadaan OFF. jika terjadi sebuah perubahan terhadap besaran yang diindranya, sensor ini akan mengaktifkan basis dari transistor keluaran (tegangan basis menjadi 0 volt). Hal ini menyebabkan transistor menjadi ON sehingga akan ada arus mengalir dari emiter (catu positif) menuju keluaran sensor (dengan alasan ini, sensor dikatakan sebagai sumber arus).

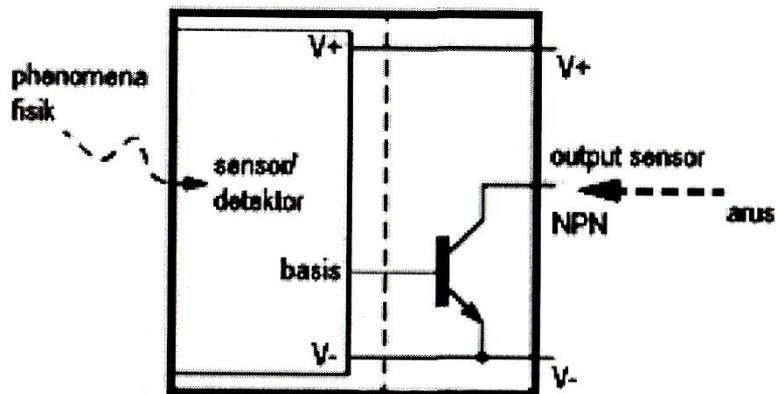


Gambar 3.18. Koneksi sensor PNP dengan beban

Untuk aplikasi sederhana, keluaran sensor ini sebenarnya dapat langsung digunakan untuk menggerakkan sebuah beban yang dihubungkan secara langsung terhadap output sensor. Hal ini dapat dilakukan asal beban yang dihubungkan tidak menyerap arus yang melampaui kemampuan sensor tersebut (perhatikan Gambar 3.18).

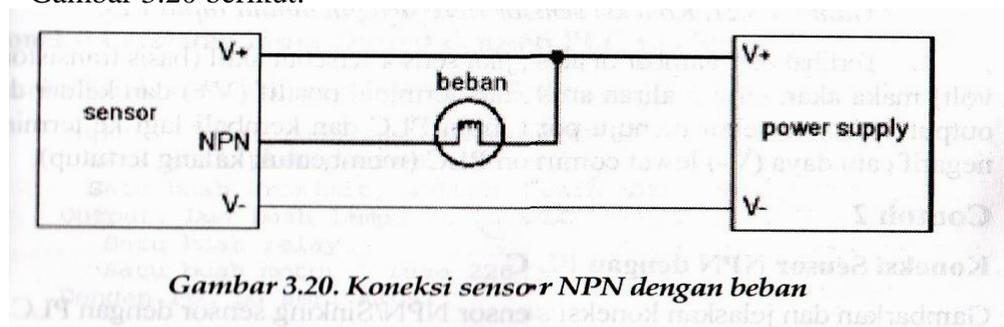
2. Sinking Sensor

Gambar 3.19 di bawah memperlihatkan rangkaian internal dari sensor jenis sinking. Keluaran sensor ini adalah transistor jenis NPN. Dalam keadaan normal, tegangan yang mencatu basis transistor output ini bernilai 0 volt sehingga transistor berada dalam keadaan OFF. Jika terjadi perubahan pada besaran yang dideteksinya maka akan timbul tegangan basis yang besarnya kurang lebih sebesar tegangan catu positif yang menyebabkan transistor menjadi ON. Dengan demikian, arus diizinkan mengalir dari output sensor ke catu negatif sensor (sehingga sensor ini dikenal dengan nama sinking sensor/mnyerap arus)



Gambar 3.19. Sensor jenis Sinking/NPN

Sama halnya pada sensor PNP, sensor NPN ini juga dapat langsung digunakan untuk menggerakkan sebuah beban yang dihubungkan secara langsung terhadap output sensor tersebut, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.20 berikut:



Gambar 3.20. Koneksi sensor NPN dengan beban

2.4 FUNGSI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS (PLC) DAN KEGUNAAN

Fungsi dan kegunaan dari PLC dapat dikatakan hampir tidak terbatas. Tapi dalam prakteknya dapat dibagi secara umum dan khusus.

Secara umum fungsi dari PLC adalah sebagai berikut :

1. Kontrol Sekensial

PLC memroses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC

menjaga agar semua step / langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

2. Monitoring Plant

PLC secara terus menerus memonitor suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut ke operator

Adapun aplikasi dari PLC adalah :

- Konveyor.
- Produk Counting.
- Produk Handling.
- Mesin Bottle Blowing.
- Steamer/ Oven Temperatur Control.
- Material Mixing.
- Elevator.
- Lift/Escalator.
- Mesin Lathe.
- Lighting Control.
- Traffic Light.