

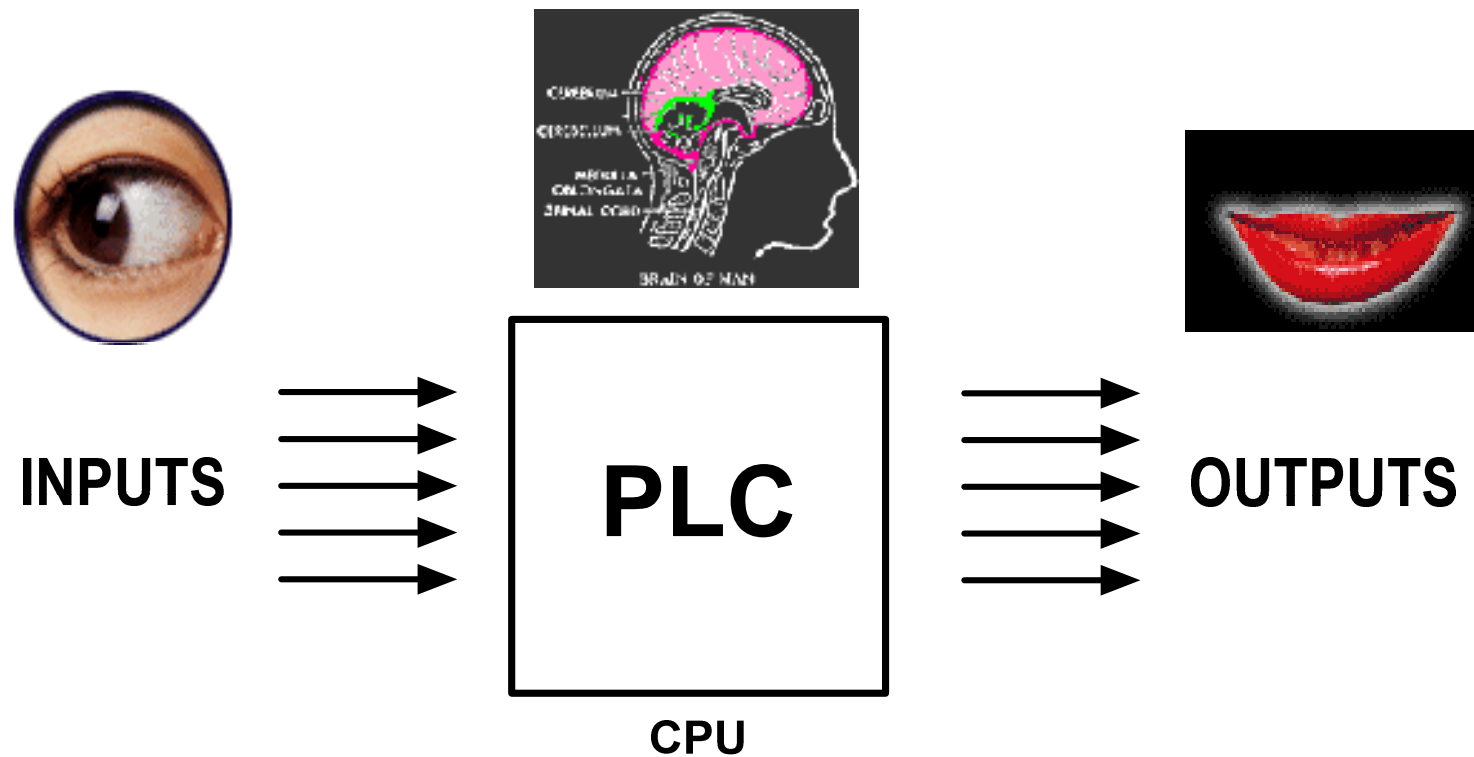
PENGANTAR PLC (Programmable Logic Controller)

Basic PLC

**Lab Elektronika dan Instrumentasi
Jurdik Fisika FPMIPA UPI Bandung**

- **Programmable Logic Controller (PLC)** diperkenalkan pertama kali pada 1969 oleh Richard E. Morley pendiri Modicon corporation.
Modicon kependekan dari *Modular Digital Controller*
- **Divais ini:**
 - Berbasis komputer
 - Standar industri
 - Menggantikan divais elektro-mekanik dan rangkaian yang mengontrol mesin dan peralatan manufaktur atau proses
- **Pemrograman**
 - *Dahulu*: perangkat pemrograman hanya dapat digunakan untuk PLC tersebut
 - **Sekarang**: komputer PC dengan perangkat lunak berbasis windows

DIAGRAM BLOK DASAR KOTAK HITAM (BLACK BOX)



Definisi

Definisi PLC:

- *National Electrical Manufacturing Association (NEMA):*

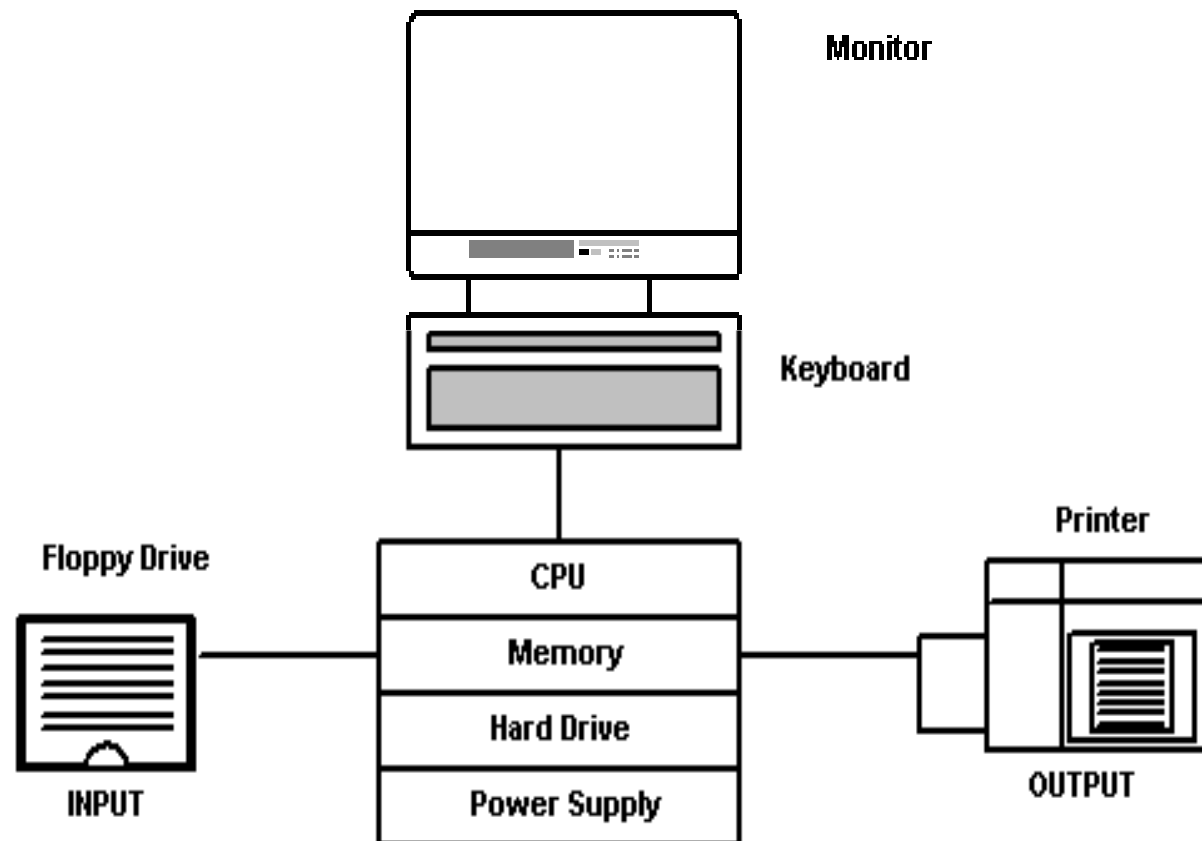
Suatu perangkat elektronik digital dengan memory yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik, seperti: logika, sekuen, timing, counting, dan aritmetika untuk mengontrol mesin dan proses.

- A Programmable Logic Controller is a solid state control system that continuously monitors the status of devices connected as inputs. Based upon a user written program, stored in memory, it controls the status of devices connected as outputs.

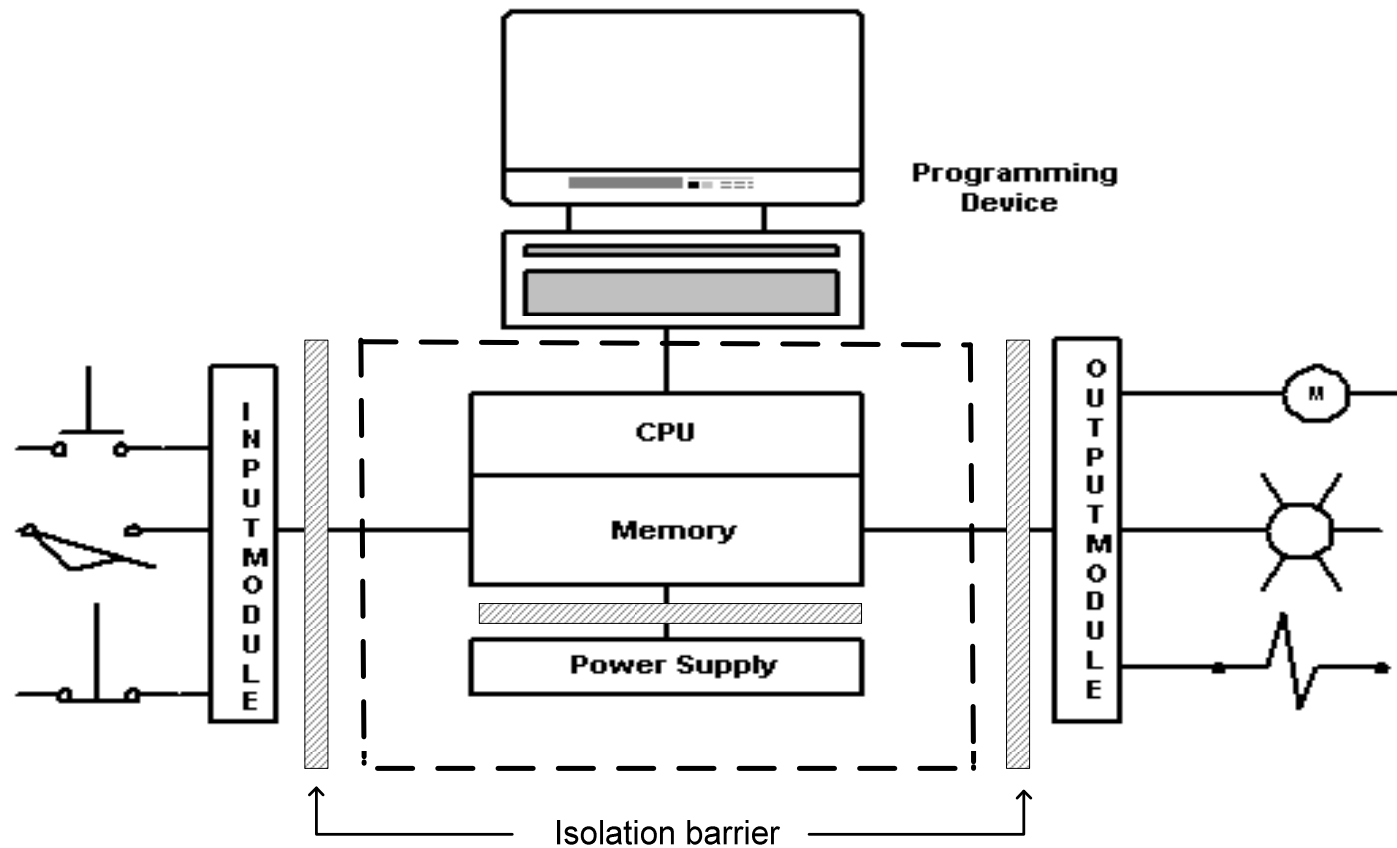
PLC (Programmable Logic Controller) ?

- **Merupakan “komputer khusus” untuk aplikasi di industri, digunakan untuk memonitor & mengontrol proses industri untuk menggantikan hard-wired control (rangkaian relai/kontaktor) dan memiliki bahasa pemrograman sendiri.**
- **Berbeda dengan Personal Computer, dalam PLC sudah dilengkapi unit input-output digital yang bisa langsung dihubungkan ke perangkat luar (switch, sensor, relay, dll) bahkan ada yang sudah memiliki ADC/DAC built-in.**
- **PLC terdiri dari:**
 - Divais pemrograman (keyboard), unit prosesor, power supply dan antarmuka input/output.**
 - PLC diprogram dengan perangkat lunak khusus bukan seperti program pada PC. Perangkat lunak memenuhi standar IEC 61131-3.**

KONFIGURASI KOMPUTER



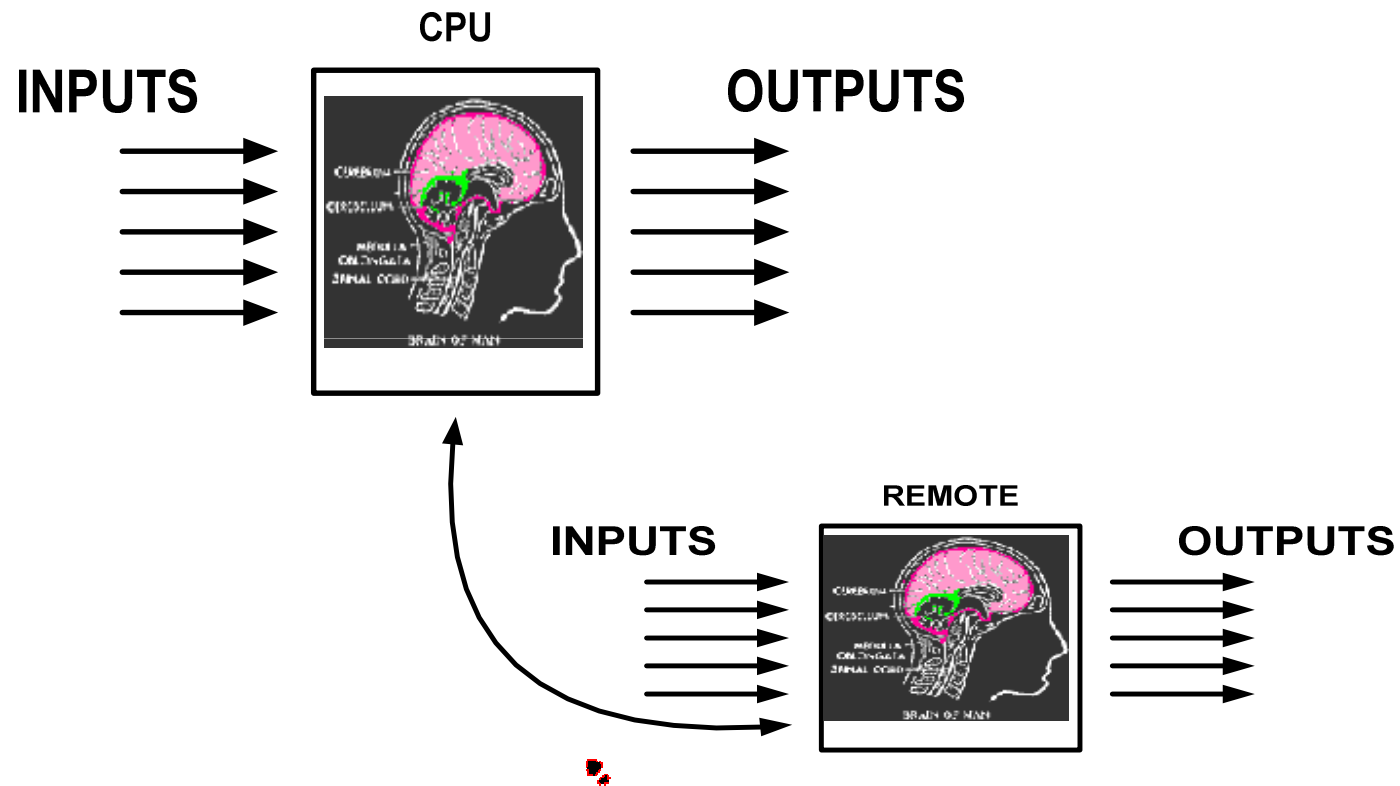
Konfigurasi PLC



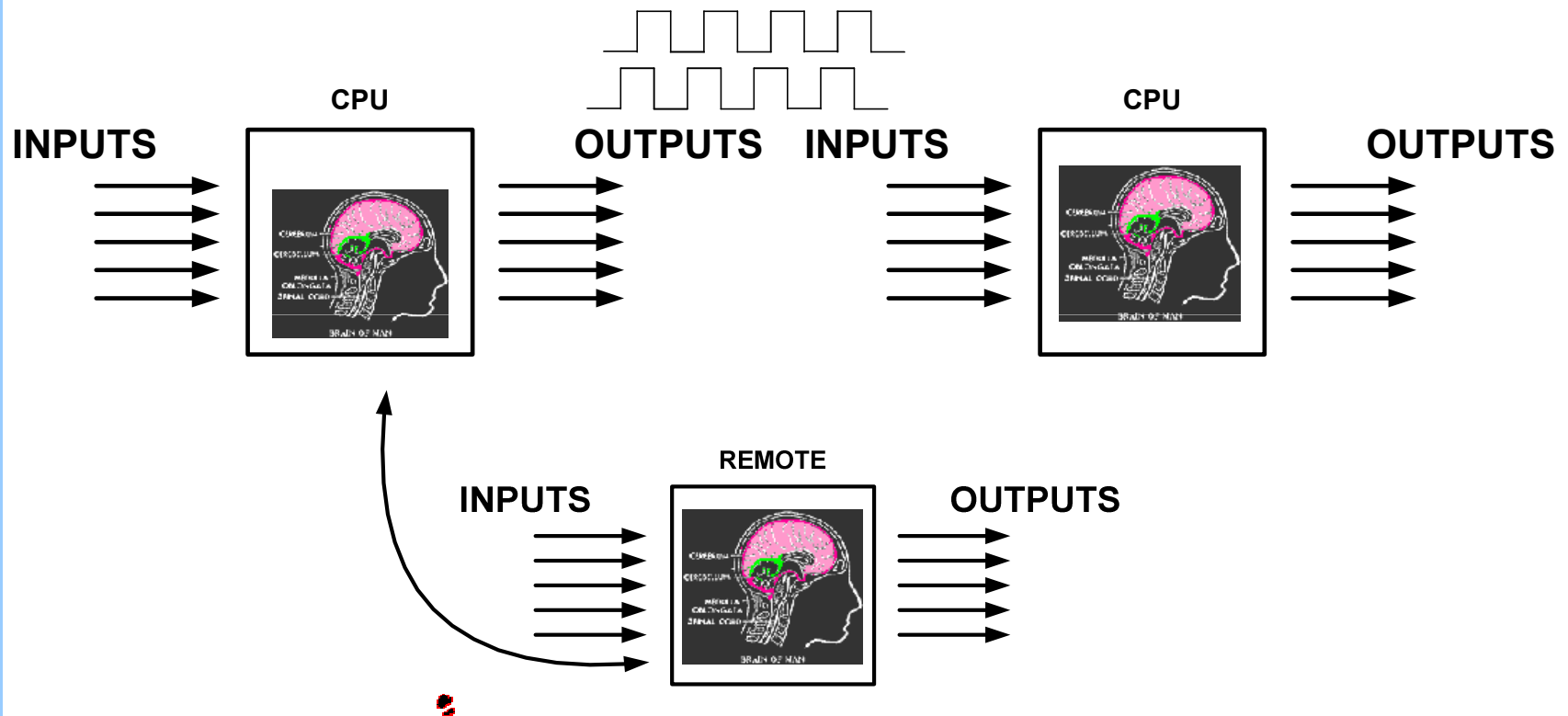
Perbedaan utama antara PLC dan komputer

- Perbedaan utama antara PLC dan komputer:
PLC dirancang untuk instalasi dan perawatan oleh teknisi dan ahli listrik di industri yang tidak harus mempunyai skill elektronika tinggi dan memberikan fleksibiliti dalam kontrol berdasarkan pemrograman dan eksekusi instruksi logika
- Troubleshooting dalam PLC disederhanakan:
 - **Fault indicating**
 - **Blown-fuse indicators**
 - **Input/output status indicators**

What is a PLC with Distributed I/O ?



What is a PLC with Distributed Control ?

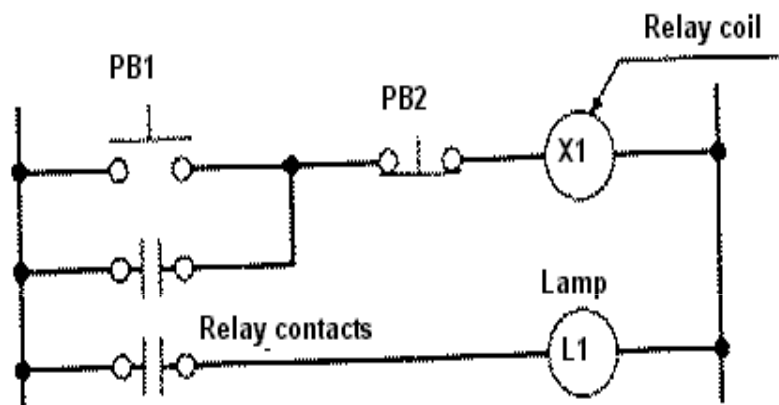


Hard-wired Control

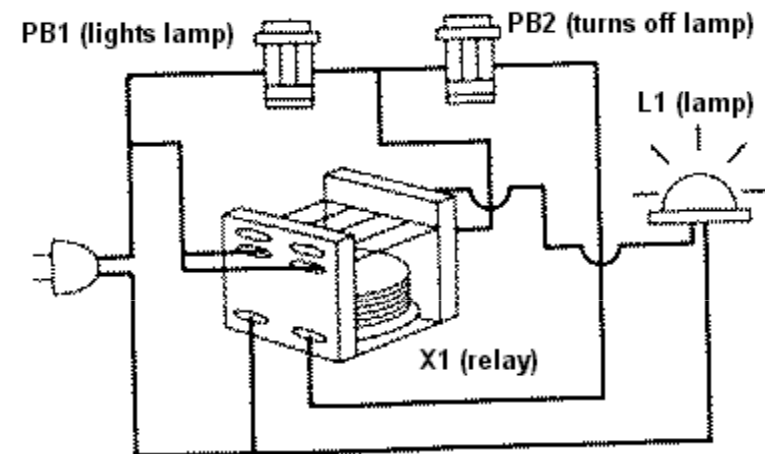
- Sebelum ditemukan PLC, tugas pengontrolan dilakukan oleh kontaktor dan relai yang dirangkai bersama dengan kabel.
- Rangkaian harus didisain dan digambar dulu, kemudian ditetapkan spesifikasi dan instalasi pengkabelannya.
- Teknisi harus mengerjakan pemasangan dan pengkabelan sesuai gambar teknik tersebut.
- Jika ada kesalahan disain atau ada modifikasi, disainer dan teknisi harus merombak dan mengerjakan instalasi lagi.

→ Pemborosan waktu dan biaya

Contoh hard-wired control



(a) Schematic Diagram



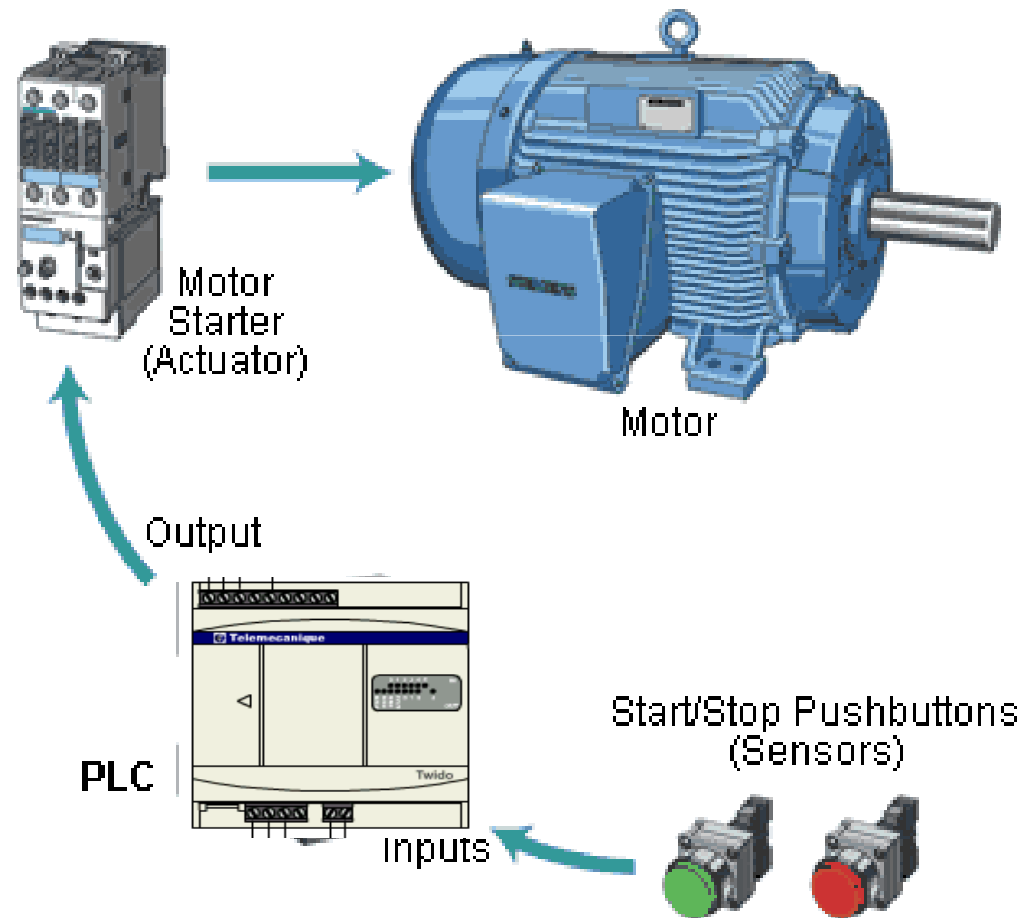
(b) Wiring Diagram

Hard-wired relay type of control

Kemampuan PLC

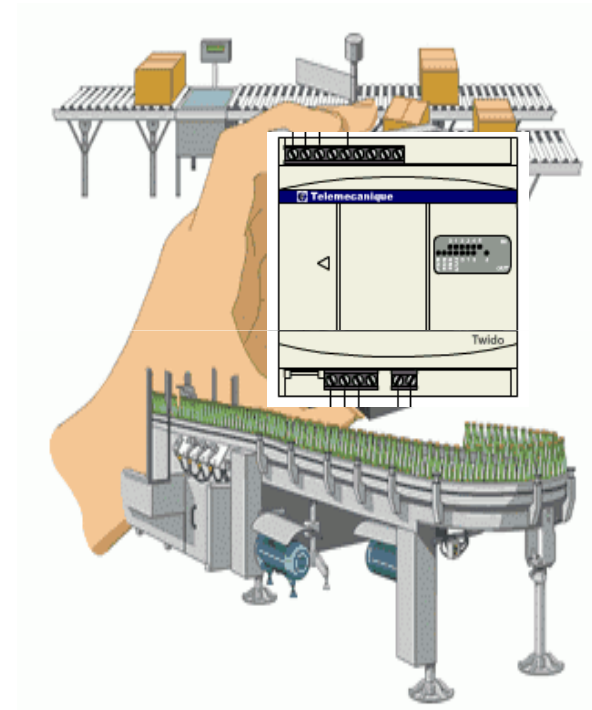
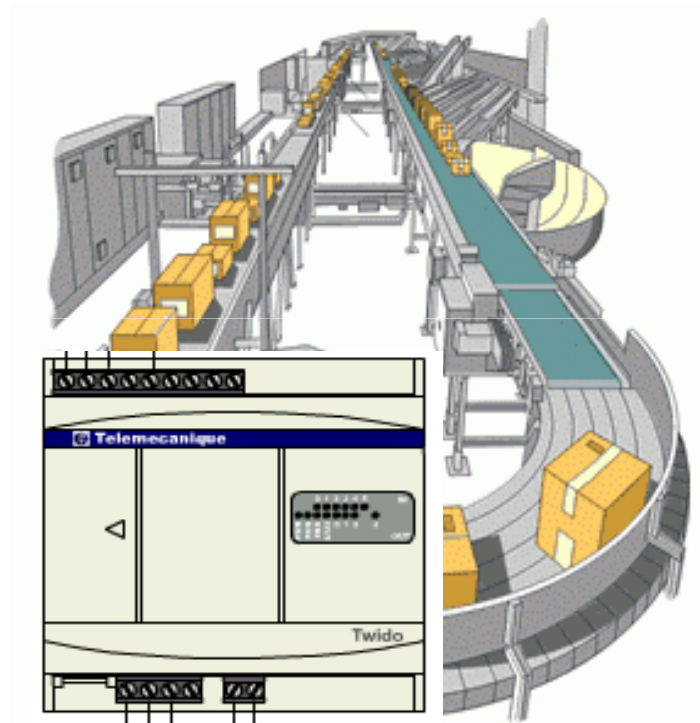
- PLC menggantikan logika dan pengerjaan sirkit kontrol relai yang merupakan instalasi langsung.
- Rangkaian kontrol cukup dibuat secara software. Pengkabelan hanya diperlukan untuk menghubungkan *peralatan input dan output*.
- Hal ini mempermudah dalam mendisain dan memodifikasi rangkaian, karena *cukup dengan mengubah program di PLC*.

Contoh sistem kontrol dengan PLC



Contoh Aplikasi PLC

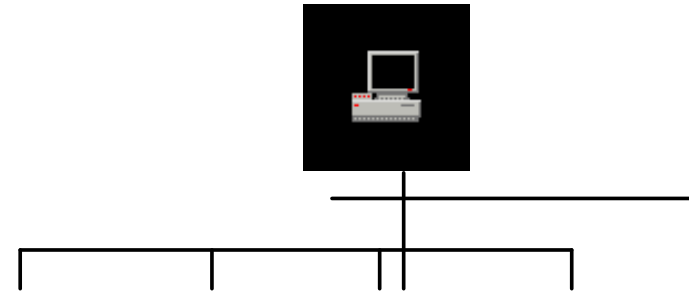
- Manufaktur otomotif
- Pabrik semen
- Pengendali lift/elevator
- Pengairan/irigasi
- Pengendali pembangkit listrik
- Penggilingan (mesin giling)
- Pengontrol lampu lalu lintas
- Sistem keamanan
- Pengendali robot
- Pabrik minuman ringan
- dll



Typical Applications - Network

☺ Level 2 : Hosts

- Recipe data downloads
- Production data uploads
- Application programming and management



☺ Level 1 : Control

- peer to peer coordination
- HMI displays



☺ Level 0.5 : I/O

- Intelligent devices



☺ Level 0 : Devices

- Pushbutton / simple sensors



Penggunaan PLC

1.Sequence Control :

- pengganti relay control logic**
- timers/counters**
- pengganti sistem kontrol berupa papan rangkaian elektronik**
- pengontrol mesin dan proses**

2. Sophisticated Control :

- operasi aritmetika (+,-,x,:)**
- information handling**
- kontrol analog (suhu, tekanan,dll)**
- pengontrol PID**
- servo-motor control**
- stepper-motor control**

3. Supervisory Control :

- process monitoring & alarm**
- fault diagnostic & monitoring**
- interfacing with computer (RS232)**
- printer/ASCII interfacing**
- factory automation networking**
- kontrol melalui internet**

Arsitektur PLC

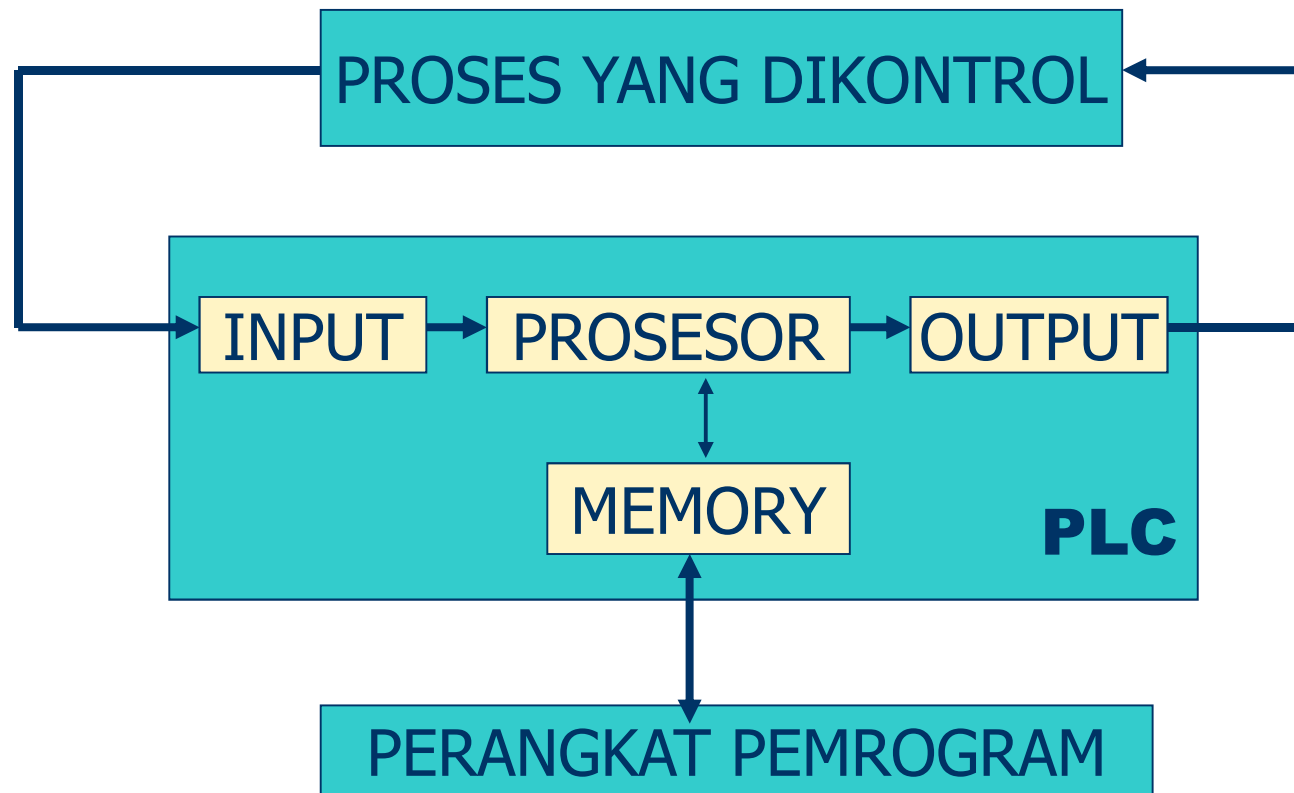
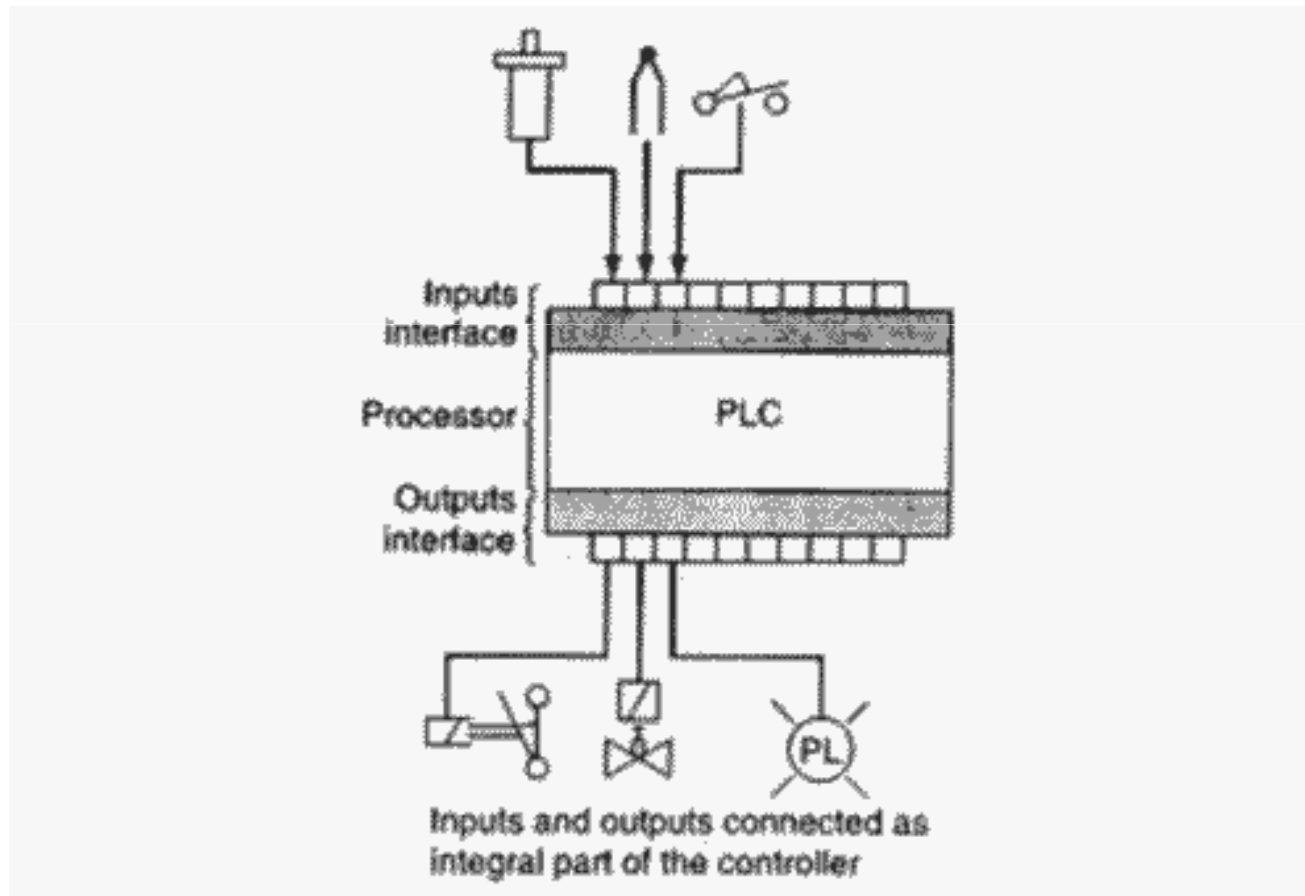
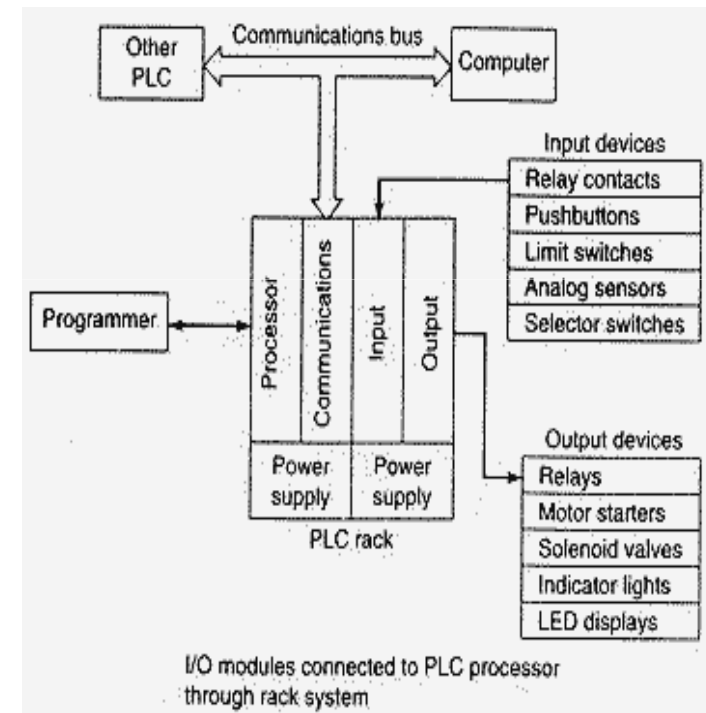
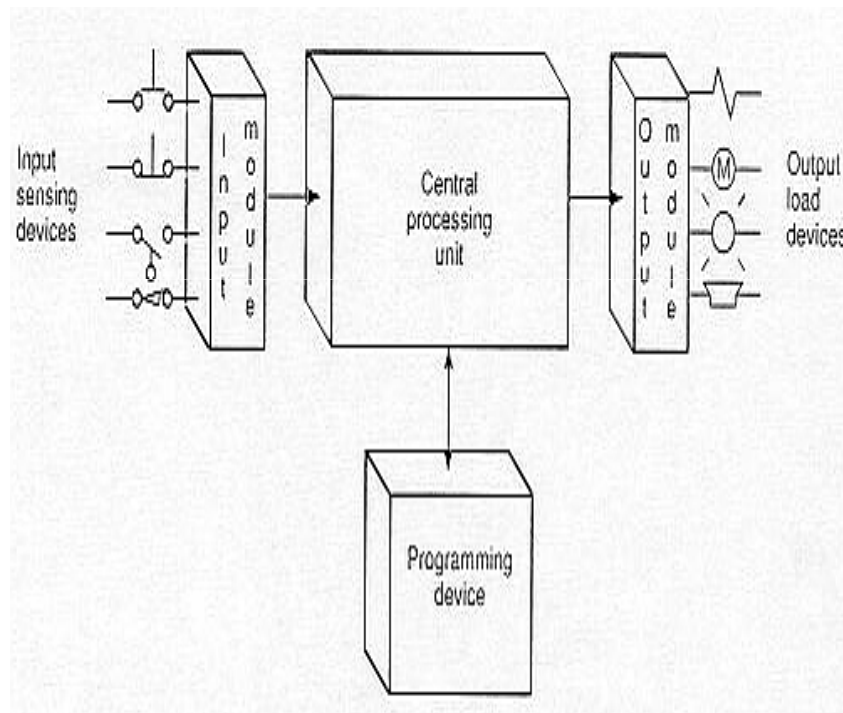


DIAGRAM BLOK PLC

Unit-unit dalam PLC bisa terintegrasi dalam satu box



Unit-unit dalam PLC juga bisa terpisah namun dalam pemakaiannya tetap harus disatukan dalam suatu rack



Konsep PLC

- PLC suatu sistem berbasis mikroposeor yang memiliki fungsi-fungsi dan fasilitas utama dari sebuah mikrokomputer
- PLC diprogram melalui unit pemrograman dengan bahasa pemrograman khusus
- Prosesor utama dalam PLC biasanya memiliki word-length 16 bit yang akan mengeksekusi program yang ada di memori PLC

Memori

- Seperti halnya sistem komputer, memori PLC terdiri atas RAM dan ROM.
- Kapasitas memory antara satu PLC dengan yang lain berbeda-beda tergantung pada type dan pabrik pembuatnya.
- Beberapa pabrik menyatakan ukuran memori dalam byte, ada juga yang kilobyte, dan ada pula yang dinyatakan dengan jumlah intruksi yang dapat disimpan.

RAM

- Program yang ditulis umumnya disimpan dalam RAM yang ada di dalam PLC sehingga dapat diubah/diedit melalui programming unit.
- Kerugian penyimpanan di RAM adalah program dan data akan hilang ketika power supply mati.
- Untuk mengatasi hal ini, RAM dapat dibackup dengan battery lithium, sehingga meskipun power supply mati, program dan data tidak hilang.
- Umumnya bila battery tidak rusak, program dan data bisa disimpan selama 1 tahun

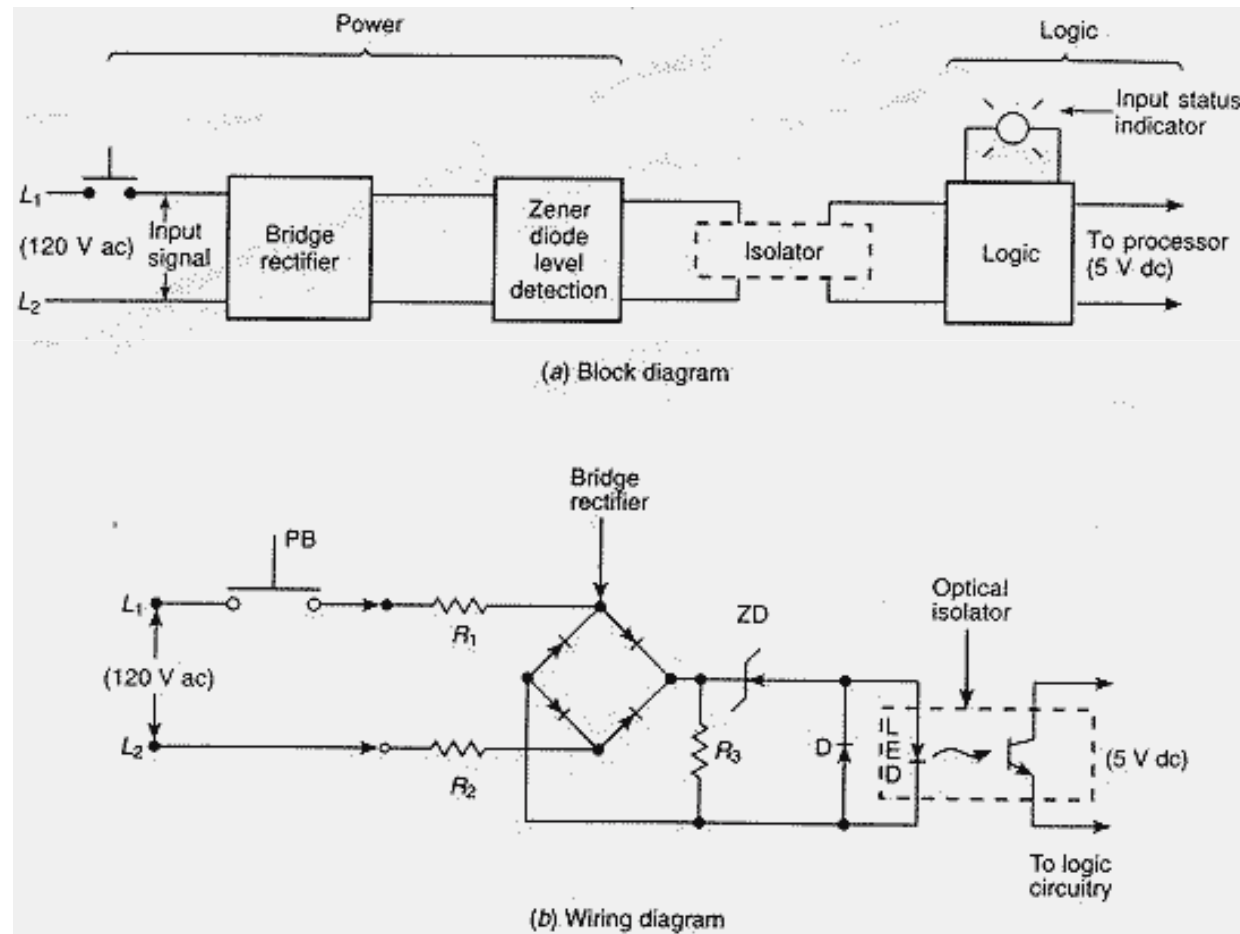
ROM

- Supaya program dalam RAM bisa dieksekusi harus ada 'operating system' PLC.
- Operating system ini dibuat oleh pabrik pembuat PLC yang disimpan dalam ROM dan hanya dapat dibaca oleh processor.
- Dalam beberapa PLC tidak menggunakan ROM tapi EPROM atau EEPROM.
- Pengguna dapat juga menyimpan program di sebagian tempat di EEPROM atau dikenal sebagai Flash Memory.

INPUT UNIT

- Mendeteksi ketika sinyal diterima dari sensor.
- Mengkonversi sinyal input menjadi level tegangan yang bisa diterima processor.
- Mengisolasi PLC dari fluktuasi tegangan atau arus sinyal input.
- Mengirim sinyal ke indikator input PLC sehingga bisa diketahui input mana yang sedang menerima sinyal.

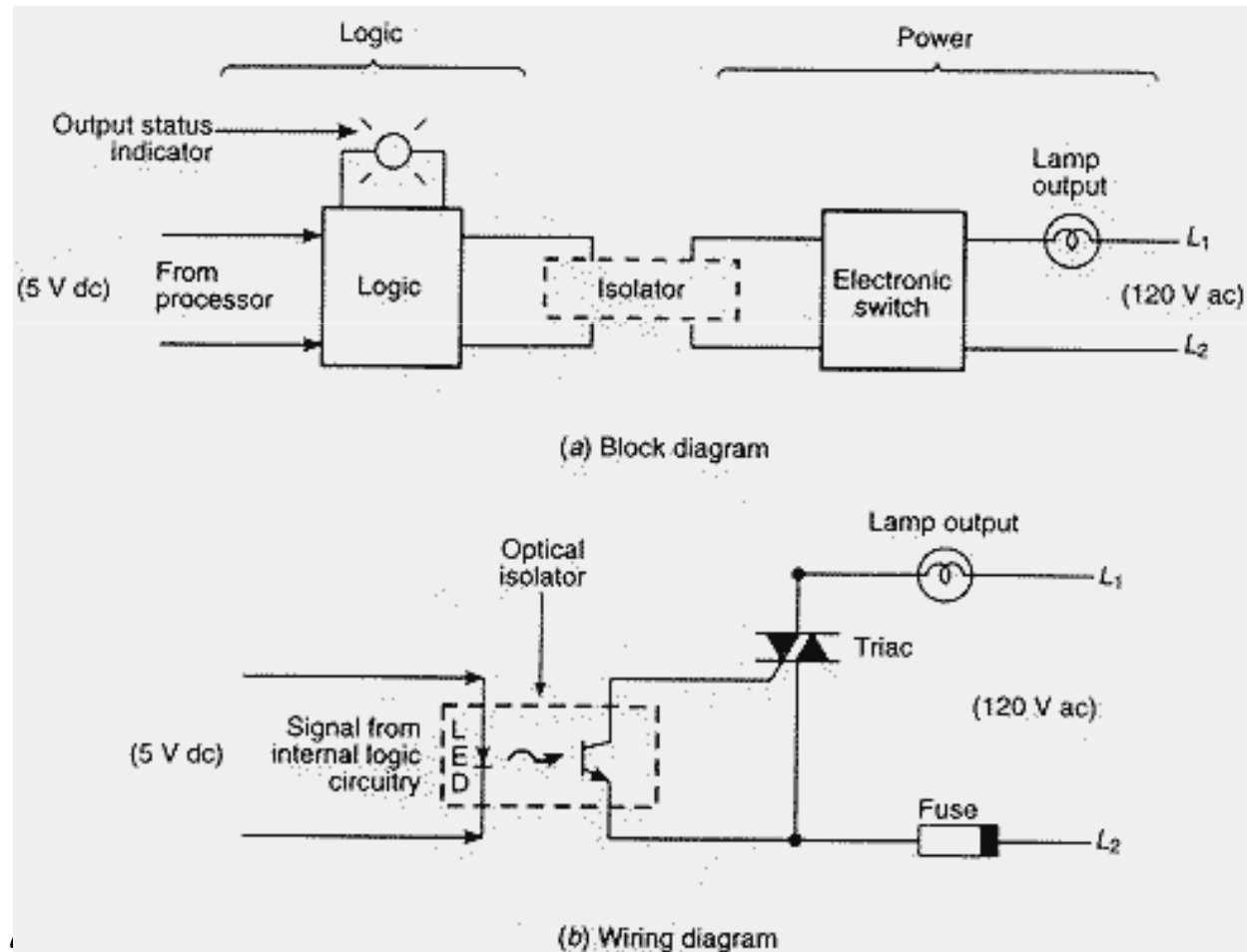
Contoh interface AC untuk input unit



OUTPUT UNIT

- Output unit pada PLC juga berfungsi sebagai interface terhadap peralatan luar.
- Output PLC bertindak sebagai switch terhadap power supply untuk mengoperasikan peralatan output (misal : pilot lamp, relay, dll)
- Komponen yang biasa dipakai PLC sebagai bagian output unit adalah relay untuk AC/DC, Triac untuk AC saja, dan Transistor atau FET untuk DC saja.

Contoh interface AC untuk output unit



Programming Unit

Secara umum ada 4 type programming unit :

- Hand-held unit (mirip kalkulator)
- Video programming unit / System programming unit (terminal program dengan monitor/VDU dan keyboard khusus dengan simbol-simbol ladder diagram)
- Graphic programming unit (lebih lengkap dibanding Video programming unit dengan layar lebih lebar dan fasilitas diagnostik dan monitoring).
- Personal Computer (yang biasa dipakai).

Bahasa Pemrograman

Ada 4 metode \ type bahasa pemrograman yang bisa dipakai, meski tidak semua disupport oleh suatu PLC.

1. Ladder diagram languages (LD)
2. Instruction list languages (IL) /
Statement List (SL)
3. Sequential Function Chart (SFC) / Grafcet
languages
4. High-level languages : biasanya Visual Basic

Mengapa Ladder Diagram (LD) ?

- Ladder diagram dan Instruction list adalah yang paling umum dan populer dipakai.
 - Ladder diagram relatif paling mudah dipahami karena secara umum simbol yang dipakai mirip gambar dalam rangkaian relai elektromekanik / kontaktor.
 - Instruction List mirip seperti listing perintah dalam bahasa assembler.
 - High-level languages yang paling populer adalah BASIC, sekarang menjadi Visual Basic.
- ➔ Paling umum dan disupport oleh semua PLC adalah ladder, nantinya hanya dibahas Ladder diagram (LD).

Teori Operasi

Input yang diterima akan dievaluasi dengan program yang tersimpan dalam PLC untuk mengaktifkan perangkat output.

Contoh

- ◆ Input : pushbutton, selector switch, motor starter contact, limit switch,dll.
- ◆ Output : coils,solenoid,motor,motor starter, lamp,heater,led,buzzer,dll.

Contoh input



Limit switch



Proximity sensor

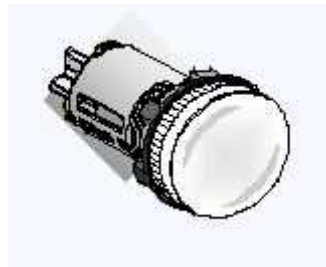


Photo-electric sensor

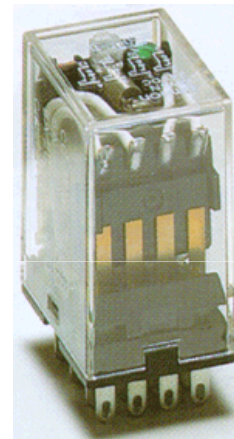
Contoh Output



Lampu indikator



Motor starter



Relay

Konsep pemrograman PLC

- Menggunakan cara berpikir logika(benar/salah, 1/0)
- Program berdasar hubungan/fungsi antara input dan output
- Proses eksekusi program PLC adalah sekuensial (proses scanning)
- Pengalamatan I/O dan memory adalah aspek penting dalam program

Istilah kinerja sistem

Scan Time :

adalah waktu yang dibutuhkan CPU untuk proses pembacaan input, mengeksekusi program, dan meng-update output.

Scan time meliputi *logic solve time*, *I/O servicing time*, serta *system overhead time*

1. Input scan
 2. Program scan
 3. Output scan
 4. Communication and house keeping
- 

- ◆ Maksimum scan time adalah 150 ms
- ◆ Jika program tidak dapat di-scan dalam waktu tsb, suatu *watchdog timer* akan menghentikan program dan memberikan pesan error.
- ◆ Pembatasan scan time ini mencegah pengulangan tanpa batas dalam program.

Alokasi Memori

Memory yang tersedia dalam PLC dibagi 3 :

- ◆ *User data memory* : untuk data variabel yang berubah selama eksekusi program.
- ◆ *System configuration memory* : untuk menyimpan tabel data sistem seperti pemetaan I/O dan nilai setup PLC.
- ◆ *User program memory* : untuk menyimpan ladder logic program yang telah dibuat oleh programmer.

Pemilihan PLC

- Pemilihan PLC diturunkan dari kebutuhan aplikasi
- Perhatikan batasan kemampuan PLC
- Inventarisasi jenis sinyal/tegangan yang ditangani (analog/digital, AC/DC)

Batasan pemilihan PLC

- Jumlah dan jenis Input
- Jumlah dan jenis Output
- Jumlah memory yang tersedia
- Kecepatan
- Komunikasi antar PLC
- Cara/Teknik Pemrograman

Pendekatan sistematis dalam mendesain sistem dengan PLC

1. Memahami kebutuhan sistem kontrol yang diinginkan
2. Menyusun flowchart sistem kontrol
3. Mendaftar semua input & output yang berhubungan dengan terminal I/O PLC
4. Menterjemahkan flowchart ke ladder diagram
5. Memprogram desain ladderdiagram ke PLC
6. Simulasi program dan *debug* software

7. Jika masih bermasalah, kembali edit program.
8. Bila sudah OK, hubungkan semua perangkat input dan output.
9. Cek semua koneksi input dan output.
10. Tes program dengan menjalankannya.
11. Jika trouble, edit kembali.
12. Bila sudah OK, simpan program ke PLC.
13. Jangan lupa, dokumentasikan semua gambar dan program yang dibuat

Keuntungan menggunakan PLC dalam otomatisasi

- Waktu implementasi proyek lebih cepat
- Mudah dalam modifikasi
- Kalkulasi biaya proyek lebih akurat
- Memerlukan waktu training lebih pendek
- Perubahan desain lebih mudah (dengan software)
- Aplikasi kendali yang luas
- Perawatan mudah
- Reliabilitas tinggi
- Relatif tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk