



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sejarah PLC

Sebelum PLC diciptakan, sistem kontrol yang digunakan untuk membantu kegiatan produksi di industri-industri pada masa itu masih berbasis *relay logic*.

Sistem berbasis *relay logic* menggunakan *relay* untuk melakukan kegiatan pengendalian system. Namun, sayangnya penggunaan relay ini tidak terlalu memuaskan karena kurang fleksibel terhadap perubahan dalam sistem. Apabila suatu pabrik ingin meningkatkan kapasitas produksinya, maka sistem kontrol yang mengendalikan kegiatan produksi di pabrik tersebut juga harus dirubah.

Dalam sistem kendali berbasis relay logic, perubahan tersebut membutuhkan biaya yang besar dan sangat melelahkan. Selain itu sistem berbasis relay logic juga menyita ruang yang banyak dan biaya pemeliharaannya juga sangat besar.

The Hydramatic Division pada General Motors Corporation lah yang pertama kali menspesifikasikan kriteria-kriteria untuk Programmable Logic Controller (PLC) yang pertama pada tahun 1968. Tujuan mereka saat itu adalah untuk menggantikan sistem kontrol berbasis relay yang mereka gunakan karena tidak fleksibel dan memakan biaya yang sangat besar.

Untuk itu, mereka mengumumkan untuk menerima proposal yang sanggup untuk menggantikan sistem kontrol relay mereka dengan suatu perangkat elektronik yang handal dengan spesifikasi – spesifikasi sebagai berikut:

1. Sistem kontrol yang baru tersebut harus mempunyai harga yang bersaing dengan sistem kontrol berbasis relay yang digunakan saat itu.
2. Sistem tersebut harus tahan terhadap kondisi lingkungan industri yang berat.
3. Antarmuka input dan output harus mudah untuk diganti-diganti.



4. Controller harus didesain dalam bentuk modul-modul sehingga bagian-bagian tertentu dapat dilepas sewaktu-waktu untuk penggantian atau perbaikan.
5. Sistem kontrol mempunyai kemampuan untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya ke *central system*.
6. Sistem kontrol tersebut harus dapat digunakan lagi untuk kondisi yang berbeda.
7. Metode untuk memprogram controller harus sederhana sehingga mudah dipahami oleh karyawan pabrik.

Proposal yang menang dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan oleh Hydramatic Division adalah proposal yang dimenangkan oleh Bedford Associates. Dick Morley salah satu anggota tim dari Bedford Associates yang memenangkan proposal tersebut dianggap sebagai “bapak” dari PLC. PLC pertama yang diciptakan oleh Bedford Associates tersebut memenuhi semua kriteria yang diinginkan oleh Hydramatic Division.

Dalam waktu singkat penggunaan PLC mulai menyebar ke industri-industri lain. Pada tahun 1971, PLC mulai digunakan untuk menggantikan relay pada industri-industri seperti: industri makanan dan minuman, industri pengolahan metal, industri manufaktur, dan industri pulp dan kertas.

Kesuksesan PLC ini dikarenakan kemampuannya yang merupakan sebuah peningkatan signifikan dari sistem kontrol berbasis relay karena lebih mudah digunakan, membutuhkan ruang dan energi yang lebih sedikit, mempunyai indikator-indikator untuk mendiagnosis sehingga lebih memudahkan troubleshooting apabila terjadi masalah, dan dapat digunakan lagi untuk proyek yang lain apabila proyek yang sedang berjalan dihentikan.

Kemampuan PLC terus dikembangkan hingga sekarang. PLC saat ini mempunyai *scan times* yang lebih cepat karena menggunakan teknologi *mikroprosesor* yang lebih maju. Kemampuan input-output nya juga meningkat

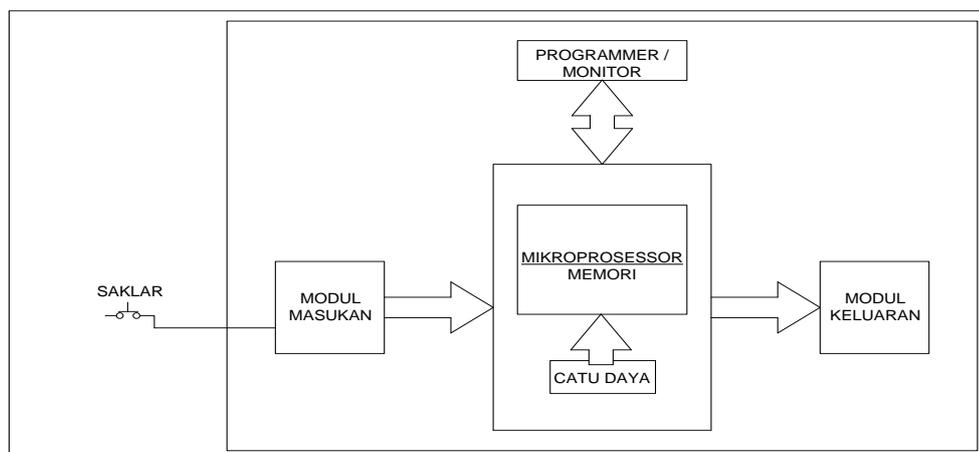
---

---

menjadi lebih hemat ruang dan berbiaya lebih rendah. Walaupun kemampuan PLC terus meningkat sehingga mempunyai *scan times* yang lebih cepat, tipe-tipe antarmuka yang lebih bervariasi, kemampuan memproses data yang lebih canggih, namun spesifikasi PLC tetap mempertahankan tujuan awal penciptanya, yaitu mudah untuk digunakan dan dipelihara.

## 2.2 Pengertian PLC

Secara mendasar PLC adalah suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. Keadaan input PLC digunakan dan disimpan didalam memory dimana PLC melakukan instruksi logika yang di program pada keadaan inputnya. Peralatan input dapat berupa sensor photo elektrik, push button pada panel kontrol, limit switch atau peralatan lainnya dimana dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat masuk ke dalam PLC. Peralatan output dapat berupa switch yang menyalakan lampu indikator, relay yang menggerakkan 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.



Gambar 2.1 Sistem Layout dan Hubungan PLC

### 2.3 Kelebihan dan Kurangan Pemakaian PLC

Beberapa kelebihan pemakaian PLC dibandingkan dengan peralatan kontrol relay konvensional adalah :

1) Fleksibel

Pada peralatan konvensional, 1 buah mesin dikontrol dengan 1 buah alat pengendali, namun dengan PLC, pemakaian banyak mesin hanya dikontrol dengan 1 buah PLC saja.

2) Deteksi dan koreksi peralatan lebih mudah

Apabila program kontrol sudah dibuat dan dimasukkan ke dalam PLC dengan cara memrogramnya, maka program dapat dengan mudah diubah dengan cepat, setelah itu program dapat dijalankan. Apabila masih terdapat kesalahan, maka dapat dikoreksi dengan menggunakan diagram ladder sehingga koreksi dapat segera dilakukan.

3) Harga relative murah

Perkembangan teknologi memungkinkan peningkatan fungsi, ukuran dan bentuk PLC yang semakin ringkas yang tentunya akan menurunkan harga pembuatan yang mahal. Salah satu fungsi yang terus ditingkatkan adalah modul input / output, sehingga saat ini banyak dijumpai PLC dengan jumlah masukan dan keluaran yang banyak dengan harga yang murah.

4) Pengamatan visual

Operasi PLC saat menjalankan program dapat dilihat dengan teliti pada monitor computer, sehingga dengan mudah dalam proses pencarian, pengamatan dan pembenahan program. Dengan demikian proses pembenahan hanya membutuhkan waktu yang singkat.

5) Kecepatan operasi

Kecepatan operasi PLC sangat cepat, kecepatan operasi ini adalah mengaktifkan fungsi-fungsi logika hanya dalam waktu beberapa milidetik. Hal ini karena PLC menggunakan rangkaian elektronik yang jika dibandingkan dengan penggunaan relay magnetic yang kecepatan operasinya lebih lambat.

---

---

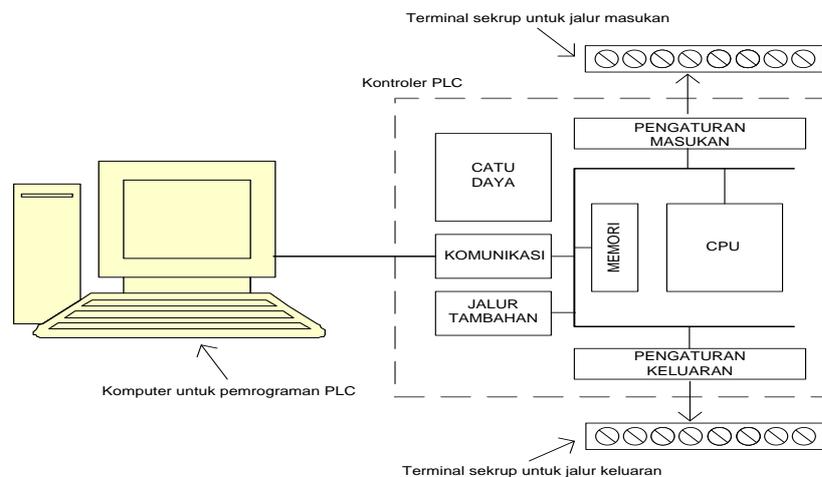
- 6) Implementasi proyek lebih singkat
- 7) PLC mengkonsumsi daya yang jauh lebih kecil dibandingkan system kontrol konvensional.
- 8) Sederhana, mudah dalam penggunaannya dan mudah memodifikasi tanpa biaya tambahan.
- 9) Dokumentasi lebih mudah

Hasil pemrograman PLC dapat dicetak sehingga dapat dengan mudah dalam pencarian arsip gambar kontrol.

Selain memiliki kelebihan, PLC juga memiliki kekurangan diantaranya yaitu bagi masyarakat umum, PLC masih tergolong teknologi baru sehingga dibutuhkan waktu untuk mengubah system konvensional yang sudah ada sebelumnya dan PLC sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang ekstrim misalnya lingkungan panas yang tinggi, vibrasi yang sangat tidak cocok untuk penggunaan PLC karena dapat merusak PLC.

## 2.4 Bagian Utama PLC

PLC sesungguhnya merupakan system mikrokontroler khusus industry, artinya seperangkat perangkat keras dan lunak yang diadaptasi untuk keperluan dalam dunia industri.



Gambar 2.2 Bagian-Bagian Utama PLC

Dalam Sistem PLC terdapat beberapa komponen bagian utama yaitu :

#### 2.4.1 Unit Pengolahan Pusat (CPU – Central Processing Unit)

Unit Pengolah pusat CPU merupakan otak dari sebuah kontroler PLC. CPU ini juga menangani komunikasi dengan piranti eksternal, inerkonektivitas antar bagian-bagian internal PLC, eksekusi program, manajemen memori, mengawasi atau mengamati masukan dan memberikan sinyal keluaran (sesuai dengan proses atau program yang dijalankan). Kontroler PLC memiliki suatu rutin kompleks yang digunakan untuk memeriksa memori agar dapat memastikan memori PLC tidak rusak, hal ini dilakukan karena alasan keamanan. Hal ini bias dijumpai dengan adanya indicator lampu pada badan PLC sebagai indicator terjadinya kesalahan atau kerusakan.

#### 2.4.2 Memori

Memori Sistem (saat ini banyak yang mengimplementasikan penggunaan teknologi flash) digunakan oleh PLC untuk system kontrol proses. Selain berfungsi untuk menyimpan system operasi, juga digunakan untuk menyimpan program yang harus dijalankan, dalam bentuk biner, hasil terjemah diagram yang dibuat oleh pemrogram. Isi dari memori flash tersebut dapat diubah (bahkan dapat juga dikosongkan atau dihapus) jika memang dikehendaki seperti itu. Tetapi yang jelas, dengan penggunaan teknologi flash, proses penghapusan dan pengisian kembali memori dapat dilakukan dengan mudah dan cepat.

#### 2.4.3 Pemrograman PLC

Kontroler PLC dapat deprogram melalui computer, tetapi juga bias deprogram melalui pemrograman manual, yang biasa disebut dengan konsol (console). Untuk keperluan ini dibutuhkan perangkat lunak, yang biasanya juga bergantung pada produk PLC-nya.

---

---

#### 2.4.4 Catu Daya PLC

Catu daya listrik untuk memberikan pasokan catu daya ke seluruh bagian PLC (termasuk CPU, memori dan lain-lain). Kebanyakan PLC bekerja dengan catu daya 24 VDC atau 220 VAC. Beberapa PLC catu dayanya terpisah (sebagai modul tersendiri). Yang demikian biasanya merupakan PLC besar, sedangkan yang medium atau yang kecil, catu dayanya sudah menyatu.

Catu daya listrik ini biasanya tidak digunakan untuk memberikan catu daya langsung ke masukan maupun keluaran, artinya masukan dan keluaran murni merupakan saklar (baik relai maupun opto-isolator). Pengguna harus menyediakan sendiri catu daya terpisah untuk masukan dan keluaran PLC. Hal ini bertujuan agar apabila terjadi kesalahan pemakaian maka tidak akan merusak PLC-nya itu sendiri karena memiliki catu daya terpisah antara PLC dengan jalur –jalur masukan dan keluaran.

#### 2.4.5 Masukan-masukan PLC

Kecerdasan system terotomasi sangat bergantung pada kemampuan sebuah PLC untuk membaca sinyal dari berbagai macam jenis sensor dan piranti-piranti masukan lainnya. Untuk mendeteksi proses atau kondisi atau status suatu keadaan yang sedang terjadi, misalnya, berapa cacah barang yang sudah diproduksi, ketinggian permukaan air, tekanan udara dan lain sebagainya, maka dibutuhkan sensor-sensor yang tepat untuk masing-masing kondisi atau keadaan yang akan dideteksi tersebut. Dengan kata lain, sinyal-sinyal masukan tersebut dapat berupa sinyal logic (ON atau OFF) maupun analog.

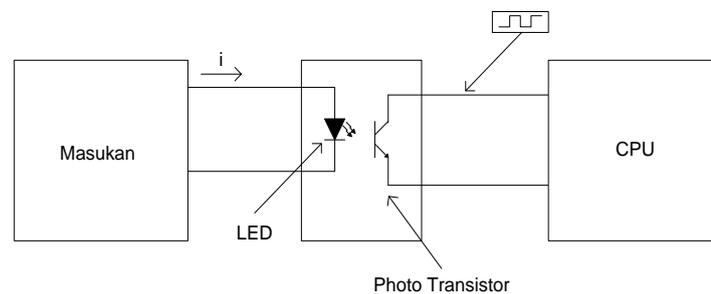
#### 2.4.6 Pengeluaran atau Antarmuka Masukan

Antarmuka masukan berada diantara jalur masukan yang sesungguhnya dengan unit CPU. Tujuannya adalah melindungi CPU dari sinyal-sinyal yang tidak dikehendaki yang bias mersusak CPU itu sendiri.

---

---

Modul antarmuka masukan ini berfungsi untuk mengkonversi atau mengubah sinyal-sinyal masukan dari luar ke sinyal-sinyal yang sesuai dengan tegangan kerja CPU yang bersangkutan (misalnya, masukan dari sensor dengan tegangan kerja 24 VDC harus dikonversikan menjadi tegangan 5 VDC agar sesuai dengan tegangan kerja CPU). Hal ini dengan mudah bias dilakukan dengan menggunakan rangkaian opto-isolator sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Rangkaian Antarmuka Masukan PLC

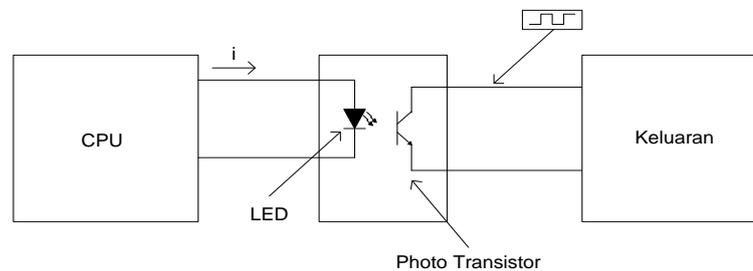
Penggunaan opto-isolator artinya tidak ada hubungan kabel sama sekali antara dunia luar dengan unt CPU. Secara optic dipisahkan atau dengan kata lain, sinyal ditransmisikan melalui cahaya. Kerjanya sederhana, piranti eksternal akan memberikan sinyal untuk menghidupkan LED (dalam opto-isolator), akibatnya photo transistor akan menerima cahaya dan akan menghantarkan arus (ON). Begitu juga sebaliknya, saat sinyal masukan tidak ada lagi, maka LED akan mati dan photo transistor akan berhenti menghantar (OFF).

#### 2.4.7 Keluaran-keluaran PLC

Sistem terotomasi tidaklah akan lengkap jika tidak ada fasilitas keluaran atau fasilitas untuk menghubungkan dengan alat-alat eksternal. Beberapa alat atau piranti yang banyak digunakan adalah motor, solenoid, relai, lampu indicator, speaker dan ain sebagainya.

#### 2.4.8 Pengaturan atau Antarmuka Keluaran

Sebagaimana pada antarmuka masukan, keluaran juga membutuhkan antarmuka yang sama yang digunakan untuk memberikan perlindungan antara CPU dengan peralatan eksternal, sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah. Cara kerjanya juga sama, yaitu menyalakan dan mematikan LED di dalam opto-isolator yang ada di CPU, sedangkan yang membaca status photo transistor, apakah menghantarkan arus atau tidak adalah peralatan atau piranti eksternal.



Gambar 2.4 Rangkaian Antarmuka Keluaran PLC

#### 2.4.9 Jalur Ekstensi atau Tambahan

Setiap PLC biasanya memiliki jumlah masukan dan keluaran yang terbatas. Jika diinginkan, jumlah ini dapat ditambahkan dengan menggunakan sebuah modul keluaran dan masukan tambahan (I/O expansion atau I/O extension module).

### 2.5 Prinsip Kerja PLC

Pada dasarnya PLC menerima data-data masukan dari peralatan input luar seperti tombol tekan, saklar, sensor temperature, sensor tekanan, sensor level, sensor aliran dan sebagainya. Data-data masukan ini bisa berupa sinyal-sinyal digital. Kemudian oleh CPU PLC, sinyal digital tersebut akan diolah sesuai dengan program-program yang telah dibuat / disimpan dalam memori CPU. Selanjutnya CPU akan mengambil keputusan lalu dipindahkan kemodul output masih dalam bentuk sinyal digital. Sinyal digital ini diproses untuk menggerakkan

peralatan output yang dapat berupa magnet, cahaya, panas, audio, motor, elektro kimia dan lain sebagainya. Peralatan output ini yang nantinya akan digunakan untuk mengoperasikan system atau proses yang akan dikontrol.

## 2.6 PLC OMRON CPM1A

Programmable Logic Controller (PLC) Omron CPM1A merupakan produk dari Omron. PLC ini mempunyai indikator terminal input dan terminal output (I/O) dengan perbandingan jumlah terminal sebesar 60% adalah terminal input dan 40% merupakan terminal output.

Selain indikator terminal I/O terdapat juga empat buah lampu indikator yaitu PWR, RUN, ERR/ALM dan COMM. Fungsi dan arti dari keempat lampu indikator tersebut dapat dijelaskan pada table 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Arti Lampu Indikator PLC OMRON CPM1A

Indikator	Status	Keterangan
<b>PWR</b> (hijau)	ON	Catu daya disalurkan ke PLC
	OFF	Catu daya tidak disalurkan ke PLC
<b>RUN</b> (hijau)	ON	PLC dalam mode kerja RUN atau MONITOR
	OFF	PLC dalam kondisi mode PROGRAM atau munculnya kesalahan yang fatal
<b>COMM</b> (kuning)	Kedip	Data sedang dikirim melalui port peripheral atau RS-232C
	OFF	Tidak ada proses pengiriman data melalui port peripheral maupun RS-232C
<b>ERR/ALM</b> (merah)	ON	Adanya suatu kesalahan fatal operasi PLC berhenti
	Kedip	Adanya suatu kesalahan tak fatal operasi PLC berlanjut
	OFF	Operasi berjalan dengan normal



Gambar 2.5 PLC OMRON CPM1A

Selain empat buah lampu indicator tersebut, tersebut juga terdapat fasilitas terminal untuk melakukan hubungan komunikasi dengan computer melalui RS-232C atau yang lebih dikenal dengan port serial.

## 2.7 Mode Kerja

PLC Omron CPM1A dapat bekerja dalam tiga mode yaitu : Program, Monitor dan RUN. Namun hanya satu mode kerja saja yang bisa aktif pada saat yang bersamaan.

### 2.7.1 Mode Program

Mode ini digunakan untuk melakukan beberapa operasi dalam persiapan eksekusi program :

- 1) Mengubah parameter-parameter inisial / operasi sebagaimana terdapat di dalam setup PC.
- 2) Menulis, menyalin atau memeriksa program.

- 3) Memeriksa pengkabelan dengan cara memaksa bit-bit I/O ke kondisi set atau reset.

### 2.7.2 Mode Monitor

Program atau diagram tangga berjalan dalam mode Monitor ini dan beberapa operasi dapat dilakukan melalui sebuah Perangkat Pemrograman. Secara umum, mode Monitor digunakan untuk melakukan pelacakan kesalahan (debug atau troubleshooting), operasi pengujian dan melakukan penyesuaian (adjustment) :

- 1) Pengeditan on-line (langsung).
- 2) Mengawasi memori I/O selama PLC beroperasi.
- 3) Memaksa set atau reset bit-bit I/O, mengubah nilai-nilai dan mengubah nilai saat ini selama PLC beroperasi.

### 2.7.3 Mode RUN

Program atau diagram tangga dijalankan dengan kecepatan normal pada mode RUN ini. Operasi-operasi seperti pengendalian on-line, memaksa set atau reset bit-bit I/O dan mengubah nilai-nilai tidak dapat dilakukan dalam mode ini, tetapi status dari bit I/O dapat diawasi.

## 2.8 Bahasa Program PLC Omron CPM1A

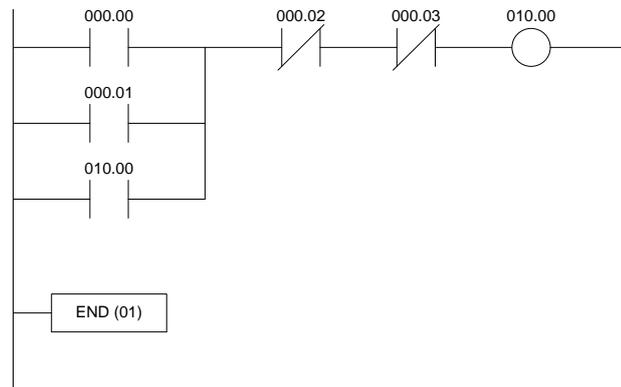
Pembuatan bahasa program PLC Omron CPM1A dengan menggunakan bantuan computer yang telah dilengkapi dengan perangkat lunak CX Programmer V 9.0. Pemrograman dilakukan dengan membuat ladder diagramnya (diagram tangga). Apabila diinginkan ladder diagram yang sudah dibuat dapat secara otomatis dikonversikan ke bentuk kode mnemonik ataupun ke dalam bentuk diagram blok (function plan).

### 2.8.1 Ladder Diagram

Contoh bentuk ladder diagram sebagai berikut :

---

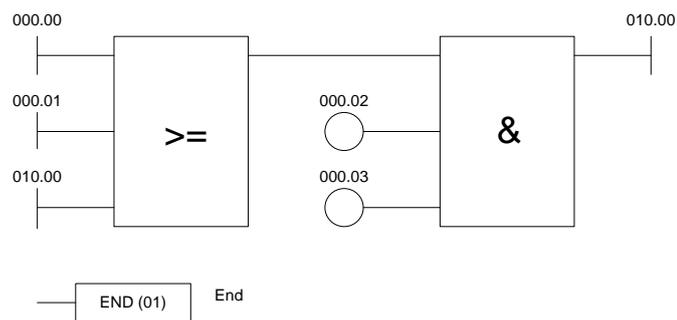
---



Gambar 2.6 Contoh Bentuk Ladder Diagram

### 2.8.2 Diagram Blok (Function Plan)

Contoh bentuk diagram blok :



Gambar 2.7 Contoh Bentuk Diagram Blok (Function Plan)

### 2.8.3 Kode Mnemonik (Statement List)

Contoh Kode Mnemonik sebagai berikut :

Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	OR	01000
00003	ANDNOT	00002
00004	ANDNOT	00003

00005	OUT	01000
00006	END	

Gambar 2.8 Contoh bentuk Kode Mnemonik

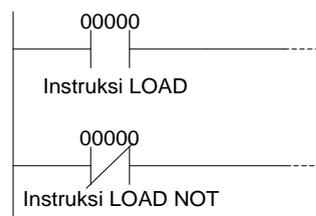
## 2.9 Instruksi Dasar Pemrograman

### 2.9.1 Instruksi-instruksi Tangga

Instruksi tangga (ladder instruction) adalah instruksi-instruksi yang terkait dengan kondisi-kondisi di dalam diagram tangga, baik itu yang berdiri sendiri maupun kombinasi atau gabungan dengan blok instruksi berikut atau sebelumnya yang akan membentuk suatu kondisi eksekusi. Beberapa instruksi tangga diantaranya :

#### 1) LOAD (LD) LOAD NOT (LD NOT)

Kondisi pertama yang mengawali sembarang blok logika di dalam diagram tangga berkaitan dengan instruksi LOAD atau LOAD NOT. Masing-masing instruksi ini membutuhkan satu baris kode mnemonik.



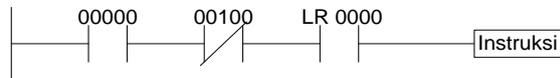
Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	Instruksi	
00002	LD NOT	00000
00003	Instruksi	

Gambar 2.9 Contoh Instruksi LD Dan LD NOT

#### 2) AND dan AND NOT

Jika terdapat dua atau lebih kondisi yang dihubungkan secara seri pada garis instruksi yang sama, maka kondisi yang pertama menggunakan

instruksi LD atau LD NOT dan sisanya menggunakan instruksi AND dan AND NOT.

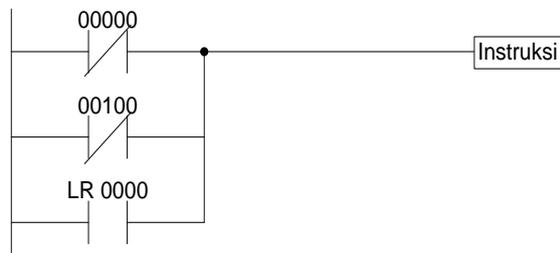


Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00100
00002	AND	LR 0000
00003	Instruksi	

Gambar 2.10 Contoh Instruksi AND Dan AND NOT

### 3) OR dan OR NOT

Jika dua atau lebih kondisi dihubungkan secara paralel, artinya dalam garis instruksi yang sama, maka kondisi pertama terkait dengan instruksi LD atau LD NOT dan sisanya berkaitan dengan instruksi OR atau OR NOT.

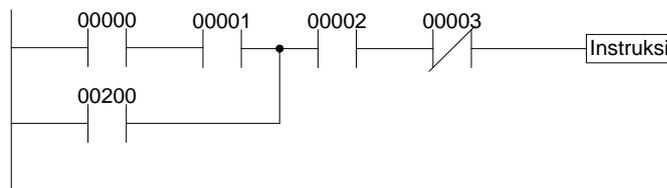


Alamat	Instruksi	Data
00000	LD NOT	00000
00001	OR NOT	00100
00002	OR	LR 0000
00003	Instruksi	

Gambar 2.11 Contoh Instruksi OR dan OR NOT

#### 4) Kombinasi instruksi AND dan OR

Jika instruksi AND dan OR digabung atau dikombinasikan dalam suatu diagram tangga yang lebih kompleks, maka bisa dipandang satu persatu, artinya bisa dilihat masing-masing hasil gabungan dua kondisi menggunakan instruksi AND atau OR secara sendiri-sendiri kemudian menggabungkannya menjadi satu kondisi menggunakan instruksi AND atau OR yang terakhir.

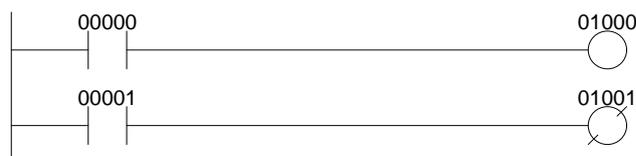


Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	AND	00001
00002	OR	00200
00003	AND	00002
00004	ANDNOT	00003
00005	Instruksi	

Gambar 2.12 Contoh Kombinasi AND Dan OR

#### 5) Instruksi OUTPUT dan OUTPUT NOT

Cara yang paling mudah untuk mengeluarkan hasil kombinasi kondisi eksekusi adalah dengan menyambung langsung dengan keluaran melalui instruksi OUTPUT atau OUTPUT NOT.



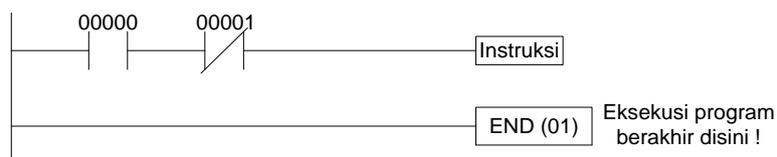
Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	OUT	00001

Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00001
00001	OUT NOT	01001

Gambar 2.13 Contoh Instruksi OUTPUT dan OUTPUT NOT

## 6) Instruksi END

Instruksi terakhir yang harus dituliskan atau digambarkan dalam diagram tangga adalah instruksi END. CPU pada PLC akan mengerjakan semua instruksi dalam program dari awal (baris pertama) hingga ditemui instruksi END yang pertama, sebelum kembali lagi mengerjakan instruksi dalam program dari awal lagi, artinya instruksi-instruksi yang ada di bawah atau setelah instruksi END akan diabaikan. Angka yang bertuliskan pada instruksi END pada kode mnemonik merupakan kode fungsinya. Hal yang perlu diperhatikan di sini adalah ketentuan penulisan instruksi END, jika suatu diagram tangga atau program PLC tidak dilengkapi instruksi END, maka program tidak akan dijalankan sama sekali.



Alamat	Instruksi	Data
00500	LD	00000
00501	AND NOT	00100
00502	Instruksi	
00503	END(01)	

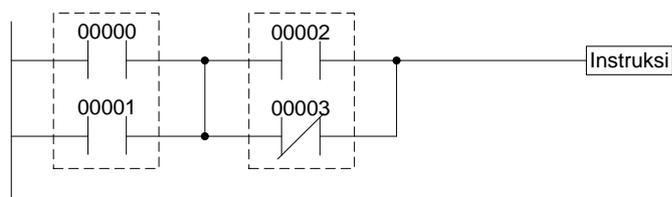
Gambar 2.14 Contoh Instruksi END

## 2.9.2 Instruksi-Instruksi Blok Logika

Instruksi-instruksi blok logika menyatakan hubungan antar blok blok logika, misalnya instruksi AND LD akan meng-AND-logika-kan kondisi eksekusi yang dihasilkan oleh dua blok logika, demikian juga dengan instruksi OR LD untuk meng-OR-logika-kan kondisi eksekusi yang dihasilkan dua blok logika.

### 1) AND LOAD (AND LD)

Contoh kondisi network yang sederhana tetapi diagram tangga tersebut membutuhkan sebuah instruksi blok logika AND LD.

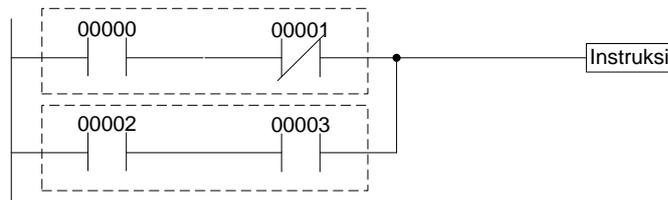


Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	LD	00002
00003	OR NOT	00003
00004	AND LD	-

Gambar 2.15 Contoh Instruksi Logika AND LD

### 2) OR LOAD (OR LD)

Instruksi ini digunakan untuk meng-OR-logika-kan dua blok logika. Contoh diagram tangga yang membutuhkan instruksi OR LD untuk menggabungkan blok logika atas bawah.

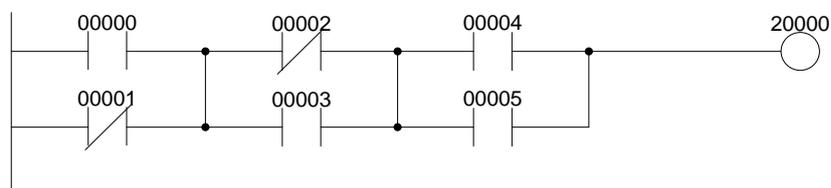


Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	LD	00002
00003	AND	00003
00004	OR LD	-

Gambar 2.16 Contoh Instruksi Logika OR

3) Instruksi-instruksi blok logika dalam seri

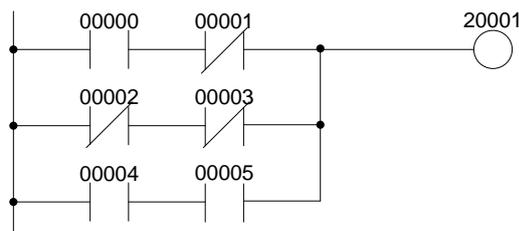
Untuk mengkodekan diagram dengan kondisi logika yang dipasang atau dihubungkan secara seri, sebagaimana ditunjukkan pada gambar diagram tangga dibawah maka diagram perlu dibagi-bagi menjadi blok-blok logika yang bersangkutan. Masing-masing blok dikodekan menggunakan instruksi LD atau LD NOT untuk kondisi pertama, selanjutnya cara menggabungkan dengan blok-blok logika lainnya ada 2 (dua) cara seperti yang terdapat pada table kode mnemoniknya.



Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	OR NOT	00001
00002	LD NOT	00002
00003	OR	00003
00004	AND LD	-
00005	LD	00004
00006	OR	00005
00007	AND LD	-
00008	OUT	20000

Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	OR NOT	00001
00002	LD NOT	00002
00003	OR	00003
00004	AND LD	-
00005	LD	00004
00006	OR	00005
00007	AND LD	-
00008	OUT	20000

Gambar 2.17 Contoh Blok Logika Yang Dihubungkan Secara Serial



Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	LD NOT	00002
00003	AND NOT	00003
00004	OR LD	-
00005	LD	00004
00006	AND	00005
00007	OR LD	-
00008	OUT	20001

Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	LD NOT	00002
00003	AND NOT	00003
00004	LD	00004
00005	AND	00005
00006	OR LD	-
00007	OR LD	-
00008	OUT	20001

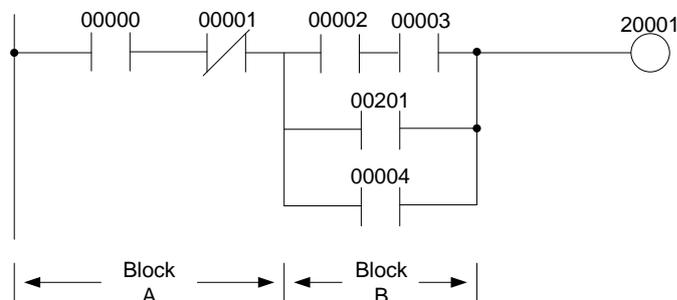
G

Gambar 2.18 Contoh Blok Logika Yang Dihubungkan Secara Pararel

#### 4) Mengkombinasikan AND LD dan OR LD

Pada gambar dibawah ini ditunjukkan sebuah diagram tangga yang hanya mengandung dua blok logika saja. Blok b tidak perlu dibagi lagi, karena bisa dikodekan langsung menggunakan AND dan OR.

Pada gambar dibawah ini ditunjukkan diagram tangga lainnya, walaupun sama dengan gambar diagram tangga sebelumnya, tetapi blok B pada diagram tangga gambar diatas tidak dapat dikodekan tanpa memisahkan menjadi dua blok logika (karena ada dua kondisi pada garis kedua).

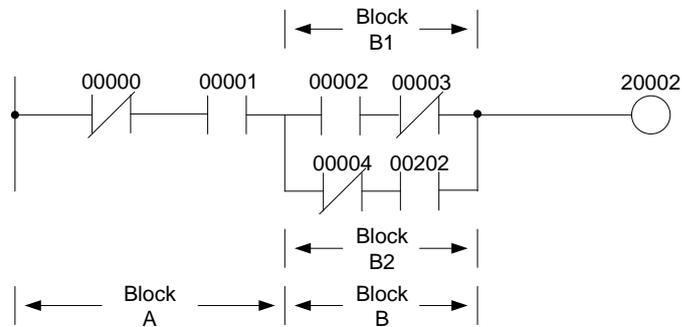


Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	LD	00002
00003	AND	00003
00004	OR	00201
00005	OR	00004
00006	AND LD	-
00007	OUT	20001

Gambar 2.19 Mengkombinasi AND LD Dan OR LD

Pada gambar dibawah ini ditunjukkan diagram tangga lainnya, walaupun sama dengan gambar diagram tangga sebelumnya, tetapi Blok B pada

diagram tangga gambar diatas tidak dapat dikodekan tanpa memisahkan menjadi dua blok logika (karena ada dua kondisi pada garis kedua).

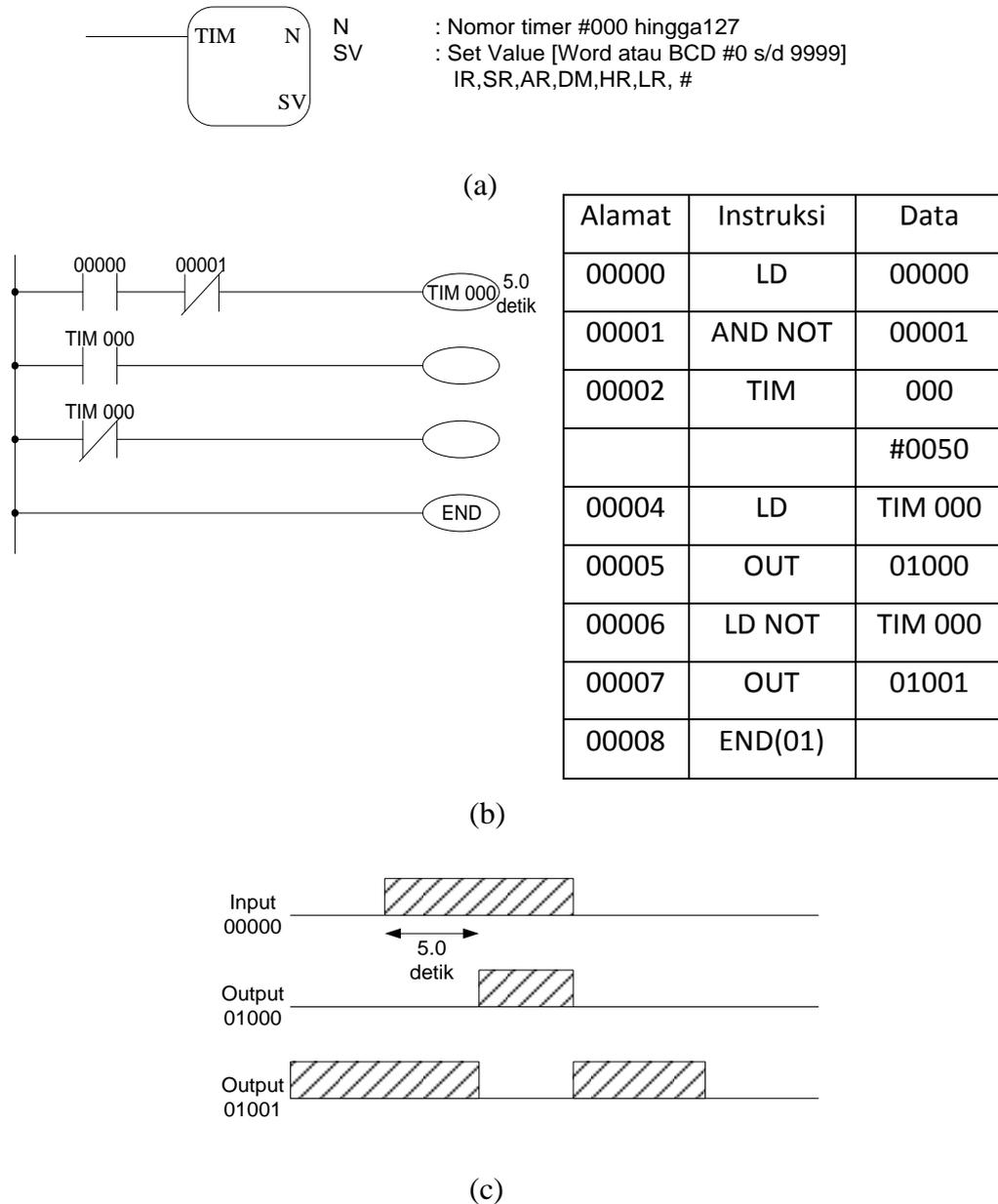


Alamat	Instruksi	Data
00000	LD NOT	00000
00001	AND	00001
00002	LD	00002
00003	AND NOT	00003
00004	LD NOT	00004
00005	AND	00200
00006	OR LD	-
00007	AND LD	-
00008	OUT	20002

Gambar 2.20 Contoh Lain Mengkombinasi AND LD Dan OR LD

### 2.9.3 Timer

Instruksi TIM (timer) dapat digunakan sebagai pewaktu delay ON/OFF delay juga sebagai rangkaian relay. Sebenarnya instruksi TIM adalah instruksi pengurangan dari pewaktu yang membutuhkan nomor dari timer mulai 0 hingga nomor 127 dan nilai set (SV) yang berkisar dari 6000 sampai 9999 atau jika dikonversi ke dalam detik dibagi 10 sehingga dapat membentuk timer 0 sampai 999,9 detik.

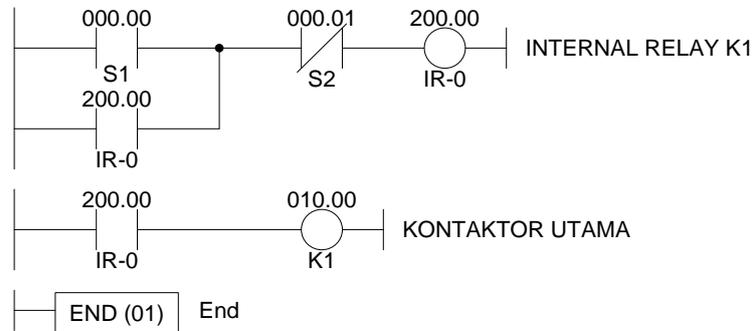


Gambar 2.21 (a) Format Instruksi Timer ; (b) Contoh Ladder Diagram Dan Mnemonik Pemakaian Timer On Delay ; (c) Timing Diagram

### 2.9.4 Instruksi Relay (IR)

Fungsi dari internal relay (IR) dalam bahasa program PLC adalah untuk menghindarkan kontak output PLC bekerja pada kontak arus maksimum. Dengan menggunakan internal relay yang ada dalam CPU PLC akan lebih memungkinkan penggunaan kode output PLC lebih efisien. Pada PLC jenis

Omron tipe CPM1A penomoran internal relay (IR) adalah mulai dari 20000 s/d 20324.



Gambar 2.22 Contoh Pemakaian Internal Relay

## 2.10 Kode Input dan Kode Output

Pada PLC Omron CPM1A pengkodean peralatan input dan peralatan output dilakukan sebagai berikut :

### 2.10.1 Peralatan Input

Pengkodeannya sebagai berikut :

- 1) Kode 000xx dimana 000 adalah kode input dan xx adalah nomor input (00000 s/d 00011)
- 2) Kode 001xx dimana 001 adalah kode input dan xx adalah nomor input (00100 s/d 00105)

### 2.10.2 Peralatan Output

Pengkodeannya sebagai berikut :

- 1) Kode 010xx dimana 010 adalah kode output dan xx adalah nomor output (01000 s/d 01007)
- 2) Kode 011xx dimana 011 adalah kode output dan xx adalah nomor output (01100 s/d 01103)

Tabel 2.2 Pengkodean Terminal I/O

Jumlah Terminal I/O pada CPU	Terminal CPU		Terminal satuan ekspansi I/O		Catu Daya	Nomor Model
	Input	Output	Input	Output		
10	6 point : 00000 ke 00005	4 point : 01000 ke 01003	12 point : 00100 ke 00111	8 point : 01100 ke 01107	AC	CPM1- 10CDR-A
					DC	CPM1- 10CDR-D
20	12 point : 00000 ke 00011	8 point : 01000 ke 01003	12 point : 00100 ke 00111	8 point : 01100 ke 01107	AC	CPM1- 20CDR-A
					DC	CPM1- 20CDR-D
30	18 point : 00000 ke 00011 00100 ke 00105	12 point : 01000 ke 01007 01100 ke 01103	12 point : 00200 ke 00211	8 point : 01200 ke 01207	AC	CPM1- 30CDR-A
					DC	CPM1- 30CDR-D

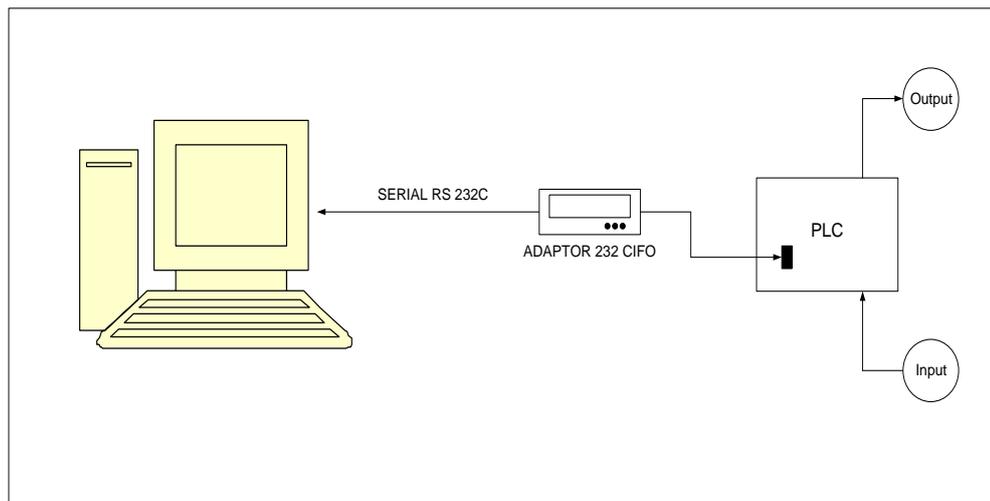
## 2.11 Pemrograman PLC OMRON CPM1A Dengan Komputer

Pemrograman PLC merupakan proses pemasukan data kedalam CPU PLC. Pemrograman bahasa program dilakukan dengan menggunakan computer yang sudah diinstall dengan perangkat lunak (software) CX Programmer V 9.0.

Dengan menggunakan komputer maka pengisian dan penyusunan program PLC akan lebih menjadi mudah dan praktis. Selain untuk mendownload program PLC, running dan monitor operasi kerja PLC juga dapat dilakukan melalui computer.

Komputer yang telah dilengkapi program CX Programmer v 9.0, maka dapat dilakukan :

- 1) Membuat program baru
- 2) Penyimpanan program dan editing
- 3) Upload dan download program antar PLC dan komputer
- 4) Status program saat dijalankan
- 5) Menulis komentar pada program untuk memudahkan pembacaan program
- 6) Print Out program dikertas untuk dokumentasi



Gambar 2.23 Konfigurasi PLC Download Program Dari Komputer

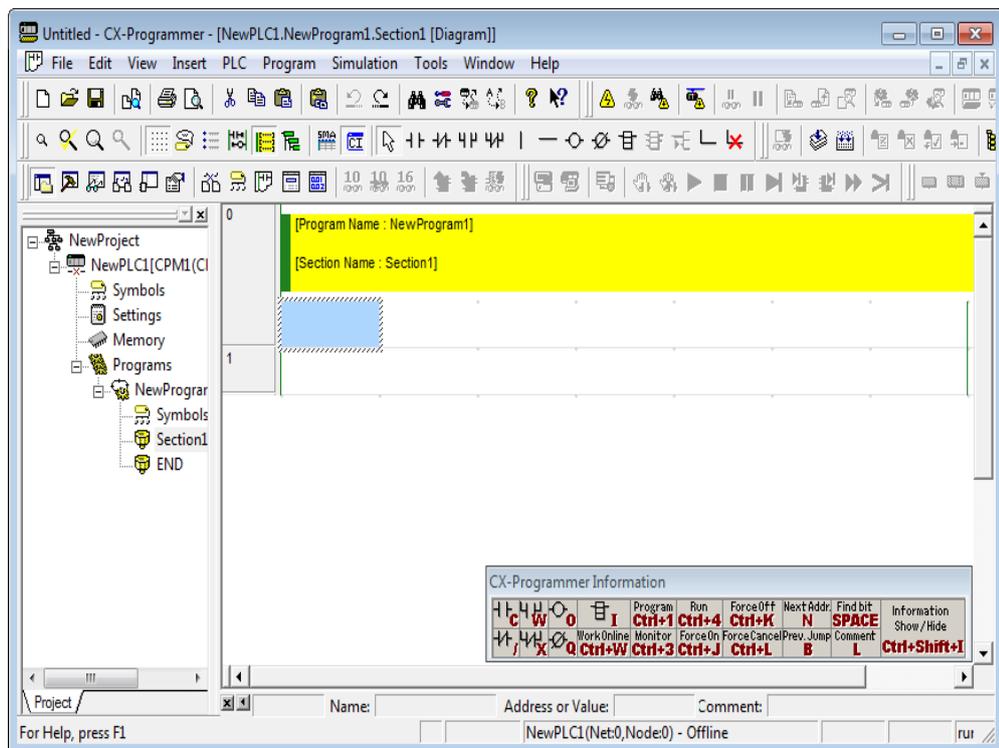
#### 2.11.1 Peralatan interface

Yang dibutuhkan :

- 1) Software OMRON CX Programmer V 9.0 diinstall pada PC yang mempunyai fasilitas windows
- 2) Kabel Serial RS 232 C untuk menghubungkan antara computer dengan adaftor CIFO 232
- 3) Adaftor CIFO 232 type NT bila satu buah PLC dihubungkan dengan satu buah PC dan tipe HOST bila satu buah PC dihubungkan dengan banyak PLC

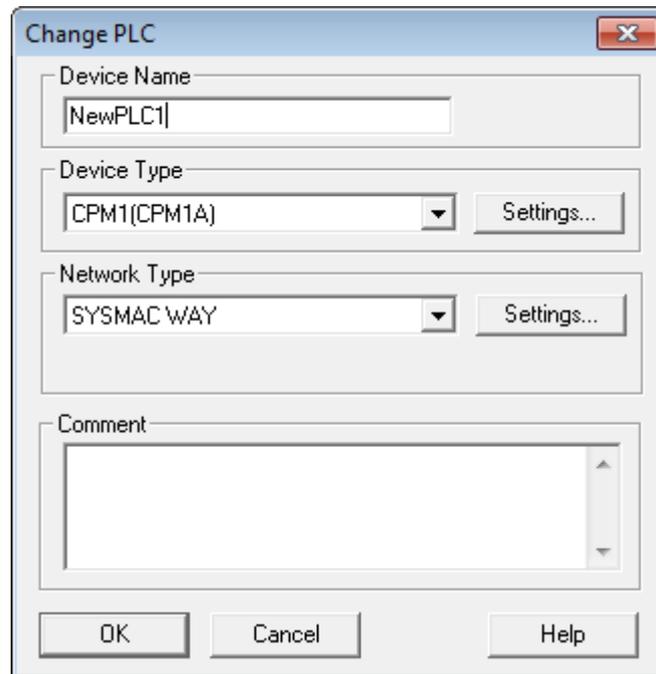
### 2.11.2 Membuat Diagram Tangga

Jalankan CX Programmer V 9.0 sehingga akan dimunculkan jendela penyuntingan diagram tangga sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.24. Pada bagian disebelah bawah kanan berisikan komponen-komponen atau kondisi-kondisi diagram tangga. Sedangkan bagian atas digunakan untuk manajemen berkas (simpan, baca dan lain-lain), manajemen tangga serta sarana komunikasi (dengan PLC).



Gambar 2.24 Tampilan Penyuntingan Diagram Tangga CX Programmer V 9.0

Untuk membuat diagram tangga yang baru mulailah dengan **Menu File** → **New** atau dengan menggunakan key **Ctrl+N**, sehingga akan dimunculkan kotak dialog sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.25. Lakukan pengaturan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.25. Kemudian Klik **Ok**. Sekarang penggambaran diagram tangga sudah dapat dilakukan.



Gambar 2.25 Tampilan Lembar Kerja Baru

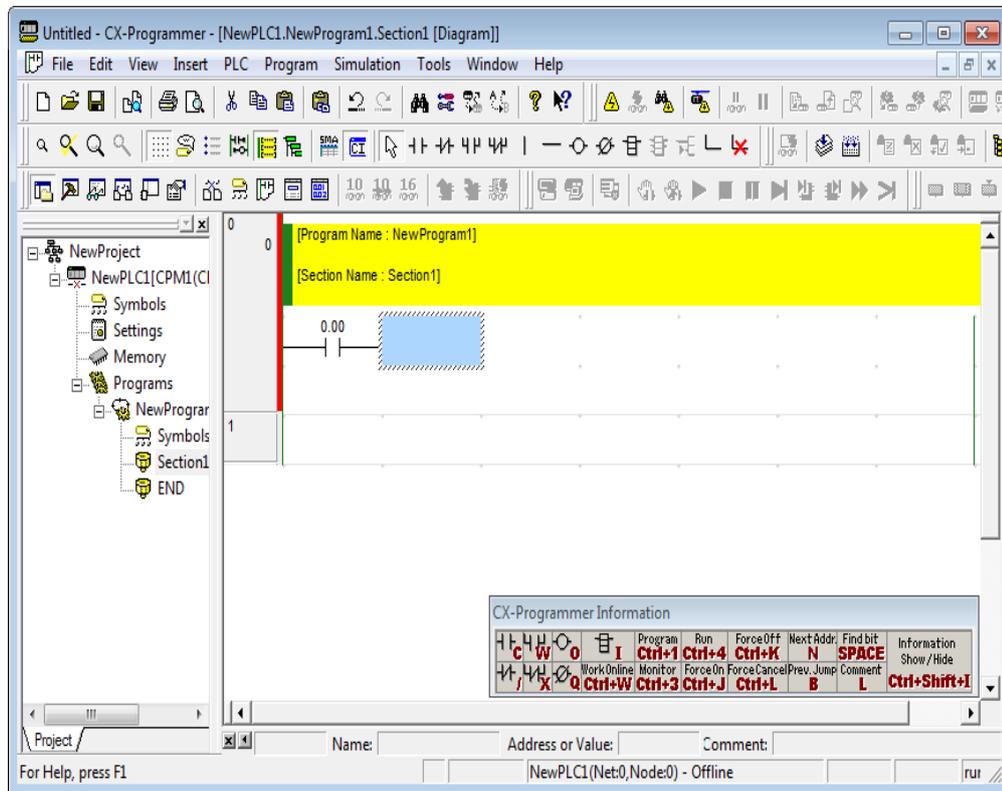
Untuk memulai menggambar diagram tangga bisa dilakukan dengan memilih fungsi atau kondisi apa yang akan dipasang, misalnya dipilih Normally open contact yang akan dipasang pertama, klik pada tombol kondisi tersebut, atau bisa dengan menggunakan keypad C lalu tempatkan pada garis instruksi, kemudian isikan alamatnya pada kotak dialog yang muncul seperti ditunjukkan pada gambar 2.26. Alamat ini memiliki dua bagian, yang pertama merujuk pada alamat word, sedangkan yang kedua merujuk pada alamat bit yang terkait (keduanya dipisahkan dengan tanda titik). Isikan sesuai dengan kode peralatan I/O yang telah ditetapkan.



Gambar 2.26 Kotak Dialog Contact

Setelah mengisi alamat pada kotak dialog tersebut, maka akan ditampilkan lambang kondisi normally open contact pada diagram tangga

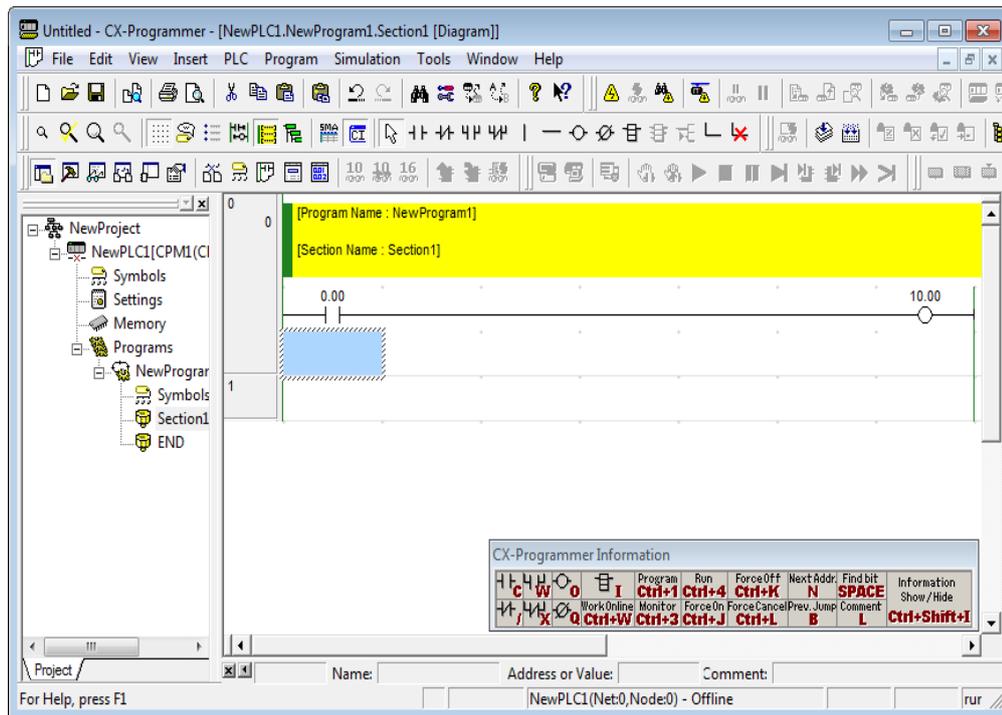
sebagaimana contohnya ditunjukkan pada gambar 2.27. Terlihat bahwa alamat yang telah dituliskan ditampilkan di atas symbol tersebut.



Gambar 2.27 Penggambaran Normally Open Contact

Kemudian dilanjutkan dengan memilih kondisi untuk keluaran yaitu Normally OFF output. Tempatkan di sisi kanan dari Normally open contact yang sudah digambar sebelumnya dan isikan alamatnya sesuai dengan kode peralatan I/O yang telah ditentukan seperti gambar 2.28.

Untuk menyisipkan network baru, maka pilih menu Insert→Rung maka akan tampil dua pilihan yaitu Above (Shift+R) dan Below (R). Above digunakan untuk menyisipkan network diatas network yang sedang disorot pada saat itu, sedangkan Below digunakan untuk menyisipkan network dibawah network yang sedang di sorot.



Gambar 2.28 Hasil Sementara Diagram Tangga

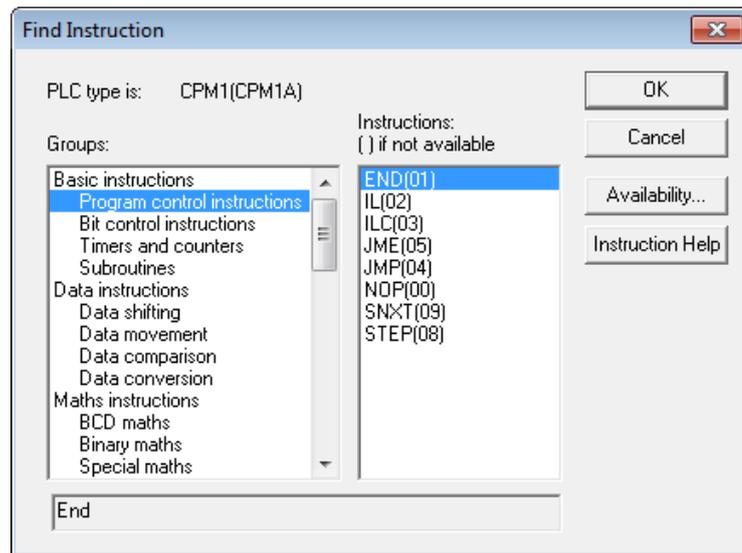
Untuk menutup program harus diakhiri dengan fungsi END, untuk melakukan hal ini, fungsi END harus ditempatkan di bawah jaringan atau network yang telah digambar sebelumnya. Untuk menempatkan fungsi ini, klik pada toolbar New PLC instruction atau bisa juga dengan keypad (I), sehingga akan ditampilkan kotak dialog seperti gambar 2.29.



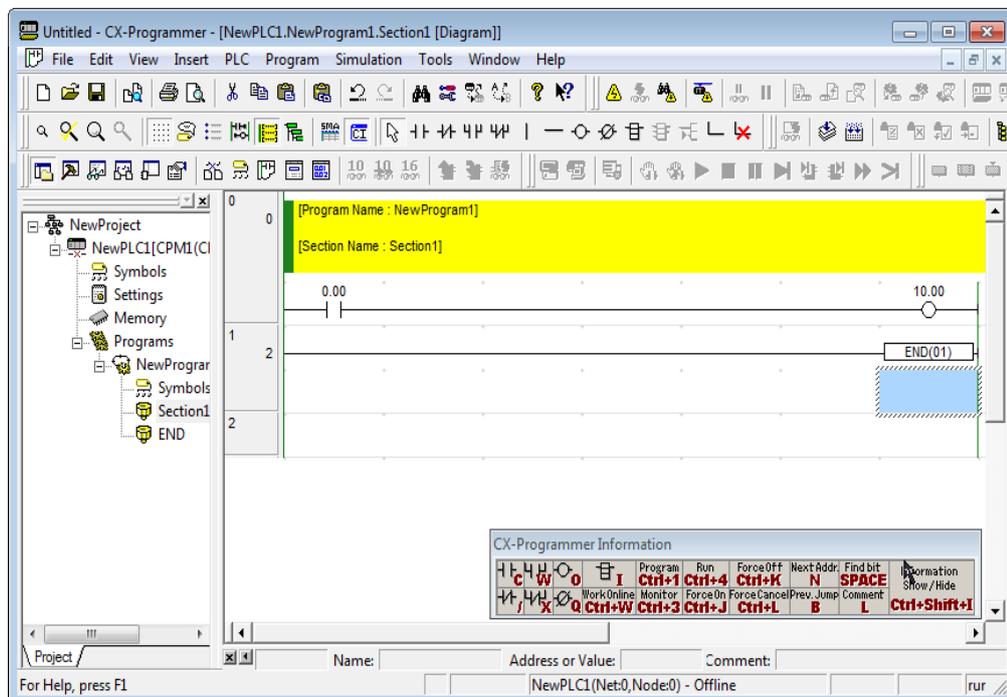
Gambar 2.29 Kotak Dialog Fungsi END

Pada kotak dialog New Instruction tuliskan fungsi END atau dengan mengklik Detail sehingga akan ditampilkan daftar seluruh fungsi yang tersedia untuk PLC yang bersangkutan, tampilannya ditunjukkan pada gambar 2.30.

Pada kotak dialog tersebut pilih kelompok Find Instruction → END (01) → OK. Selanjutnya hasil akhir diagram dari diagram tangga ditunjukkan pada gambar 2.31.



Gambar 2.30 Kotak Dialog Find Instruction



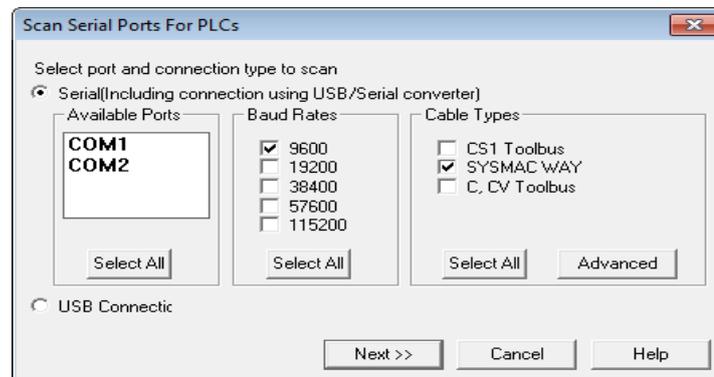
Gambar 2.31 Hasil Akhir Diagram Tangga

### 2.11.3 Menyimpan Diagram Tangga

Untuk menyimpan diagram tangga dilakukan dengan memilih menu **File** → **Save Project**.

### 2.11.4 Pengaturan Komunikasi PLC Dengan Komputer

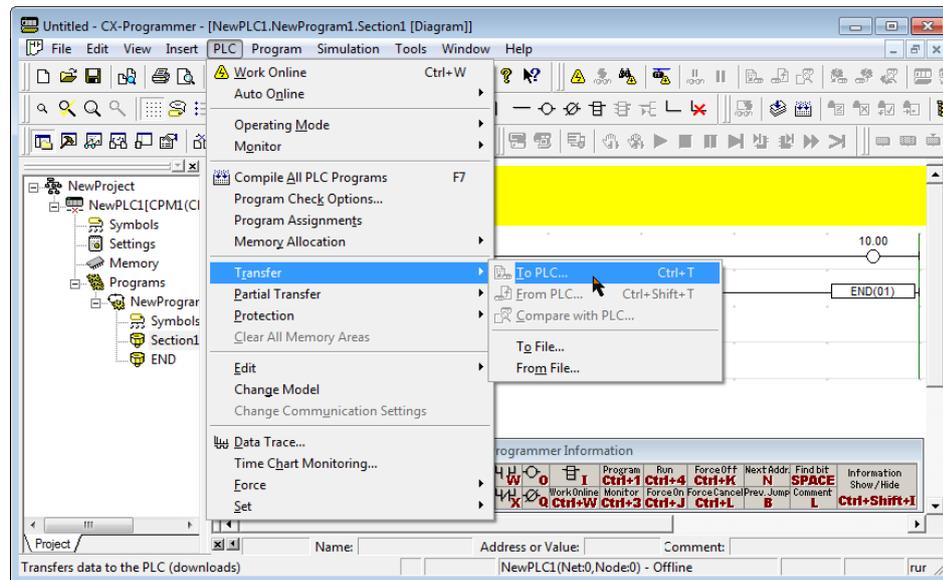
Selanjutnya adalah mengatur komunikasi serial dengan PLC melalui menu Tool→Network Setting, ketika windows PLC Network Configuration tampil klik Project→Scan Serial Port For PLCs lalu lakukan pengaturan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.32. Pilih dimana PLC dihubungkan ke COM1 atau COM2 pada pilihan available port, juga pilihan kecepatan transfer data pada baud, serta tipe kabel yang dipakai lalu klik Next. Jika semua sudah lancar, maka bisa dilakukan komunikasi antara Komputer dengan PLC lebih lanjut.



Gambar 2.32 Kotak Dialog Komunikasi Komputer Dengan PLC

### 2.11.5 Transfer Program Dari Komputer Ke PLC

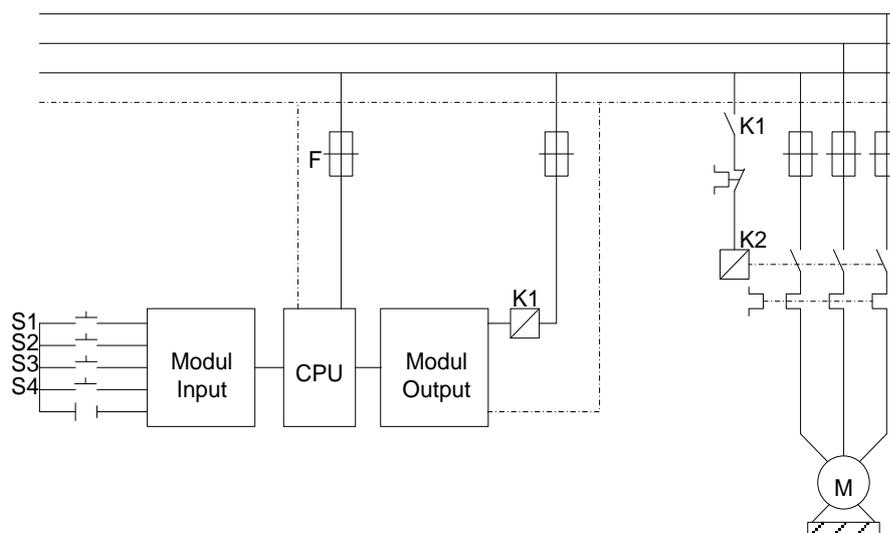
Selanjutnya adalah mentransfer program dari computer ke PLC pertama klik tool Work Online atau bisa juga dengan menekan keypad Ctrl+w setelah itu langkah selanjutnya adalah melalui menu PLC → Transfer → To PLC atau juga bisa langsung dengan menggunakan keypad Ctrl+T setelah proses download dari komputer ke PLC selesai lalu klik Ok. Pengaturannya dapat dilihat pada gambar 2.33.



Gambar 2.33 Pengaturan Transfer Program Dari Komputer Ke PLC

## 2.12 Menghubungkan PLC Dengan Peralatan Input dan Peralatan Output

Untuk pemakaian output beban, output dari PLC tidak diperbolehkan berhubungan langsung untuk menggerakkan kontaktor beban tetapi harus memakai kontaktor buffer terlebih dahulu. (Pada gambar dibawah dimisalkan K1 adalah kontaktor buffer dan K2 adalah kontaktor beban). Hal ini karena keterbatasan PLC untuk menggerakkan kontaktor beban.



Gambar 2.34 Hubungan PLC Dengan Peralatan Input Dan Output