

## Kegiatan Belajar 1

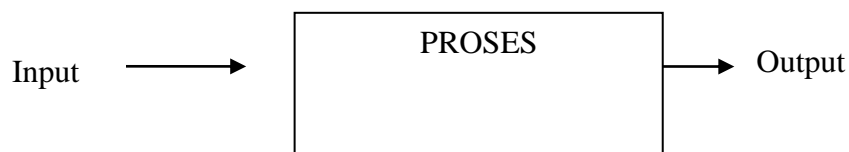
**SISTEM KENDALI PLC**

## Tujuan Pembelajaran

1. Mahasiswa dapat mengidentifikasi peralatan sistem kendali PLC
2. Mahasiswa dapat Menjelaskan cara kerja sistem kendali PLC
3. Mahasiswa dapat Menjelaskan keunggulan PLC
4. Mahasiswa dapat Menyebutkan daerah penerapan PLC
5. Mahasiswa dapat Mengidentifikasi struktur PLC

**A. 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 (regulasi), 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 1. 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

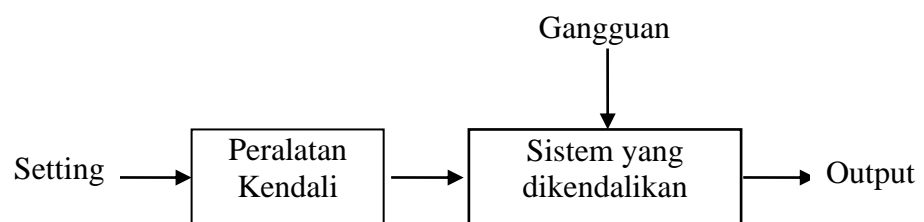
peralatan yang dirangkai secara listrik, atau juga berupa suatu sistem kendali yang dapat diprogram misalnya PLC.

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.

### 1. 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.



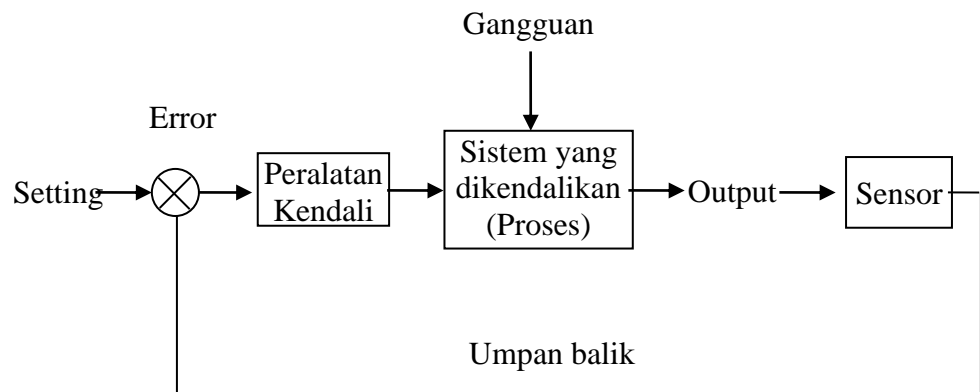
Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kendali Loop Terbuka

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.

### 2. 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 3. Sistem Kendali Loop Tertutup

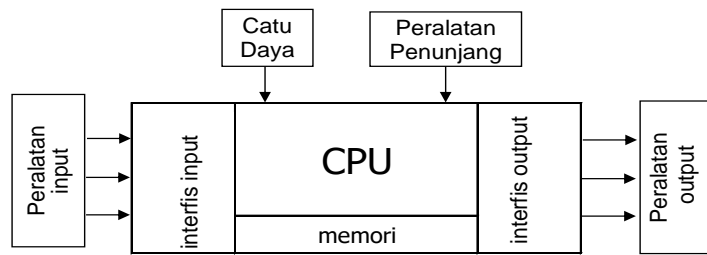
## B. Sistem Kendali PLC

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 diinterfis 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 4. 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 menghidupkan sinyal output pada peralatan output.

CPU adalah mikroprosesor yang mengkordinasikan 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*.

Interfis adalah modul rangkaian yang digunakan untuk menyesuaikan sinyal pada peralatan luar. Interfis input menyesuaikan sinyal dari peralatan input dengan sinyal yang dibutuhkan untuk operasi sistem. Interfis 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 :

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

## 3. Peralatan Output

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

- a. Kontaktor
- b. Motor listrik
- c. Lampu
- d. 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 :

- a. Berbagai jenis alat pemrogram, yaitu komputer, software ladder, konsol pemrogram, programmable terminal, dan sebagainya.
- b. Berbagai *software ladder*, yaitu : SSS, LSS, Syswin, dan CX Programmer.
- c. Berbagai jenis memori luar, yaitu : disket, CD ROM, flash disk.
- d. 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.

### C. 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.

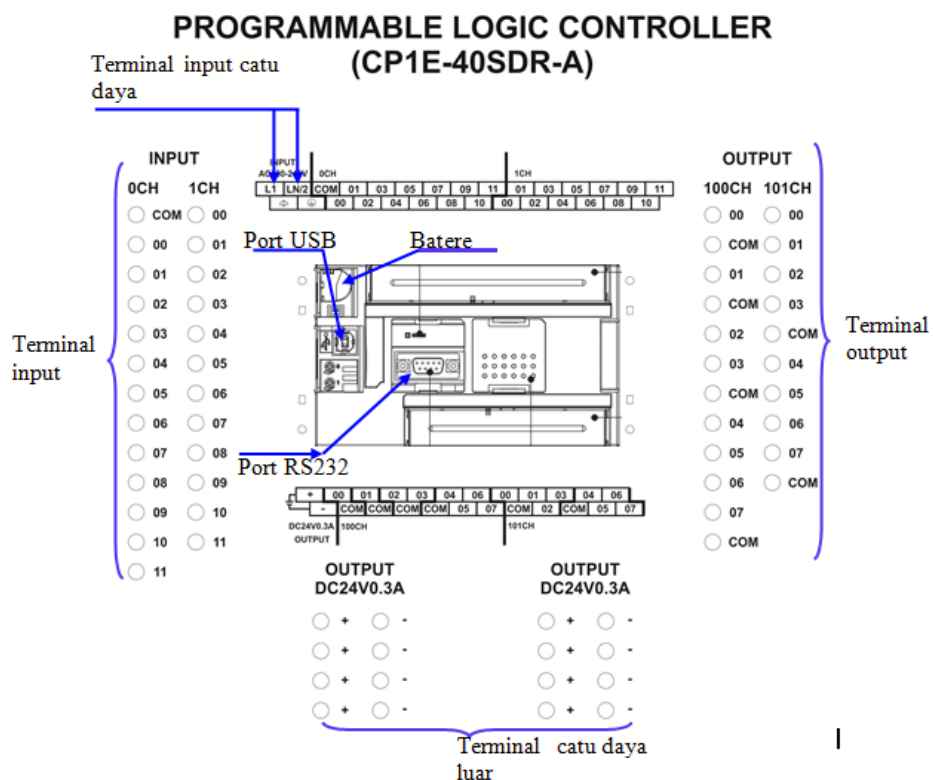
#### 3. Tipe Rangkaian Output

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

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

Tabel 2. Catu Daya, I/O, dan Tipe Rangkaian Output.

Product name	Specifications						Ex-ternal power supply (24 VDC) (A)	Current consumption (A)		Model
	Power Supply	In-puts	Out-puts	Output type	Pro-gram ca-pacity	Data memory ca-pacity		5 V	24 V	
N□□S1-type CPU Units with 30 I/O Points 	100 to 240 VAC	18	12	Relay	8K steps	8K words	0.30	0.21	0.07	CP1E-N30S1DR-A *
	DC24V			Transistor (sinking)			--	0.27	0.02	CP1E-N30S1DT-D *
				Transistor (sourcing)			--	0.27	0.02	CP1E-N30S1DT1-D *
N□□S1-type CPU Units with 40 I/O Points 	100 to 240 VAC	24	16	Relay	8K steps	8K words	0.30	0.21	0.09	CP1E-N40S1DR-A *
	DC24V			Transistor (sinking)			--	0.31	0.02	CP1E-N40S1DT-D *
				Transistor (sourcing)			--	0.31	0.02	CP1E-N40S1DT1-D *
N□□S1-type CPU Units with 60 I/O Points 	100 to 240 VAC	36	24	Relay	8K steps	8K words	0.30	0.21	0.13	CP1E-N60S1DR-A *
	DC24V			Transistor (sinking)			--	0.31	0.02	CP1E-N60S1DT-D *
				Transistor (sourcing)			--	0.31	0.02	CP1E-N60S1DT1-D *



Gambar 5. Komponen PLC

Penjelasan Komponen

1. Terminal input catu daya  
Hubungkan catu daya (100 s.d 240 VAC atau 24 VDC) ke terminal ini
2. Terminal catu daya luar  
PLC tertentu, misalnya CPM2A dilengkapi dengan terminal output catu daya 24 VDC untuk mencatu daya peralatan input.
3. Terminal input  
Sambunglah peralatan input luar ke terminal input ini.
4. Terminal Output  
Sambunglah peralatan output luar ke terminal output ini.
5. Indikator status PLC  
Indikator ini menunjukkan status operasi PLC, seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Indikator Status pada PLC

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

6. 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 :



Tabel 4. Indikator Jika Terjadi Kesalahan.

Kesalahan fatal	Indikator input
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.

7. Indikator *output*

Indikator *output* menyala saat terminal output yang sesuai *on*.

## 8. Port USB

Sambungan PLC ke peralatan pemrogram komputer

## 9. Port RS 232C

Sambungan PLC ke peralatan : *Touch Screen*.

## 10. Baterai

Baterai ini *memback-up* memori pada unit PLC.

**D. 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**

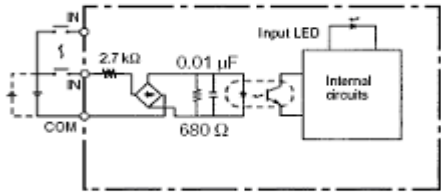
Tabel 5. Spesifikasi Umum PLC

Butir		Spesifikasi
Tegangan catu	AC	100 s.d 240 VAC, 50/60 Hz
	DC	24 VDC
Tegangan	AC	85 s.d 264 VAC

operasi	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 MΩ 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

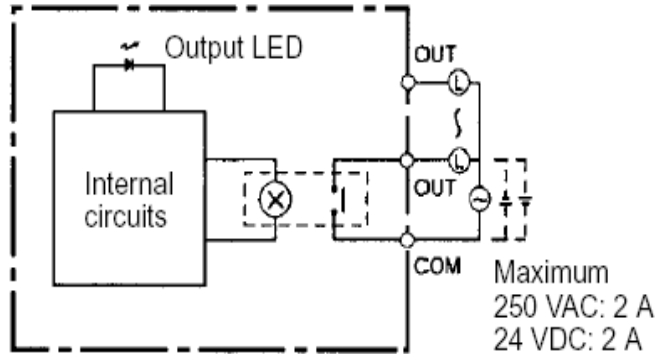
## 2. Spesifikasi Input

Tabel 6. Spesifikasi Input

Butir	Spesifikasi
Tegangan input	24 VDC $+10\%/-15\%$
Impedansi input	2,7 kΩ
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*.

Tabel 7. 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	

### E. Perbandingan Sistem Kendali Elektromagnet dan PLC

Pada sistem kendali relai 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 relai 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 relai elektromagnetik sebagai berikut :

1. Terlalu banyak pengawatan panel.
2. Modifikasi sistem kendali sulit dilakukan.
3. Pelacakan gangguan sistem kendali sulit dilakukan.
4. Jika terjadi gangguan mesin harus diistirahatkan untuk melacak kesalahan sistem.

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

#### **F. Keunggulan Sistem Kendali PLC**

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

1. Pengawatan sistem kendali PLC lebih sedikit.
2. Modifikasi sistem kendali dapat dengan mudah dilakukan dengan cara mengganti program kendali tanpa mengubah pengawatan sejauh tidak ada tambahan peralatan input/output.
3. Tidak diperlukan komponen kendali seperti timer dan hanya diperlukan sedikit kontaktor sebagai penghubung peralatan output ke sumber tenaga listrik.
4. Kecepatan operasi sistem kendali PLC sangat cepat sehingga produktivitas meningkat.
5. Biaya pembangunan sistem kendali PLC lebih murah dalam kasus fungsi kendalinya sangat rumit dan jumlah peralatan input/outputnya sangat banyak.
6. Sistem kendali PLC lebih andal.

7. Program kendali PLC dapat dicetak dengan cepat.

### **G. Penerapan Sistem Kendali PLC**

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

1. *Traffic light*
2. Lift
3. Konveyor
4. Sistem pengemasan barang
5. Sistem perakitan peralatan elektronik
6. Sistem pengamanan gedung
7. Sistem pembangkitan tenaga listrik
8. Robot
9. Pemrosesan makanan

### **H. 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

**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*, dll.
6. PLC diterapkan dalam hampir segala lapangan industri sebagai pengendali mesin dan proses kerja alat.