

# BAB. I

## PENDAHULUAN

---

---

### A. Deskripsi Judul

Konsep elektronika digital merupakan modul yang berkelanjutan hingga Siswa menguasai kompetensi akhir yaitu pengendalian peralatan industri yang berbasis pemrograman, dimana dalam modul ini dengan menggunakan PLC (*Progammable Logic Control*). Modul ini terdiri dari 3 kegiatan belajar yaitu: Kegiatan belajar 1 berisi *Otomatisasi Sistem Diskrit* yaitu, pengendalian proses atau *otomatisasi* suatu sistem di industri dimulai dari pengendalian menggunakan komponen *relay elektromagnetik*. Peralatan ini di beri pengawatan untuk melakukan suatu fungsi khusus, seperti pengendalian pergerakan *konveyor*, lamanya waktu pengepresan, pengendalian level permukaan cairan dan lain sebagainya. Kemudian ketika transistor muncul, penggunaan *solid state relay* diterapkan untuk menggantikan *relay elektromagnetik* untuk kontrol dengan kecepatan tinggi. Kedua sistem ini kita sebut *otomatisasi diskrit* atau *wired logic*, sistem ini sebagai dasar untuk memahami otomasi *system programmable* yang menjadi bahasan pada kegiatan belajar berikutnya, kegiatan belajar 2. membahas mengenai *ladder diagram* beserta pemrogramannya, kegiatan belajar 3 yaitu *Menginstall software PLC* menggunakan *PLC* komputer.

### B. Prasyarat

Untuk melaksanakan Modul Sistem Otomasi berbasis pemrograman PLC, membutuhkan prasyarat yang harus dimiliki oleh peserta diklat yaitu:

1. Peserta telah memiliki pemahaman menggunakan komputer
2. Peserta diklat telah memahami digital *squensial*
3. Peserta diklat telah memahami digital aplikasi

4. Peserta diklat telah memahami pemrograman

### **C. Petunjuk Penggunaan Modul**

Langkah langkah yang harus diperhatikan untuk mempelajari modul adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
2. Bacalah dengan seksama lembaran informasi yang telah disediakan pada setiap kegiatan belajar
3. Cermati langkah kerja pada setiap kegiatan belajar, bila belum jelas tanyakan pada forum diskusi di *mailing list* jika belajar tanpa instruktur
4. Ulangi sekali lagi setiap langkah-langkah yang ada pada lembar kerja supaya menghasilkan data yang benar dan dapat dipercaya
5. Jika telah selesai praktek kembalikan alat dan bahan kepada posisi semula. Dan jangan lupa sebelumnya pastikan power sudah tidak terhubung

### **D. Tujuan Akhir**

Peserta dapat mengoperasikannya, mengendalikan peralatan industri dengan menggunakan PLC meliputi:

1. Merencanakan karakteristik pengendalian beserta input/output
2. Membuat *ladder* diagram
3. Menyusun pemrograman
4. Menginstalasi *software*
5. Men-*download* program
6. Mengoperasikan peralatan industri

## E. Kompetensi

KOMPETENSI : Memprogram Peralatan Sistem Elektronik yang Berkaitan dengan I/O Berbantuan:  
PLC, Komputer, dan Pneumatic

KODE : ELIND 2

DURASI PEMELAJARAN : 300 Jam @ 45 menit

LEVEL KOMPETENSI KUNCI	A	B	C	D	E	F	G
	3	3	3	3	2	3	3

KONDISI KINERJA	<p>Unjuk kerja ketrampilan kognitif namun dengan imajinasi psiko-motorik seperti unit kompetensi ini bisa dicapai dengan kondisi:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Memiliki kemampuan dasar tentang konsep sistem</li><li>▪ Memiliki kompetensi dasar elektronika</li><li>▪ Memiliki kemampuan mengenai petunjuk keselamatan kerja secara umum</li><li>▪ Memiliki kemampuan menulis laporan kerja yang baik.</li></ul>
-----------------	---

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Menguasai Ladder Diagram pada Pemrograman PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diidentifikasi sistem komponen dalam PLC</li> <li>▪ Ditunjukkan elemen-elemen program dalam PLC</li> <li>▪ Mampu menunjukkan elemen-elemen program dalam PLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikasi arsitektur PLC</li> <li>▪ Identifikasi elemen-elemen program dalam PLC</li> <li>▪ Prosedur operasi baku pembuatan ladder diagram pada PLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam mengidentifikasi arsitektur PLC</li> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam mengidentifikasi elemen-elemen program dalam PLC</li> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam melaksanakan pembuatan ladder diagram pada PLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arsitektur PLC</li> <li>▪ Fungsi blok dalam PLC</li> <li>▪ Elemen-elemen program dalam PLC</li> <li>▪ Tekun, teliti, &amp; cermat dalam melaksanakan pembuatan ladder diagram pada PLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mampu mengidentifikasi <ul style="list-style-type: none"> <li>– Arsitektur PLC</li> <li>– Fungsi blok dalam PLC</li> </ul> </li> <li>▪ Mampu menunjukkan elemen-elemen program dalam PLC</li> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam melaksanakan pembuatan ladder diagram pada PLC</li> </ul>
2. Menguasai Bahasa Pemrograman yang dapat Berinteraksi dengan I/O pada Sistem Komputer	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diidentifikasi konfigurasi I/O pada sistem komputer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikasi konfigurasi I/O pada sistem komputer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam mengidentifikasi konfigurasi I/O pada sistem komputer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konfigurasi I/O pada sistem komputer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mampu mengkonfigurasi I/O pada sistem komputer</li> </ul>

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dikuasainya bahasa pemrograman yang dapat berinteraksi dengan I/O pada sistem komputer</li> <li>▪ Penggunaan bahasa pemrograman dalam proses pembacaan dan pengiriman data melalui port I/O yang didemokan</li> <li>▪ Aplikasi sistem komputer pada salah satu sistem elektronik dengan menggunakan I/O sebagai bagian inti dari pengembangan dan didemokan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prosedur operasi baku pemrograman yang dapat berinteraksi dengan I/O pada sistem komputer</li> <li>▪ Identifikasi bahasa pemrograman dalam proses pembacaan dan pengiriman data melalui port I/O</li> <li>▪ Prosedur operasi baku implementasi pemakaian jalur I/O pada sistem komputer sebagai unit antar muka sistem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam melaksanakan pemrograman yang dapat berinteraksi dengan I/O pada sistem komputer</li> <li>▪ Identifikasi bahasa pemrograman dalam proses pembacaan dan pengiriman data melalui port I/O</li> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam melaksanakan implementasi pemakaian jalur I/O pada sistem komputer sebagai unit antar muka sistem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bahasa pemrograman yang dapat berinteraksi dengan I/O pada sistem kompute</li> <li>▪ Studi kasus penggunaan bahasa pemrograman untuk keperluan pengiriman dan pembacaan data melalui I/O</li> <li>▪ Tekun, teliti, dan cermat dalam melaksanakan implementasi pemakaian jalur I/O pada sistem komputer sebagai unit antar muka sistem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mampu memahami dan mengimplementasikan bahasa pemrograman yang dapat berinteraksi dengan I/O pada sistem komputer</li> <li>▪ Mampu mengimplemen-tasikan penggunaan bahasa pemrograman melalui studi kasus penggunaan bahasa pemrograman untuk keperluan pengiriman dan pembacaan data melalui I/O</li> </ul>

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Mampu melaksanakan implementasi hubungan antara I/O dengan rangkaian antar muka</li> </ul>
3. Menginstalasi electro-pneumatic sebagai bagian dari sistem otomasi elektronik.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diidentifikasi komponen-komponen elektro pneumatic</li> <li>Penguasaan instalasi elektro-pneumatic ditunjukkan dengan didemokannya sistem yang diujicoba</li> <li>Dimplementasikan elektro-pneumatic pada sistem elektronik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifikasi komponen-komponen elektro-pneumatik</li> <li>Uji coba instalasi elektro-pneumatic</li> <li>Implementasi sistem elektronik menggunakan elektro-pneumatic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tekun, teliti, dan cermat dalam mengidentifikasi komponen-komponen elektro-pneumatik</li> <li>Tekun, teliti, dan cermat dalam menguji coba instalasi elektro-pneumatic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komponen-komponen dalam pneumatic</li> <li>Instalasi electro-pneumatic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mampu mengidentifikasi Komponen-komponen dalam pneumatic</li> <li>Mampu melaksanakan instalasi electro-pneumatic</li> </ul>

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Tekun, teliti, dan cermat dalam mengimplementasi kan sistem elektronik menggunakan elektro-pneumatic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studi kasus pada sistem otomasi elektronik menggunakan electro-pneumatic sebagai unit utama dalam proses pengontrolan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mampu mengimplementasikan sistem melalui studi kasus pada sistem otomasi elektronik menggunakan electro-pneumatic sebagai unit utama dalam proses pengontrolan</li> </ul>
4. Membuat Laporan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laporan hasil pekerjaan dibuat sesuai dengan format dan prosedur/ Instruksi Kerja yang ditetapkan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prosedur baku pelaporan sementara yang dituangkan dalam buku catatan kegiatan dan prosedur baku cara pelaporan resmi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tekun, teliti, cermat, dan menjunjung tinggi kejujuran profesional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pembuatan laporan prosedur penggunaan komputer dan menganalisis jika terjadi kekeliruan-kekeliruan dalam proses pelaporan dengan menggunakan pendekatan statistika terapan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mampu membuat laporan hasil pekerjaan dan menganalisis hasil pekerjaan berdasarkan kaidah-kaidah metode ilmiah</li> </ul>

Tabel 3. Kompetensi

## F. Cek Kemampuan

Tabel dibawah ini untuk mengetahui kemampuan awal yang telah Anda miliki, maka berilah tanda cek list (✓) dengan sikap jujur dan dapat dipertanggungjawabkan.

Kompetensi	Pernyataan	Saya dapat melakukan pekerjaan ini dengan kompeten		
		Tidak	Ya	Jika, Ya
Menguasai dasar Elektronika Digital dan Komputer	Saya dapat merencanakan pengendalian beserta input/output			Kerjakan tes formatif 1
	Saya dapat membuat diagram ladder			Kerjakan tes formatif 2
	Saya dapat membuat pemrograman untuk PLC			Kerjakan tes formatif 3
	Saya dapat menginstalasi software PLC			Kerjakan tes formatif 4
	Saya dapat mendownload program PLC			Kerjakan tes formatif 5
	Saya dapat mengoperasikan peralatan industri dengan PLC			Kerjakan tes formatif 6

Tabel 4. Cek Kemampuan

Apabila Anda menjawab TIDAK pada salah satu pernyataan di atas, maka pelajarilah pada sub kompetensi modul ini yang tidak Anda kuasai sampai Anda kompeten.

---



# BAB. II

## PEMELAJARAN

---

---

### A. Rencana Belajar Peserta Diklat

Kompetensi : Menguasai Dasar Elektronika Digital dan Komputer  
Sub Kompetensi : Memrogram peralatan sistem otomasi elektronik yang berkaitan dengan I/O berbantuan PLC

<b>Jenis Kegiatan</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Waktu</b>	<b>Tempat Belajar</b>	<b>Alasan Perubahan</b>	<b>Tanda Tangan Guru</b>

Tabel 5. Pembelajaran

---

## B. Kegiatan Belajar

### Kegiatan Belajar 1. DASAR-DASAR SISTEM KENDALI PLC

#### a. Tujuan Pemelajaran

Setelah pemelajaran Siswa dapat:

- Mengidentifikasi peralatan sistem kendali PLC
- Menjelaskan cara kerja sistem kendali PLC
- Menjelaskan keunggulan PLC
- Menyebutkan daerah penerapan PLC
- Mengidentifikasi struktur PLC

#### b. Uraian Materi

##### 1. Sistem Kendali

Istilah sistem kendali dalam teknik listrik mempunyai arti suatu peralatan atau sekelompok peralatan yang digunakan untuk mengatur fungsi kerja suatu mesin dan memetakan tingkah laku mesin tersebut sesuai dengan yang dikehendaki. Fungsi kerja mesin tersebut mencakup antara lain menjalankan (*start*), mengatur (*regulas*), dan menghentikan suatu proses kerja. Pada umumnya, sistem kendali merupakan suatu kumpulan peralatan listrik atau elektronik, peralatan mekanik, dan peralatan lain yang menjamin stabilitas dan transisi halus serta ketepatan suatu proses kerja.

Sistem kendali mempunyai tiga unsur yaitu input, proses, dan output.

---



Gambar 3. Unsur-unsur sistem kendali

Input pada umumnya berupa sinyal dari sebuah *transduser*, yaitu alat yang dapat merubah besaran fisik menjadi besaran listrik, misalnya tombol tekan, saklar batas, termostat, dan lain-lain. *Transduser* memberikan informasi mengenai besaran yang diukur, kemudian informasi ini diproses oleh bagian proses. Bagian proses dapat berupa rangkaian kendali yang menggunakan peralatan yang dirangkai secara listrik, atau juga berupa suatu sistem kendali yang dapat diprogram misalnya PLC.

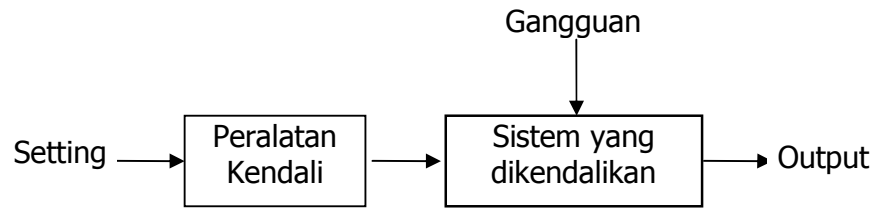
Pemrosesan informasi (*sinyal input*) menghasilkan sinyal output yang selanjutnya digunakan untuk mengaktifkan aktuator (*peralatan output*) yang dapat berupa motor listrik, kontaktor, katup selenoid, lampu, dan sebagainya. Dengan peralatan output, besaran listrik diubah kembali menjadi besaran fisik.

Sistem kendali dibedakan menjadi dua, yaitu sistem kendali *loop terbuka* dan sistem kendali *loop tertutup*.

### a) Sistem Kendali Loop Terbuka

Sistem kendali loop terbuka adalah proses pengendalian di mana variabel input mempengaruhi output yang dihasilkan. Gambar 2 menunjukkan diagram blok sistem kendali loop terbuka.

---



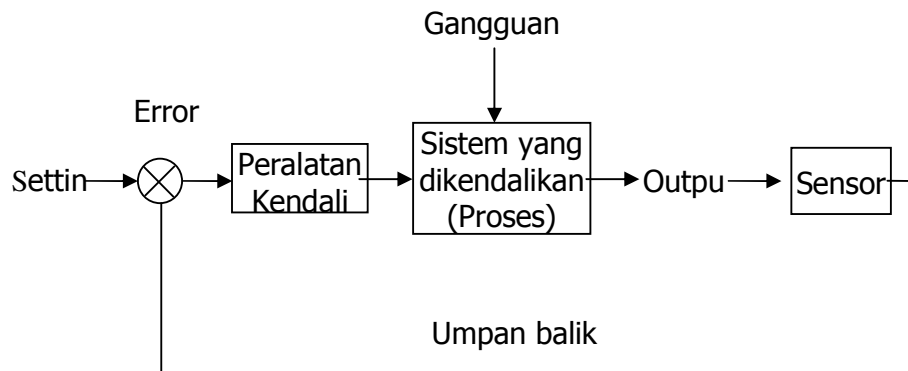
Gambar 4. Diagram blok sistem kendali loop terbuka

Dari gambar 2 di atas, dapat dipahami bahwa tidak ada informasi yang diberikan oleh peralatan output kepada bagian proses sehingga tidak diketahui apakah hasil output sesuai dengan yang dikehendaki.

### **b) Sistem Kendali Loop Tertutup**

Sistem kendali loop tertutup adalah suatu proses pengendalian di mana variabel yang dikendalikan (*output*) disensor secara kontinyu, kemudian dibandingkan dengan besaran acuan.

Variabel yang dikendalikan dapat berupa hasil pengukuran temperatur, kelembaban, posisi mekanik, kecepatan putaran, dan sebagainya. Hasil pengukuran tersebut diumpan-balikkan ke pembanding (*komparator*) yang dapat berupa peralatan mekanik, listrik, elektronik, atau pneumatik. Pembanding membandingkan sinyal sensor yang berasal dari variabel yang dikendalikan dengan besaran acuan, dan hasilnya berupa sinyal kesalahan. Selanjutnya, sinyal kesalahan diumpankan kepada peralatan kendali dan diproses untuk memperbaiki kesalahan sehingga menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki. Dengan kata lain, kesalahan sama dengan nol.



Gambar 5. Sistem kendali loop tertutup

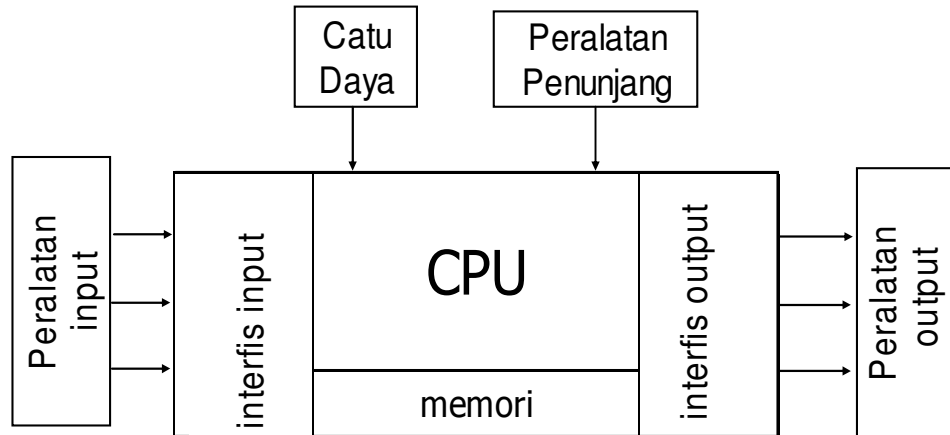
### c) Sistem Kendali PLC

Hingga akhir tahun 1970, sistem otomasi mesin dikendalikan oleh *relai elektromagnet*. Dengan semakin meningkatnya perkembangan teknologi, tugas-tugas pengendalian dibuat dalam bentuk pengendalian terprogram yang dapat dilakukan antara lain menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*). Dengan PLC, sinyal dari berbagai peralatan luar diinterfisi sehingga fleksibel dalam mewujudkan sistem kendali. Disamping itu, kemampuannya dalam komunikasi jaringan memungkinkan penerapan yang luas dalam berbagai operasi pengendalian sistem.

Dalam sistem otomasi, PLC merupakan 'Jantung' sistem kendali. Dengan program yang disimpan dalam memori PLC, dalam eksekusinya, PLC dapat memonitor keadaan sistem melalui sinyal dari peralatan input, kemudian didasarkan atas logika program menentukan rangkaian aksi pengendalian peralatan output luar.

PLC dapat digunakan untuk mengendalikan tugas-tugas sederhana yang berulang-ulang, atau di-interkoneksi dengan yang lain menggunakan komputer melalui sejenis jaringan komunikasi untuk mengintegrasikan pengendalian proses yang kompleks.

Cara kerja sistem kendali PLC dapat dipahami dengan diagram blok seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 6. Diagram blok PLC

Dari gambar terlihat bahwa komponen sistem kendali PLC terdiri atas PLC, peralatan input, peralatan output, peralatan penunjang, dan catu daya. Penjelasan masing-masing komponen sebagai berikut:

### 1. PLC

PLC terdiri atas CPU (*Central Processing Unit*), memori, modul *interface input* dan *output* program kendali disimpan dalam memori program. Program mengendalikan PLC sehingga saat sinyal input dari peralatan input ON, timbul respon yang sesuai. Respon ini umumnya meng-ON-kan sinyal output pada peralatan output.

CPU adalah *mikroprosesor* yang mengkoordinasikan kerja sistem PLC. Ia mengeksekusi program, memproses sinyal input/ output, dan mengkomunikasikan dengan peralatan luar.

Memori adalah daerah yang menyimpan sistem operasi dan data pemakai. Sistem operasi sesungguhnya *software* sistem

---

yang mengkoordinasikan PLC. Program kendali disimpan dalam memori pemakai.

Ada dua jenis memori yaitu: ROM (*Read Only Memory*) dan RAM (*Random Access Memory*). ROM adalah memori yang hanya dapat diprogram sekali. Penyimpanan program dalam ROM bersifat permanen, maka ia digunakan untuk menyimpan sistem operasi. Ada sejenis ROM, yaitu EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) yang isinya dapat dihapus dengan cara menyinari menggunakan sinar ultraviolet dan kemudian diisi program ulang menggunakan PROM Writer.

*Interface* adalah modul rangkaian yang digunakan untuk menyesuaikan sinyal pada peralatan luar. Interface input menyesuaikan sinyal dari peralatan input dengan sinyal yang dibutuhkan untuk operasi sistem. Interface output menyesuaikan sinyal dari PLC dengan sinyal untuk mengendalikan peralatan output.

## **2. Peralatan Input**

Peralatan input adalah yang memberikan sinyal kepada PLC dan selanjutnya PLC memproses sinyal tersebut untuk mengendalikan peralatan output. Peralatan input itu antara lain:

- Berbagai jenis saklar, misalnya tombol, saklar togel, saklar batas, saklar level, saklar tekan, saklar proximity.
  - Berbagai jenis sensor, misalnya sensor cahaya, sensor suhu, sensor level.
  - Rotary encoder
-

### 3. Peralatan Output

Sistem otomasi tidak lengkap tanpa ada peralatan output yang dikendalikan. Peralatan output itu misalnya:

- Kontaktor
- Motor listrik
- Lampu
- Buzer

### 4. Peralatan Penunjang

Peralatan penunjang adalah peralatan yang digunakan dalam sistem kendali PLC, tetapi bukan merupakan bagian dari sistem secara nyata. Maksudnya, peralatan ini digunakan untuk keperluan tertentu yang tidak berkait dengan aktifitas pengendalian. Peralatan penunjang itu, antara lain :

- berbagai jenis alat pemrogram, yaitu komputer, *software ladder*, konsol pemrogram, *programmable* terminal, dan sebagainya.
  - Berbagai *software ladder*, yaitu: SSS, LSS, Syswin, dan CX Programmer.
  - Berbagai jenis memori luar, yaitu: disket, CD , flash disk.
  - Berbagai alat pencetak dalam sistem komputer, misalnya printer, plotter.
-



## 5. Catu Daya

PLC adalah sebuah peralatan digital dan setiap peralatan digital membutuhkan catu daya DC. Catu daya ini dapat dicatu dari luar, atau dari dalam PLC itu sendiri. PLC tipe modular membutuhkan catu daya dari luar, sedangkan pada PLC tipe *compact* catu daya tersedia pada unit.

### d) Komponen Unit PLC

Unit PLC dibuat dalam banyak model/tipe. Pemilihan suatu tipe harus mempertimbangkan: yang dibedakan menurut:

- Jenis catu daya
- Jumlah terminal input/output
- Tipe rangkaian output

#### 1. Jenis Catu Daya

PLC adalah sebuah peralatan elektronik. Dan setiap peralatan elektronik untuk dapat beroperasi membutuhkan catu daya. Ada dua jenis catu daya untuk disambungkan ke PLC yaitu AC dan DC.

#### 2. Jumlah I/O

Pertimbangan lain untuk memilih unit PLC adalah jumlah terminal I/O nya. Jumlah terminal I/O yang tersedia bergantung kepada merk PLC. Misalnya PLC merk OMRON pada satu unit tersedia terminal I/O sebanyak 10, 20, 30, 40 atau 60. Jumlah terminal I/O ini dapat dikembangkan dengan memasang Unit I/O Ekspansi sehingga dimungkinkan memiliki 100 I/O.

Pada umumnya, jumlah terminal input dan output mengikuti perbandingan tertentu, yaitu 3 : 2. Jadi, PLC dengan

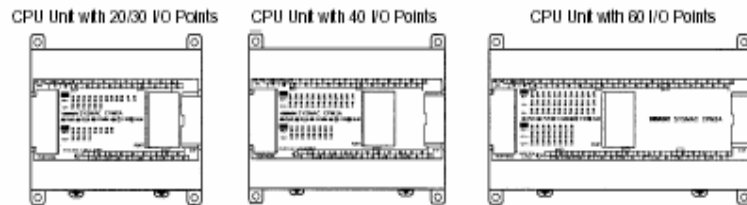
---

terminal I/O sebanyak 10 memiliki terminal input 6 dan terminal output 4.

### 3. Tipe Rangkaian Output

PLC dibuat untuk digunakan dalam berbagai rangkaian kendali. Bergantung kepada peralatan output yang dikendalikan, tersedia tiga tipe rangkaian output yaitu: output relay, output transistor *sinking* dan output transistor *sourcing*.

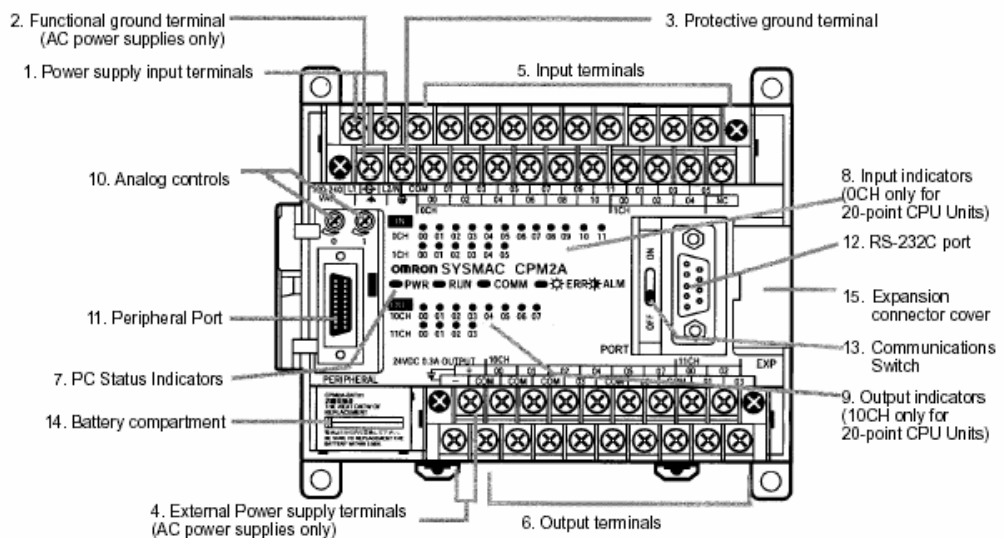
Di bawah ini diberikan tabel yang menunjukkan jenis catu daya, jumlah I/O, dan tipe rangkaian output.



Number of I/O points	Power supply	Inputs	Outputs	Model
20 I/O points (12 inputs and 8 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-20CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-20CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-20CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-20CDT1-D
30 I/O points (18 inputs and 12 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-30CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-30CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-30CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-30CDT1-D
40 I/O points (24 inputs and 16 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-40CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-40CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-40CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-40CDT1-D
60 I/O points (36 inputs and 24 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-60CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-60CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-60CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-60CDT1-D

Gambar 7. Port I/O Beberapa Type PLC

## CPU Units with 20 or 30 I/O Terminals



Gambar 8. Terminal CPU

### Penjelasan Komponen

1. Terminal input catu daya

Hubungkan catu daya (100 s.d 240 VAC atau 24 VDC) ke terminal ini

2. Terminal Ground Fungsional

Pastikan untuk membumikan terminal ini (hanya untuk PLC tipe AC) untuk meningkatkan kekebalan terhadap derau (*noise*) dan mengurangi resiko kejutan listrik

3. Terminal Ground Pengaman

Pastikan untuk membumikan terminal ini untuk mengurangi resiko kejutan listrik

4. Terminal catu daya luar

PLC tertentu, misalnya CPM2A dilengkapi dengan terminal output catu daya 24 VDC untuk mencatu daya peralatan input

5. Terminal input

Sambunglah peralatan input luar ke terminal input ini

6. Terminal Output

Sambunglah peralatan output luar ke terminal output ini

7. Indikator status PLC

Indikator ini menunjukkan status operasi PLC, seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini:

<b>Indikator</b>	<b>Status</b>	<b>Arti</b>
PWR (hijau)	ON	Daya sedang dicatukan ke PLC
	OFF	Daya tidak sedang dicatu ke PLC
RUN (hijau)	ON	PLC beroperasi dalam mode RUN atau MONITOR
	OFF	PLC beroperasi dalam mode PROGRAM, atau terjadi kesalahan fatal
COMM (kuning)	Berkedip	Data sedang ditransfer melalui port peripheral atau port RS-232C
	OFF	Data tidak sedang ditransfer melalui port peripheral atau port RS-232C
ERR/ALM (merah)	ON	Terjadi kesalahan fatal
	Berkedip	Terjadi kesalahan tidak fatal
	OFF	Operasi berlangsung normal

Tabel 6. Indikator Status PLC

8. Indikator input

Indikator input menyala saat terminal input yang sesuai ON. Indikator input menyala selama *refreshing* input/output

Jika terjadi kesalahan fatal, indikator input berubah sebagai berikut:

---

<b>Kesalahan fatal</b>	<b>Indikator input</b>
Kesalahan unit CPU, kesalahan bus I/O, atau terlalu banyak unit I/O	Padam
Kesalahan memori atau kesalahan FALS (sistem fatal)	Indikator akan berubah sesuai status sinyal input, tetapi status input tidak akan diubah pada memori

Tabel 7. Indikator Kesalahan

9. Indikator output

Indikator output menyala saat terminal output yang sesuai ON

10. Analog Control

Putarlah control ini untuk setting analog (0 s.d 200) pada IR 250 dan IR 251

11. Port peripheral

Sambungan PLC ke peralatan pemrogram: Konsol Pemrogram, atau komputer

12. Port RS 232C

Sambungan PLC ke peralatan pemrogram: Konsol Pemrogram, komputer, atau Programmable Terminal

13. Saklar komunikasi

Saklar ini untuk memilih apakah port peripheral atau port RS-232C akan menggunakan setting komunikasi pada PC Setup atau setting standar

14. Batere

Batere ini mem-back-up memori pada unit PLC

15. Konektor ekspansi

Tempat sambungan PLC ke unit I/O ekspansi atau unit ekspansi (unit I/O analog, unit sensor suhu)

---

### e) Spesifikasi

Penggunaan PLC harus memperhatikan spesifikasi teknisnya. Mengabaikan hal ini dapat mengakibatkan PLC rusak atau beroperasi secara tidak tepat (mal-fungsi).

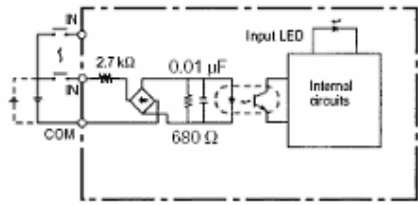
Berikut ini diberikan spesifikasi unit PLC yang terdiri atas spesifikasi umum, spesifikasi input, dan spesifikasi output.

#### 1. Spesifikasi Umum

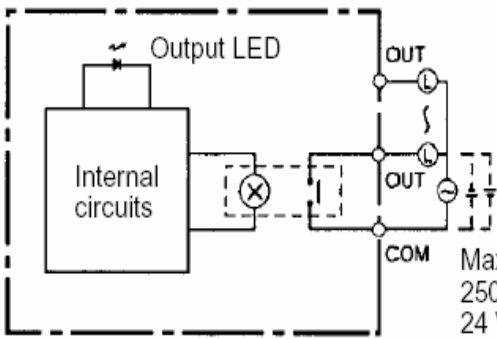
Butir		Spesifikasi
Tegangan catu	AC	100 s.d 240 VAC, 50/60 Hz
	DC	24 VDC
Tegangan operasi	AC	85 s.d 264 VAC
	DC	20,4 s.d 26,4 VDC
Penggunaan daya	AC	60 VA maks
	DC	20 W maks
Catu daya luar	Tegangan catu	24 VDC
	Kapasitas output	300 mA
Tahanan isolasi		20 M $\Omega$ minimum
Kuat dielektrik		2300 VAC 50/60 Hz selama 1 menit
Suhu ruang		0° s.d 55°
Ukuran sekerup terminal		M3
Berat	AC	650 g
	DC	550 g

Tabel 8. Spesifikasi Umum

## 2. Spesifikasi Input

Butir	Spesifikasi
Tegangan input	24 VDC $+10\%$ / $-15\%$
Impedansi input	2,7 k $\Omega$
Arus input	8 mA
Tegangan/arus on	17 VDC input, 5 mA
Tegangan/arus off	5 VDC maks, 1 mA
Tunda on	10 ms
Tunda off	10 ms
Konfigurasi rangkaian input	

### 3. Spesifikasi Output

Butir	Spesifikasi
Kapasitas switching maksimum	2 A, 250 VAC ( $\cos \phi = 1$ ) 2 A, 24 VDC
Kapasitas switching minimum	10 mA, 5 VDC
Usia kerja relai	Listrik : 150.000 operasi (beban resistif 24 VDC) 100.000 operasi (beban induktif) Mekanik : 20.000.000 operasi
Tunda on	15 ms maks
Tunda off	15 ms maks
Konfigurasi rangkaian output	 <p>Maximum 250 VAC: 2 A 24 VDC: 2 A</p>

#### f) Perbandingan Sistem Kendali Elektromagnet dan PLC

Pada sistem kendali relay elektromagnetik (kontaktor), semua pengawatan ditempatkan dalam sebuah panel kendali. Dalam beberapa kasus panel kendali terlalu besar sehingga memakan banyak ruang (tempat). Tiap sambungan dalam logika relay harus disambung. Jika pengawatan tidak sempurna, maka akan terjadi kesalahan sistem kendali. Untuk melacak kesalahan ini, perlu waktu



cukup lama. Pada umumnya, kontaktor memiliki jumlah kontak terbatas. Dan jika diperlukan modifikasi, mesin harus diistirahatkan, dan lagi boleh jadi ruangan tidak tersedia serta pengawatan harus dilacak untuk mengakomodasi perubahan. Jadi, panel kendali hanya cocok untuk proses yang sangat khusus. Ia tidak dapat dimodifikasi menjadi sistem yang baru dengan segera. Dengan kata lain, panel kendali elektromagnetik tidak fleksibel.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan adanya kelemahan sistem kendali relay elektromagnetik sebagai berikut:

- Terlalu banyak pengawatan panel
- Modifikasi sistem kendali sulit dilakukan
- Pelacakan gangguan sistem kendali sulit dilakukan
- Jika terjadi gangguan mesin harus diistirahatkan untuk melacak kesalahan sistem

Kesulitan-kesulitan di atas dapat diatasi dengan menggunakan sistem kendali PLC.

### **g) Keunggulan Sistem Kendali PLC**

Sistem kendali PLC memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan sistem kendali elektromagnetik sebagai berikut:

- Pengawatan sistem kendali PLC lebih sedikit
  - Modifikasi sistem kendali dapat dengan mudah dilakukan dengan cara mengganti program kendali tanpa merubah pengawatan sejauh tidak ada tambahan peralatan input/output
  - Tidak diperlukan komponen kendali seperti timer dan hanya diperlukan sedikit kontaktor sebagai penghubung peralatan output ke sumber tenaga listrik
-

- Kecepatan operasi sistem kendali PLC sangat cepat sehingga produktivitas meningkat
- Biaya pembangunan sistem kendali PLC lebih murah dalam kasus fungsi kendalinya sangat rumit dan jumlah peralatan input/outputnya sangat banyak
- Sistem kendali PLC lebih andal
- Program kendali PLC dapat dicetak dengan cepat

#### **h) Penerapan Sistem Kendali PLC**

Sistem kendali PLC digunakan secara luas dalam berbagai bidang antara lain untuk mengendalikan:

- Traffic light
- Lift
- Konveyor
- Sistem pengemasan barang
- Sistem perakitan peralatan elektronik
- Sistem pengamanan gedung
- Robot
- Pemrosesan makanan

#### **i) Langkah-Langkah Desain Sistem Kendali PLC**

Pengendalian sistem kendali PLC harus dilakukan melalui langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

1. Memilih PLC dengan spesifikasi yang sesuai dengan sistem kendali
  2. Memasang Sistem Komunikasi
-

3. Membuat program kendali
4. Mentransfer program ke dalam PLC
5. Memasang unit
6. Menyambung pengawatan I/O
7. Menguji coba program
8. Menjalankan program

**c. Rangkuman**

1. PLC adalah kependekan dari *Programmable Logic Controller* yang berarti pengendali yang bekerja secara logika dan dapat diprogram.
  2. Peralatan sistem kendali PLC terdiri atas Unit PLC, peralatan input, peralatan output, peralatan penunjang, dan catu daya.
  3. Pemilihan suatu unit PLC didasarkan atas pertimbangan jenis catu daya untuk PLC, jumlah I/O dan tipe rangkaian output.
  4. Penggunaan PLC harus memperhatikan spesifikasi teknisnya. Mengabaikan hal ini dapat mengakibatkan PLC rusak atau beroperasi secara tidak tepat (mal-fungsi).
  5. Dibandingkan sistem kendali elektromagnet, PLC lebih unggul dalam banyak hal, antara lain pengawatan sistem lebih sederhana, gambar sistem kendali mudah dicetak, lebih murah dalam kasus rangkaian kendali yang rumit, mempunyai fungsi self diagnostic, dan lain-lain.
  6. PLC diterapkan dalam hampir segala lapangan industri sebagai pengendali mesin dan proses kerja alat.
-

**d. Tugas**

1. Identifikasi terminal yang ada pada PLC CPM1 A dan CPM2 A!
2. Bandingkan PLC Type CPM1 A dan CPM2 A dan uraikan perbedaan dan persamaannya!
3. Identifikasi beberapa Merk PLC yang ada di perusahaan atau ditoko!

**e. Tes Formatif**

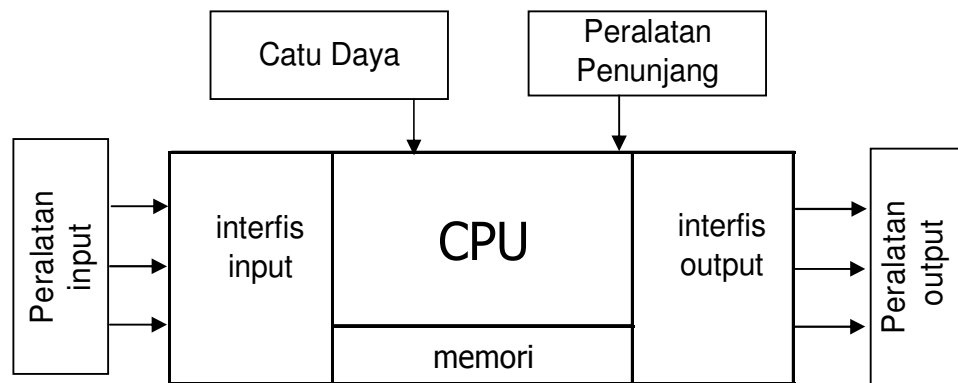
1. Apakah yang dimaksud dengan sistem kendali?
2. Apakah perbedaan sistem kendali loop terbuka dan loop tertutup?
3. Apakah sesungguhnya PLC itu?
4. Sebutkan masing-masing tiga contoh:
  - a. Alat input
  - b. Alat output
  - c. Alat penunjang
5. Gambarkan diagram blok yang menunjukkan hubungan masing-masing peralatan sistem kendali PLC!
6. Sebutkan lima keunggulan PLC dibandingkan sistem kendali elektromagnet!
7. Jelaskan bahwa sistem kendali PLC lebih murah jika dibandingkan sistem kendali elektromagnet!
8. Sebutkan daerah penerapan PLC!

**f. Kunci Jawaban**

1. Sistem kendali adalah suatu peralatan atau sekelompok peralatan yang digunakan untuk mengatur fungsi kerja suatu mesin dan memetakan tingkah laku mesin tersebut sesuai dengan yang dikehendaki.
  2. Terletak pada umpan balik hasil pengendalian, yaitu pada sistem kendali loop terbuka variabel yang dikendalikan tidak memberikan
-

umpan balik kepada bagian proses, sedangkan pada sistem kendali loop tertutup, variabel yang dikendalikan memberikan umpan balik kepada bagian proses untuk mengoreksi hasil pengendalian sehingga diperoleh hasil sesuai yang dikehendaki.

3. PLC adalah alat pengendali mesin atau suatu proses yang dapat diprogram.
4. Peralatan input/output dan kelengkapan lainnya:
  - a. Alat input: tombol, sensor (suhu, cahaya), saklar proximity, rotary encoder
  - b. Alat output lampu, kontaktor/relai, buzzer, motor, opto coupler
  - c. konsol pemrogram, Personal komputer, software ladder, disket, printer
5. Gambar diagram blok sistem kendali PLC



6. (Periksa lima jawaban diantara jawaban berikut ini):
    - a. Pengawatan sistem kendali menjadi berkurang sampai 80% dibandingkan sistem kendali relai konvensional.
    - b. Konsumsi daya berkurang karena PLC menggunakan daya sedikit.
    - c. Fungsi *self diagnostik* PLC memungkinkan pelacakan kesalahan sistem menjadi mudah dan cepat.
-

- d. Modifikasi urutan kendali dapat dengan mudah dilakukan dengan memrogram melalui konsol pemrogram atau *software* komputer tanpa merubah pengawatan I/O, asal tidak ada tambahan piranti input atau output.
  - e. Suku cadang sistem PLC untuk relai dan timer sangat berkurang dibandingkan panel kendali konvensional.
  - f. Waktu siklus mesin meningkat luar biasa karena kecepatan operasi PLC adalah dalam orde mili-detik. Jadi, produktivitas meningkat.
  - g. Harganya lebih murah dibandingkan sistem konvensional dalam situasi saat jumlah I/O-nya sangat banyak dan fungsi kendalinya rumit.
  - h. Keandalan PLC lebih tinggi daripada relai dan timer mekanik.
  - i. Pencetakan program PLC dapat dilakukan segera dalam bilangan menit. Maka, salinan dokumentasi dapat menjadi lebih mudah.
7. Dalam kasus rangkaian kendali rumit dan memerlukan banyak timer dan komponen kendali elektronik, maka PLC lebih murah karena di dalam PLC tersedia fasilitas yang dapat menggantikan kerja peralatan yang dimaksud.
8. Penerapan PLC
- a. Pengandali lampu lalu lintas
  - b. Pengendali robot
  - c. Pengendali mesin
  - d. Pengendali lift
  - e. Pengendali conveyer
-

## **g. Lembar Kerja**

### **Mengidentifikasi Terminal PLC CPM1 A**

#### **Untuk dihubungkan ke Input/Output**

##### **A. Pengantar**

Lembar kerja ini berisi langkah-langkah praktek bagaimana memahami fungsi PLC. Terminologi PLC dengan rangkaian kontrol dan pemograman.

Jika Anda dapat mengidentifikasi terminal PLC input output dan aksesoriya berarti Anda sudah memahami bagaimana menghubungkan PLC dengan input/output serta alat pemogram dan fungsi-fungsinya.

Belum memulai harus di perhatikan cara menyimpan PLC yang benar serta menghubungkannya ke Power untuk keselamatan alat dan keselamatan Anda.

Konsultasikan dahulu dengan Guru-guru apabila ada yang belum dipahami.

##### **B. Alat dan Bahan**

1. PLC Type CPM1 A
2. Unit komputer

##### **C. Langkah Kerja**

1. Buatlah kelompok belajar (empat orang atau lebih dalam satu kelompok, kemudian buat diskusi untuk memahami cara kerja PLC).
  2. Identifikasi semua terminal yang ada di PLC. Kemudian catat serta jelaskan fungsinya masing-masing.
-

3. Identifikasi spesifikasi umum, spesifikasi input dan spesifikasi output PLC. Tuliskan pada lembaran kerja.
4. Identifikasi connector untuk menghubungkan PLC dan komputer.
5. Apabila telah di fahami benar, maka gambar suatu rancangan untuk menjalankan beban sederhana, misalnya: lampu dijalankan oleh dua saklar.

#### **D. Kesimpulan**

Tuliskan kesimpulan dari apa yang telah dikerjakan berdasarkan lembaran kerja.

#### **E. Saran**

Jika di anggap perlu, tulislah saran-saran yang berkaitan dengan pekerjaan.

---



## **Kegiatan Belajar 2. TEKNIK PEMROGRAMAN PLC**

### **a. Tujuan Pembelajaran:**

1. Merancang program kendali PLC sederhana
2. Memasukkan program ke dalam PLC
3. Mengecek kebenaran program

### **b. Uraian Materi**

#### **1. Unsur-Unsur Program**

Program kendali PLC terdiri atas tiga unsur yaitu: alamat, instruksi, dan operand.

Alamat adalah nomor yang menunjukkan lokasi, instruksi, atau data dalam daerah memori. Instruksi harus disusun secara berurutan dan menempatkannya dalam alamat yang tepat sehingga seluruh instruksi dilaksanakan mulai dari alamat terendah hingga alamat tertinggi dalam program.

Instruksi adalah perintah yang harus dilaksanakan PLC. PLC hanya dapat melaksanakan instruksi yang ditulis menggunakan ejaan yang sesuai. Oleh karena itu, pembuat program harus memperhatikan tata cara penulisan instruksi.

Operand adalah nilai berupa angka yang ditetapkan sebagai data yang digunakan untuk suatu instruksi. Operand dapat dimasukkan sebagai konstanta yang menyatakan nilai angka nyata atau merupakan alamat data dalam memori.

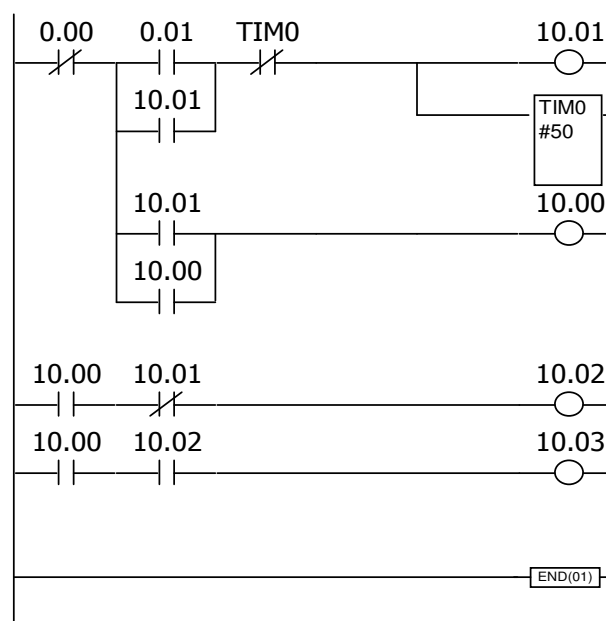
---

## 2. Bahasa Pemrograman

Program PLC dapat dibuat dengan menggunakan beberapa cara yang disebut bahasa pemrograman. Bentuk program berbeda-beda sesuai dengan bahasa pemrograman yang digunakan. Bahasa pemrograman tersebut antara lain: diagram *ladder*, kode *mneumonik*, diagram blok fungsi, dan teks terstruktur. Beberapa merk PLC hanya mengembangkan program diagram ladder dan kode *mneumonik*.

### 1. Diagram Ladder

Diagram ladder terdiri atas sebuah garis vertikal di sebelah kiri yang disebut bus bar, dengan garis bercabang ke kanan yang disebut rung. Sepanjang garis instruksi, ditempatkan kontak-kontak yang mengendalikan/mengkondisikan instruksi lain di sebelah kanan. Kombinasi logika kontak-kontak ini menentukan kapan dan bagaimana instruksi di sebelah kanan dieksekusi. Contoh diagram ladder ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Contoh Diagram Ladder

Terlihat dari gambar di atas bahwa garis instruksi dapat bercabang kemudian menyatu kembali. Sepasang garis vertikal disebut kontak (kondisi). Ada dua kontak, yaitu kontak NO (*Normally Open*) yang digambar tanpa garis diagonal dan kontak NC (*Normally Closed*) yang digambar dengan garis diagonal. Angka di atas kontak menunjukkan *bit operand*.

## 2. Kode Mneumonik

Kode *mneumonik* memberikan informasi yang sama persis seperti halnya diagram ladder. Sesungguhnya, program yang disimpan di dalam memori PLC dalam bentuk mneumonik, bahkan meskipun program dibuat dalam bentuk diagram ladder. Oleh karena itu, memahami kode mneumonik itu sangat penting. Berikut ini contoh program mneumonik:

<b>Alamat</b>	<b>Instruksi</b>	<b>Operand</b>
00000	LD	HR 01
00001	AND	0.01
00002	OR	0.02
00003	LD NOT	0.03
00004	OR	0.04
00005	AND LD	
00006	MOV(21)	
		0.00
		DM 00
00007	CMP(20)	
		DM 00
		HR 00

Tabel 11. Contoh Program Mnemonic

### 3. Struktur Daerah Memori

Program pada dasarnya adalah pemrosesan data dengan berbagai instruksi pemrograman. Data disimpan dalam daerah memori PLC. Pemahaman daerah data, disamping pemahaman terhadap berbagai jenis instruksi merupakan hal yang sangat penting, karena dari segi inilah intisari pemahaman terhadap program.

Data yang merupakan operand suatu instruksi dialokasikan sesuai dengan jenis datanya. Tabel di bawah ini ditunjukkan daerah memori PLC CPM2A sebagai berikut:

Daerah Data		Channel/Words	Bit
IR	Daerah input	IR 000 s.d IR 009	IR 000.00 s.d IR 009.15
	Daerah output	IR 010 s.d IR 019	IR 010.00 s.d IR 019.15
	Daerah 'kerja'	IR 020 s.d IR 049 IR 200 s.d IR 227	IR 020.00 s.d IR 049.15 IR 200.00 s.d IR 227.15
SR		SR 228 s.d SR 255	SR 228.00 s.d SR 255.15
TR		---	TR 0 s.d TR 7
HR		HR 00 s.d HR 19	HR 00.00 s.d HR 19.15
AR		AR 00 s.d AR 23	AR 00.00 s.d AR 23.15
LR		LR 00 s.d LR 15	LR 00.00 s.d LR 15.15
TIM/ CNT		TC 000 s.d TC 255	

Tabel 12. Memory PLC

### 4. Instruksi Pemrograman

Terdapat banyak instruksi untuk memrogram PLC, tetapi tidak semua instruksi dapat digunakan pada semua model PLC. Instruksi pemrograman dapat dikelompokkan sebagai berikut:

---

Klasifikasi menurut pengkodean mneumonik:

- Instruksi dasar
- Instruksi khusus

Klasifikasi menurut kelompok fungsi:

- Instruksi sisi kiri (ladder)
- Instruksi sisi kanan

Klasifikasi menurut kelompok fungsi:

- Instruksi ladder
- Instruksi kendali bit
- Instruksi timer/counter
- Instruksi geser bit
- Instruksi sub routine
- Instruksi ekspansi

Pada dasarnya, tingkat pemahaman pemakai PLC ditentukan oleh seberapa banyak instruksi yang telah dipahaminya. Oleh karena itu, untuk pemula berikut ini hanya dijelaskan beberapa instruksi saja. Untuk pendalaman lebih lanjut dapat mempelajari manual pemrograman yang diterbitkan oleh pemilik merk PLC.

## **1. Instruksi Diagram Ladder**

Instruksi diagram ladder adalah instruksi sisi kiri yang mengkondisikan instruksi lain di sisi kanan. Pada program diagram ladder instruksi ini disimbolkan dengan kontak-kontak seperti pada rangkaian kendali elektromagnet.

Instruksi diagram ladder terdiri atas enam instruksi ladder dan dua instruksi blok logika. Instruksi blok logika adalah instruksi yang digunakan untuk menghubungkan bagian yang lebih kompleks.

---

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

• **Diagram Ladder ( relay circuit )**



• **List Program**

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	0
1	-	-

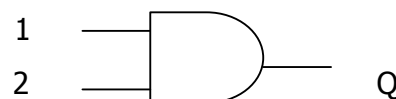
• **Key Operation**



**2. Instruksi AND**

- Instruksi AND digunakan untuk membuat program kontak sirkuit seri
- Instruksi AND dimasukan sebelum set yang kedua yang berhubungan dan selanjutnya
- Dapat dilanjuti dengan instruksi NOT untuk contact normally closed

❖ **Gerbang Logic AND**



❖ **Tabel Kebenaran gerbang AND**

INPUT 1	INPUT 2	INPUT 3
OFF	OFF	OFF
ON	OFF	OFF
OFF	ON	OFF
ON	ON	ON

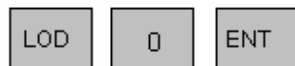
❖ **Diagram Ladder (relay circuit)**



❖ **List Program**

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	0
1	AND	1

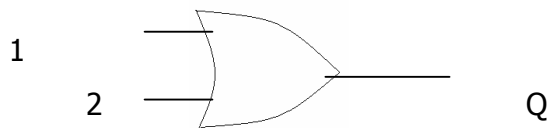
❖ **Key Operation**



### 3. Instruksi OR

- Instruksi OR digunakan untuk memprogram parallel contact circuit
- Instruksi OR dimasukan sebelum set kedua dan selanjutnya
- Instruksi ini dapat diikuti oleh instruksi NOT pada contact normaly closed

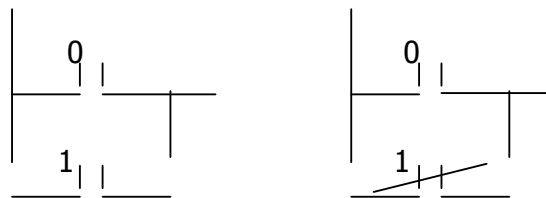
#### ❖ Gerbang Logic OR



#### ❖ Tabel Kebenaran gerbang OR

INPUT 1	INPUT 2	INPUT 3
OFF	OFF	OFF
ON	OFF	ON
OFF	ON	ON
ON	ON	ON

#### ❖ Diagram Ladder (relay circuit)





### ❖ List Program

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	0
1	OR	1

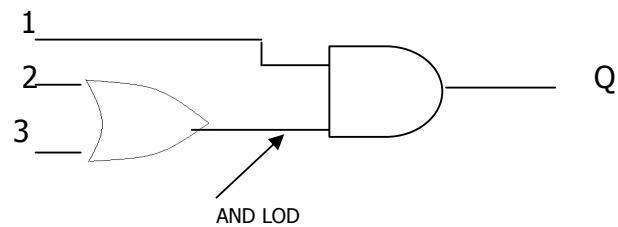
### ❖ Key Operation



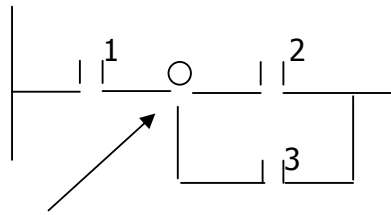
## 4. Instruksi AND LOD

- Instruksi AND LOD digunakan untuk menyambung dua atau lebih circuit seri yang dimulai dengan LOD instruction.
- Instruksi AND LOD sama dengan NODE pada ladder program.
- Instruksi AND LOD dimasukan setelah memasukkan circuit-circuit yang akan disambung.

### ❖ Gerbang Logic AND LOD



❖ **Diagram Ladder (relay circuit)**

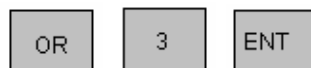
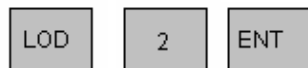


AND LOD

❖ **List Program**

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	LOD	2
2	OR	3
3	AND LOD	

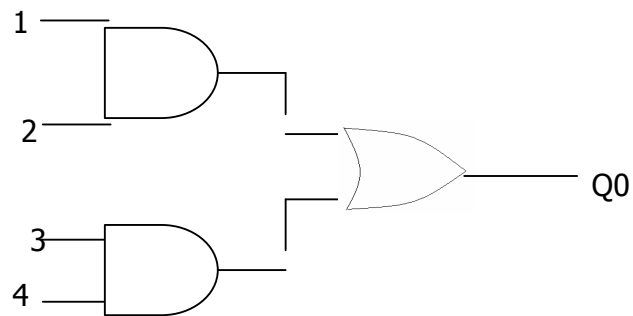
❖ **Key Operation**



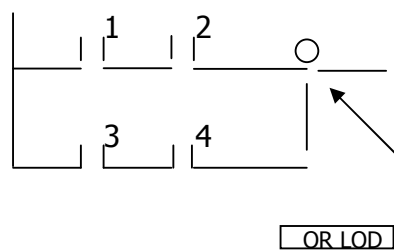
## 5. Instruksi OR LOD

- Instruksi OR LOD digunakan untuk menyambung dua atau lebih circuit parallel yang dimulai dengan LOD instruction
- Instruksi OR LOD sama dengan NODE pada ladder diagram
- Instruksi OR LOD dimasukan setelah memasukkan circuit yang akan disambung

### ❖ Gerbang Logic OR LOD



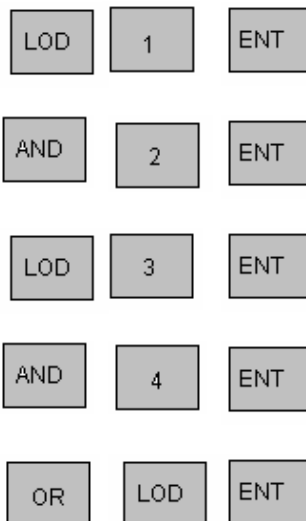
### ❖ Diagram Ladder (relay circuit)



### ❖ List Program

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	AND	2
2	LOD	3
3	AND	4
4	OR LOD	

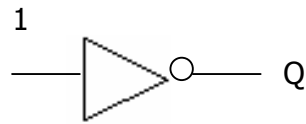
### ❖ Key Operation



## 6. Instruksi NOT

- Instruksi NOT digunakan sebelum memasukan input address untuk menyatakan kontak yang normaly closed
  - Instruksi NOT membuat pembacaan input menjadi kebalikannya
  - Instruksi ini dapat dimasukan setelah memasukkan instruksi LOD, AND, OR
-

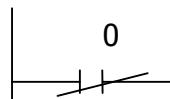
❖ **Gerbang Logic NOT**



❖ **Tabel Kebenaran gerbang NOT**

INPUT	OUTPUT
OFF	ON
ON	OFF

❖ **Diagram Ladder (relay circuit)**



❖ **List Program**

Address	Instruction Word	Data
0	LOD NOT	0
1	-	-

❖ **Key Operation**

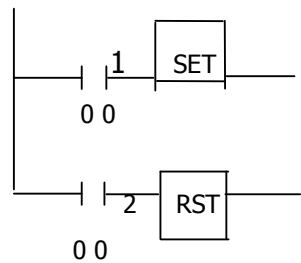


## 7. Instruksi SET & RST

- Instruksi SET & RST digunakan untuk mengaktifkan atau mereset output dan internal relay
  - Hanya memerlukan satu address
-

- Output yang sama dapat di set dan reset berkali-kali dalam satu program
- Beroperasi pada setiap scan waktu input ON

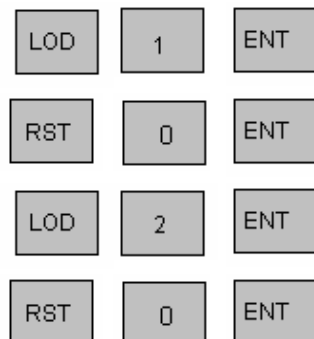
❖ **Diagram Ladder (relay circuit)**



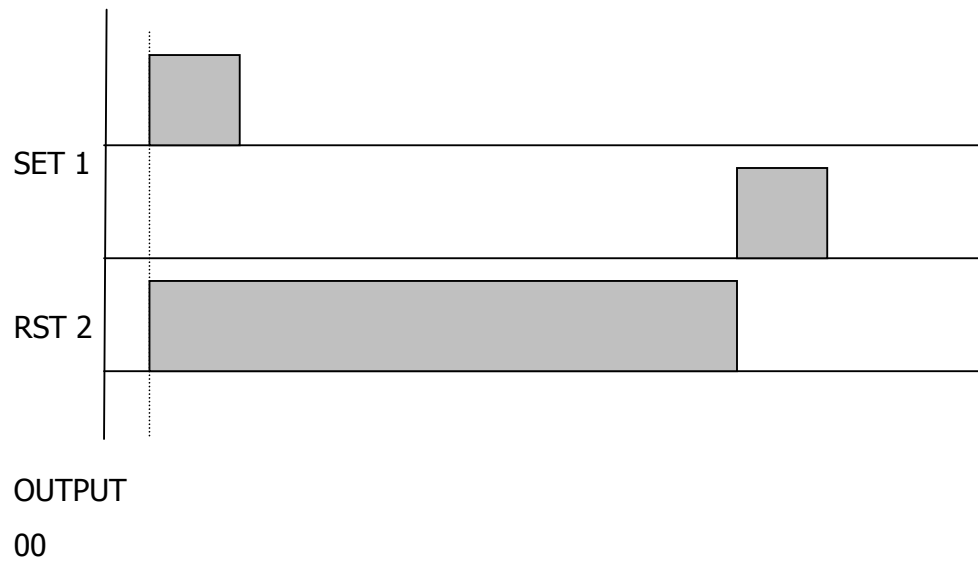
❖ **List Program**

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	SET	00
2	LOD	2
3	SET	00

❖ **Key Operation**

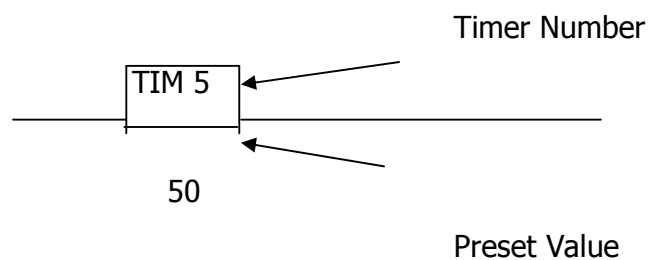


### ❖ Timing Chart SET & RST Instruction

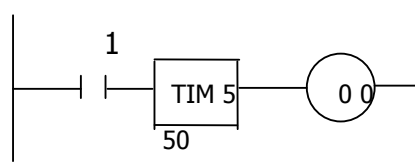


## 8. Instruksi TIM (TIMER)

- 100-msec, Time down timer
- Selalu diperlukan dua address
- Instruksi timer dimasukkan pada address pertama yang diikuti oleh nomer timer
- Nilai preset dimasukkan pada address kedua, preset timer antara 0 sampai 9999
- Nomer timer, T 0 sampai T 79



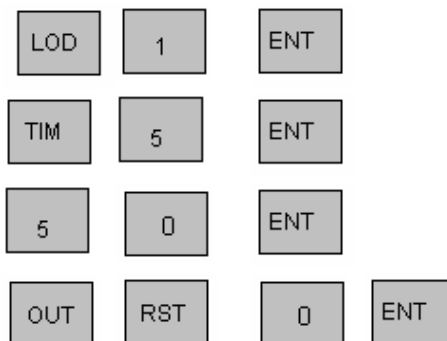
❖ **Diagram Ladder (relay circuit)**



❖ **List Program**

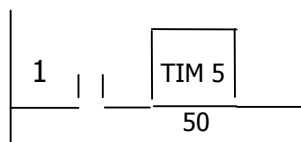
Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	TIM	5
2		50
3	OUT	00

❖ **Key Operation**



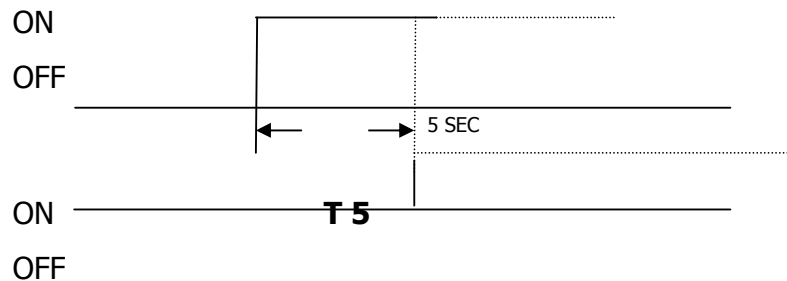
❖ **TIMING CHART:**

• **DIAGRAM LADDER**





- **TIMING CHART**



Persyaratan Instruksi Timer:

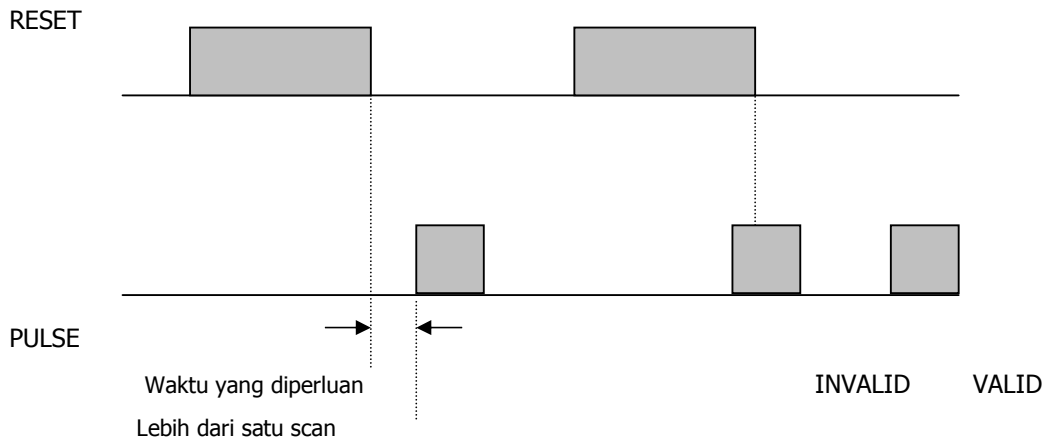
- Time down dari nilai yang telah ditentukan akan dimulai setelah timer input aktif.
  - Output dari timer akan menyala jika nilai angka mencapai nol.
  - Nilai waktu kembali ke setting awal jika timer input mati.
  - Nomor timer yang sama tidak dapat di program lebih dari sekali, jika dicoba maka akan ERROR MESSAGE.
  - Nilai preset timer dapat diubah tanpa harus mentransfer seluruh program ke memory pack lagi. Jika nilai timer diubah pada waktu time down, perubahan akan mulai efektif pada siklus yang berikutnya.
  - Jika nilai preset timer diubah menjadi nol, timer akan menghentikan operasi dan timer output akan langsung aktif.
-

## 9. Instruksi CNT (Counter)

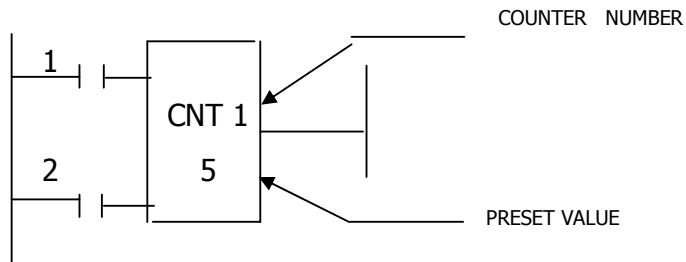
Adding (UP) Counter

Persyaratan:

- Tersedia 100 Counter tambahan.
  - Counter di program dalam urutan RESET INPUT, PULSE INPUT dan CNT.
  - Nilai preset Counter adalah 0 sampai 9999.
  - Dua address diperlukan, pertama untuk instruksi counter, kedua untuk nilai presetnya.
  - Nomor Counter yang sama tidak dapat di program lebih dari sekali.
  - Ketika reset OFF, counter menghitung pulse input yang dibandingkan dengan nilai preset.
  - Ketika nilai terhitung mencapai nilai preset, output aktif dan tetap aktif sampai reset itu dinyalakan.
  - Ketika input reset berubah dari OFF ke ON, nilai Counternya terulang/reset.
  - Ketika reset input ON semua pulse input diabaikan.
  - Jika power mati, nilai counter dapat dipertahankan dengan menggunakan konfigurasi CPU FUN7.
  - Nilai Counter preset dapat diubah tanpa mentransfer seluruh program kembali.
  - Input reset mempunyai prioritas diatas input pulse. Satu scan setelah preset input akan mengubah dari ON ke OFF, counter akan mulai menghitung pulse input setelah berubah dari OFF ke ON.
-



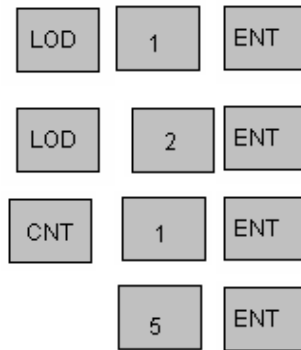
- **Diagram Ladder**



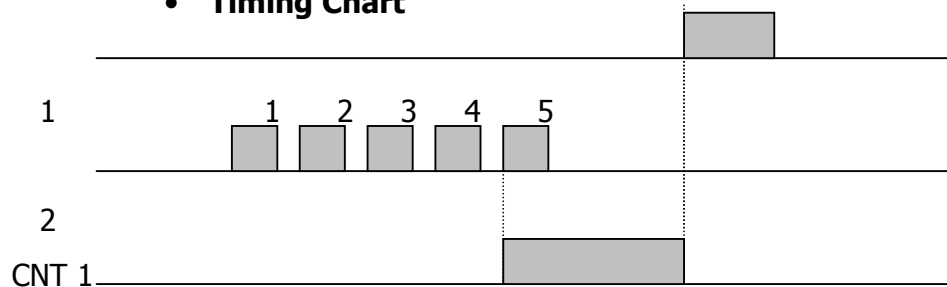
- **List Program**

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	LOD	2
2	CNT	1
3		5

- **Key Operation**



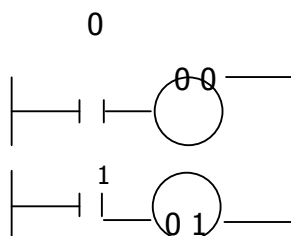
- **Timing Chart**



## 10. Instruksi OUT

- Instruksi OUT akan mengakhiri logic Line yang berhubungan dengan ladder diagram baris
- Internal relay IR dapat digunakan dengan instruksi OUT

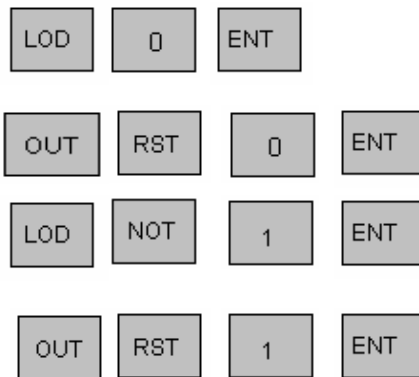
- **Diagram Ladder (relay circuit)**



• **List Program**

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	0
1	OUT	00
2	LOD NOT	1
3	OUT	01

• **Key Operation**



**11. Counter Reversible**

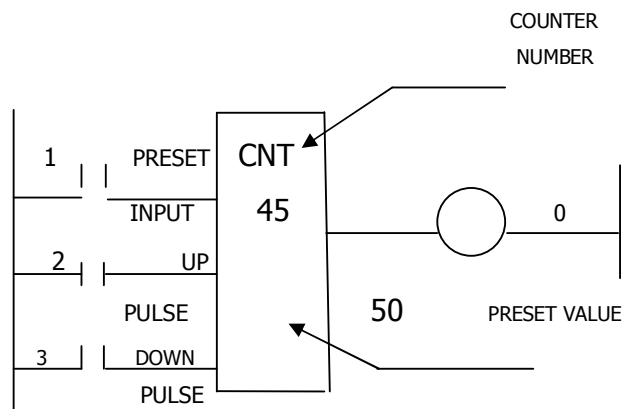
1. Dual-pulse reversible Counter (CNT 45)
2. Up/Down selection Reversible Counter (CNT 46)

Persyaratan DUAL-PULSE REVERSIBLE COUNTER CNT 45 & CNT 46:

- Diperlukan 3 input
  - Preset input, Up-pulse Input, CNT 45 atau CNT 46, Preset Value
  - Nomor Counter yang sama tidak dapat digunakan lebih dari sekali
  - Jika pulse up dan pulse down aktif bergantian maka akan ERROR
  - Jika input ON, nilai preset sudah set
  - Up mode dipilih jika UP/DOWN input ON
-

- Down mode dipilih jika UP/DOWN input OFF
- Perhitungan dimulai ketika preset input OFF
- Counter output aktif jika nilai perhitungan mencapai nol
- Setelah nilai counter mencapai nol, lalu akan berubah menjadi 9999 untuk perhitungan mundur berikutnya
- Setelah nilai counter mencapai 9999, lalu akan berubah menjadi nol untuk perhitungan naik berikutnya
- Input preset harus diaktifkan sebelum programming agar nilai perhitungan kembali ke nilai yang di set
- Preset harus dimatikan sebelum perhitungan dimulai
- Jika nilai preset diubah pada waktu operasi, perubahan langsung efektif
- Perhitungan tidak akan berfungsi jika nilai preset diubah setelah nilai presetnya telah tercapai

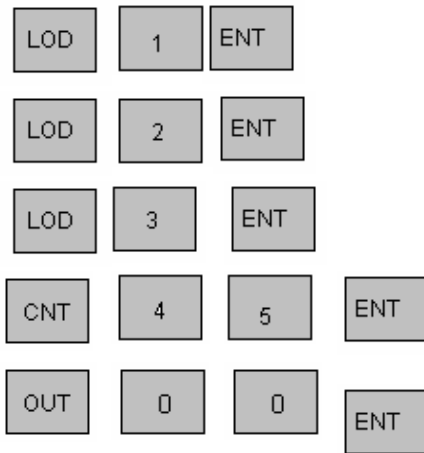
• **Diagram Ladder**



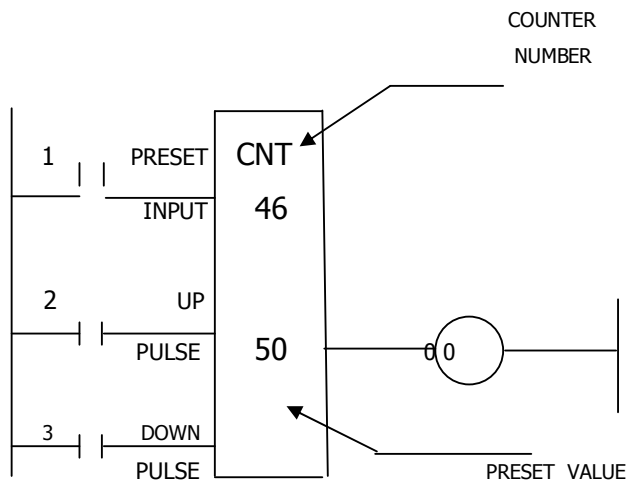
• List Program

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	LOD	2
2	LOD	3
3	CNT	45
4		50
5	OUT	00

• Key Operation



• Diagram Ladder



• List Program

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	LOD	2
2	LOD	3
3	CNT	46
4		50
5	OUT	00

• Key Operation

LOD 1 ENT

LOD 2 ENT

LOD 3 ENT

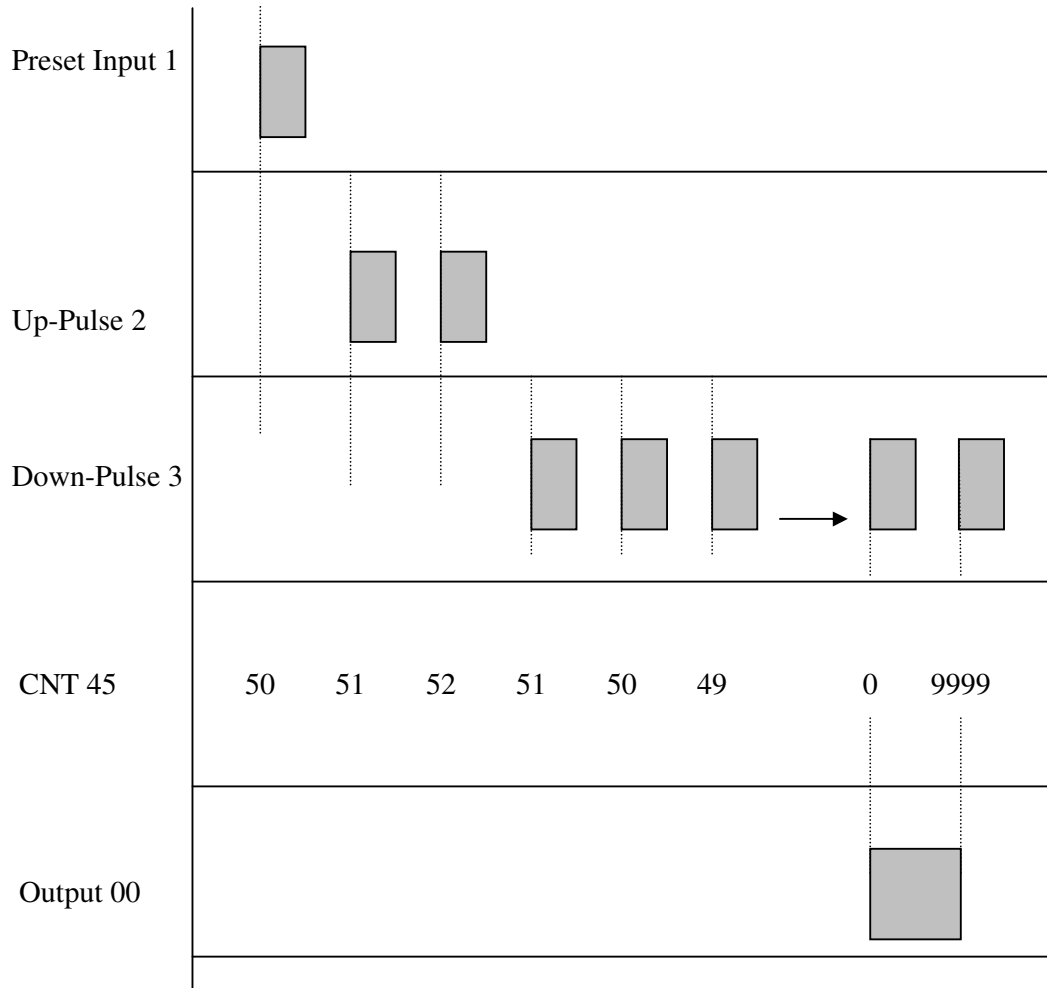
CNT 4 6 ENT

OUT 0 0 ENT

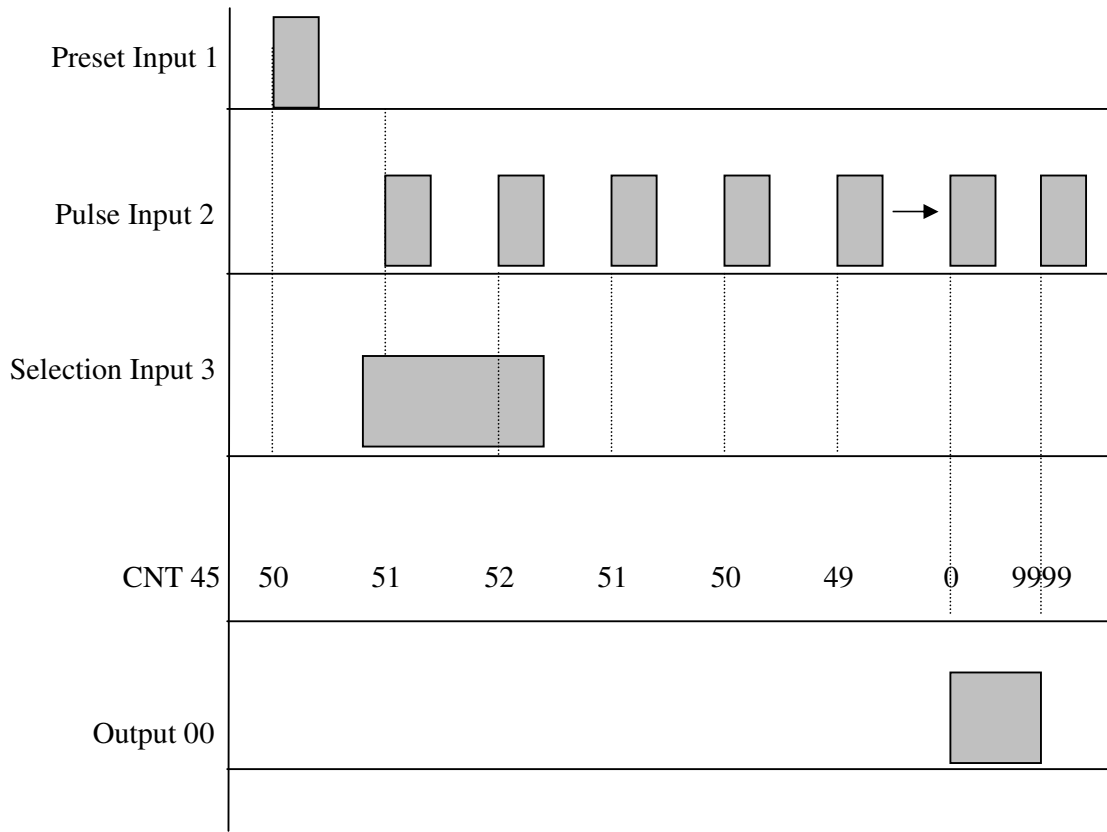
---



• **Timing Chart CNT45 Dual-Pulse Reversible Counter**



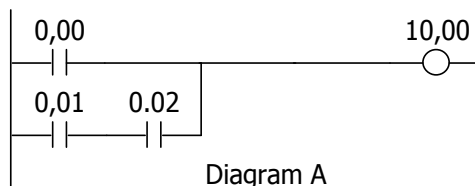
• **Timing Chart CNT45 Dual-Pulse Reversible Counter**



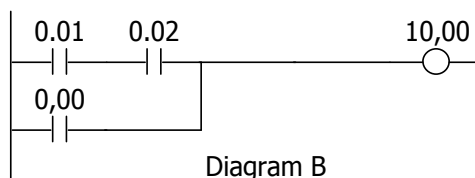
## 5. Peringatan dalam pemrograman

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan dalam merancang program kendali, perlu diingat hal-hal sebagai berikut:

- Jumlah kondisi (kontak) yang digunakan seri atau paralel dan juga banyaknya perulangan penggunaan suatu bit tak terbatas sepanjang kapasitas memori PLC tidak dilampaui.
- Diantara dua garis instruksi tidak boleh ada kondisi yang melintas secara vertikal.
- Tiap garis instruksi harus memiliki sedikitnya satu kondisi yang menentukan eksekusi instruksi sisi kanan, kecuali untuk instruksi END (01), ILC (03) dan JME (05).
- Dalam merancang diagram ladder harus memperhatikan kemungkinan instruksi yang diperlukan untuk memasukannya. Misalnya, pada gambar A di bawah ini diperlukan instruksi OR LOAD. Hal ini dapat dihindari dengan menggambar ulang diagram ladder seperti gambar B.



Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0,00
00001	LD	0.01
00002	AND	0.02
00003	OR LD	
00004	OUT	10.00



Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.01
00001	AND	0.02
00002	OR	0.00
00003	OUT	10.00

Gambar 23 Penyederhanaan Program Logika

## 6. Eksekusi program

Saat eksekusi program, PLC men-scan program dari atas ke bawah, mengecek semua kondisi, dan mengeksekusi semua instruksi. Instruksi harus ditempatkan dengan tepat, misalnya data yang dikehendaki dipindahkan ke words sebelum words tersebut digunakan sebagai operand instruksi. Ingat bahwa garis instruksi berakhir pada instruksi terminal sisi kanan, setelah itu baru mengeksekusi garis instruksi bercabang ke instruksi terminal yang lain.

Eksekusi program semata-mata merupakan salah satu tugas yang dilakukan oleh PLC sebagai bagian dari waktu siklus.

## 7. Langkah-langkah pembuatan program

Untuk membuat program kendali PLC ditempuh melalui langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

### a. Menguraikan urutan kendali

Pembuatan program diawali dengan penguraian urutan kendali. Ini dapat dibuat dengan menggunakan kalimat-kalimat logika, gambar-gambar, diagram waktu, atau bagan alir (flow chart).

### b. Menetapkan bit operand untuk peralatan input/output

Bit operand untuk peralatan input/output mengacu pada daerah memori PLC yang digunakan. Bit operand dapat dipilih secara bebas sejauh berada pada jangkah daerah memori yang dialokasikan. Tetapi, penggunaan secara bebas sering menjadikan ketidak-konsistenan sehingga menjadikan program kendali keliru. Oleh sebab itulah penggunaan bit operand harus ditetapkan sebelum program dibuat. Inventarisir semua peralatan input dan output yang akan disambung ke PLC, kemudian tetapkan bit operandnya.

Jumlah bit oprand yang tersedia bergantung kepada tipe PLC yang dispesifikasikan menurut jumlah input-outputnya. Perbandingan

jumlah bit input dan output pada umumnya 3 : 2. Misalnya PLC dengan I/O 10 memiliki bit input sejumlah 6 dan bit output 4. Di bawah ini diberikan contoh daerah memori PLC OMRON CPM1A-10CDRA.

Daerah Data		Words	Bit
IR (Internal Relay)	Input	0	0.00 – 0.11
	Output	10	10.00 – 10.07
	Kerja (internal)	200 – 231	200.00 – 231.15
TR (Temporarily Relay)			TR0 – TR7
Timer/counter		TC0 – TC7	

### c. Rangkuman

1. Program kendali PLC terdiri atas tiga unsur yaitu alamat, instruksi dan operand.
2. Program PLC dapat dibuat dengan diagram ladder atau kode mnemonic. Pemilihan tipe program ditentukan oleh alat pemrogram yang akan digunakan.
3. Untuk dapat membuat program kendali PLC, pemrogram harus memahami struktur daerah memori PLC yang akan digunakan. Daerah memori PLC berbeda-beda sesuai dengan tipe PLC.
4. Memahami instruksi pemrograman memegang peranan paling penting dalam pembuatan program kendali. Terdapat banyak sekali instruksi pemrograman, tetapi tidak semua instruksi dapat diterapkan pada semua tipe PLC.
5. Setiap program selalu diawali dengan instruksi LOAD dan diakhiri dengan instruksi END. Tanpa instruksi END program tidak dapat dieksekusi.

6. Program dieksekusi dengan menscan mulai dari alamat terendah hingga ke alamat tertinggi yaitu instruksi END. Pada diagram ladder ini berarti program dieksekusi mulai dari atas ke bawah bila garis instruksi bercabang, dan kemudian ke kanan hingga mengeksekusi instruksi sisi kanan.
7. Pembuatan program PLC harus dilakukan secara sistematis, yaitu mendeskripsikan sistem kendali, menetapkan operand untuk alat input/output, baru membuat program.

#### **d. Tugas**

1. Rencanakan Control System Flowchart (*CSF*), Statement list dan diagram ladder dari perencanaan ini.

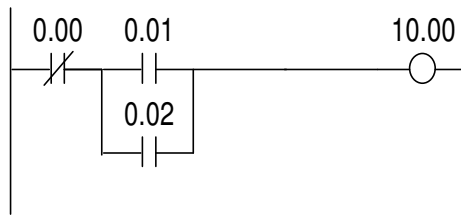
Suatu lampu indikator (*Annuciator Lamp*) akan nyala, jika pada kondisi kerja (*Plant Running*) mesin sedikitnya 2 kipas bekerja dari kipas yang ada pada mesin itu.

2. Buat diagram untuk mengontrol lampu lalu lintas, dimana lampu menyala masing-masing merah 45 detik, kuning 10 detik dan hijau 60 detik. Untuk menghidupkan mematikan kontrol lampu dipakai Toggle Switch S dan rencanakan rangkaiannya.

#### **e. Tes Formatif**

1. Apa yang dimaksud dengan program?
2. Sebutkan unsur-unsur sebuah program!
3. Sebutkan dua macam bentuk program kendali PLC!
4. Apa yang dimaksud dengan instruksi sisi kiri?
5. Sebutkan enam macam instruksi diagram ladder!
6. Bilamana instruksi blok logika diperlukan dalam pembuatan program?
7. Bilamana bit TR digunakan dalam pembuatan program?
8. Instruksi manakah yang digunakan untuk operasi penundaan waktu?

9. Apa yang dimaksud dengan SV (*Set Value*)?
10. Apa tujuan suatu instruksi ditulis menggunakan kode fungsi?
11. Sebutkan contoh instruksi yang tidak memerlukan operand!
12. Sebutkan contoh instruksi yang tidak memerlukan kondisi!
13. Mengapa bit operand untuk peralatan I/O harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum membuat diagram ladder?
14. Konversikan program diagram ladder berikut ini menjadi program mneumonik!

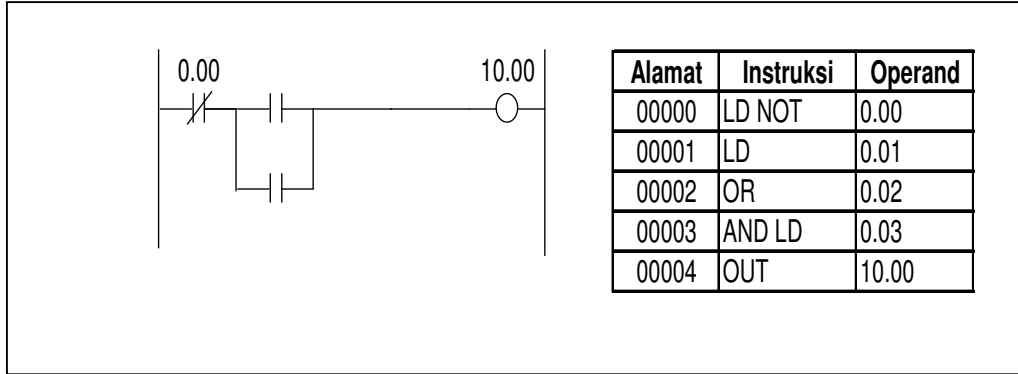


Alamat	Instruksi	Operand
00000		
00001		
00002		
00003		
00004		

#### f. Kunci Jawaban

1. Sederetan instruksi yang disusun secara berurutan
2. Alamat, instruksi, dan operand
3. Program diagram ladder dan program mneumonik
4. Instruksi yang mengkondisikan instruksi lain di sisi kanan
5. LOAD, LOAD NOT, AND, AND NOT, OR, OR NOT
6. Bila program tidak dapat diwujudkan hanya oleh instruksi diagram ladder
7. Bila garis instruksi bercabang
8. Timer
9. Setelan waktu untuk Timer
10. Untuk memasukkan instruksi yang tidak tersedia tombolnya pada Konsol Pemrogram
11. END(01), IL(02), ILC(03), JMP(04), JME(05)

12. END (01)
13. Agar operand untuk peralatan I/O konsisten
- 14.



### g. Lembar Kerja

Membuat Program untuk menjalankan motor dua arah dari skema rangkaian menjadi CFS, STL, Lad diagram.

#### A. Pengantar

Lembar kerja ini berisi instruksi untuk membuat program CFS, STL, Lad dari skema menjalankan motor dua arah. Jika Anda telah mampu membuat program berikut berarti Anda sudah dapat memasukkan program ke PLC lewat Software komputer pada kegiatan belajar berikutnya.

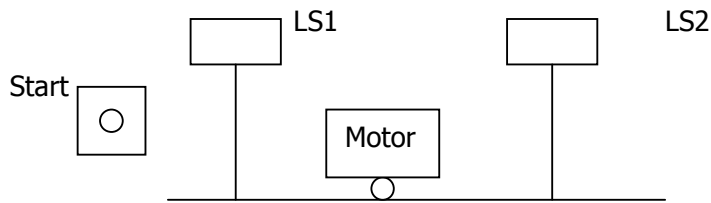
#### B. Peralatan:

- Skema rangkaian
- Komponen elektronik
- Motor
- Switch 1 buah
- Micro Switch 2 buah



### C. Langkah Kerja

1. Rakitlah komponen seperti pada skema berikut:



2. Buatlah CFS, STL dan diagram lad dari skema tersebut. Pelajari bahan Ajar 2, jika tombol start ditekan motor bergerak dari kiri ke kanan hingga mencapai limit switch LS1 kemudian berhenti, lima detik kemudian motor bergerak ke kiri hingga mencapai limit switch LS2 kemudian berhenti.

Selanjutnya jelaskan yang dimaksud dengan:

- a. Control Flowchart System
- b. Statement List
- c. Diagram Lad

### D. Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan dari apa yang telah di kerjakan berdasarkan lembar kerja.

### E. Saran

Jika di anggap perlu, tulislah saran-saran yang berkaitan dengan pekerjaan.

## Kegiatan Belajar 3. MENGINSTALL SOFTWARE PLC

### a. Tujuan Pembelajaran

Setelah pembelajaran Siswa dapat:

1. Menggunakan Konsol Pemrogram untuk:
  - a. Memasukkan password
  - b. Menghapus memori
  - c. Menulis/memasukkan program ke dalam PLC
2. Menginstall Software PLC dengan *Syswin*

### b. Uraian Materi

#### 1. Mode Operasi PLC

Operasi PLC dikategorikan dalam tiga mode yaitu: PROGRAM, MONITOR, dan RUN. Pilihan mode operasi harus dipilih dengan tepat sesuai dengan aktifitas dalam sistem kendali PLC.

Mode PROGRAM digunakan untuk membuat dan mengedit program, menghapus memori, atau mengecek kesalahan program. Pada mode ini, program tidak dapat dieksekusi/dijalankan.

Mode MONITOR digunakan menguji operasi sistem, seperti memonitor status operasi, melaksanakan instruksi *force set* dan *force reset* bit I/O, merubah SV (*Set Value*) dan PV (*Present Value*) timer dan counter, merubah data kata, dan mengedit program online.

Mode RUN digunakan untuk menjalankan program. Status operasi PLC dapat dimonitor dari peralatan pemrogram, tetapi bit tidak dapat di paksa set/reset dan SV/PV timer dan counter tidak dapat diubah.

## 2. Jenis-Jenis Alat Pemrogram

Ada beberapa jenis alat untuk memasukkan program ke dalam PLC yaitu komputer yang dilengkapi dengan software ladder misalnya *SYSWIN Programmer*, Konsol Pemrogram, dan *Programmable Terminal*.

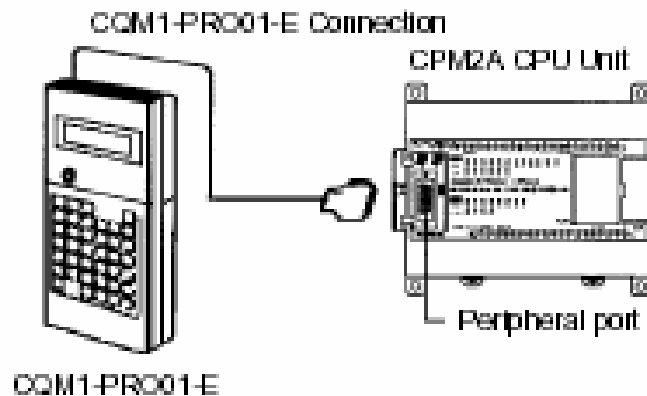
Dengan software ladder *SYSWIN Programmer*, program yang dimasukkan ke dalam PLC dapat berbentuk diagram ladder atau kode mnemonic, tetapi Konsol Pemrogram hanya dapat memasukkan program dalam bentuk kode mnemonic.

## 3. Sambungan Alat Pemrogram

PLC dapat disambung ke Konsol Pemrogram atau komputer dengan software ladder seperti *CX-Programmer*, *SSS (Sysmac Support Software)*, atau *Syswin*, dan *Programmable Terminal*.

### 1. Sambungan Konsol Pemrogram

Hubungkan Konsol Pemrogram ke port peripheral PLC. Konsol Pemrogram tidak dapat disambung ke port RS-232C. PLC akan otomatis berkomunikasi dengan Konsol Pemrogram tanpa memandang metode komunikasi yang dipilih pada saklar komunikasi PLC.

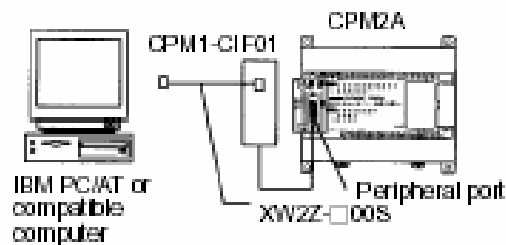


Gambar 9. Sambungan Konsol Pemrogram

## 2. Sambungan Komunikasi Host Link

Komunikasi Host Link adalah komunikasi antara PLC dan komputer yang didalamnya diinstal software ladder. Komputer dapat disambung ke port peripheral atau port RS-232C PLC. Port peripheral dapat beroperasi dalam mode Host Link atau mode peripheral bus. Port RS-232C beroperasi hanya dalam mode Host Link.

Komputer dapat disambung ke port peripheral PLC dengan adapter RS-232C: CQM1-CIF02 atau CPM1-CIF01.

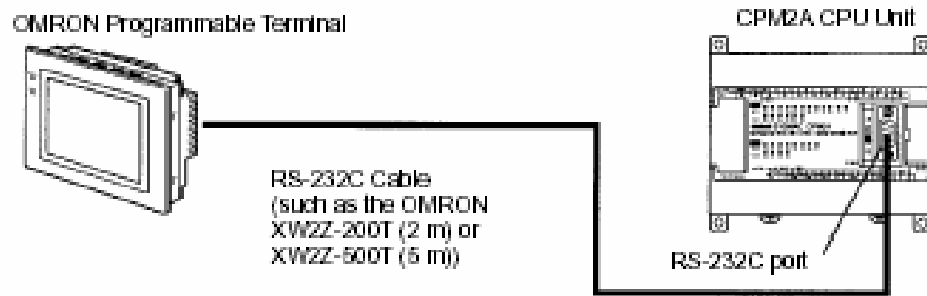


Gambar 10. Sambungan komunikasi Host Link

## 3. Sambungan Komunikasi NT Link

Komunikasi NT Link adalah komunikasi antara PLC dan Programmable Terminal.

Pada Link NT 1:1, PLC dapat disambung langsung ke Programmable Terminal yang disambung ke port RS-232C. Ia tidak dapat disambung ke port peripheral.



Gambar 11. Sambungan komunikasi NT Link

#### 4. Memasukkan Program Menggunakan Konsol Pemrogram

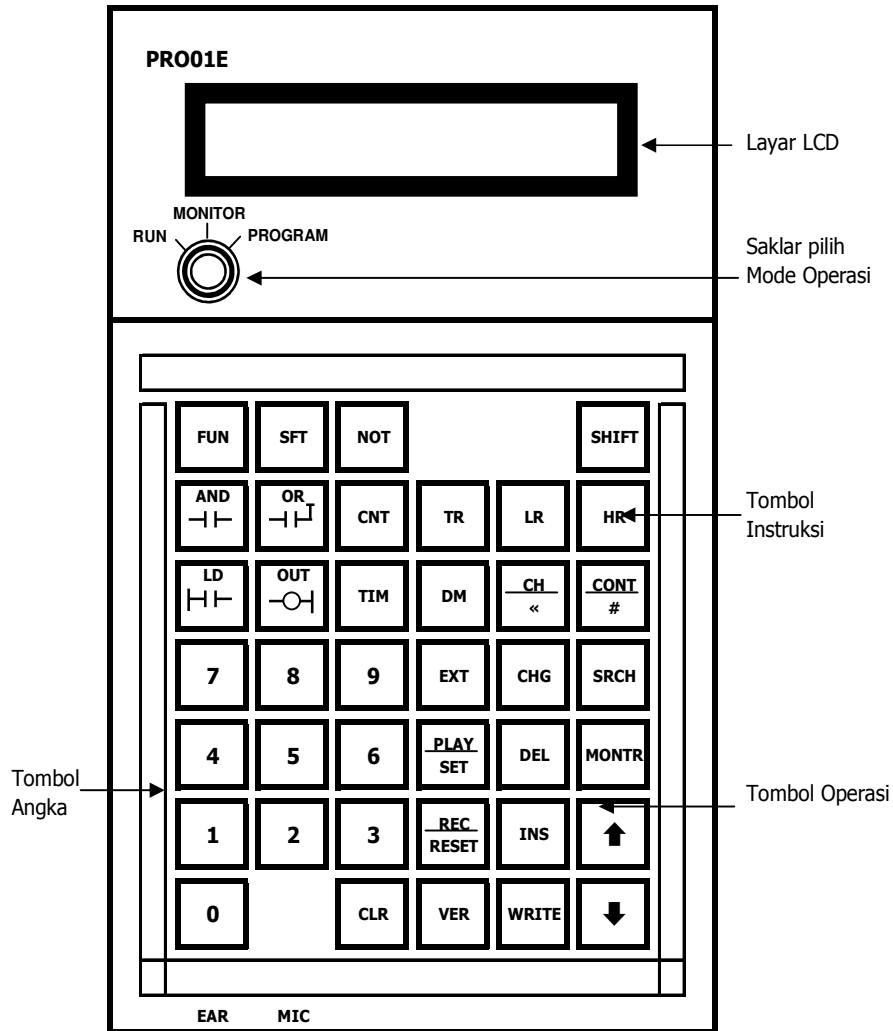
Konsol Pemrogram hanya dapat memasukkan program yang dibuat dalam bentuk kode mneumonik. Program yang dibuat dalam bentuk diagram ladder jika akan dimasukkan ke dalam PLC menggunakan Konsol Pemrogram harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam bentuk mneumonik.

Berbeda dengan alat pemrogram software ladder, sekali Konsol Pemrogram disambung dengan PLC, semua aktivitas penulisan ditransfer langsung ke dalam PLC. Hal ini karena PLC hanya mengerti program bentuk mneumonik.

Ada tiga bagian penting Konsol Pemrogram yaitu:

- Layar LCD
- Saklar pilih mode operasi
- 39 buah tombol yang terdiri atas:
  1. Buah tombol instruksi,
  2. Buah tombol fungsi, dan
  3. Buah tombol angka.

Panel atas Konsol Pemrogram ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 12. Panel atas Konsol Pemrogram

## 1. Langkah Persiapan

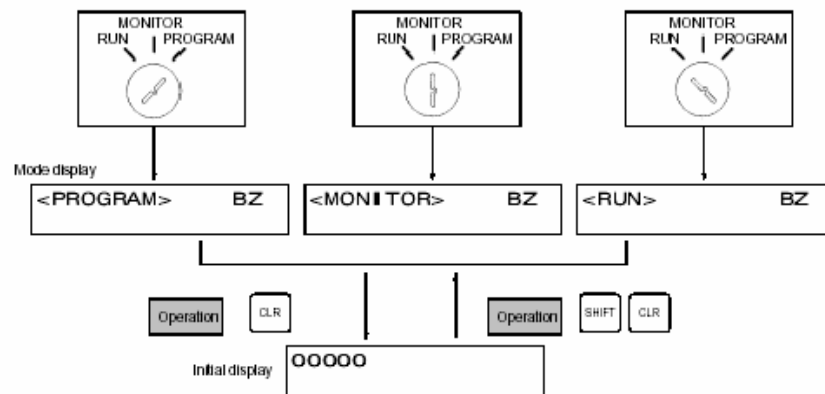
Sebelum mentrasfer program, harus dilakukan langkah-langkah persiapan sebagai berikut:

### a. Merubah Mode Operasi

Sekali Konsol Pemrogram telah disambung, saklar modenya dapat digunakan untuk merubah mode operasi PLC. Tampilan mode (<PROGRAM>, <MONITOR>, atau <RUN>) akan muncul pada layar Konsol Pemrogram.

Operasi tombol tidak dapat dilakukan saat layar Konsol Pemrogram menampilkan mode operasi. Tekan CLR untuk menghapus tampilan sehingga operasi kunci dapat dilakukan.

Jika Konsol Pemrogram tidak disambung, saat PLC di on kan ia akan berada pada mode RUN secara otomatis.

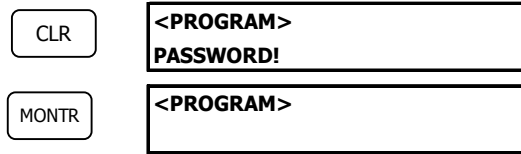


Gambar 13. Mode operasi PLC

Set saklar mode pada PROGRAM untuk memasukkan program ke dalam PLC.

## b. Memasukkan Password

PLC mempunyai password untuk menjaga akses yang tidak disengaja terhadap program. PLC selalu meminta Anda untuk memasukkan password saat daya pertama disambung atau Konsol Pemrogram dipasang saat PLC dalam mode operasi. Untuk memasukkan password, tekan tombol CLR>MONTR>CLR.



### c. Menghapus Memori

Lakukan selalu menghapus seluruh memori sebelum memasukkan program ke dalam PLC. Prosedur menghapus memori sebagai berikut:

- Tekan **CLR** berulang-ulang untuk membawa ke alamat awal
- Tekan **SET>NOT>RESET** untuk memulai operasi
- Tekan tombol **MONTR** untuk menghapus memori

## 2. Memasukkan Program

Misalnya, program berikut akan dimasukkan ke dalam PLC menggunakan Konsol Pemrogram.

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.00
00001	OR	10.00
00002	AND NOT	0.01
00003	OUT	10.00
00004	END(01)	

Lakukan prosedur sebagai berikut:

- Tekan tombol **LD>0>WRITE**
- Tekan tombol **OR>1>0>0>0>WRITE**
- Tekan tombol **AND>NOT>1>WRITE**
- Tekan tombol **OUTPUT>1>0>0>0>WRITE**
- Tekan tombol **FUN>0>1>WRITE**



### 3. Menyunting Program

Operasi ini terdiri atas operasi menyisipkan dan menghapus instruksi. Ini hanya dapat dilakukan dalam mode operasi PROGRAM.

#### a. Menyisipkan Instruksi

Menyisipkan instruksi diperlukan saat terjadi satu atau lebih baris instruksi terlewatkan saat memasukkan program ke dalam PLC. Misalnya, ada perbedaan antara program yang seharusnya dan yang telah ditulis atau dimasukkan:

##### Seharusnya

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.00
00001	OR	10.00
00002	AND NOT	0.01
00003	OUT	10.00
00004	END(01)	

##### Tertulis

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.00
00001	AND NOT	0.01
00002	OUT	10.00
00003	END(01)	
00004		

Maka, instruksi OR 10.00 harus disisipkan pada alamat 00001. Prosedurnya sebagai berikut:

- 1) Tekan tombol **CLR** untuk membawa ke alamat awal
- 2) Tekan tombol **1>↓** untuk memasukkan alamat 00001
- 3) Tekan tombol **OR>1>0>0>0** untuk menulis instruksi OR 10.00
- 4) Tekan tombol **INS>↓** untuk untuk menyisipkan instruksi baru

#### b. Menghapus Instruksi

Operasi menghapus instruksi digunakan saat satu atau lebih baris instruksi tidak diperlukan dalam program. Misalnya, dalam program berikut instruksi AND NOT 10.01 pada alamat 00003 tidak diperlukan dalam program, maka harus dihapus.

### Seharusnya

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.00
00001	OR	10.00
00002	AND NOT	0.01
00003	OUT	10.00
00004	END(01)	

### Tertulis

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.00
00001	OR	10.00
00002	AND NOT	0.01
00003	AND NOT	10.01
00004	OUT	10.00
00005	END(01)	

Prosedur menghapus instruksi sebagai berikut:

- 1) Tekan tombol **CLR** untuk membawa ke alamat awal
- 2) Tekan tombol **3>↓** untuk menulis alamat 00003
- 3) Tekan tombol **DEL>↑** untuk menghapus instruksi

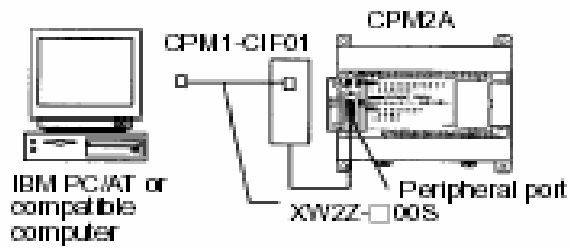
## 5. Pemrograman Software PLC dengan SYSWIN

SYSWIN merupakan software untuk membuat ladder pemrograman untuk memberikan kefleksibelan dan kemudahan dalam program window.

### 1. Menghubungkan ke PC

CPM1A bisa dihubungkan ke komputer melalui kabel RS 232. salah satu ujung konektor dihubungkan ke PC serial port (9 pin atau 25) sedangkan ujung yang satunya lagi dihubungkan ke adapter RS 232 yang terhubung ke CPM1A. DIP switch yang ada di adapter, harus di-set pada posisi HOST, pada saat menghubungkan jaringan ke PC.

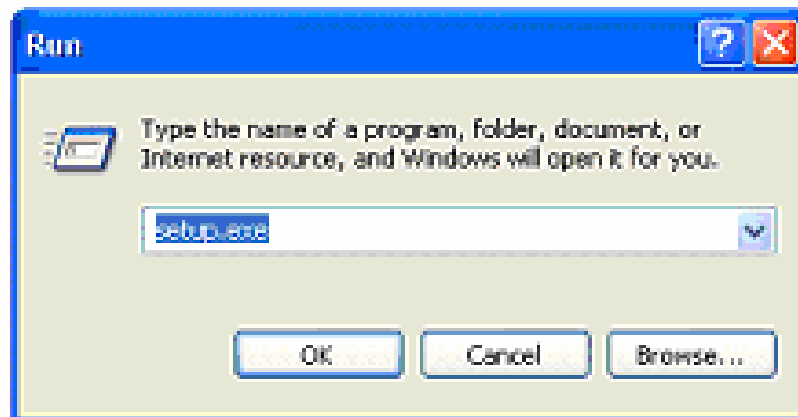
Konfigurasi konektor RS-232



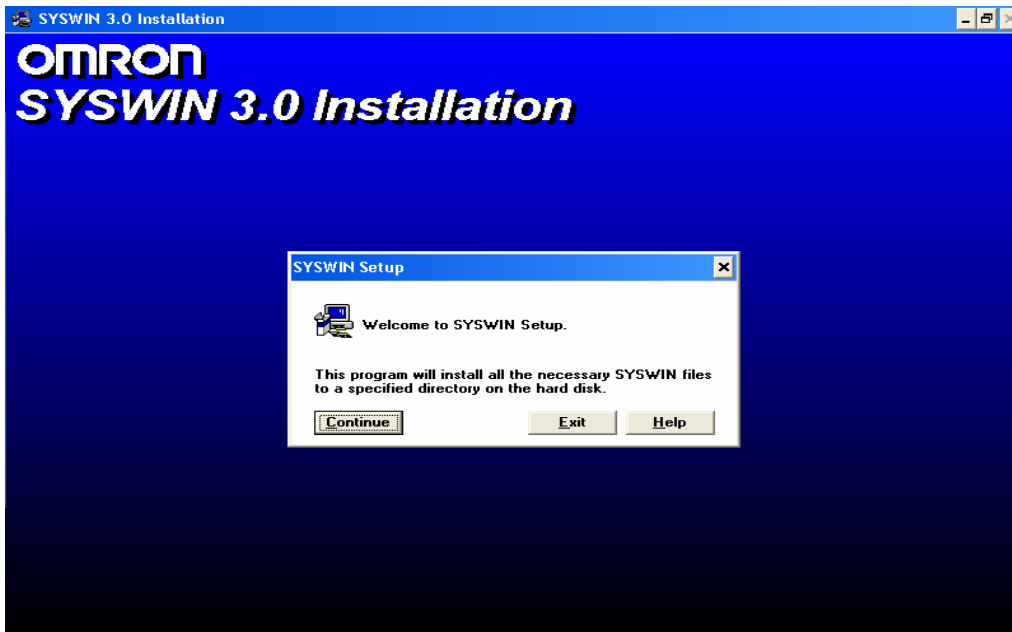
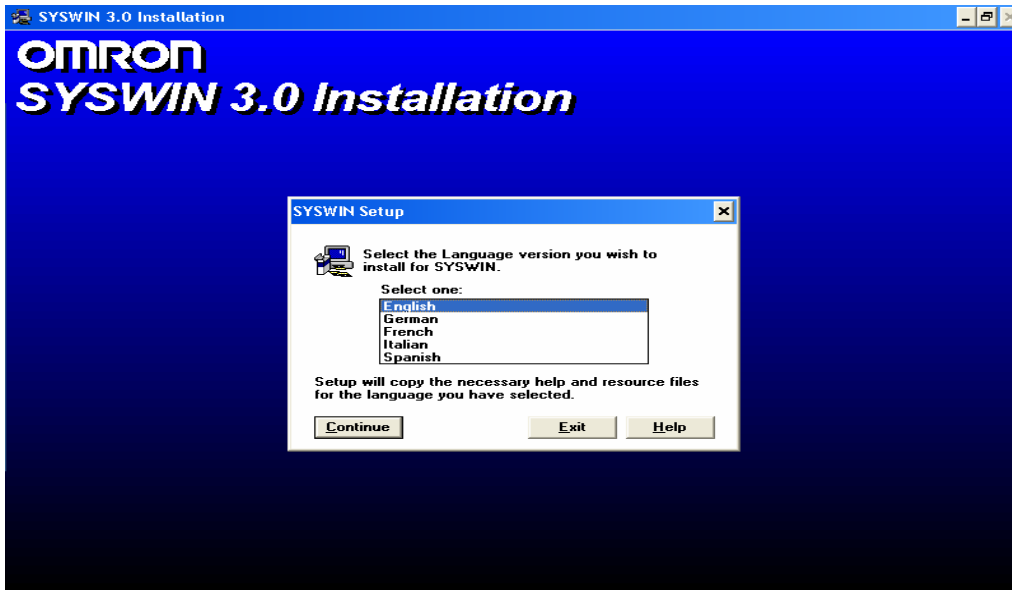
Gambar 14. Hubungan PC dengan PLC

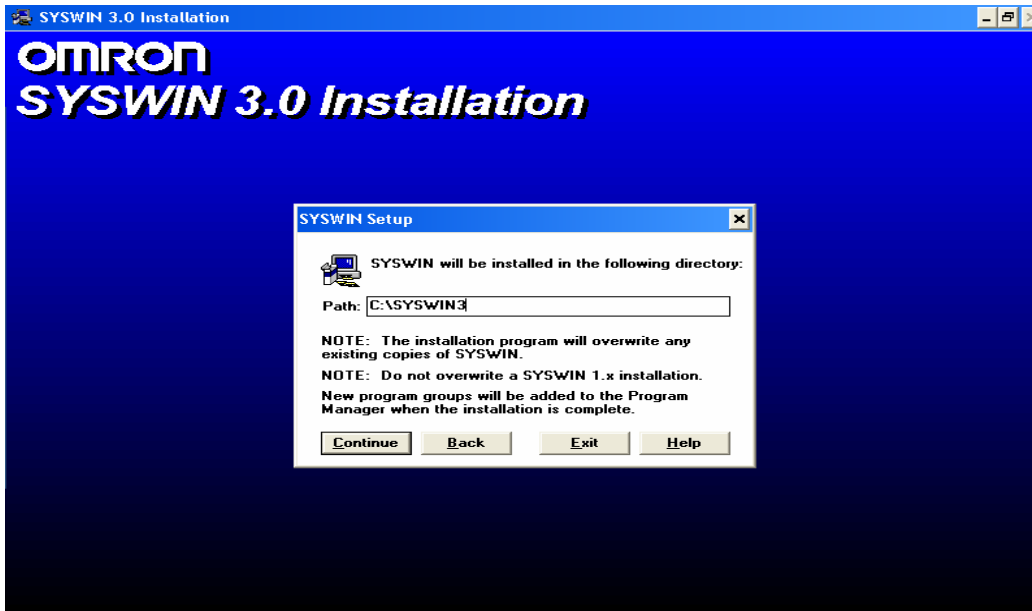
## 2. Penginstalan program SYSWIN

Untuk menginstalnya, pilih RUN dari menu file pada program komputer. Akan muncul box seperti ini, tulis c:\setup.exe pada command line, klik OK, untuk menjalankan program, dan ikuti petunjuk yang timbul dalam layar.



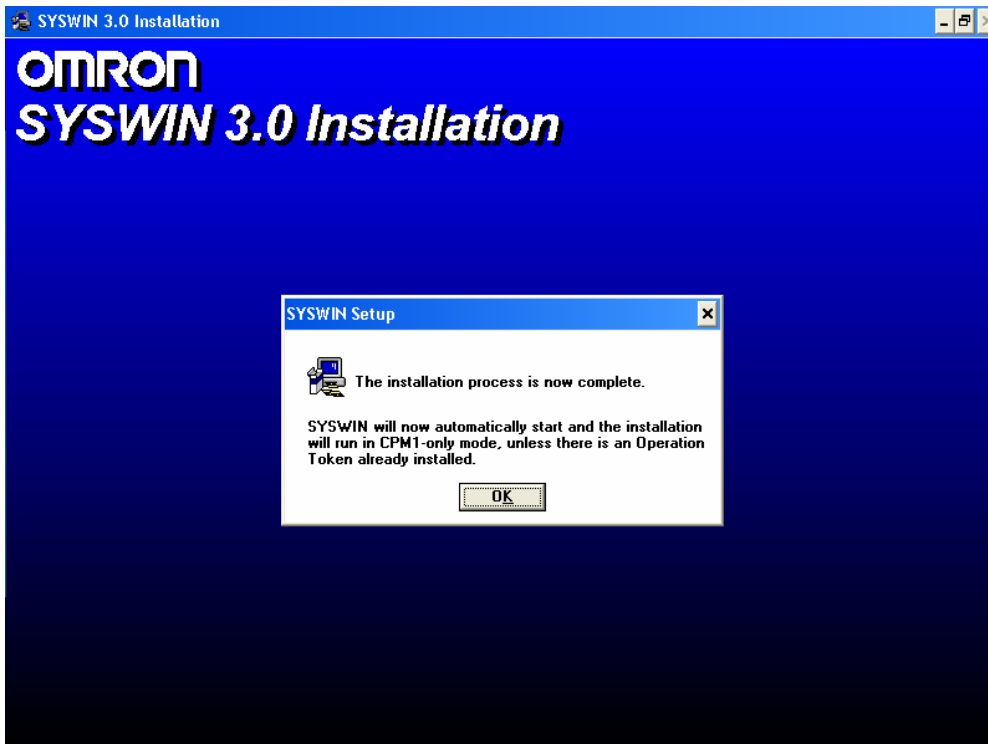
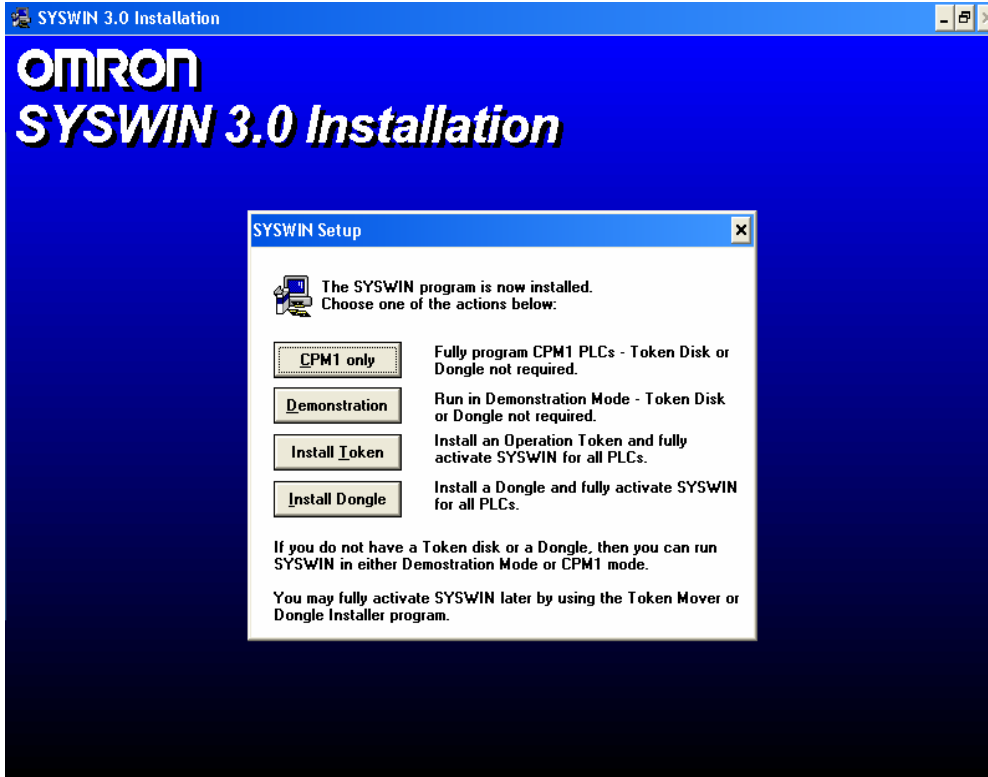
Setelah klik OK maka akan muncul tampilan berikut kemudian pilih bahasa yang di inginkan klik **Continue**.





Proses Installasi

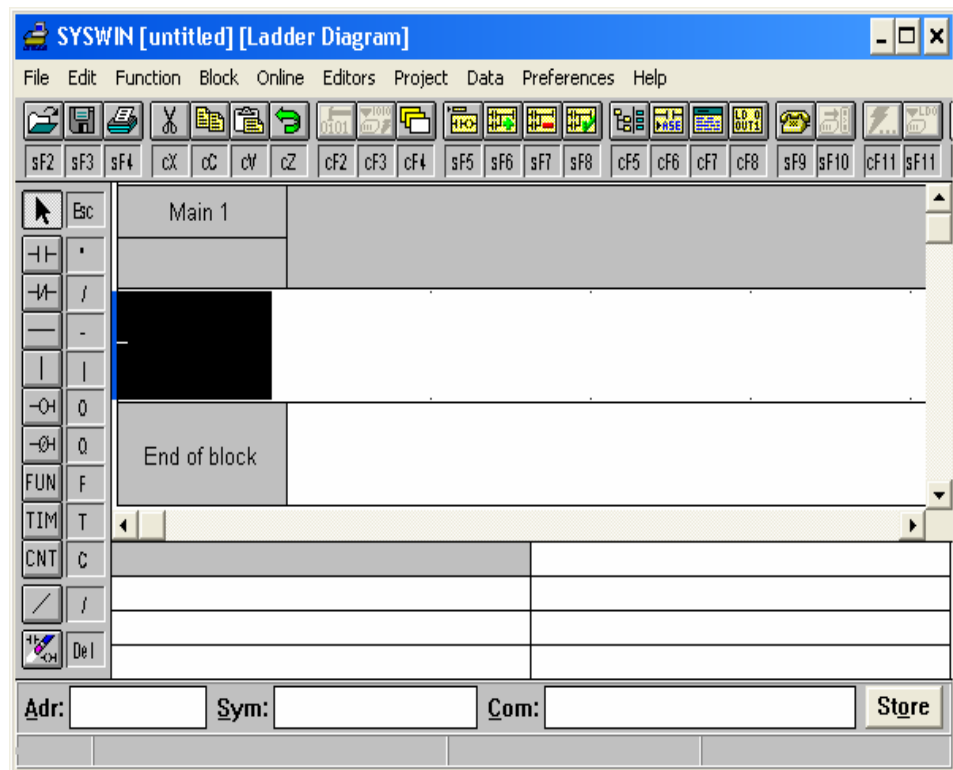




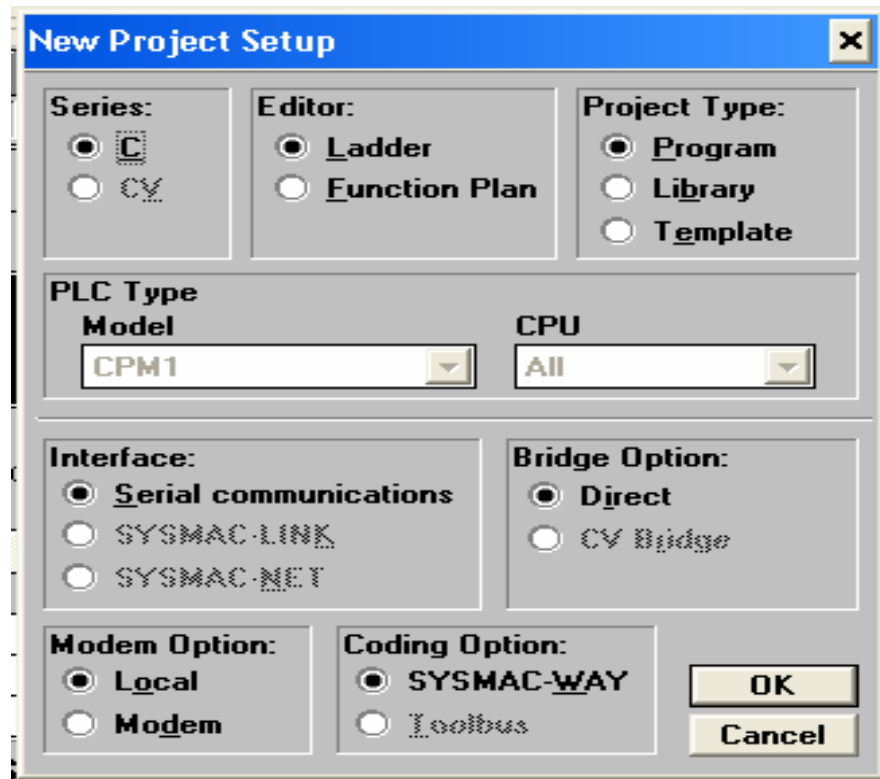
### 3. Menggunakan SYSWIN

Setelah penginstalan selesai, dua icon program akan muncul pada program manager. Di dalam program SYSWIN akan ada contoh program bagaimana menggunakan SYSWIN, double klik pada icon SYSWIN.

#### Tampilan SYSWIN



Pilih new project dari menu file. New file setup akan muncul seperti pada gambar dibawah ini:



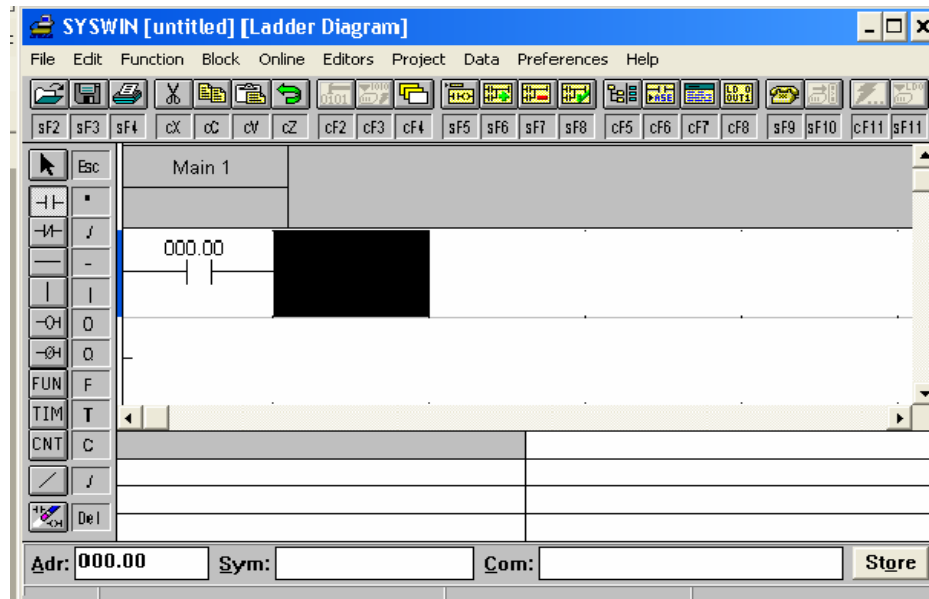
#### 4. Pemrograman pada SYSWIN

Pada symbol ladder program ( F2, untuk kontak terbuka ) dari tool box, pada tampilan program syswin, klik gambar yang akan di buat dan simpan simbol tersebut sesuai dengan program yang akan dibuat dengan cara mengkliknya. Alamat kontak harus sesuai dan tertera pada adres dialog box. Contoh, masukan 000.00

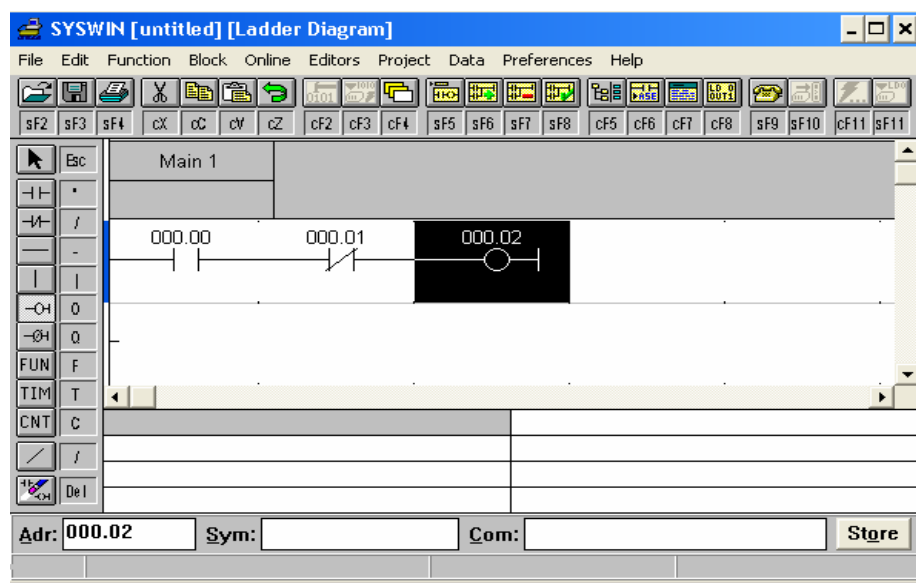


Alamat kontak akan tampil diatas komponen, seperti terlihat pada gambar berikut ini:

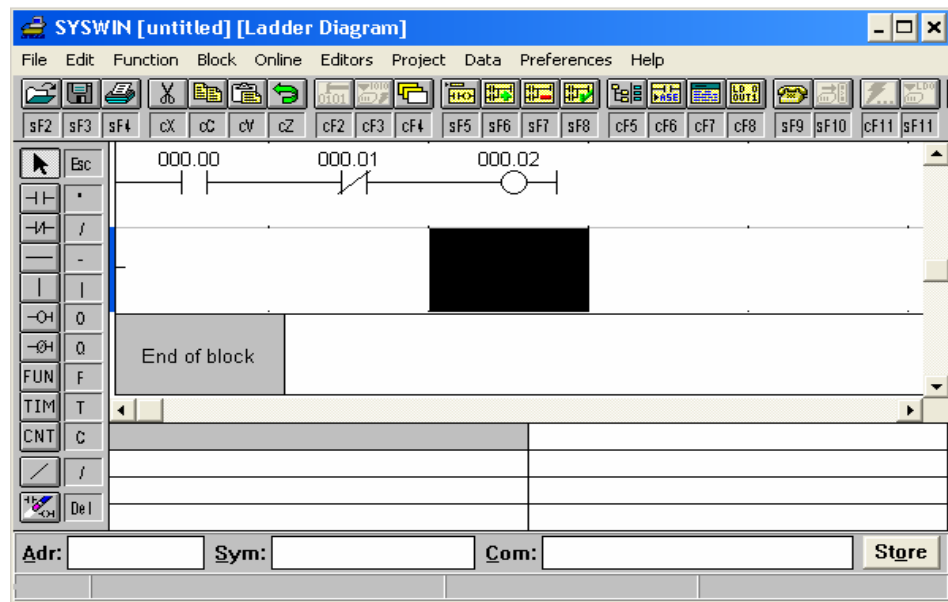




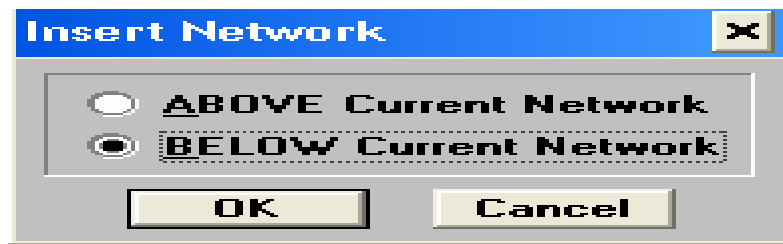
Setiap komponen PLC memiliki pengalamatan untuk input dan output, cek katalog untuk type komponen yang lain. Alamat 000.00 menggambarkan alamat dari kontak, 3 angka nol pertama menggambarkan nomor channel, dan 2 angka nol selanjutnya menggambarkan bit channel.



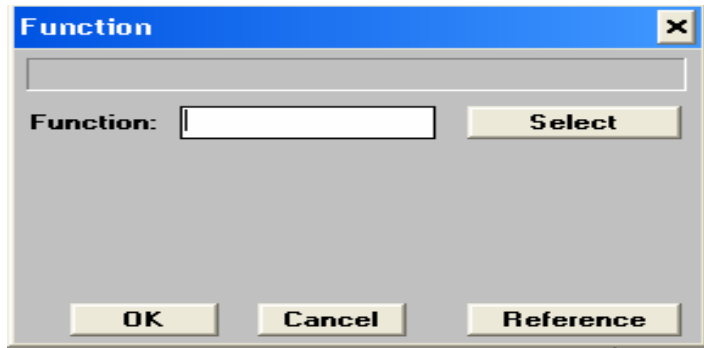
Untuk mengakhiri contoh program, klik tanda panah atau tekan escape. Dan klik di tempat sembarang pada layar program SYSWIN.



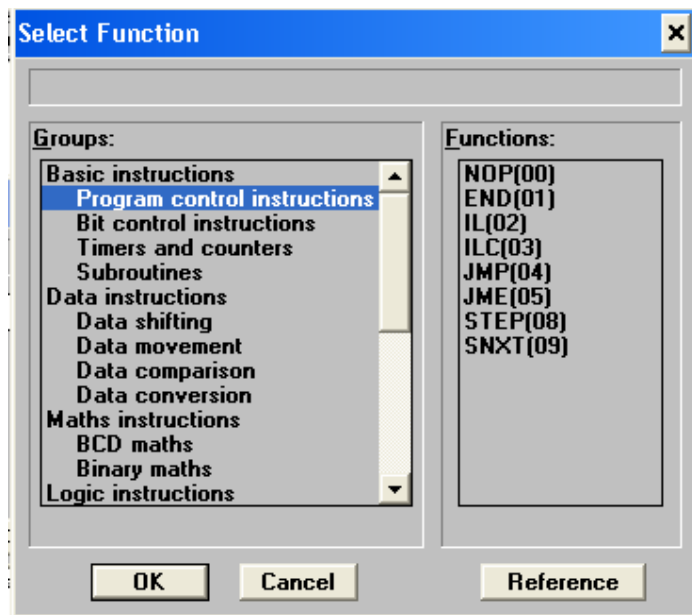
Contoh gambar tersebut diklasifikasikan hanya satu network. Sehingga untuk mendapatkan network lainnya, klik icon add network (shift + F6) dari tool box untuk mendapatkan network yang lainnya. Ketika mengklik icon tersebut, maka akan muncul dialog box seperti gambar berikut ini. Pilih below current network kemudian klik OK.



Contoh program akan selesai dengan baris instruksi end. Untuk menampilkan perintah end, klik icon fun pada layar, kemudian letakkan pada operasi pemograman yang terakhir, kemudian klik tombol function pada layar, dan pilih fungsinya, maka akan tampil select function berikut ini.

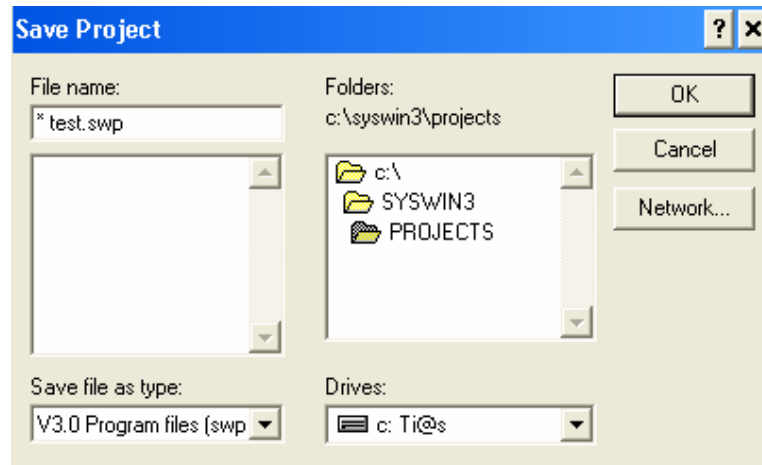


Untuk mencari simbol dari fungsi yang ada, klik tombol function pada layar, dan pilih fungsinya, maka akan tampil select function.



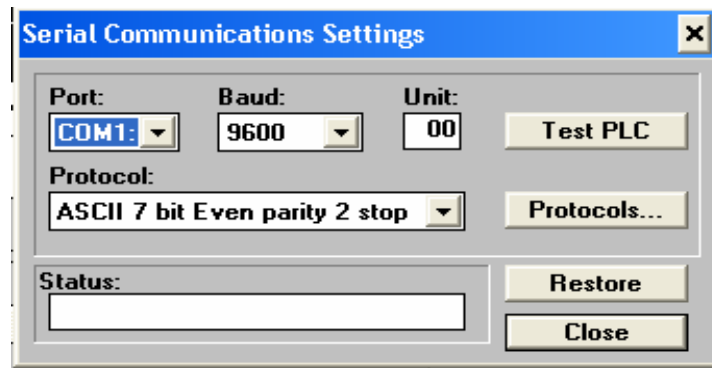
## 5. Menyimpan File project

Setelah selesai membuat program ladder, project tersebut harus disimpan. Pilih Save Project box seperti terlihat pada gambar. Masukkan nama file contoh: test.swp pada box file dengan ekstension swp klikok untuk memulai penyimpanan.



## 6. Mentransfer program PLC

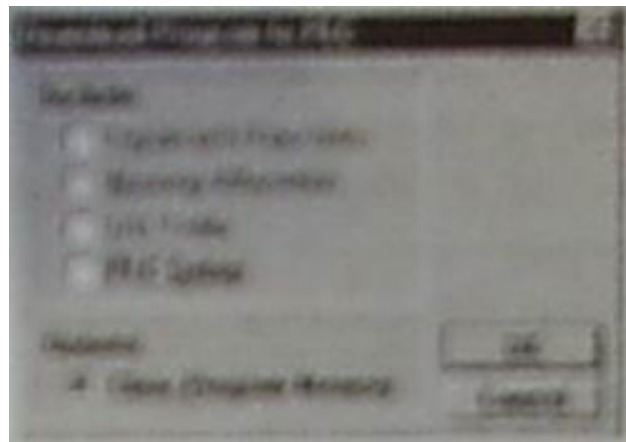
Sebelum mendown load program ke PLC1, pertama cek hubungan dari PLC ke PC. Kemudian pilih komunikasi pada menu project untuk menyetup serial komunikasi dari PLC ke PC. Pilih port PC diman menggunakan RS 232C yang terhubung. Baut rate communication dan type protocol yang digunakan. Contoh penyettingan untuk CPMA 1, 9600 baud, protocol ASCII 7 bit even varity 2 stop. Klik test PLC untuk mencoba hubungan apakah succes maka monitor statu bar akan nampak seperti pada gambar berikut:



Klik download pada menu online untuk mendownload diagram ladder ke PLC. Pilih include expansion atau memory allocation.

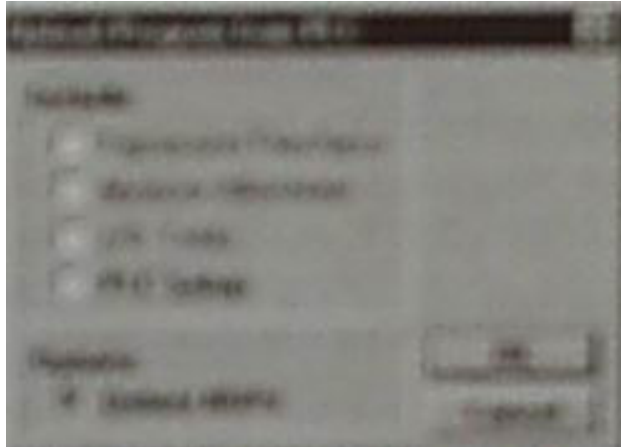
Biasanya menghapus dulu program pada PLC sebelum download program. Klik OK untuk melanjutkan program.

Perhatikan gambar tampilan berikut



Down load program to PLC

Mengupload program dari PLC ke PC, itu juga bisa dilakukan. Pilih detect NOPs pada saat mengupload program seperti pada tampilan monitor berikut:



Upload program from PLC

Setelah selesai upload atau down load selesai, maka akan muncul dialog box successful.

### c. **Rangkuman**

1. Ada tiga mode operasi PLC yaitu mode PROGRAM, MONITOR, dan RUN. Mode PROGRAM digunakan untuk membuat dan mengedit program, menghapus memori, atau mengecek kesalahan program. Mode MONITOR digunakan menguji operasi sistem. Mode RUN digunakan untuk menjalankan program.
2. Ada beberapa jenis alat pemrogram antara lain SYSWIN, CX-Programmer, Konsol Pemrogram, dan Programmable Terminal.
3. Dengan software ladder SYSWIN, program yang dimasukkan ke dalam PLC dapat berbentuk diagram ladder atau kode mneumonik, tetapi Konsol Pemrogram hanya dapat memasukkan program dalam bentuk kode mneumonik.
4. Memasukkan program ke dalam PLC menggunakan SYSWIN melalui prosedur membuat diagram ladder, baru mentransfer program.

d. **Tugas**

1. Ada berapa cara untuk membuat program PLC, sebutkan dan mana lebih mudah menurut Saudara?
2. Untuk membuat program kontrol dengan program PLC, langkah-langkah apa saja yang harus Saudara perbuat?
3. Jelaskan cara kerja fungsi timer dalam PLC!

e. **Tes Formatif**

1. Sebutkan tiga jenis alat yang digunakan untuk memprogram PLC!
2. Apakah perbedaan utama antara pemrograman PLC menggunakan software ladder dan menggunakan Konsol Pemrogram?
3. Sebutkan lima syarat komputer untuk dapat digunakan mengoperasikan software SYSWIN secara optimal!
4. Apakah yang dimaksud dengan down-load?
5. Indikator apakah yang menunjukkan bahwa operasi transfer program telah berhasil?
6. Apakah fungsi password pada Konsol Pemrogram?
7. Jelaskan langkah awal menginstall software SYSWIN pada komputer!
8. Jelaskan tanda apabila proses Install software telah selesai?
9. Jelaskan langkah awal untuk menggunakan software **SYSWIN!**
10. Apabila akan membuat program untuk network baru perintah apa yang dilakukan.

f. **Kunci Jawaban**

1. Komputer, Konsol Pemrogram, dan Programmable Terminal.
2. Dengan software ladder program dapat dibuat dalam bentuk diagram ladder atau mnemonic tetapi dengan Konsol Pemrogram program harus dibuat dalam bentuk mnemonic.
3. Lima syarat Komputer:
  - Komputer IBM PC/AT kompatibel
  - CPU Pentium I minimal 133 MHz
  - RAM 32 Mega bytes
  - Hard disk dengan ruang kosong kurang lebih 100 MB
  - Monitor SVGA dengan resolusi 800 x 600
4. Mentransfer program dari komputer ke PLC.
5. Di layar komputer ada pesan '**Download successful**'.
6. Untuk menjaga akses terhadap program yang tidak disengaja.
7. Star>Run>setup.exe .
8. Apabila Proses Install selesai maka pada layar monitor akan muncul dialog **OK**
9. Pilih new Project dari menu file > OK.
10. Klik icon **add network** atau dengan menggunakan F2 dari tool box pilih **bellow** atau **above** lalu **OK**.



g. **Lembar Kerja**

**Membuat Program Sederhana Untuk  
Menjalankan Lampu Dengan PLC**

**A. Pengantar**

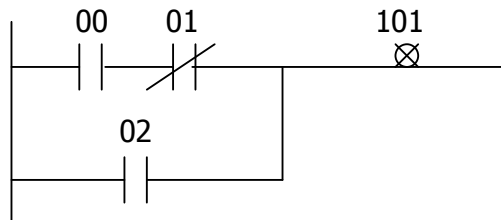
Lembar kerja ini berisi perintah merencanakan program dari diagram lad menjadi program pada computer dan mendown load serta mengupload pada PLC hingga success.

**B. Peralatan:**

1. Set computer
2. Unit PLC
3. Komponen elektro pneumatic

**C. Langkah Kerja**

1. Susunlah program PLC dari di bawah ini:



2. Hasil program di atas di masukkan ke dalam PLC setelah di susun dalam program Syswin pada kompute dengan cara seperti pada kegiatan belajar 3. Ikutilah langkah-langkahnya hingga proses down load dan up load selesai dan success kemudian amati hasilnya.

3. Isilah table di bawah ini jika Output dari PLC (101) dihubungkan ke lampu.

Tabel kebenaran

00	01	02	PL
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Dimana 0: Switch input PLC dalam kondisi OFF

1: Switch input PLC dalam kondisi ON

4. Buatlah diagram ladder jika untuk tabel-tabel kebenarannya seperti di bawah ini:

00	01	02	PL
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

- D.    Buatlah kesimpulan dari hasil praktek**
  
- E.    Jika di anggap perlu, buatlah saran yang berkaitan dengan pekerjaan**

# BAB. III

## EVALUASI

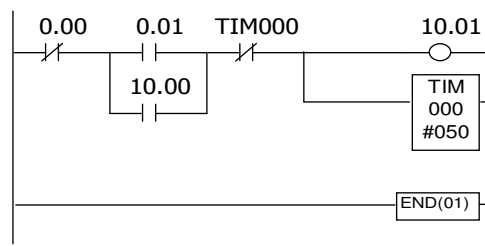
---

---

### 1. Soal Ujian Kompetensi

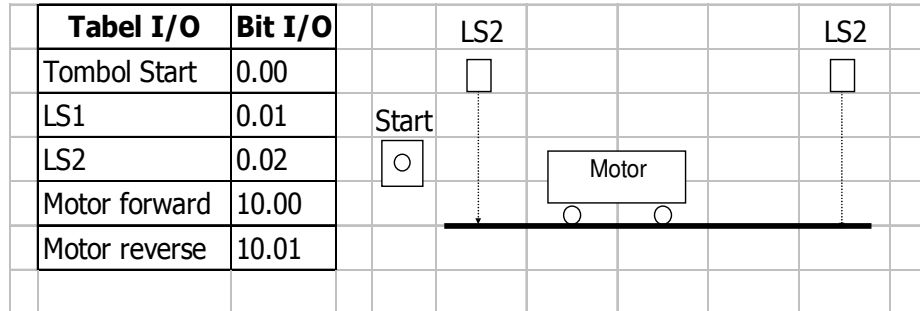
#### a. Tes Tertulis

1. Jelaskan bahwa dibandingkan dengan sistem kendali elektromagnet, pengawatan pada sistem kendali PLC lebih sederhana!
2. Jelaskan perbedaan fungsi mode operasi PLC: PROGRAM, MONITOR dan RUN!
3. Apakah kegunaan password pada pengoperasian Konsol Pemrogram?
4. Apa guna memaksa suatu bit output on (Force set)?
5. Sebutkan kegiatan yang dilakukan untuk menguji coba sistem kendali PLC!
6. Apakah pengaruh kesalahan fatal dan kesalahan non fatal terhadap operasi PLC?
7. Apakah indikator yang menunjukkan bahwa terjadi kesalahan fatal dalam operasi sistem kendali PLC?
8. Konversikan program ladder di bawah ini ke dalam bentuk mneumonik.

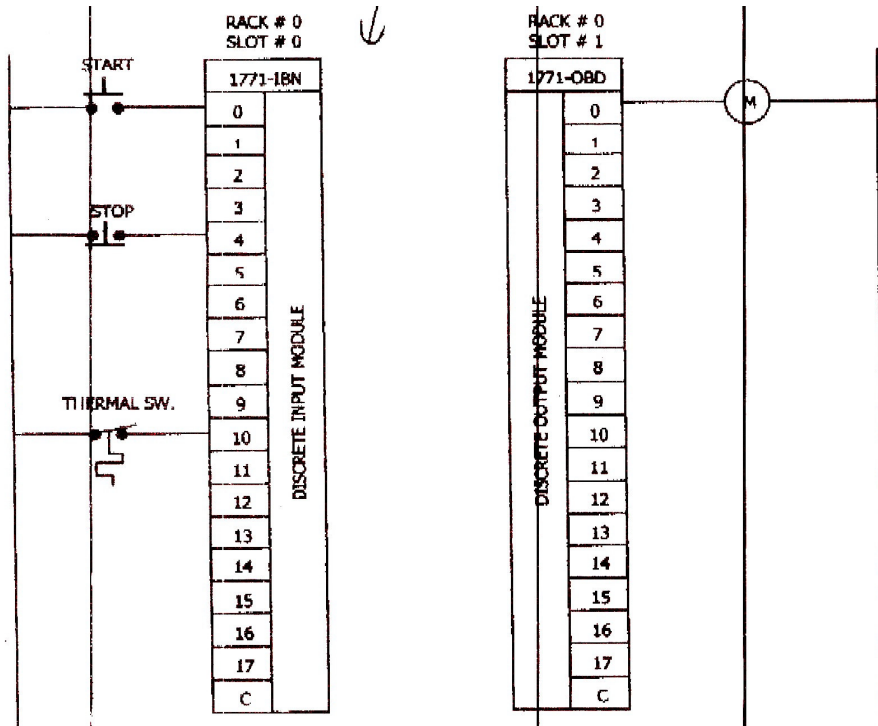


**b. Tes Praktik**

1. Jika tombol Start ditekan, motor bergerak dari kiri ke kanan hingga mencapai Limit Switch LS1 kemudian berhenti. Lima detik kemudian, motor bergerak ke kiri hingga mencapai Limit Switch LS2, kemudian berhenti. Buatlah program ladder untuk merealisasikan kendali motor.



2. Buatlah ladder diagram beserta rangkaiannya dari sebuah motor control dengan menggunakan rangkaian seperti gambar di bawah ini;



Keterangan:

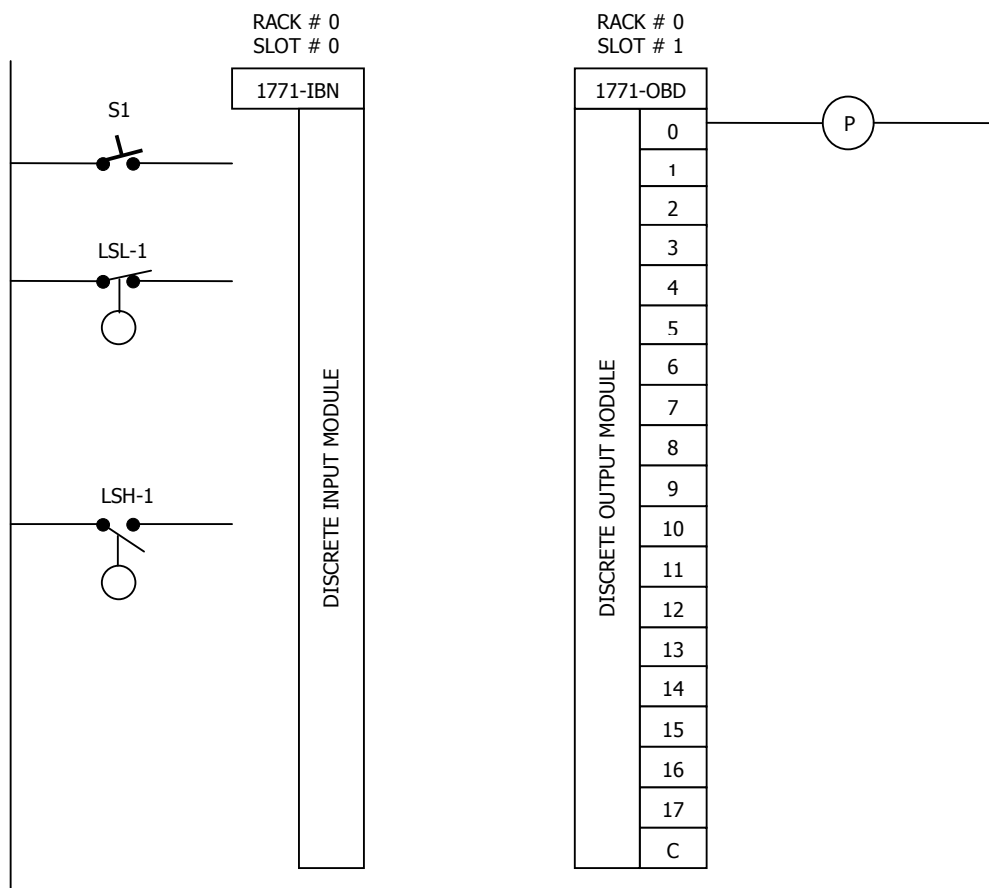
tombol START = Normally Open

tombol STOP = Normally Close

thermal switch = Normally Close (motor temperature protection, jika temperature melewati settingnya maka motor harus berhenti)

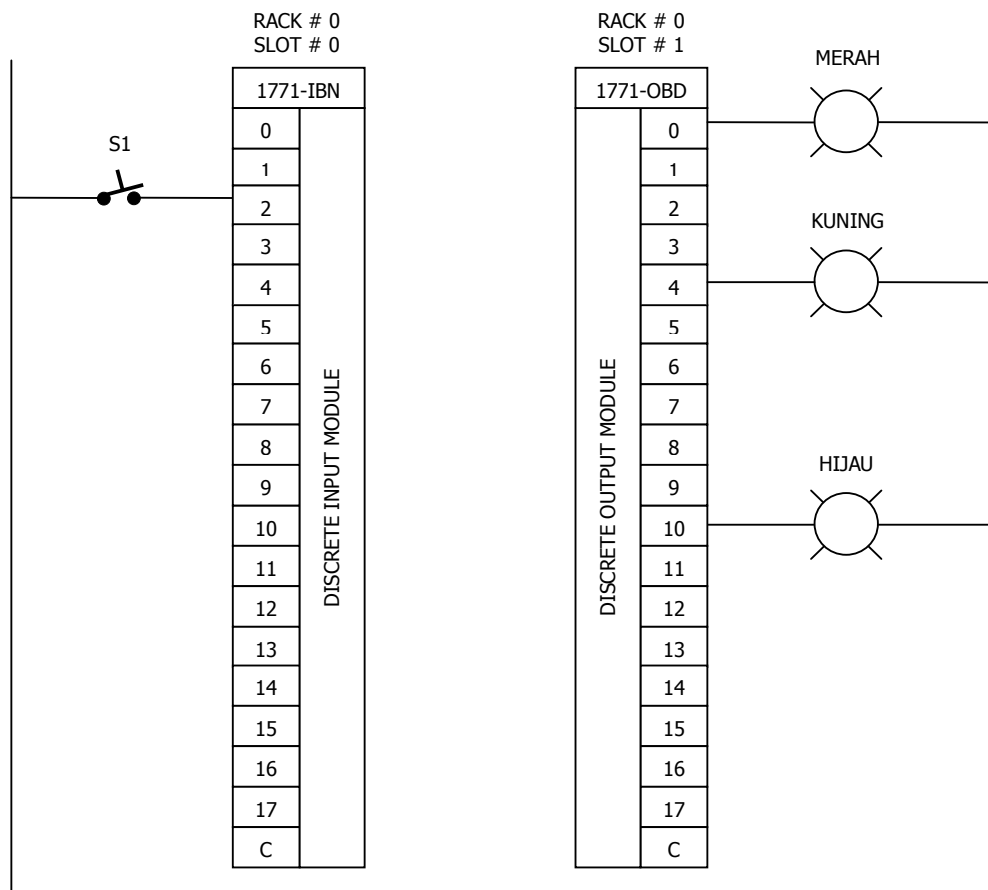
M = Motor contractor coil

3. Buatlah ladder diagram level control beserta rangkaiannya dari sebuah Tangki air, dimana pompa akan start saat level air turun melewati Level switch Low (LSL-1) dan akan berhenti saat air naik melewati Level switch High (LSH-1). Untuk keperluan perawatan pompa, maka pompa harus bisa di-start/stop dengan menggunakan Toggle Switch S1.



Keterangan: LSL-1 = jika level low, contact akan close  
 LSH-1 = jika level high, contact akan close  
 P = Relay untuk menjalankan pompa

4. Buatlah ladder diagram untuk mengontrol lampu lalu lintas, dimana lamanya lampu menyala masing-masing: merah = 30 detik, kuning = 5 detik dan hijau = 45 detik. Untuk menghidupkan/mematikan kontrol lampu dipakai Toggle switch S. Dan rencanakan rangkaiannya lihat gambar di bawah ini.



## 2. Jawaban Uji Kompetensi

### a. Test tertulis

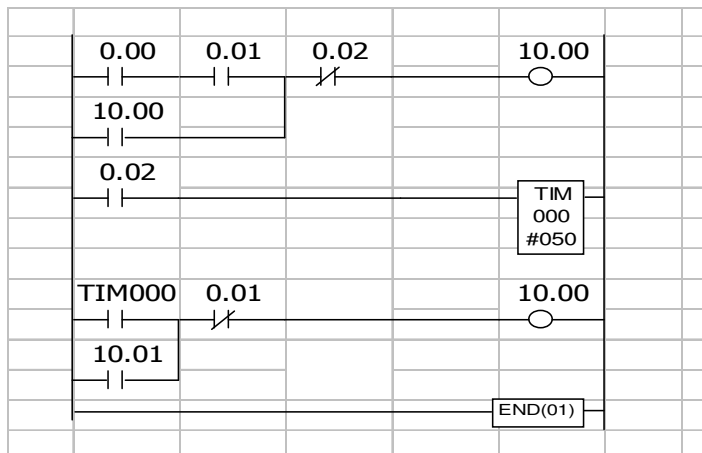
1. Sistem kendali PLC tidak memerlukan rangkaian pengawatan sistem kendali karena sistem kendali berupa program maka pengawatan menjadi lebih sederhana. (score: 10)
2. Perbedaan fungsi mode operasi PLC: PROGRAM, MONITOR dan RUN.
  - Mode PROGRAM digunakan untuk membuat dan mengedit program, menghapus memori, atau mengecek kesalahan program
  - Mode MONITOR digunakan menguji operasi sistem
  - Mode RUN digunakan untuk menjalankan program (score: 15)
3. Untuk menjaga akses yang tidak disengaja terhadap program. (score: 10)
4. Untuk mengecek sambungan pengawatan peralatan output. (score: 10)
5. Mengecek sambungan pengawatan I/O dan menjalankan program sambil memodifikasi program. (score: 10)
6. Kesalahan fatal akan menghentikan operasi PLC sedang kesalahan non fatal tidak menghentikan operasi PLC. (score: 10)
7. Indikator RUN padam dan indikator ERR/ALM menyala. (score: 10)
8. Konversi ke mneumonik: (score: 25)



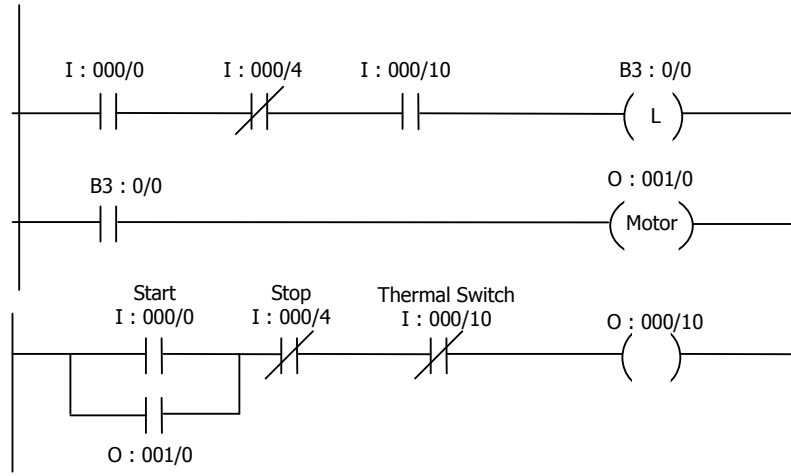
00000	LD NOT	0.00
00001	LD	0.01
00002	OR	10.00
00003	AND NOT	TIM 000
00004	OUT	10.00
00005	TIM	000
		#50
00006	END(01)	

**b. Test Praktik**

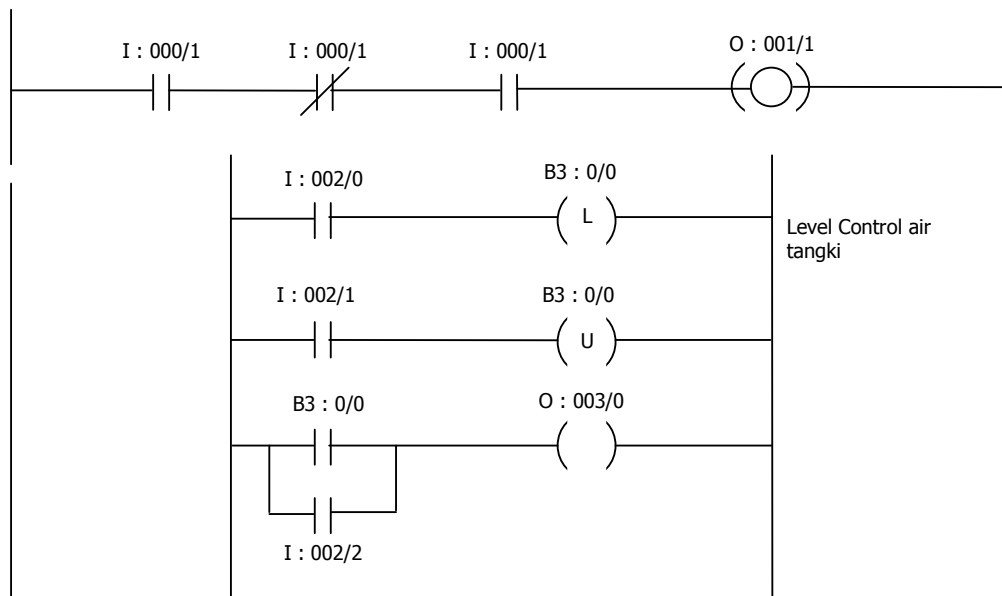
1. Program diagram ladder



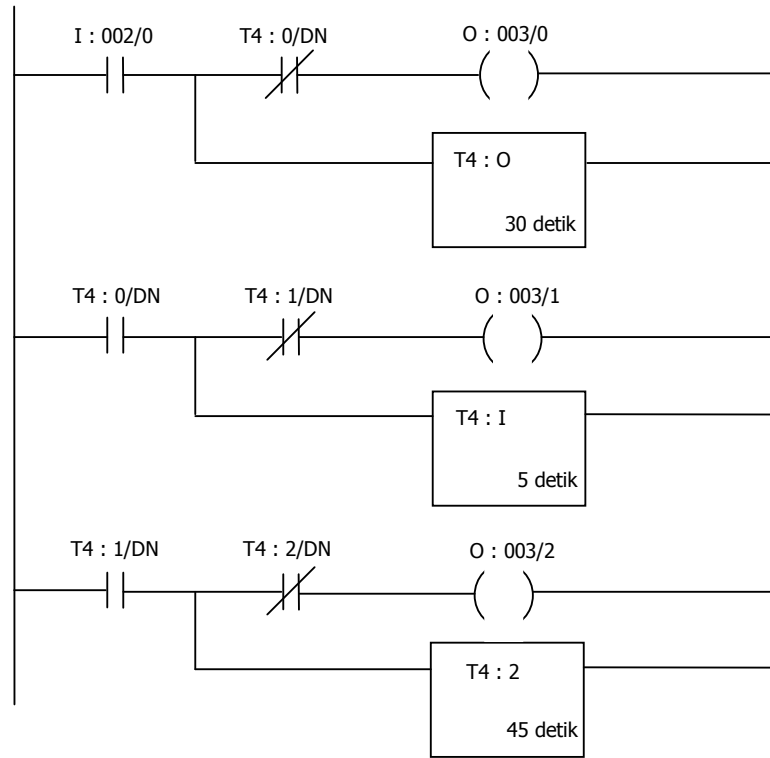
2.



3.



4.



## DESKRIPSI PENETAPAN SKOR PRAKTIKUM

No.	Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	Skor
<b>I.</b>	<b>Perencanaan</b> 1.1 Persiapan alat dan bahan	• Alat dan bahan disiapkan sesuai kebutuhan	10
		• Alat dan bahan disiapkan tidak sesuai kebutuhan	1
<b>II.</b>	<b>Membuat tata letak</b> 2.1. Penyiapan tata letak	• Tata letak disiapkan sesuai prosedur	15
		• Tata letak tidak disiapkan sesuai prosedur	1
	2.2. Penempatan alat memenuhi kaidah keselamatan alat	• Penempatan alat memenuhi kaidah keselamatan alat	15
		• Penempatan alat tidak memenuhi kaidah keselamatan alat	1
<b>III.</b>	<b>Proses (Sistematika &amp; Cara Kerja)</b> Pemasangan komponen dalam panel kerja	• Pemasangan komponen sesuai dengan gambar kerja	30
		• Pemasangan komponen tidak sesuai dengan gambar kerja	10
		• Pemasangan komponen salah	5
	Uji coba Rangkaian	• Alat dapat bekerja sesuai dengan perencanaan	30
• Alat dapat bekerja tidak sesuai dengan perencanaan (program sesuai)		10	
• Alat tidak bekerja sesuai dengan perencanaan		5	

## **BAB. IV**

# **PENUTUP**

---

---

Setelah menyelesaikan modul ini, maka Anda berhak untuk mengikuti tes praktik untuk menguji kompetensi yang telah dipelajari. Dan apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya. Mintalah pada Pengajar/Instruktur untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten apabila Anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Atau apabila Anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standard pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat Anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau asosiasi profesi.

# DAFTAR PUSTAKA

---

Bradley, Allen. **PLC – 5 System (Basic)**

M. Budiyanto, A. Wijaya, 2003, **Pengenalan Dasar-Dasar PLC**, Gava Media, Yogyakarta.

\_\_\_, 1996, **SYSMAC CQM1/CPM1 Programmable Controller Programming Manual**, OMRON Asia Pacific, PTE, Ltd, Singapore.

\_ ,1997, **CPM1A, Programmable Controllers Operation Manual**, Omron Corporation Systems Components Division, Tokyo.

\_ ,1997, **CPM2A, Programmable Controllers Operation Manual**, Omron Corporation FA Systems Division, Shizuoka.

\_\_\_, 1999, **Beginner's Guide to PLC**, OMRON Asia Pacific, PTE, Ltd, Singapore.

\_\_\_, 2001, **CX-Programmer User Manual Version 2.1**

\_\_\_, 2001, **CX Server Run Time Version 1.6**

\_\_\_\_\_, 1996, **SYSWIN Progemer user manual version 3.1.**