

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Programmable Logic Controller (PLC)

##### 2.1.1 Umum

Sistem kontrol proses terdiri atas sekumpulan piranti- piranti dan peralatan- peralatan elektronik yang mampu menangani kestabilan, akurasi dan mengeliminasi transisi status yang berbahaya dalam proses produksi. Masing- masing komponen dalam sistem kontrol proses tersebut memegang peranan pentingnya masing- masing, tidak peduli ukurannya.

PLC (*Programmable*, menunjukkan kemampuannya dapat diubah- ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat. *Logic*, menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik, yakni melakukan operasi negasi, mengurangi membagi, mengalikan, menjumlahkan dan membandingkan. *Controller*, menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan.

Pada tahun 1968, para ahli di divisi General Motors Corporation's Hydramatic menghendaki bahwa sistem- sistem kendali yang digunakan hendaknya lebih fleksibel dan memenuhi syarat- syarat sebagai berikut:

- a. Sistemnya harus modern yang bersifat solid state.
- b. Fleksibilitas komputer.
- c. Mampu menangani kondisi-kondisi yang sulit.
- d. Pemograman yang mudah dan sederhana.
- e. Kemudahan dalam maintenance oleh para engineer dan teknisi.
- f. Kemampuan untuk dapat digunakan kembali dalam aplikasi lain di masa yang akan datang.

Dengan kemajuan teknologi, penggunaan Programmable Logic Control (PLC) yang hampir sama majunya dengan komputer- komputer canggih diharapkan dapat mempunyai beberapa kelebihan- kelebihan lain, diantaranya:

- a. PLC yang sederhana dapat mengendalikan berbagai situasi industri dari hanya satu gerakan, pekerjaan tingkat repetisi tinggi hingga aplikasi- aplikasi yang melibatkan manipulasi kompleks.
- b. Program- program dapat dimodifikasi dengan cepat untuk menerima kondisi yang baru sehingga tidak ada lagi pemasangan ulang kabel dan dapat menekan biaya.
- c. Setelah program selesai ditulis dan diuji maka dapat didesain dengan mudah ke sejumlah PLC lainnya.
- d. Mempunyai kecepatan waktu respon.
- e. Tersedianya counter dan timer sehingga kendali dapat disesuaikan dengan cepat dan akurat dengan sedikit mengedit program yang telah ada.
- f. Dimungkinkan antar muka (interface) khusus dapat diakses seperti display seven segmen, thumbweels, input/ output analog dan fasilitas penghitungan dengan kecepatan yang tinggi.
- g. Memungkinkan pemantauan grafis suatu sistem pengendalian.

### **2.1.2 KEUNTUNGAN DAN KEKURANGAN PLC**

Sebagai salah satu alat kontrol yang dapat di program, PLC mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan alat kontrol konvensional. Perbedaan dan kelebihan PLC dibanding dengan sistem konvensional, terletak pada beberapa hal berikut ini.

Sistem PLC mempunyai sifat:

1. Sistem wiring relatif sedikit.
2. Spare partnya mudah di dapat.
3. Sistem maintenance lebih mudah dan sederhana.
4. Pelacakan sistem, kesalahan sistem lebih sederhana.
5. Hanya memerlukan daya yang rendah.
6. Dokumentasi gambar sistem lebih sederhana dan mudah dimengerti.
7. Sistem dapat dimodifikasi secara lebih mudah dan sederhana.

Panel kontrol sistem konvensional mempunyai sifat:

1. Sistem wiringnya lebih kompleks.
2. Spare partnya relatif sulit di dapat.
3. Maintenance membutuhkan waktu lebih lama.
4. Pelacakan kesalahan sistem yang terjadi sangat kompleks.
5. Daya yang dibutuhkan relatif besar.
6. Dokumentasi gambar sistem lebih banyak.
7. Modifikasi sistem membutuhkan waktu yang banyak.

Di samping mempunyai perbedaan dengan sistem kontrol konvensional, secara spesifik PLC memiliki beberapa kelebihan di antaranya:

a. Fleksibel dalam penggunaan

Satu buah PLC dapat melayani lebih dari satu buah mesin atau output yang harus dikendalikan.

b. Sistem deteksi dan koreksi lebih mudah

Kesalahan dalam menginput program ke dalam sebuah PLC sebuah sistem kontrol dapat dengan mudah dan cepat dikoreksi untuk diprogram ulang dan dikoreksi dengan mudah melalui ladder diagramnya.

c. Harga relatif mudah

Karena sifat PLC yang dapat dihubungkan dengan banyak peralatan input dan output untuk berbagai macam tujuan pengendalian maka PLC lebih murah harganya jika dibanding dengan alat kontrol konvensional. Hal ini terutama jika dibutuhkan pengembangan dalam suatu sistem pengendalian di industri.

d. Proses pengamatan secara visual

Program yang telah di input melalui PLC dapat di monitoring melalui layar monitor pada saat PLC sedang dioperasikan sehingga dapat dilakukan perubahan atau pengembangan program secara cepat dan sederhana.

e. Kecepatan dalam operasi

PLC dapat mengaktifkan beberapa fungsi logika hanya dalam waktu beberapa mili detik sehingga dapat bekerja atau beroperasi dengan lebih cepat.

f. Implementasi proyek lebih cepat, lebih sederhana dan mudah dalam penggunaan serta mudah dalam melakukan modifikasi tanpa harus menambah biaya.

### **2.1.3 Konfigurasi Sistem PLC Omron Sysmac C20**

Pada umumnya PLC dapat dibayangkan sebagai sebuah personal komputer konvensional karena konfigurasi internal yang ada pada PLC mirip dengan konfigurasi yang dimiliki oleh sebuah personal komputer. Akan tetapi dalam hal khusus PLC dirancang untuk pembuatan panel kontrol (panel listrik).

Secara khusus, PLC dirancang untuk menangani suatu sistem kontrol otomatis pada mesin- mesin industri atau aplikasi- aplikasi lain di industri seperti kontrol lampu lalu lintas, air mancur, sistem bagasi lapangan terbang, penyiraman lapangan golf otomatis dan lain- lain.

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang teknik kendali, dapat direalisasikan dengan mudah menggunakan PLC Omron Sysmac C20. Komponen- komponen PLC yang diperlukan untuk sistem kendali diantaranya berupa Central Controller Unit (CCU) yang disebut dengan istilah Central Processing Unit (CPU), Memory, Power Supply, bagian Input/ Output Unit, Alat Pemrogram, Jalur Tambahan.

#### **2.1.3.1 Central Processing Unit (CPU)**

CPU adalah kelengkapan utama dari PLC Omron C20 yang menggabungkan micro processor dan terminal- terminal I/O. CPU menangani komunikasi dengan piranti eksternal, interkoneksi antar bagian- bagian internal PLC, eksekusi program, manajemen memori mengawasi atau mengamati masukan dan memberikan sinyal ke keluaran (sesuai dengan proses atau program yang dijalankan).

Dalam CPU sebuah PLC dapat diibaratkan sebagai kumpulan ribuan relay walaupun kenyataannya bukan berarti terdapat ribuan relay berskala kecil. Tetapi dalam PLC berisi rangkaian elektronika digital yang berfungsi sebagai contact Normally Open (NO) dan contact Normally Close (NC) relay. Suatu nomor kontak NO dan NC pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua jenis instruksi dasar

PLC kecuali instruksi output. Instruksi Output sebuah PLC tidak dapat dilakukan untuk nomor kontak yang sama.

### **2.1.3.2 Memori**

Karakteristik terpenting dari PLC adalah kemudahan pemakai dalam menggantikan program dengan mudah dan cepat. Tujuan ini dapat dicapai dengan membuat karakteristik PLC dilengkapi dengan sistem memori. Sistem memori ini dimaksudkan untuk penyimpanan data- data urutan intruksi ataupun program yang dapat dieksekusi oleh prosesor sesuai dengan perintah yang telah diberikan dalam program.

PLC Omron C20 menawarkan pemilihan pemakaian untuk chip RAM dan EPROM untuk program memori. Dengan CPU tanpa pengembangan, masih tersedia 170 alamat program sebagai standart bahkan ketika tanpa RAM chip. Dengan pemasangan sebuah RAM chip, jumlah alamat dapat dinaikkan menjadi 512. Dengan CPU perluasan, kapasitas standart memori adalah 1194 alamat.

### **2.1.3.3 Power Supply**

Unit PLC tidak akan bekerja jika tidak diberi energi. Energi yang digunakan untuk menghidupkan PLC Omron Sysmac C20 dapat berupa sumber 100 V sampai 120 V AC atau 200V sampai 240V AC dan juga sumber 24 V DC. Pemakai tinggal menyambungkan bagian input energi dengan tegangan dan arus listrik yang sesuai.

Selain menyediakan tegangan listrik, power supply juga dapat memonitor dan memberikan sinyal kepada CPU apabila terjadi suatu kesalahan. Dengan kata lain, power supply selain sebagai pemberi daya berfungsi juga sebagai proteksi komponen sistem. Perlu diperhatikan bahwa kemampuan power supply jangan dihubungkan dengan sumber arus yang melebihi kapasitasnya karena akan mengakibatkan operasi PLC yang tidak stabil.

Power supply yang baik idealnya dirancang untuk mengamankan terjadinya fluktuasi kondisi daya. Tetapi sebuah power supply belum tentu dapat

mengkompensasi kondisi ketidakstabilan tegangan yang terjadi. Ketidakstabilan tegangan ini biasanya disebabkan oleh:

- Jauhnya lokasi sumber energi
- Sistem sambungan yang tidak baik
- Dekat dengan peralatan berat

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan adanya alat yang dapat menstabilkan tegangan sebelum digunakan. Alat yang biasa dipakai adalah Constant Voltage Transformer. Untuk mengatasi masalah lain yang akan mempengaruhi jalannya program pada PLC, maka sebaiknya PLC dilengkapi atau dijauhkan dengan peralatan lain yang dapat menimbulkan efek elektromagnetik.

#### **2.1.3.4 Input/ Output Unit**

Input/ output unit 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 sakelar, motor starter, katub- katub dan lain sebagainya dengan CPU.

##### **a. Modul Masukan PLC**

Kecerdasan sebuah sistem terotomasi sangat tergantung 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 atau proses yang sedang terjadi, misalnya beberapa 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 logik (ON atau OFF) maupun analog. Suatu sistem PLC dapat memiliki beberapa modul masukan, masing- masing modul dapat mempunyai jumlah terminal masukan tertentu, yang berarti modul tersebut dapat melayani beberapa perangkat masukan.

Salah satu sinyal analog yang sering dijumpai adalah sinyal arus 4 hingga 20 mA (atau mV) yang diperoleh dari berbagai macam sensor. Lebih canggih lagi, peralatan lain dapat dijadikan masukan untuk PLC, seperti citra dari kamera, robot (misalnya, robot dapat mengirimkan sinyal ke PLC sebagai suatu informasi bahwa robot tersebut telah selesai memindahkan suatu objek dan lain sebagainya).

PLC kecil biasanya hanya memiliki jalur masukan digital saja, sedangkan yang besar mampu menerima masukan analog melalui unit khusus yang terpadu dengan PLC-nya

#### b. Modul Keluaran PLC

Sistem otomatis tidaklah lengkap jika tidak ada fasilitas keluaran atau fasilitas untuk menghubungkan dengan alat- alat eksternal (yang dikendalikan). Beberapa alat atau piranti yang banyak digunakan adalah motor, selenoida, relai, lampu indikator, speaker dan lain sebagainya. Keluaran ini dapat berupa analog maupun digital. Keluaran digital bertingkah seperti sebuah sakelar, menghubungkan dan memutuskan jalur. Keluaran analog digunakan untuk menghasilkan sinyal analog yang digunakan untuk mengontrol peralatan yang menerima sinyal tegangan/ arus kontinu. (misalnya, perubahan tegangan untuk pengendalian motor secara regulasi linier sehingga diperoleh kecepatan putar tertentu).

#### **2.1.3.5 Alat Pemrogram (Program Device)**

Bagian ini merupakan salah satu bagian dari sistem peralatan yang dibutuhkan oleh PLC untuk melakukan penginputan sebuah program yang akan di proses oleh PLC tersebut. Peralatan Peripheral yang dapat digunakan dalam sistem pemrograman sebuah PLC berupa Programming Console (PC).

Adapun bagian- bagian dari program console adalah:

1. LCD display

Menampilkan program atau perintah yang dimasukkan ke dalam PLC.

2. Mode pilihan

Memilih mode operasi pada PLC yaitu mode RUN, mode PROGRAM, dan mode MONITOR (MON).

- RUN

Merupakan salah satu yang dipakai untuk memulai operasi pada program console. Ketika mode ini dipasang, maka PC mulai mengontrol peralatan memakai program yang sudah ditulis dan disimpan ke dalam memory.

- MONITOR (MON)

Digunakan untuk memonitor kerja program yang telah dibuat. Sebagai contoh, jika kita ingin mengecek relay khusus apakah sudah dalam keadaan benar (antara ON atau OFF), maka kita dapat menggerakkan ke alamat (langkah) yang sesuai dengan relay itu.

- PROGRAM

Digunakan untuk membuat program atau membuat modifikasi atau perbaikan program sebelumnya.

3. Tombol- tombol instruksi (Instruction Keys)

Adalah tombol- tombol untuk memasukkan perintah kontak yang akan digunakan. Tombol instruksi tersebut antara lain: FUN, SFT, LD, OR, OUT, TR, LR, HR, DM, SHIFT, TIMER (TIM), COUNTER (CNT).

4. Tombol- tombol operasi (Operation Key)

Adalah tombol- tombol untuk memasukkan relay yang akan digunakan.

Tombol operasi tersebut antara lain: EXT, CHG, SRCH, PLAY, SET, REC, RESET, DEL, MONITOR, INS, VER, WRITE

5. Tombol- tombol nomor (Numeric Keys)

Adalah tombol- tombol yang digunakan untuk memasukkan nomor- nomor kontak relay dan nilai pewaktu ataupun counter (0-9).

### **2.1.3.6 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).



## 2.1.4 Memory Data PLC

### a. Internal Relay

Internal relay mempunyai pembagian fungsi seperti IR input, IR output dan IR work area untuk pengolahan data pada program IR input dan output adalah IR yang berhubungan dengan terminal input dan output pada PLC. Sedangkan IR Work area tidak dihubungkan dengan terminal PLC, tetapi terletak pada internal memory PLC dan berfungsi untuk pengolahan logika program (manipulasi program).

IR input: pada PLC Omron Sysmac C20, CPU mempunyai 16 titik-titik input relay (satu saluran input). Jumlah titik-titik input dapat dinaikkan sampai 80 dengan penambahan unit I/O perluasan. Karena itu saluran sama dengan 16 titik, ini berarti bahwa tersedia maksimum 5 saluran (dari saluran 00 sampai 04) dengan nomor input relay (0000 sampai 0415). Data dari sysbus diterima oleh relay- relay saluran input yang ditetapkan dengan unit mata rantai I/O.

IR output: seperti relay- relay input, CPU mempunyai satu saluran output yang terdiri dari 16 titik- titik relay, Bagaimanapun, dari ke 16 titik ini, nomor 12 sampai nomor 15 adalah relay- relay bantu dalam (internal auxiliary relay) yang digunakan untuk melaksanakan proses dalam CPU. Untuk alasan inilah, jumlah relay-relay output yang dimiliki CPU adalah 12. bila unit- unit I/O perluasan dihubungkan dengan CPU, tersedia maksimum 60 relay- relay output, untuk jumlah total 5 saluran , 05 ampai 09.

IR Work Area: Untuk PLC Omron Sysmac C20, CPU mempunyai 136 relay-relay bantu dalam ( No.1000 sampai 1087) yang terletak pada saluran (10 sampai 18).

### b. SR (Special Relay)

Relay yang mempunyai fungsi khusus seperti untuk flags, misalnya pada intruksi penjumlahan terdapat kelebihan digit pada hasilnya (Carry Flag), kontrol bit PLC, informasi kondisi PLC dan sistem clock (pulsa 1 detik, 0, 2 detik dan lain- lain).

### c. AR (Auxiliary Relay)

Terdiri dari flags dan bit dengan tujuan- tujuan khusus dan dapat menunjukkan PLC yang disebabkan oleh kegagalan sumber tegangan, kondisi spesial I/O, kondisi I/O unit, kondisi CPU PLC, kondisi memory PLC dan lain- lain.

**d. HR (Holding Relay)**

Berfungsi untuk menyimpan data (bit- bit penting) karena tidak akan hilang walaupun sumber tegangan PLC telah terputus (Off).

CPU pada PLC Omron Sysmac C20 mempunyai 160 relay- relay memory (No.HR000 sampai 1915) yang terdapat pada saluran relay 0 sampai dengan saluran relay 9.

**e. LR (Link Relay)**

Digunakan untuk data link pada PLC link sistem. Artinya berfungsi untuk tukar menukar informasi antar dua PLC atau lebih dalam suatu sistem kontrol yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya dan menggunakan banyak PLC (minimum 2 PLC).

**f. TR (Temporary Relay)**

Berfungsi untuk menyimpan sementara kondisi logika program yang terdapat pada ladder diagram yang mempunyai titik percabangan khusus.

Untuk PLC Omron Sysmac C20, CPU mempunyai delapan relay memory sementara (TR0 ampai TR7).

**g. TC (Timer/ Counter)**

Timer digunakan untuk mendefinisikan sistem waktu tunda (time delay) sedangkan counter digunakan sebagai penghitung.

Untuk PLC Omron Sysmac C20, CPU mempunyai 48 titik Timer/ Counter.TIM/ CNT 00 sampai 47), yang dapat digunakan baik untuk timer maupun counter.Timer dan Counter tidak dapat ditugaskan dengan nomor yang sama.

**h. DM (Data Memory)**

Data memory berfungsi untuk menyimpan data- data program, karena isi DM tidak akan hilang (reset) walaupun sumber tegangan PLC telah Off.

**i. UM (Upper memory)**

Memory ini berfungsi untuk menyimpan dan menjalankan program kita yang mempunyai kapasitas tergantung pada masing- masing tipe PLC yang kita pakai.

Semua memori (selain DM dan UM) dapat berfungsi sebagai sebuah relay yang mempunyai koil, kontak NO dan kontak NC. Begitu juga timer dan counter pada umumnya mempunyai kontak bantu NO dan NC. Sedangkan DM tidak mempunyai bentuk, tetapi hanya berupa channel/ word saja. Selain itu memory yang mempunyai sifat dapat menyimpan data program jika listrik mati adalah DM dan HR sedangkan yang lain akan kembali reset (hilang atau terhapus).

### 2.1.5 Cara kerja PLC

Sebuah PLC bekerja secara kontinu dalam 3 langkah (disebut 1 scan) seperti terlihat dalam gambar:



Gambar 2.1 Proses Scanning Program PLC

Setiap scan terdiri atas:

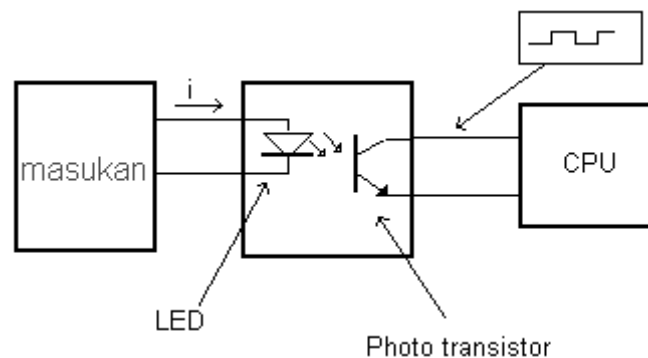
1. Periksa status masukan. PLC membaca nilai/ kondisi dari terminal input dan menyimpannya dalam memory input. Pengolahan nilai input selanjutnya didasarkan pada nilai pada memori input. Hal ini dimaksudkan agar nilai input tetap konsisten selama 1 scan. Apabila terjadi perubahan nilai input maka baru akan berpengaruh pada scan berikutnya. Namun terdapat instruksi khusus apabila hendak mengambil nilai langsung dari terminal input.
2. Eksekusi Program. Selanjutnya PLC mengeksekusi program satu demi satu menggunakan nilai pada memori input dan memperbaharui nilai pada memori output. Pemrograman PLC difokuskan pada bagian ini.
3. Perbaharui status keluaran. Terakhir PLC mengeluarkan nilai dari memori output ke terminal output dan selanjutnya ke perangkat luar output.

Waktu scan didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan 3 langkah tersebut. Masing- masing langkah bisa memiliki waktu tanggap (response time) yang berbeda- beda. Waktu total tanggap (total response time) adalah jumlah semua waktu tanggap masing- masing langkah.

## 2.1.6 Sistem Pengawatan PLC

### 2.1.6.1 Antarmuka Masukan

Antarmuka masukan berada di antara jalur masukan yang sesungguhnya dengan unit CPU. Tujuannya adalah melindungi CPU dari sinyal- sinyal yang tidak dikehendaki yang bisa merusak CPU itu sendiri. Sinyal-inyal input biasanya berupa tegangan dengan kapasitas 24 V DC. Unit PLC yang sesuai harus dipilih agar dapat bekerja sesuai dengan tegangan input yang akan digunakan. Karena antarmuka masukan mengakses CPU secara langsung, maka untuk melindungi CPU dari tegangan atau arus tinggi yang berbahaya, maka terminal- terminal input diisolasi dengan metode opto- isolator dimana tidak ada tegangan yang ditransmisi dari terminal- terminal input menuju CPU tetapi hanya berupa pulsa- pulsa optis (cahaya).



Gambar 2.2 Rangkaian Antarmuka Masukan PLC

Penggunaan Opto- isolator artinya tidak ada hubungan kabel sama sekali antara dunia luar dengan CPU, karena sinyal ditranmisikan 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), CPU melihatnya sebagai logika nol (catu antara kolektor dan emitor drop di bawah 1 Volt). Begitu juga sebaliknya, saat sinyal masukan tidak ada lagi, maka LED akan mati, CPU akan melihatnya sebagai logika satu.

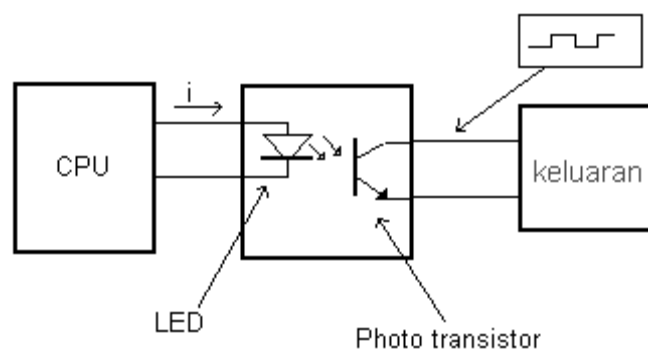
### 2.1.6.2 Antarmuka Keluaran

Jenis sinyal output tergantung dari merode switching outputnya, seperti dijelaskan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Spesifikasi Umum Peralatan Output PLC

Tipe Switch	Tegangan Operasi	Waktu switching
Relay	250 V AC/ 30 V DC	10 ms
Transistor	5 V sampai 30 V DC	0.2 ms
Triac (SSR)	85 V sampai 242 V AC	ON: 1 ms/ OFF: 10 ms

CPU secara langsung dihubungkan pada antarmuka keluaran. Tegangan balik akan membahayakan dan merusak CPU harus dapat dicegah dengan cara memeriksa isolasi antara CPU dan antarmuka keluarannya. Salah satu cara untuk mengantisipasinya adalah dengan cara memilih PLC yang cocok dengan tegangan output yang digunakan. Unit transistor atau triac diharapkan dapat menggunakan opto-isolation. Di samping itu unit- unit relay harus memiliki isolasi terpasang secara built-in, yaitu tegangan yang dapat di ubah dengan cara menggerakkan koil dengan azas kerja mekanis.



Gambar 2.3 Rangkaian Antarmuka Keluaran PLC

### 2.1.7 Sink dan Source PLC

Sink dan Source merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan tentang kutub positif dan kutub negatif yang menghubungkan antara sumber tegangan (supply daya) dengan beban (output). Sinking berkaitan dengan penarikan atau penyedotan sejumlah arus dari piranti luar (eksternal), istilah ini berkaitan dengan terminal negatif atau ground. Sedangkan istilah sourcing, yang berkaitan dengan terminal positif atau Vcc. Masukan dan keluaran, baik yang bersifat sinking maupu sourcing hanya bisa menghantarkan arus listrik searah saja, artinya menggunakan catu daya DC.

Beberapa jenis PLC tidak memiliki bentuk input yang dipilih sehingga inputnya hanya dapat digunakan sebagai input negatif dan positif saja. Maka jika menemui jenis PLC ini, cara pemasangannya harus memperhatikan konfigurasi dari PLC tersebut. Untuk membedakan antara sink dan source yang terdapat pada PLC, pada umumnya digunakan simbol- simbol yang berbeda untuk mengidentifikasi terminal- terminal sebagaimana dijelaskan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Simbol- Simbol Terminal Input PLC

Tipe Terminal	Simbol		Contoh tegangan yang dihubungkan bila menggunakan 24 V DC
Fixed positif common	+ COM	+ V	24 V DC
Fixed negative Common	- COM	- V	0 V
Selectable common	S/S		24 V DC atau 0 V DC

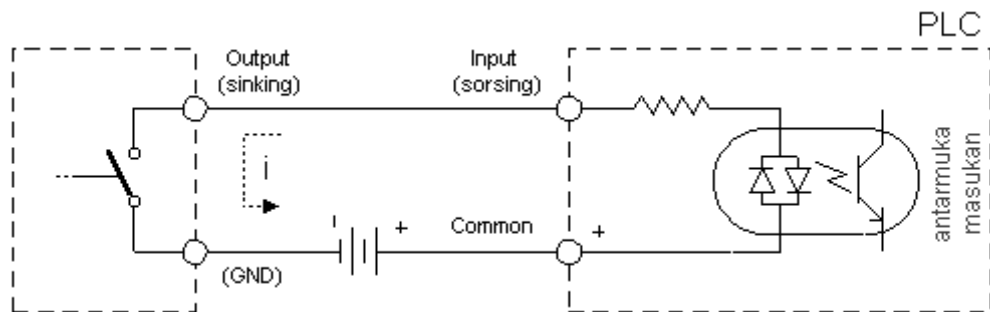
#### 2.1.7.1 Jalur- jalur Masukan

Pada modul input DC, jenis aliran arus pada input/ sensor mempengaruhi wiring pada PLC tersebut. Dari arah aliran arusnya, modul ini bisa dibagi menjadi:

- a. Sinking Input Module: PLC input modul yang menerima arus dari input device.

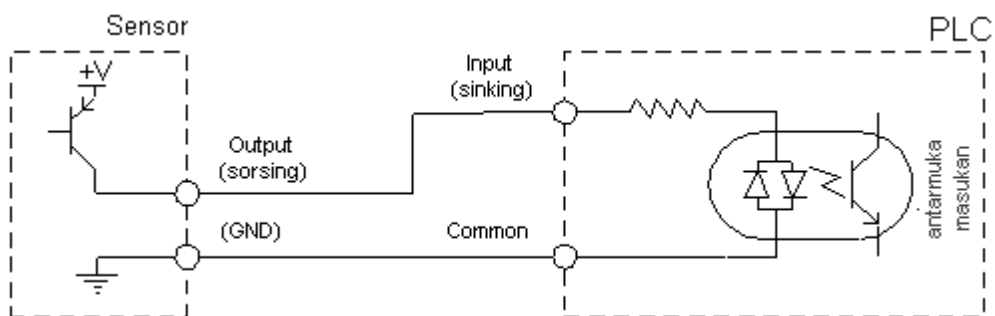
b. Sourcing Input Module: PLC input module yang memberi arus pada input module.

Yang perlu diperhatikan dalam menghubungkan piranti luar dengan jalur masukan, yang biasanya berupa sensor, adalah bahwa keluaran dari sensor bisa berbeda tergantung dari sensor itu sendiri dan aplikasinya. Yang penting, bagaimana caranya dibuat suatu rangkaian sensor yang dapat memberikan inyal ke PLC sesuai dengan spesifikasi masukan PLC yang digunakan. Pada gambar 2.4 ditunjukkan suatu contoh cara menghubungkan sensor dengan tipe keluaran *sinking* dan masukan PLC yang bersifat *sourcing*.



Gambar 2.4 Menghubungkan sensor keluaran sinking dengan masukan sourcing

Pada gambar 2.4 tersebut, jenis sensor yang digunakan merupakan jenis sensor yang menyedot arus (*sinking*), dengan demikian, masukan yang cocok untuk PLC adalah yang memberikan arus (*sourcing*). Perhatikan penempatan tegangan DC-nya, terutama polaritas terminalnya (positif dan negatif). Dalam hal ini COMMON bersifat positif untuk tipe hubungan ini.



Gambar 2.5 Menghubungkan sensor keluaran sourcing dengan masukan sinking

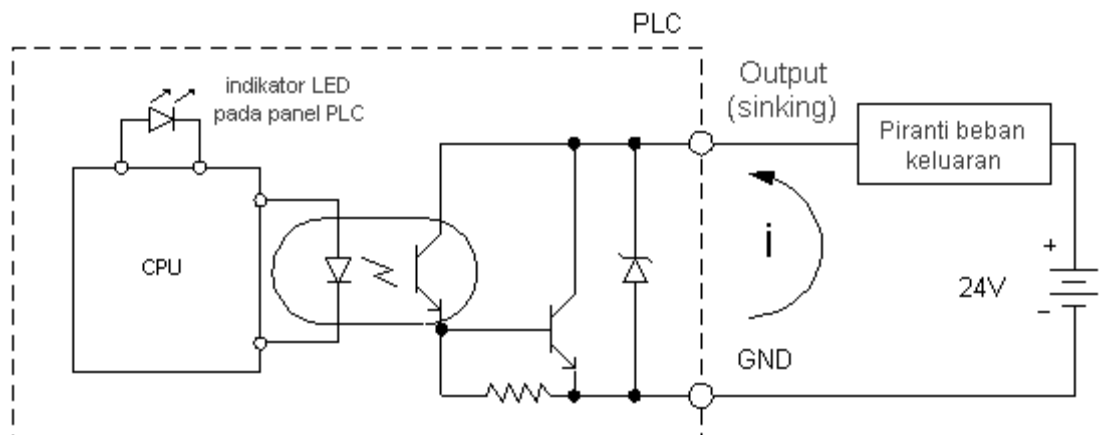
Pada gambar 2.5 memperlihatkan bahwa sekarang sensor memiliki sumber arus sendiri sehingga tipenya merupakan sourcing, pemasangan terminalnya di sisi yang lain (PLC) merupakan tipe sinking. Untuk tipe hubungan semacam ini, COMMON bersifat negatif atau ground. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa harus dilakukan hubungan sinking- sourcing atau sourcing- sinking.

### 2.1.7.2 Jalur- jalur Keluaran

Seperti modul input, jenis aliran arus pada input/ sensor dengan modul output mempengaruhi wiring pada PLC tersebut. Dari arah aliran arusnya, modul ini bisa dibagi menjadi:

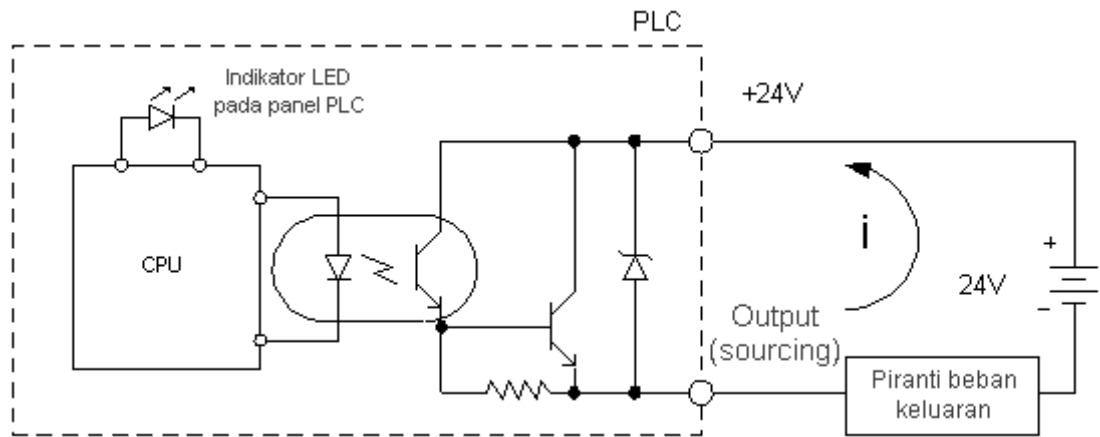
- Sinking Output Module: PLC output module menerima arus dari output device.
- Sourcing Output Module: PLC output module memberi arus ke output device.

Keluaran dari PLC biasanya dapat berupa transistor dalam hubungan PNP, NPN maupun relay. Pada gambar 2.6 dan 2.7 masing- masing ditunjukkan bagaimana cara PLC mengatur piranti eksternal secara nyata.



Gambar 2.6 Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe sinking





Gambar 2.7 Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe sourcing

Pada gambar 2.6, ditunjukkan bagaimana PLC menangani beban keluaran, jika PLC-nya sendiri keluarannya tipe sinking. Beban diletakkan diantara terminal masukan sinking dengan terminal positif catu daya, yang digunakan untuk menggerakkan beban bukan untuk PLC-nya sendiri. Sedangkan pada gambar b, adalah sebaliknya, tipe keluaran PLC adalah sourcing, sehingga konfigurasi beban keluaran diletakkan antara keluaran sourcing dengan terminal negatif.

## 2.2 DTMF

### 2.2.1 Sistem DTMF

DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) merupakan suatu gelombang frekuensi yang terdiri dari dua buah frekuensi nada yang berbeda nilainya tetapi dibangkitkan dalam waktu bersamaan sehingga menghasilkan sebuah nada dengan frekuensi tertentu yaitu frekuensi gabungan dari dua nada tersebut, nada gabungan ini biasa disebut dengan sebutan nada DTMF.

Telepon PSTN maupun handphone saat ini menggunakan sistem DTMF yakni teknik mengirimkan angka- angka pembentuk nomor telepon yang di-kode-kan dengan 2 nada yang dipilih dari 8 buah frekuensi yang sudah ditentukan. Telepon PSTN pada umumnya memiliki 10 buah tombol ditambah \* dan #, jadi jumlahnya adalah 12. Sebenarnya di samping 12 angka dan symbol tersebut masih ada 4 huruf yang bias kita letakkan di sana katakanlah A, B, C dan D. Jadi semuanya terdapat 16

tombol. Di dalam komunikasi ke enambelas tombol tersebut dikirimkan dengan 2 frekuensi yang berbeda. Satu frekuensi masuk ke dalam frekuensi tinggi dan satu lagi masuk ke dalam group frekuensi rendah. Masing- masing group memiliki 4 macam variasi (nilai frekuensi) sinyal sehingga dengan 2 group frekuensi tadi dapat dikodekan 16 macam simbol. Pengkodean terhadap tombol tersebut dapat dilakukan berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2.3 Frekuensi dan Tombol yang ditekan

Frekuensi Rendah (Hz)	Frekuensi Tinggi (Hz)	Tombol yang ditekan
697	1209	1
697	1336	2
697	1477	3
697	1633	A
770	1209	4
770	1336	5
770	1477	6
770	1633	B
852	1209	7
852	1336	8
852	1447	9
852	1633	C
941	1209	*
941	1336	0
941	1447	#
941	1633	D

Dari tabel 2.3 di atas dapat diketahui bahwa setiap penekanan tombol di pesawat telepon akan membangkitkan 2 nada (tone) yaitu nada frekuensi tinggi dan nada frekuensi rendah.

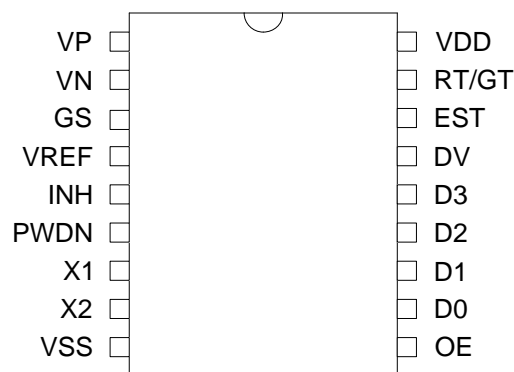
### 2.2.2 DTMF Decoder

DTMF Decoder berfungsi untuk mengubah sinyal DTMF yang berupa data analog menjadi data digital. IC HT9170 adalah sebuah DTMF decoder yang digunakan untuk mengkodekan 16 pasang nada DTMF menjadi data digital 4 bit. Output Enable (OE) dibuat dalam kondisi high untuk mengaktifkan output D0- D3.

HT 9170 memiliki beberapa fitur, antara lain:

- Bekerja pada tegangan 2.5 V ~ 5.5 V
- Komponen tambahan yang dibutuhkan sedikit
- Kinerja yang baik

Pin- pin IC HT9170 dapat dilihat pada gambar 2.8 dan keluaran hasil decode sinyal IC HT9170 dapat dilihat pada tabel 2.4.



Gambar 2.8 IC HT9170

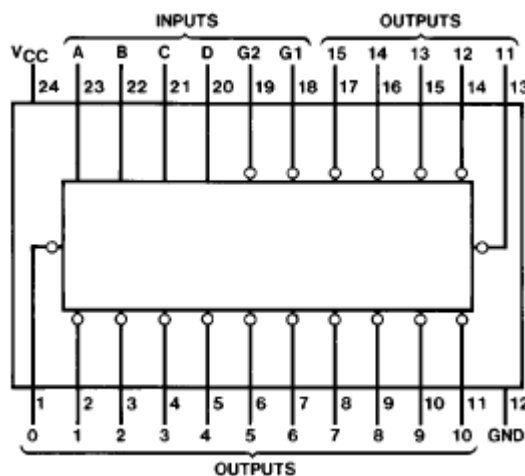
Tabel 2.4 Daftar Keluaran Hasil Decode Sinyal IC HT9170

Frekuensi Rendah (Hz)	Frekuensi Tinggi (Hz)	DIGIT	OE	D3	D2	D1	D0
697	1209	1	H	L	L	L	H
697	1336	2	H	L	L	H	L
697	1477	3	H	L	L	H	H
770	1209	4	H	L	H	L	L
770	1336	5	H	L	H	L	H
770	1477	6	H	L	H	H	L

852	1209	7	H	L	H	H	H
852	1336	8	H	H	L	L	L
852	1477	9	H	H	L	L	H
941	1336	0	H	H	L	H	L
941	1209	*	H	H	L	H	H
941	1477	#	H	H	H	L	L
697	1633	A	H	H	H	L	H
770	1633	B	H	H	H	H	L
852	1633	C	H	H	H	H	H
941	1633	D	H	L	L	L	L
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

### 2.3 Demultiplexer (DEMUX)

Rangkaian logika kombinasi yang menerima informasi dari beberapa saluran dan membagikannya ke tujuan yang jumlahnya lebih banyak. Demultiplexer merupakan kebalikan dari multiplexer. Demultiplexer dapat dimisalkan sebagai penyalur data karena mempunyai 1 masukan dan menghasilkan banyak keluaran. Input control diperlukan untuk menentukan hasil input yang akan diarahkan.



Gambar 2.9 IC 74154

## 2.4 RELAY

Relay adalah sebuah saklar yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu pada koilnya. Relay biasanya hanya mempunyai satu kumparan tetapi relay dapat mempunyai beberapa kontak.

Pada dasarnya, konstruksi dari relay terdiri dari lilitan kawat (koil) yang dililitkan pada inti besi lunak. Jika lilitan kawat mendapat aliran arus, inti besi lunak kontak menghasilkan medan magnet dan menarik switch kontak. Switch kontak mengalami gaya listrik magnet sehingga berpindah posisi ke kutub lain atau terlepas dari kutub asalnya. Keadaan ini akan bertahan selama arus mengalir pada kumparan relay. Dan relay akan kembali ke posisi semula (normal), bila tidak ada lagi arus yang mengalir padanya. Posisi normal relay tergantung pada jenis relay yang digunakan. Biasanya kontak yang akan berhubung saat relay bekerja sering disebut Normally Open (NO), sedangkan kontak yang membuka saat relay bekerja disebut Normally Close (NC).



Gambar 2.10 Relay

## 2.5 Motor DC

Motor DC adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak atau energi mekanik, dimana tenaga gerak tersebut berupa putaran pada rotor. Fungsi motor ini berdasarkan gejala bahwa suatu medan magnet mengeluarkan gaya pada penghantar berarus. Prinsip kerjanya adalah apabila sebuah kawat penghantar yang dialiri arus diletakkan antara dua buah kutub magnet, maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang menggerakkan kawat itu (gaya Lorentz).

Setiap konduktor yang mengalirkan arus mempunyai medan magnet disekelilingnya. Kuat medan tergantung pada besarnya arus yang mengalir dalam konduktor tersebut. Pada motor DC, konduktor pengalir arus dililitkan pada alur- alur jangkar. Jika jangkar berputar maka dalam lilitan jangkar motor tersebut dibangkitkan gaya gerak listrik (GGL) yang kemudian diubah menjadi mekanik pada rotor. Arah putaran motor DC tergantung pada arah medan dan arah aliran arus pada jangkar. Jika arah medan atau arah aliran arus pada jangkar dibalik, maka putaran motor akan terbalik.

Konstruksi dari motor DC terbagi atas beberapa bagian antara lain:

1) Stator atau bagian yang diam, terdiri dari:

Rumah stator (gander) sebagai tempat jalan mengalirnya medan magnet yang dihasilkan oleh kutub- kutub magnet, dan melindungi bagian- bagian mesin lainnya.

2) Rotor yang berputar, terdiri dari jangkar, lilitan jangkar, komutator, dan sikat- sikat.

Motor arus searah jarang digunakan untuk aplikasi industri umum karena semua sitem utility listrik diperlengkapi dengan perkakas arus bolak- balik. Meskipun demikian, untuk aplikasi khusus, adalah menguntungkan jika mengubah arus bolak- balik menjadi arus searah dengan menggunakan motor dc. Motor arus searah digunakan dimana kontrol torsi dan kecepatan dengan rentang yang lebar diperlukan untuk memenuhi kebutuhan aplikasi.

## **2.6 Buzzer**

Buzzer adalah suatu alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya buzzer digunakan untuk alarm, karena penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer akan mengeluarkan bunyi. Frekuensi suara yang dikeluarkan oleh buzzer yaitu antara 1- 5 KHz.



Gambar 2.11 Buzzer

## 2.7 Pemrograman PLC

Pemrograman adalah penulisan serangkaian perintah yang memberikan instruksi pada PLC untuk melaksanakan tugas yang telah ditentukan.

Sistem pemrograman sebuah PLC terdiri dari beberapa format seperti:

- Ladder Diagram
- Statement List
- Function Chart

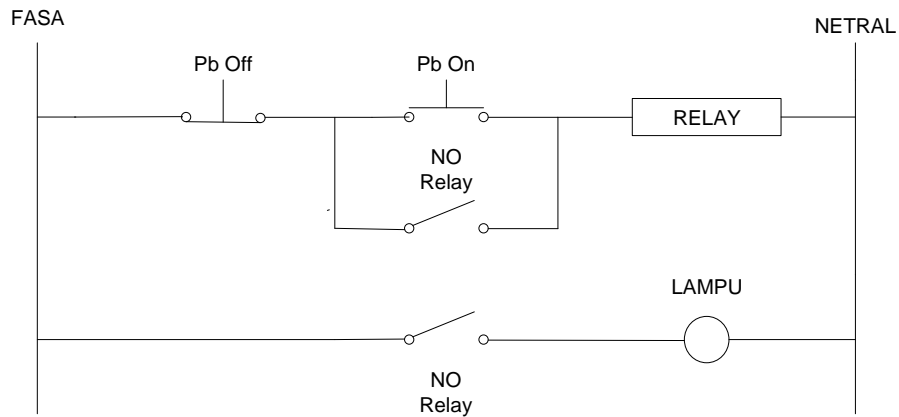
### a. Ladder Diagram

Ladder diagram atau diagram tangga dibentuk dan dibatasi oleh dua garis vertikal. Garis vertikal di sebelah kiri biasanya digunakan untuk sisi masukan dan selalu dihubungkan dengan kutub positif (fasa sumber arus/ tegangan) sedangkan garis vertikal bagian kanan digunakan untuk output dan dihubungkan dengan kutub negatif sumber.

Penulisan dengan cara ladder diagram ini paling banyak digunakan dalam sistem kontrol menggunakan relay- relay atau pada sistem kontrol yang menggunakan PLC, sehingga pada PLC penulisan ladder diagram ini merupakan pengembangan dari penulisan dan penggambaran rangkaian dalam sistem relay elektronik.

Penulisan dengan ladder diagram bertujuan untuk menampilkan urutan- urutan kerja dari sinyal- sinyal listrik. Melalui diagram ini dapat diperlihatkan hubungan antar peralatan aktif atau tidak aktif (hidup atau mati) sesuai dengan urutan yang telah ditentukan.

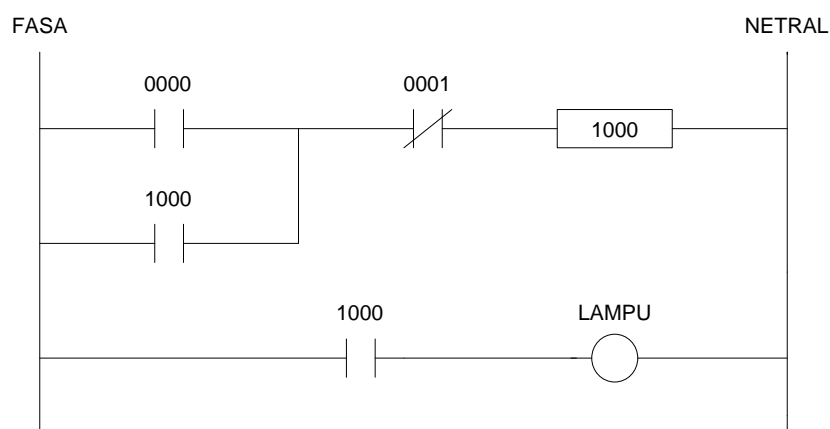
Penggambaran rangkaian kontrol dengan ladder diagram untuk kontrol relay elektronik (sistem listrik) dengan rangkaian kontrol menggunakan PLC, dijelaskan melalui gambar berikut.



Gambar 2.12 Ladder Diagram Sistem Relay (Listrik)

Penulisan program pada PLC dengan menggunakan ladder diagram, bagian kontak- kontaknya ditulis dengan menggunakan simbol- simbol Normally Open (NO), Normally Close (NC), dan simbol keluaran (Output). Untuk fungsi gerbang logika AND, cukup menghubungkan secara seri kedua komponen yang terkait. Sedangkan untuk gerbang logika OR dihubungkan secara paralel dari kedua komponen yang terkait.

Ladder diagram pada gambar (listrik) 2.12 pada sistem PLC dapat digambarkan seperti gambar berikut.



Gambar 2.13 Ladder Diagram Pada Sistem PLC



Contoh diagram tangga ditunjukkan pada gambar. Sepanjang garis instruksi bisa bercabang- cabang lagi kemudian bergabung lagi. Garis- garis pasangan vertikal (seperti lambang kapasitor) itulah yang disebut kondisi. Angka- angka yang terdapat pada masing- masing kondisi merupakan bit operan instruksi. Status bit yang berkaitan dengan masing- masing kondisi tersebut yang menentukan kondisi eksekusi dari instruksi berikutnya.

Dalam menggambarkan sebuah diagram tangga, diterapkan konvensi- konvensi tertentu:

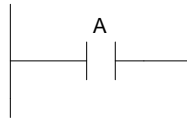
- a. Garis- garis vertikal diagram mempresentasikan rel- rel daya, di mana diantara keduanya komponen- komponen rangkaian tersambung.
- b. Tiap- tiap anak tangga mendefinisikan sebuah operasi di dalam proses kontrol.
- c. Sebuah diagram tangga dibaca dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah. Anak tangga teratas dibaca dari kiri ke kanan. Berikutnya anak tangga kedua dibaca dari kiri ke kanan dan demikian seterusnya. Ketika PLC berada dalam keadaan bekerja, PLC membaca seluruh program tangga dari awal sampai akhir, anak tangga terakhir ditandai dengan jelas, kemudian memulai lagi dari awal.
- d. Tiap- tiap anak tangga harus dimulai dengan sebuah input atau sejumlah input dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah output. Istilah input digunakan bagi sebuah langkah kontrol, seperti misalnya menutup kontak sebuah saklar, yang berperan sebagai sebuah input ke PLC. Istilah output digunakan untuk perangkat yang tersambung ke output sebuah PLC.
- e. Perangkat- perangkat listrik ditampilkan dalam kondisi normalnya. Dengan demikian, sebuah saklar yang dalam keadaan normalnya terbuka hingga suatu objek menutupnya, diperlihatkan pada diagram tangga. Sebuah saklar yang dalam keadaan normalnya tertutup diperlihatkan tertutup.
- f. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga. Sebagai contoh, kita dapat memiliki sebuah relay yang menyalakan satu buah perangkat listrik atau lebih. Huruf- huruf dan nomor dipergunakan untuk memberi label bagi perangkat tersebut pada tiap- tiap situasi kontrol yang dihadapinya.
- g. Input- input dan output- output seluruhnya diidentifikasi melalui alamat- alamatnya. Alamat ini mengindikasikan lokasi input atau output di dalam memori PLC.

## Instruksi Dasar Pemrograman PLC

Instruksi tangga (ladder instruction) adalah instruksi- instruksi yang terkait dengan kondisi- kondisi di dalam diagram tangga, baik yang independen maupun kombinasi atau gabungan dengan blok instruksi berikut atau sebelumnya, akan membentuk kondisi eksekusi.

### a. LOAD (LD)

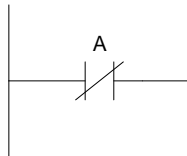
Instruksi LOAD dimulai dengan barisan logic yang dapat diteruskan menjadi ladder diagram baris. Instruksi LOAD digunakan setiap kali baris baru dimulai.



Gambar 2.14 Instruksi LOAD

### b. LOAD NOT (LD NOT)

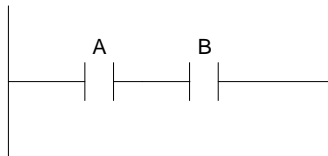
Sebuah instruksi yang digunakan untuk memulai program dari sebuah instruksi atau bagian dari deret tersebut dan logikanya seperti contact NC relay.



Gambar 2.15 Instruksi LOAD NOT

### c. AND

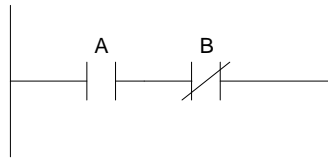
Sebuah instruksi logika yang digunakan untuk sebuah rangkaian bersifat seri. Logika contactnya adalah NO relay.



Gambar 2.16 Instruksi AND

### d. AND NOT

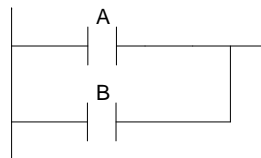
Sebuah instruksi logika yang dipergunakan untuk sebuah rangkaian bersifat seri. Logika contactnya adalah NC relay.



Gambar 2.17 Instruksi AND NOT

e. OR

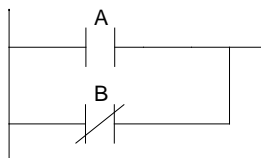
Sebuah instruksi logika yang dipergunakan untuk memprogram rangkaian bersifat paralel. Logika contactnya adalah NO relay.



Gambar 2.18 Instruksi OR

f. OR NOT

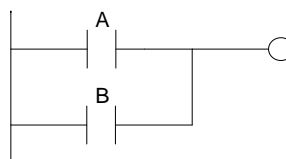
Sebuah instruksi logika yang digunakan untuk memprogram rangkaian yang bersifat kontak paralel. Logika contactnya adalah NC relay.



Gambar 2.19 Instruksi OR NOT

g. OUT

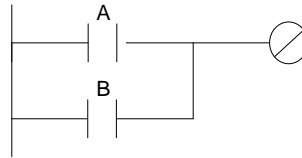
Sebuah instruksi yang digunakan untuk mengakhiri sebuah baris (anak tangga) dan tanda pengalamatan output. Logikanya seperti contact NO relay.



Gambar 2.20 Instruksi OUT

h. OUT NOT

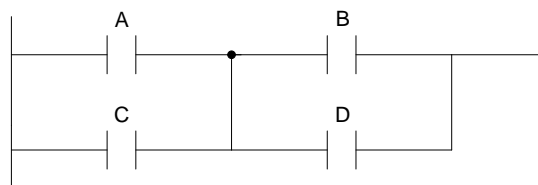
Sebuah intruksi yang digunakan untuk mengakhiri sebuah baris (anak tangga) dan tanda pengalamanan output. Logikanya seperti contact NC relay.



Gambar 2.21 Instruksi OUT NOT

i. AND LOAD

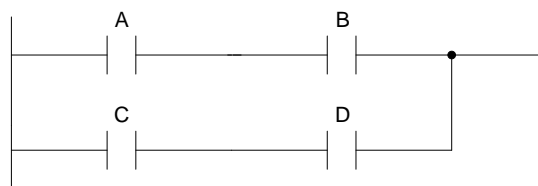
Instruksi yang dipergunakan untuk menghubungkan rangkaian awal dengan perintah LOAD yang dipasang secara seri.



Gambar 2.22 Instruksi AND LOAD

j. OR LOAD

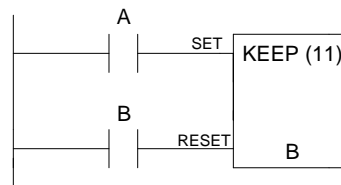
Instruksi yang dipergunakan untuk menghubungkan rangkaian awal dengan perintah LOAD yang dipasang secara parallel.



Gambar 2.23 Instruksi OR LOAD

k. KEEP (11)

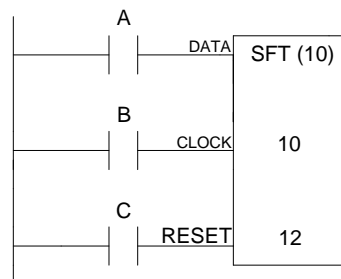
Instruksi ini berfungsi untuk mempertahankan kondisi output untuk tetap ON walaupun input sudah OFF. Logika input diumpankan ke input SET dan untuk mematikannya dihubungkan ke input RESET.



Gambar 2.24 Instruksi KEEP

### 1. SHIFT REGISTER

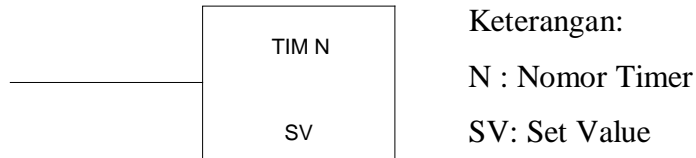
Fungsi Shift Register (SFT) adalah untuk menggeser data relay dengan menggunakan pulsa clock. Yang dapat digeser datanya adalah IR, AR, HR, LR. SFT mempunyai 3 input yaitu data input (I), clock input (P) dan reset (R). Data input berfungsi untuk memasukkan data ke dalam lokasi saluran data relay. Clock input berfungsi untuk memasukkan sinyal clock untuk menggeser data yang telah dimasukkan lewat data input ke dalam lokasi saluran data relay. Reset input berfungsi untuk membuat kondisi awal (0) semua bit dalam lokasi saluran data relay. Yang lain adalah saluran data relay awal (St) yang ditempati bit-bit mulai digeser dan saluran data relay akhir (E) yang berfungsi sebagai batas akhir dari bit-bit yang digeser tersebut. St harus lebih besar atau sama dengan E dan harus berada pada data area yang sama.



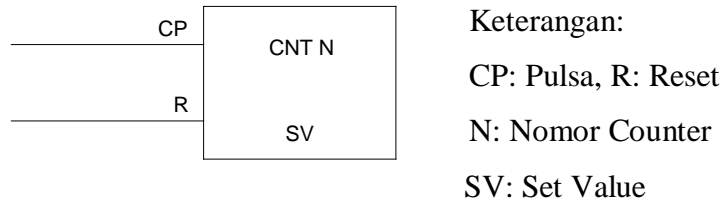
Gambar 2.25 SHIFT REGISTER

### m. TIMER (TIM) dan COUNTER (CNT)

Timer/ Counter pada PLC Omron Sysmac C20 berjumlah 48 buah yang bernomor TC 000 sampai TC 047 (tergantung tipe PLC). Jika suatu nomor sudah dipakai sebagai Timer/ Counter, maka nomor tersebut tidak dapat dipakai lagi sebagai timer ataupun counter yang lain.



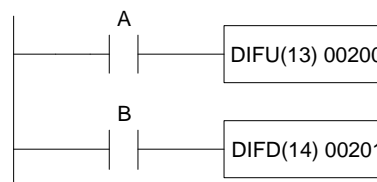
Gambar 2.26 Instruksi TIMER



Gambar 2.27 Instruksi Counter

n. Differentiate UP(DIFU(13)) dan Differentiate Down (DIFD(14))

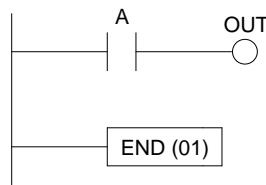
Instruksi DIFU(13) dan DIFD(14) digunakan untuk meng-ON-kan bit operan hanya satu siklus saja atau dengan kata lain hanya sesaat saja. Instruksi DIFU(13) digunakan untuk meng-ON-kan bit operan saat terjadi transisi kondisi eksekusi dari OFF ke ON. Sedangkan instruksi DIFD(14) digunakan untuk tujuan yang sama dengan DIFU(13), hanya saat terjadi transisi dari ON ke OFF.



Gambar 2.28 DIFU(13) dan DIFD(14)

o. END

Instruksi terakhir yang harus dituliskan atau digambarkan dalam diagram tangga adalah instruksi END. PLC akan mengerjakan semua instruksi dalam program dari awal (baris pertama) hingga ditemui instruksi END yang pertama, sebelum kembali lagi mengerjakan instruksi dari awal lagi, artinya instruksi- instruksi yang ada di bawah atau sebelah instruksi END diabaikan. Jika suatu diagram tangga atau program PLC tidak dilengkapi dengan instruksi END, maka program tidak dapat dijalankan.



Gambar 2.29 Instruksi END

**b. Statement List**

Penulisan program pada ladder diagram dapat dibuat secara grafik sedangkan penulisan program melalui statement list dilakukan melalui penulisan secara verbal yang dibuat berdasarkan baris instruksi individual sehingga memungkinkan untuk menuliskan komentar pada setiap baris instruksi dan bias menunjukkan dengan pasti input (masukan) mana yang dikehendaki.

Pada statement list baris instruksi diberi nomor secara berurutan dan beraturan untuk setiap instruksinya. Instruksi penulisan program dengan cara ini dapat menggunakan singkatan- singkatan yang diambil dari huruf depan setiap instruksi tersebut. Penulisan singkatan dalam program statement list ini berbeda- beda sesuai dengan jenis dan merk PLC yang digunakan.

Selain singkatan yang dapat dituliskan, melalui statement list apat dituliskan juga alamat intruksi, instruksinya sendiri, operand atau maksud dari instruksi itu tersebut. Dalam istilah lain, penulisan cara ini disebut juga dengan istilah Mnemonic. Di bawah ini diberikan contoh penulisan program PLC melalui statement list (Mnemonic) untuk PLC merk Omron berdasarkan gambar ladder diagram pada gambar 2.13 di atas.

Tabel 2.5 Sistem Mnemonic PLC

Alamat	Instruksi	Data
0000	LD	0000
0001	OR	1000
0002	AND NOT	0001
0003	OUT	1000
0004	LD	1000

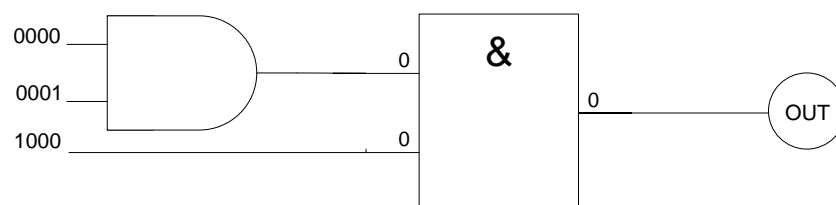
0005	OUT	1001
------	-----	------

Alamat dituliskan sesuai dengan urutan ladder sedangkan operand dituliskan berdasarkan operand data dari tiap- tiap instruksi. Operan data yang dimiliki setiap instruksi berbeda- beda tergantung jenis instruksinya.

### c. Function Chart

Penulisan program menggunakan function chart memiliki persamaan dengan ladder diagram, yaitu kedua cara ini sama- sama digambarkan dalam bentuk grafik. Penggambaran atau penulisan program dengan cara ini biasanya dilakukan untuk item program scanning dan untuk menggambarkan sistem program sekuensial. Cara ini juga dapat digunakan sebagai flow chart.

Simbol yang digunakan dalam sistem function chart berupa simbol- simbol gerbang logika seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.30 Function Chart

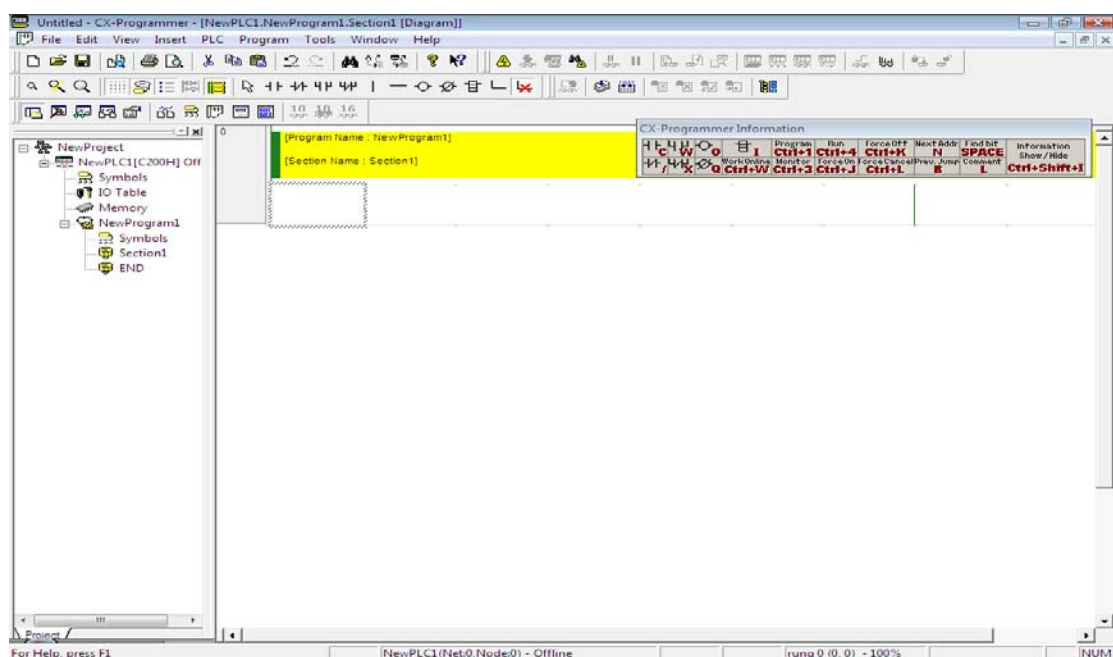


## 2.8 Software

PLC Omron dapat diprogram dengan menggunakan software CX-Programmer. Untuk dapat memprogram PLC, maka PC tempat CX Programmer diinstal harus dihubungkan ke CPU Unit PLC dengan menggunakan kabel serial RS-232.

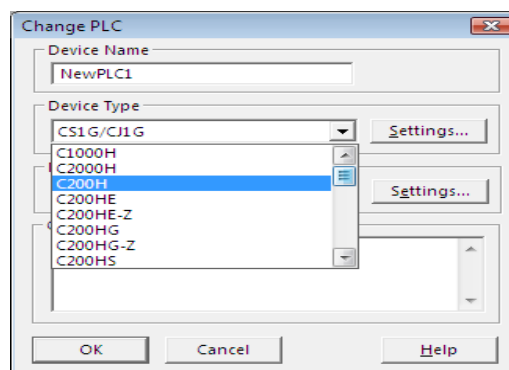
Tahapan penggunaan CX-Programmer:

Apabila kita mengaktifkan software CX-Programmer maka akan memunculkan gambar program seperti di bawah ini.



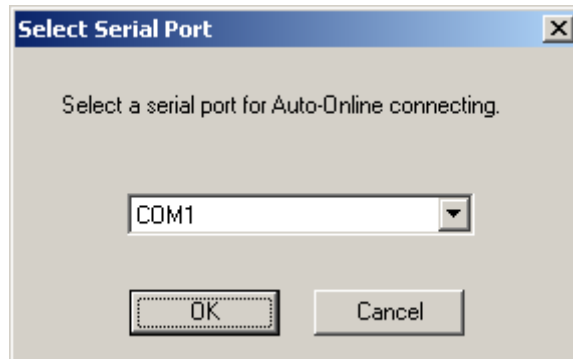
Gambar 2.31 Tampilan awal program CX-Programmer

Mulailah dengan menu **File -> New**, sehingga akan dimunculkan kotak dialog sebagai berikut:



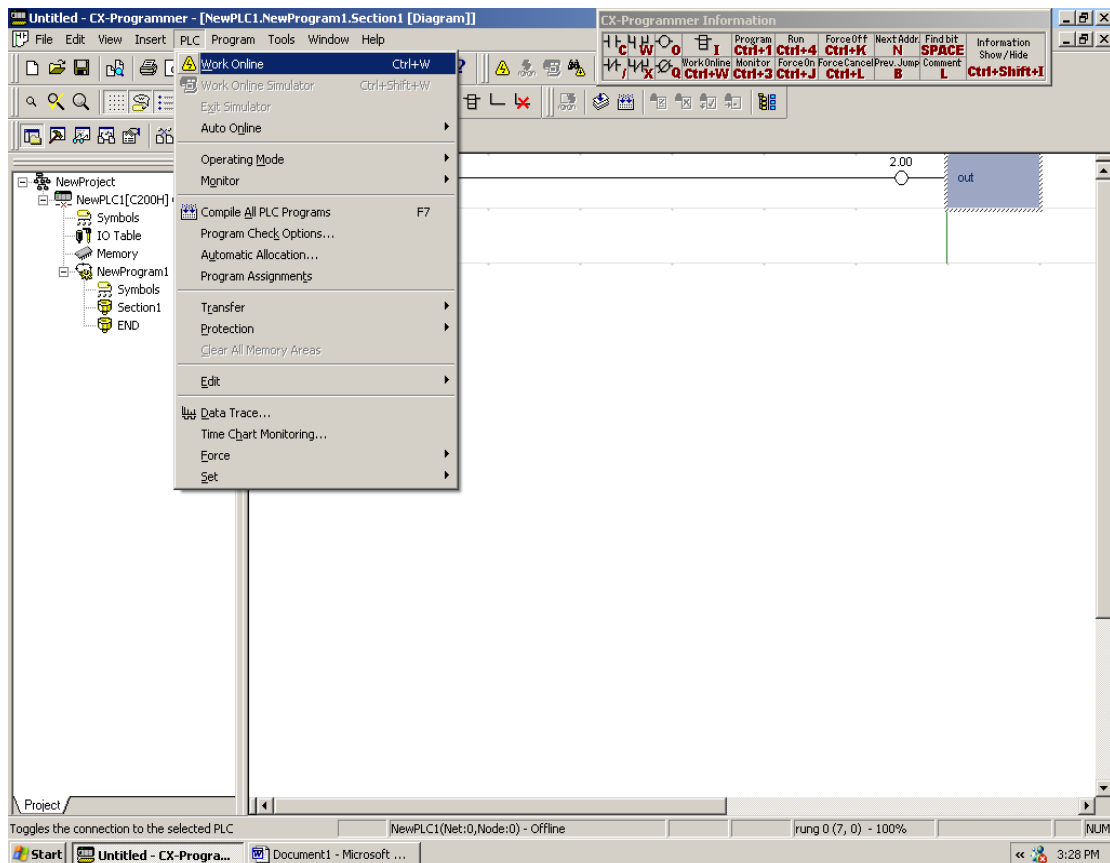
Gambar 2.32 Tampilan menu awal project CX-Programmer

Lakukan setting seperti pada gambar di atas, sesuaikan dengan tipe PLC yang akan digunakan. Kemudian diatur komunikasi serial dengan PLC.



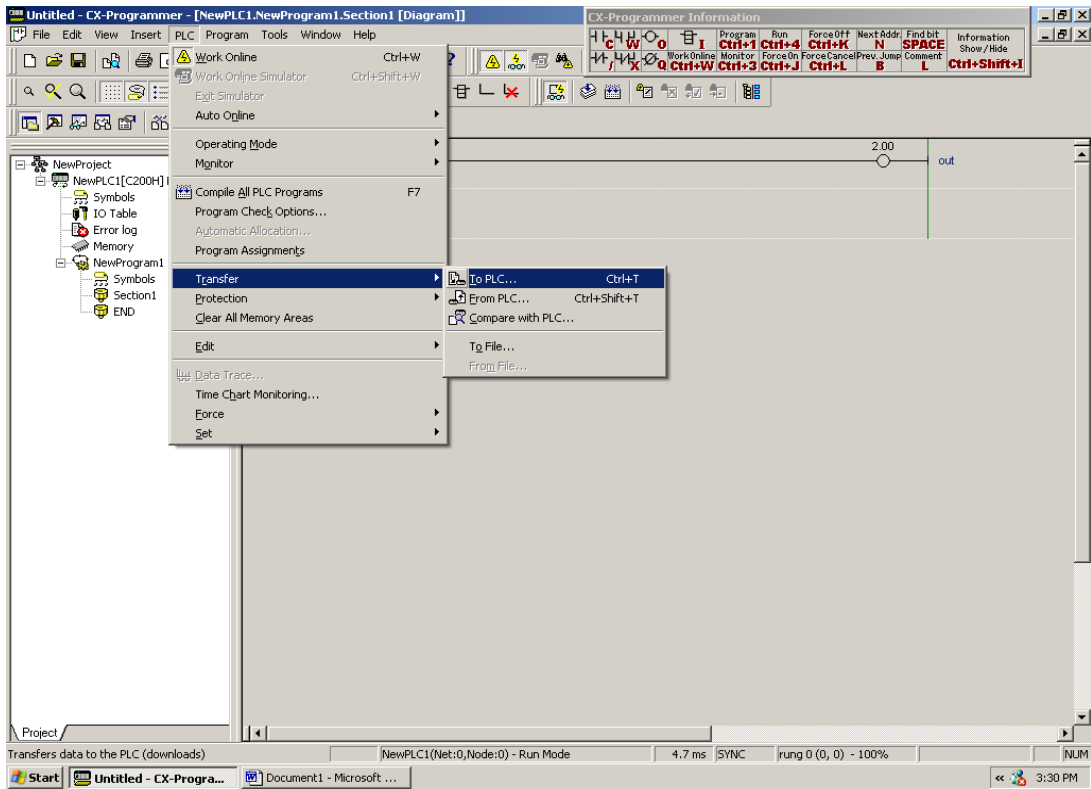
Gambar 2.33 Mengatur komunikasi dengan PLC

Setelah melakukan penyettingan, program ladder siap dibuat. Untuk memulai membuat program ladder, kondisikan CX-Programmer dalam keadaan **Offline** (tidak sedang berkomunikasi dengan PLC). Keadaan **Offline** ini dapat ditunjukkan pada status di status bar atau pada latar belakang ladder yang berwarna putih. Jika latar belakang ladder masih berwarna abu-abu, maka sistem masih **Online**. Untuk meng-**Offline**-kan sistem, pilih **Work Online** pada **toolbar**, atau **PLC -> Work Online**. Setelah latar belakang ladder sudah berwarna putih, silahkan membuat program ladder.



Gambar 2.34 Kondisi CX Programmer

Setelah melakukan pembuatan program, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah dengan melakukan koneksi/ hubungan antara PLC dengan PC, untuk memindahkan program yang telah jadi ke dalam PLC. Program yang telah dibuat pada PC, kemudian ditransfer ke dalam PLC. Setelah PLC mendapat program, maka PLC dapat bekerja sesuai dengan program yang dijalankan.



Gambar 2.35 Mentransfer program ke dalam modul (PLC)