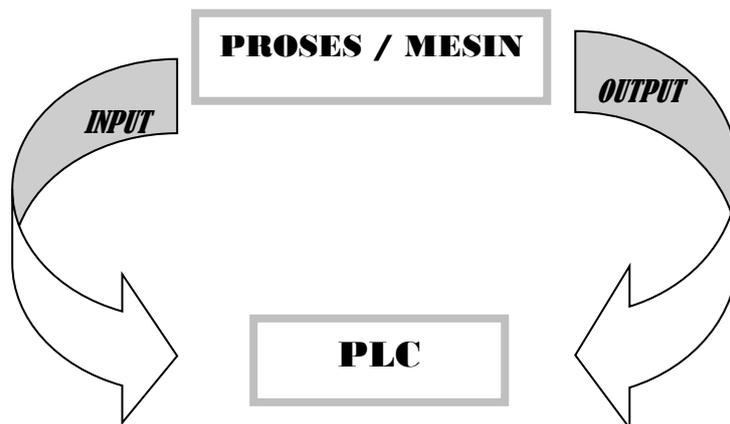


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Programmable Logic Controller (PLC)*

Programmable logic controller singkatnya PLC merupakan suatu bentuk khusus pengendalian berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat di program untuk menyimpan intruksi-intruksi dan untuk menerapkan (*counting*) dan aritmetika guna mengendalikan mesin-mesin dan proses-proses seperti (gambar 2.1) dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang memiliki sedikit pengetahuan mengenai bahasa pemrograman. Piranti ini dirancang sedemikian rupa agar tidak hanya programmer komputer saja yang dapat membuat dan mengubah program-programnya. Oleh karena itu, para perancang PLC telah menempatkan program awal di dalam piranti ini (*pre-program*) yang memungkinkan program-program kendali dimasukkan dengan menggunakan suatu bentuk bahasa pemrograman yang sederhana.



Gambar 2.1 Proses Programmable logic Controllers.
(Setiawan, 2006)

2.1.1 Keunggulan PLC dibanding Sistem Konvensional

Perbedaan yang sangat signifikan tentunya terletak pada sistem pemrogramannya. Keuntungan dari PLC ini salah satunya adalah sistem kontrol ini bekerja dengan program yang dikenakan olehnya dan dapat dirubah atau dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan tentunya akan berdampak pada penghematan waktu dan biaya dibanding dengan sistem kontrol konvensional. Fasilitas lain yang terdapat pada PLC diantaranya dapat berkomunikasi pada printer, sehingga program yang tersimpan pada memori dapat dicetak hal ini sangat berguna apabila ada suatu kesalahan atau kerusakan. PLC ini dirancang sedemikian rupa sehingga kita dapat memonitor kerja sistem kontrolnya melalui layar monitor komputer bahkan ada beberapa type PLC yang dilengkapi dengan layar LCD beserta kaset memori yang berguna untuk mendownload program untuk disalin ke PLC lainnya. Dengan demikian bila ada suatu komponen yang mengalami kerusakan dapat dideteksi dan diperbaiki dengan cepat.

2.1.2 Hal-hal yang dapat dikerjakan oleh PLC

- Sebagai kontrol urutan mempunyai fungsi:
 1. Pengganti *relay* kontrol logika konvensional.
 2. Pewaktu/pencacah (*Timer /Counter*).
 3. Pengganti pengontrol PCB *card*.
 4. Mesin kontrol (*auto/semi auto/manual*).
- Sebagai kontrol yang canggih mempunyai fungsi:
 1. Operasi aritmatika.
 2. Penanganan informasi.
 3. Kontrol analog (suhu, tekanan, dan lain-lain).
 4. PID (*Proporsional-Integral-Diferensial*).
 5. Kontrol motor servo.
 6. Kontrol motor stepper.
- Sebagai kontrol pengawasan mempunyai fungsi:
 1. Proses monitor dan alarm.
 2. Monitor dan diagnosa kesalahan.

3. Antarmuka dengan komputer (RS-23C/ RS-422).
4. Antarmuka printer/ASCII.
5. Jaringan kerja otomatisasi pabrik.
6. *Local Area Network*.
7. *Wide Area Network*.
8. FMS (*Flexible Manufacturing System*), CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), FA (*Factory Automation*).

2.1.3 Jenis-jenis PLC

Berdasarkan jumlah *input/output* yang dimilikinya ini secara umum PLC dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar:

1. PLC mikro

PLC dapat dikategorikan mikro jika jumlah *input/output* pada PLC ini kurang dari 32 terminal.

2. PLC mini.

Kategori ukuran mini ini adalah jika PLC tersebut memiliki jumlah *input/output* antara 32 sampai 128 terminal.

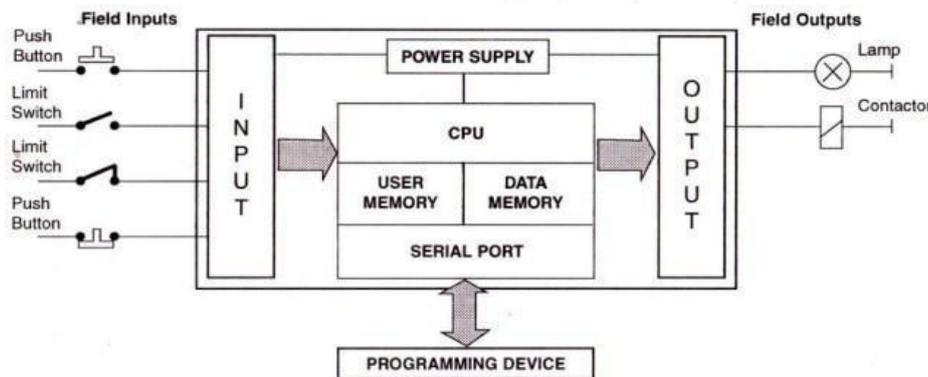
3. PLC *large*.

PLC ukuran ini dikenal juga dengan PLC tipe rack PLC dapat dikategorikan sebagai PLC besar jika jumlah *input/output*-nya lebih dari 128 terminal.

Fasilitas, kemampuan, dan fungsi yang tersedia pada setiap kategori tersebut pada umumnya berbeda satu dengan lainnya. Semakin sedikit jumlah *input/output* pada PLC tersebut maka jenis instruksi yang tersedia juga semakin terbatas.

2.1.4 Prinsip kerja PLC

PLC merupakan peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dari peralatan *input* untuk kemudian di analisa sesuai dengan kebutuhan perencana (*programmer*) untuk mengontrol keadaan *output*. Sinyal *input* diberikan kedalam *input card*.



Gambar 2.2 Bagian-Bagian Pada PLC
(Anwar, 2014)

Setiap *input* mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor memanggil berdasarkan alamatnya. Banyaknya *input* yang dapat diproses tergantung jenis PLC-nya. Sinyal *output* dikeluarkan PLC sesuai dengan program yang dibuat oleh pemakai berdasarkan analisa keadaan *input*. Ada 2 jenis *output card*, yaitu :

1. *Analog output card*
2. *Digital output card*

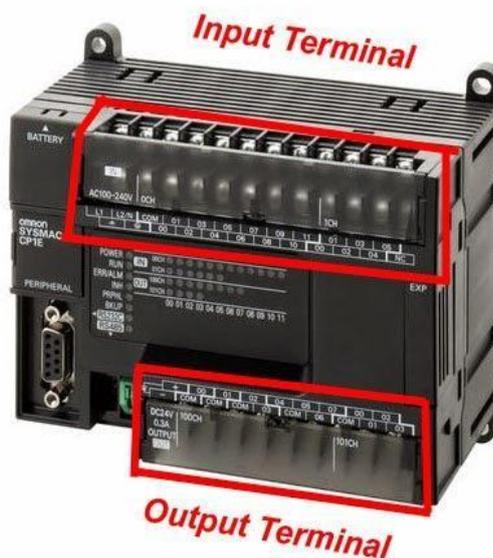
Setiap *outputcard* mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya. Banyaknya *output* tergantung jenis PLC-nya. Pada PLC juga dipersiapkan *internal input* dan *output* untuk proses dalam PLC sesuai dengan kebutuhan program. Dimana *internal input* dan *output* ini hanya sebagai *flag* dalam proses. Di dalam PLC juga dipersiapkan *timer* yang dapat dibuat dalam konfigurasi *on delay*, *off delay*, *on timer*, *off timer* dan lain-lain sesuai dengan programnya. Untuk memproses *timer* tersebut, PLC memanggil berdasarkan alamatnya.

Agar dapat melaksanakan sebagai kontrol system, PLC ini didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian penting dari PLC. Program PLC biasanya terdiri dari 2 jenis yaitu *ladder diagram* dan instruksi dasar diagram, setiap PLC mempunyai perbedaan dalam penulisan program.

2.2 PLC Omron CP1E-E20 SDR-A

Merupakan Jenis dari PLC Omron seri CP1E, sedangkan arti dari E20 merupakan jumlah dari *output* dan *input* yang terdapat pada PLC. PLC jenis ini dapat di implementasikan pada penggerak mekanisme alat industri, alat rumah tangga, dan tugas teknik lainnya, yang mana bersifat logika elektronika.

PLC Omron seri CP1E memiliki I/O sebanyak 20 yang dimana 12 *input* bisa diubah menjadi analog, yaitu bekerja dengan tegangan 5 sampai 24 volt dan memiliki *output* sebanyak 8 yang dimana masing-masing *output* tersebut juga memiliki *internal relay* yang bekerja dengan arus hingga 10 Ampere. PLC Omron seri CP1E bekerja dengan tegangan yang bisa diubah 100 sampai 240 VAC, Program memory: 2K *steps* (EEPROM), *Data memory* DM: 2K *words*. Dan memiliki minimal tegangan kerja 5 VDC dan maksimum tegangan kerja 24 VDC pada *input* PLC. Kemudian pada masing-masing *output* PLC memiliki *internal relay* yang memiliki maksimum arus kerja sebesar 10 Ampere. PLC Omron seri CP1E memiliki sistem program dengan menggunakan *software* pemrograman CX- Programmer.



Gambar 2.3 PLC Omron CP1E-E20 SDR-A

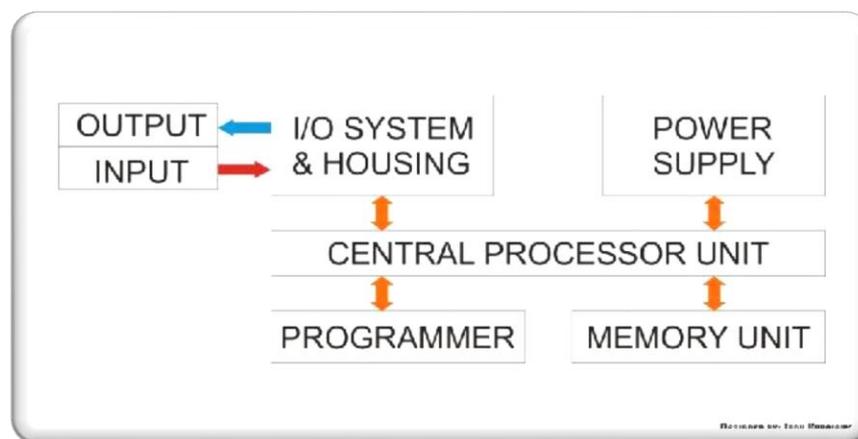
(Introduction Manual, omron, hlm. 03)

Tabel 2.1 Spesifikasi PLC Omron CP1E 20SDR-A

Nama	Spesifikasi
<i>Power Supply</i>	100 - 240 VAC ; 50/60 Hz
<i>Input</i>	12 port
<i>Output/ Output type</i>	8 port/Relay
<i>Program Capacity</i>	2k Steps
<i>External power supply</i>	24 VDC ; (300mA)
<i>Dimention</i>	150 x 90 x 85 mm (Width x Heightx Depth)
<i>Current Consumsption</i> (5 V/ 24 V)	0.16 A / 0.07 A
<i>Data memory capacity</i>	2K Words

2.3 Komponen Penyusun PLC

Pada umumnya, terdapat 5 (lima) komponen utama yang menyusun suatu PLC. Semua komponen tersebut harus ada untuk dapat menjalankan suatu PLC secara normal.



Gambar 2.4 Konfigurasi Komponen-Komponen PLC
(Ibhe, 2009)

Komponen-komponen utama dari suatu PLC, sebagai berikut:

2.3.1 Unit CPU (*Central Processing Unit*)

CPU berfungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian dalam PLC, melaksanakan program yang disimpan di dalam memori. Selain itu CPU juga memproses dan menghitung waktu memonitor waktu pelaksanaan perangkat lunak dan menterjemahkan program perantara yang berisi logika dan waktu yang dibutuhkan untuk komunikasi data dengan pemrogram. CPU merupakan bagian yang berfungsi sebagai otak bagi sistem. CPU berisi mikroprosesor yang menginterpretasikan sinyal-sinyal *input* dan melaksanakan tindakan-tindakan pengontrolan sesuai dengan program yang telah tersimpan, lalu mengkomunikasikan keputusan-keputusan yang diambilnya sebagai sinyal kontrol ke *output interface*. *Scan* dari program umumnya memakan waktu 70 ms, tetapi hal itu tergantung dari panjang pendeknya program serta tingkat kerumitannya.

2.3.2 Unit Memori

Memori di dalam PLC digunakan untuk menyimpan data dan program. Secara fisik, memori ini berupa *chip* dan untuk pengaman dipasang baterai *back-up* pada PLC. Unit memori ini sendiri dapat dibedakan atas 2 jenis, yaitu:

- *Volatile Memory*, adalah suatu memori yang apabila sumber tegangannya dilepas maka data yang tersimpan akan hilang . Karena itu memori jenis ini bukanlah media penyimpanan permanen. Untuk penyimpanan data dan program dalam jangka waktu yang lebih lama maka memori ini harus mendapat daya terus-menerus, hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan baterai. Ada beberapa jenis memori *volatil* yaitu RAM (*Random Access Memory*), SRAM (*Static RAM*) dan DRAM (*Dynamics RAM*).
- *Non-Volatile Memory*, merupakan kebalikan *Volatile Memory* yaitu suatu memori yang meski sumber tegangan dilepas data yang tersimpan tidak akan hilang. Salah satu jenis memori ini adalah ROM (*Read Only Memory*). Memori jenis ini hanya dapat dibaca saja dan tidak dapat di

tambah ataupun dirubah. Isi dari ROM berasal dari pabrik pembuatnya yang berupa sistem operasi dan terdiri dari program-program pokok yang diperlukan oleh sistem PLC. Untuk mengubah isi dari Rom maka diperlukan memori jenis: EPROM (*Erasable Programmable ROM*) yang dapat dihapus dengan mengekspos *chip* pada cahaya *ultra violet* pekat.

Memori yang terdapat dalam PLC berfungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi-lokasi dimana hasil-hasil perhitungan dapat disimpan di dalamnya. PLC menggunakan peralatan memori semi konduktor seperti RAM (*Random Acces Memory*), ROM (*Read Only Memory*), dan PROM (*Programmable Read Only Memory*). RAM mempunyai waktu akses yang cepat dan program-program yang terdapat di dalamnya dapat diprogram ulang sesuai dengan keinginan pemakainya. RAM disebut juga sebagai *volatile* memori, maksudnya program program yang terdapat mudah hilang jika *supply* listrik padam.

Demikian untuk mengatasi *supply* listrik yang padam tersebut maka diberi *supply* cadangan daya listrik berupa baterai yang disimpan pada RAM. Seringkali CMOS RAM dipilih untuk pemakaian *power* yang rendah. Baterai ini mempunyai jangka waktu kira-kira lima tahun sebelum harus diganti.

2.3.3. Unit Power Supply

Unit *power supply* atau unit catu daya diperlukan untuk mengkonversi tegangan masukan AC (220 Volt ~ 50 Hz) atau DC (24 Volt) sumber menjadi tegangan rendah DC 5 Volt yang dibutuhkan oleh prosesor dan rangkaian-rangkaian dalam *input/output interface*. Kegagalan dalam pemenuhan tegangan oleh *power supply* dapat menyebabkan kegagalan operasi PLC. Untuk itu diperlukan adanya baterai cadangan dengan tujuan agar pada saat *voltage=dropping*, data yang ada pada memori tidak hilang.

2.3.4. Unit *Programmer*

Komponen *programmer* merupakan alat yang digunakan untuk berkomunikasi dengan PLC. *Programmer* mempunyai beberapa fungsi yaitu :

- *RUN*, untuk mengendalikan suatu proses saat program dalam keadaan aktif.
- *OFF*, untuk mematikan PLC sehingga program dibuat tidak dapat dijalankan.
- *MONITOR*, untuk mengetahui keadaan suatu proses yang terjadi dalam PLC.
- *PROGRAM*, menyatakan suatu keadaan dimana *programmer*/monitor digunakan untuk membuat suatu program.

2.3.5. Unit *Input/Output*

Unit *Input/output* menyediakan antarmuka yang menghubungkan sistem dengan dunia luar, memungkinkan dibuatnya sambungan-sambungan/koneksi antara perangkat-perangkat *input*, semisal sensor, dengan perangkat *output*, semisal motor dan selenoida, melalui kanal-kanal *input/output*. Demikian pula, melalui unit *input/output*, program-program dimasukkan dari panel program. Setiap titik *input/output* memiliki sebuah alamat unik yang dapat digunakan oleh CPU.

2.4 Instruksi-instruksi dasar PLC

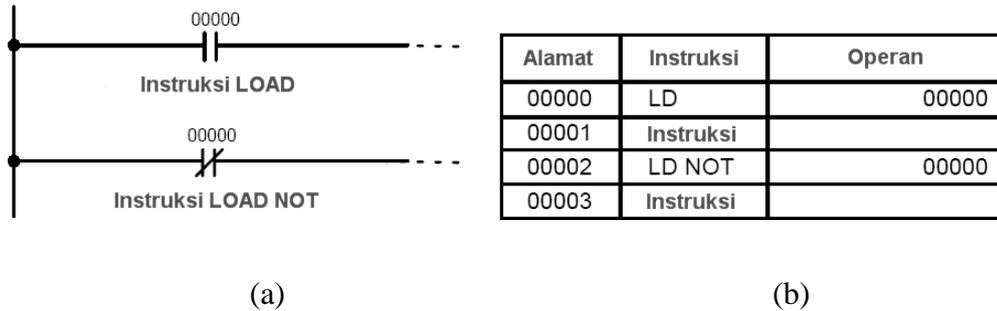
2.4.1 Instruksi-instruksi Tangga

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

1. LOAD (LD) dan LOAD NOT (LD NOT)

Instruksi LD merupakan kontak *Normally Open*, instruksi LD selalu muncul sebagai kontak yang pertama pada garis program. Pada diagram *ladder*, simbol LD merupakan kontak pertama dari bus line sisi kiri dan merupakan sinyal kondisi awal yang dibutuhkan untuk memproses suatu baris

program. Bila LD tidak bernilai *true* maka baris program tersebut tidak akan dilaksanakan. Sedang instruksi LD NOT kebalikan dari LD dimana kontaknya berupa *Normally Close*.



Gambar 2.5 Contoh Intruksi LD dan LD NOT

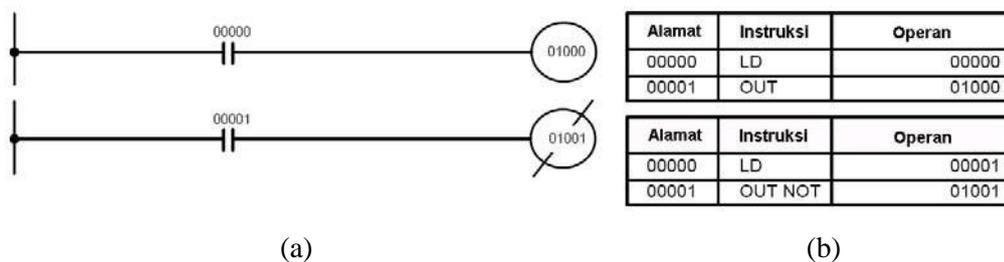
a.) *Ladder Diagram* LOAD dan LD NOT

b.) Alamat LD dan LD NOT

(M. Budiyanto, 2006)

2. *OUTPUT* dan *OUTPUT NOT*

Pada diagram *ladder*, simbol *OUTPUT* merupakan peralatan pertama dari bus line sisi kanan. Instruksi *OUTPUT* diaktifkan sebagai akibat dari sekumpulan sinyal kondisi *true*. Instruksi ini digunakan untuk mengontrol *bit* operan yang bersangkutan berkaitan dengan kondisi eksekusi (apakah ON atau OFF). Dengan menggunakan instruksi *OUTPUT*, maka *bit* operan akan menjadi ON jika kondisi eksekusinya juga ON. Sedangkan *OUTPUT NOT* akan menyebabkan *bit* operan menjadi ON bila kondisi eksekusinya OFF (kebalikan dari instruksi *OUTPUT*).



Gambar 2.6 Contoh penggunaan Intruksi OUT dan OUT NOT

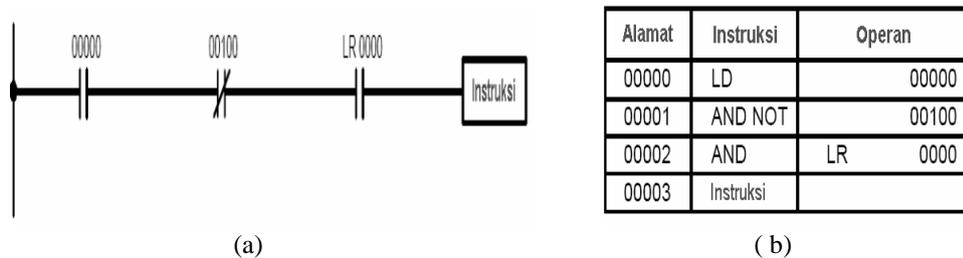
a.) *Ladder Diagram* OUT dan OUT NOT

b.) Alamat OUT dan OUT NOT

(M. Budiyanto, 2006)

3. AND dan AND NOT

Instruksi AND merupakan kontak *Normally Open*. Instruksi AND harus selalu didahului oleh sekurang-kurangnya satu kontak yang lain. Pada diagram *ladder*, simbol AND merupakan kontak ke dua atau ketiga dari bus line sisi kiri. Instruksi AND dapat dijelaskan dengan baik sebagai kontak NO dalam rangkaian seri dengan kontak-kontak sebelumnya. Instruksi AND memungkinkan banyaknya masukan dari sinyal-sinyal kondisi. Bila semua sinyal kondisi yang digunakan bernilai *true*, maka baris program tersebut akan dilaksanakan. Kebalikan dari instruksi AND adalah instruksi AND NOT dengan kontak *Normally Close*.



Gambar 2.7 Contoh penggunaan AND dan AND NOT

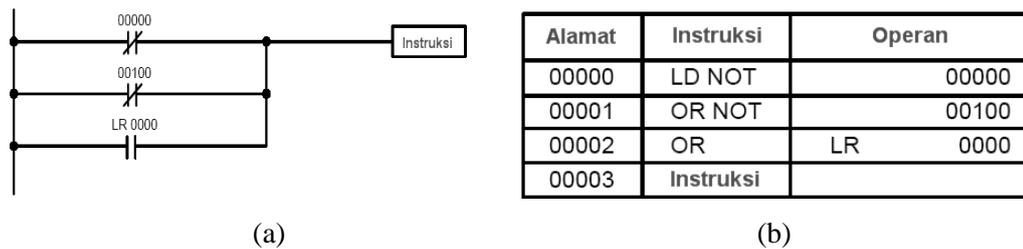
a.) *Ladder* Diagram AND dan AND NOT

b.) Alamat AND dan AND NOT

(M. Budiyanto, 2006)

4. OR dan OR NOT

Instruksi OR merupakan kontak *Normally Open*. Instruksi OR selalu muncul di bawah kontak pertama pada suatu garis program. Instruksi OR dapat dijelaskan dengan baik sebagai suatu kontak NO tunggal yang paralel dengan kontak pertama dari program *ladder*. Instruksi OR memungkinkan banyaknya masukan dari sinyal-sinyal kondisi. Bila semua sinyal kondisi yang digunakan tidak bernilai *true*, baris program tersebut tidak akan dilaksanakan. Bila ada bagian dari struktur yang bernilai *true* maka keseluruhan OR akan bernilai *true*. Instruksi OR NOT merupakan kebalikan dari instruksi OR dengan kontak yang beda yaitu kontak *Normally Close*.



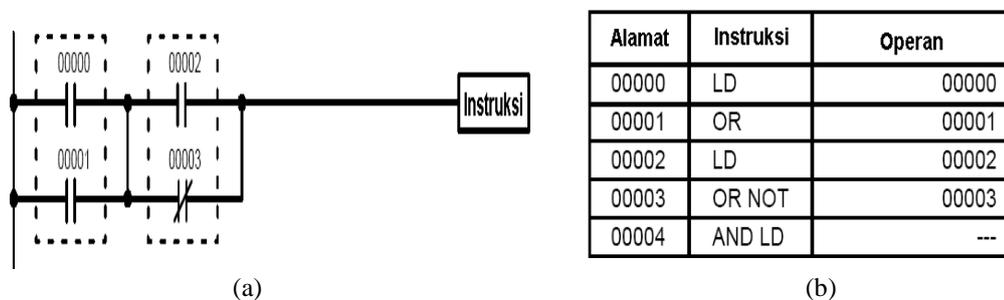
Gambar 2.8 Contoh penggunaan OR dan OR NOT
a.) Ladder Diagram OR dan OR NOT

b.) Alamat OR dan OR NOT

(M. Budiyanto, 2006)

2.4.2 Instruksi-instruksi Blok Logika

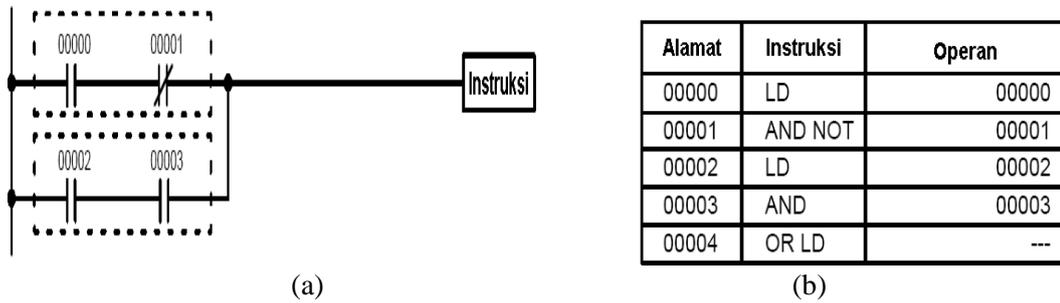
Instruksi blok ini ada dua macam yaitu AND LOAD dan OR LOAD. Instruksi-instruksi blok logik tidak berhubungan dengan suatu kondisi tertentu pada diagram tangga, melainkan untuk menyatakan hubungan antara blok-blok logik, misalnya instruksi AND LD akan meng-AND-logikkan kondisi eksekusi yang dihasilkan oleh dua blok logik secara seri, demikian juga dengan instruksi OR LD untuk meng-OR-logikkan kondisi eksekusi yang dihasilkan dua blok logik secara paralel.



Gambar 2.9.a Contoh penggunaan instruksi blok logik AND LD

a.) Ladder Diagram AND LD

b.) Alamat AND LD



Gambar 2.9.b Contoh penggunaan instruksi blok logik OR LD

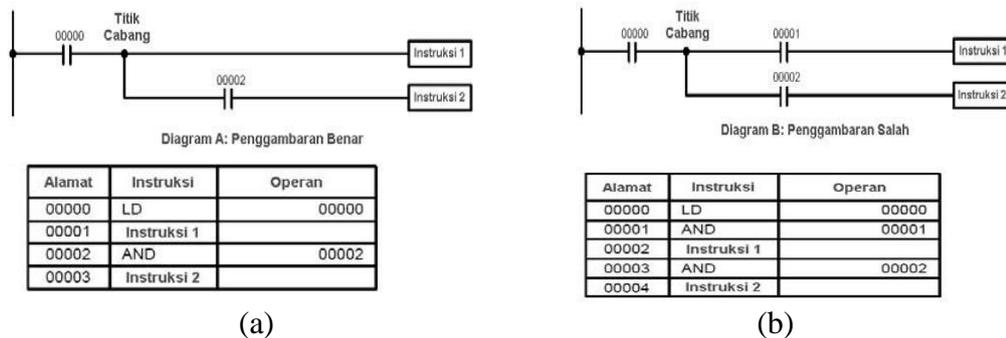
a.) Ladder Diagram OR LD

b.) Alamat OR LD

(M. Budiyanto, 2006)

2.4.3 Instruksi Garis Bercabang

Jika suatu garis instruksi harus bercabang dua atau lebih, adakalanya perlu menggunakan *bit* interlock atau TR untuk menjaga kondisi pada titik percabangan. Pada Gambar 2.4.1 ditunjukkan dua diagram tangga A dan B.



(a)

(b)

Gambar 2.10 Contoh diagram tangga dengan garis percabangan instruksi

a.) Ladder Diagram OUT dan OUT NOT

b.) Alamat OUT dan OUT NOT

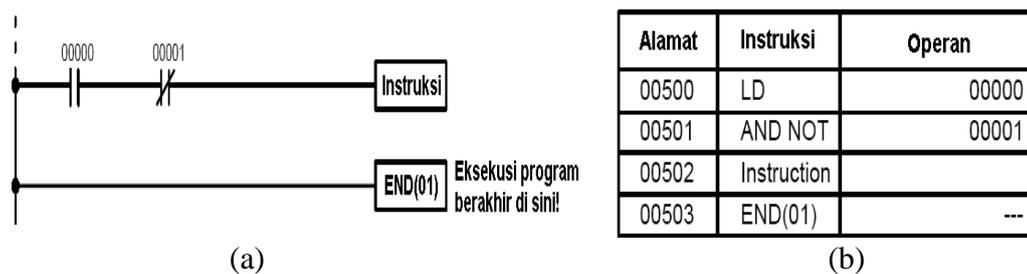
(M. Budiyanto, 2006)

Untuk titik percabangan A dapat dilakukan langsung karena kondisi eksekusi yang muncul pada titik cabang tidak dapat berubah sebelum kembali ke garis percabangannya dengan kata lain instruksi 1 tidak dapat mengubah kondisi eksekusi pada titik cabang, sehingga garis percabangan akan dikerjakan dengan benar. Tetapi untuk titik percabangan pada diagram B terdapat sebuah kondisi antara titik cabang dengan instruksi 1, hal ini menyebabkan kondisi eksekusi sebelum dan setelah kembali ke garis percabangan bisa beda, sebab

instruksi 1 dapat mengubah kondisi eksekusi titik cabang dengan IR000.01-nya jika selama proses ini IR000.01 mengalami perubahan kondisi, sehingga tidak mungkin mendapatkan hasil yang diinginkan. Maka harus dilakukan dengan bantuan *Temporary Relay* (TR) yang merupakan *relay* bantu, dimana TR dipergunakan untuk menyimpan sementara kondisi eksekusi pada titik cabang, agar kondisi eksekusi sebelum dan setelah kembali ke garis percabangan tidak mengalami perbedaan.

2.4.4 Instruksi END

Instruksi terakhir yang harus ditulis atau digambarkan dalam diagram tangga adalah instruksi END. CPU pada PLC akan mengerjakan semua instruksi dalam program dari awal (baris pertama) hingga ditemui instruksi END yang pertama, sebelum kembali lagi mengerjakan instruksi dalam program dari awal lagi, artinya instruksi-instruksi yang ada di bawah atau setelah instruksi END akan diabaikan. Hal yang perlu diperhatikan di sini adalah ketentuan kewajiban penulisan instruksi END, jika suatu diagram tangga atau program PLC tidak dilengkapi instruksi END, maka program tidak akan dijalankan sama sekali. Sehingga dapat dipahami bahwa instruksi END ini sangat penting dalam proses pengalamatan untuk mengakhiri suatu program yang telah dibuat.



Gambar 2.11 Contoh Penggunaan Instruksi END

a.) *Ladder* Diagram Intrukksi END

b.) Alamat END

(M. Budiyanto, 2006)

2.4.5 Instruksi *Timer*

Pewaktu atau *Timer* mempunyai satu masukan aktivasi pewaktu serta dua parameter yaitu *Timer* dan *Value*, *Timer* diisi dengan nomor pewaktu (512 buah : 000-511) dan *Value* diisi dengan nilai waktu tundaan dalam satuan 0,1 detik atau 100 milidetik, minimal 1 (100 milidetik) dan maksimal 9999 (999,9 detik).

Pewaktu akan diaktifkan jika kondisi eksekusi aktivasinya berubah menjadi ON dan akan direset (ke nilai *Value*) jika kondisi eksekusi aktivasinya berubah menjadi OFF. Sekali diaktifkan, pewaktu akan melakukan pewaktuan mundur dari *Value* ke 0 dalam satuan 100 milidetik sehingga status TIM000 berubah menjadi ON.

2.4.6 Instruksi *Counter*

Counter atau Pencacah memiliki 2 masukan yaitu CP dan R serta dua parameter yaitu Counter dan *Value*. Counter diisi dengan nomor pencacah yang akan digunakan (terdapat 512 buah : 000-511), sedangkan *Value* diisi dengan nilai cacahan minimal 0, maksimal 9999. Pencacah atau CNT digunakan untuk mencacah turun dari nilai *Value* hingga 0, jika kondisi eksekusi dari masukan CP-nya berubah dari OFF ke ON. Jika pencacahan sudah selesai dilakukan (sejumlah *Value*) maka status CNT akan berubah dari OFF menjadi ON dan status ON ini akan terus ON selama belum diaktifkan masukan RESET-nya (R), artinya jika R berubah dari OFF menjadi ON, maka isi *Value* akan dikembalikan ke nilai semula (sehingga CNT bisa mencacah lagi).

2.4.7 Instruksi DIFU dan DIFD

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

2.4.8 KEEP

Berfungsi untuk menahan keadaan/kondisi (contoh Q:100.000), terdiri dari dua *input* yaitu atas dan bawah, apabila bagian *input* atas mendapat pulsa high (*on* walaupun sebentar) maka akan mengaktifkan Q:100 dan tidak akan mati sebelum *input* reset (*input* bagian bawah) mendapat pulsa *high*.

2.5 Power Supply (Catu Daya)

Catu daya atau sering disebut dengan *Power Supply* adalah perangkat elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk perangkat lain. Secara umum istilah catu daya berarti suatu sistem penyearah-*filter* yang mengubah tegangan ac menjadi dc murni. Sumber DC seringkali dapat menjalankan peralatan elektronika secara langsung, meskipun mungkin diperlukan beberapa cara untuk meregulasi dan menjaga suatu ggl agar tetap meskipun beban berubah-ubah. Energi yang paling mudah tersedia adalah arus bolak-balik, harus diubah atau disearahkan menjadi dc berpulsa (*pulsating dc*), yang selanjutnya harus diratakan atau disaring menjadi tegangan yang tidak berubah-ubah. Tegangan dc juga memerlukan regulasi tegangan agar dapat menjalankan rangkaian dengan sebaiknya.

Secara garis besar, pencatu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu pencatu daya tak distabilkan dan pencatu daya distabilkan. Pencatu daya tak distabilkan merupakan jenis pencatu daya yang paling sederhana. Pada pencatu daya jenis ini, tegangan maupun arus keluaran dari pencatu daya tidak distabilkan, sehingga berubah-ubah sesuai keadaan tegangan masukan dan beban pada keluaran. Pencatu daya jenis ini biasanya digunakan pada peranti elektronika sederhana yang tidak sensitif akan perubahan tegangan. Pencatu jenis ini juga banyak digunakan pada penguat daya tinggi untuk mengkompensasi lonjakan tegangan keluaran pada penguat.

Pencatu daya distabilkan pencatu jenis ini menggunakan suatu mekanisme lolos balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya, bebas dari variasi tegangan masukan, beban keluaran, maupun dengung. Ada dua jenis yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran, antara lain:

1. Pencatu daya linier, merupakan jenis pencatu daya yang umum digunakan. Cara kerja dari pencatu daya ini adalah mengubah tegangan AC menjadi tegangan AC lain yang lebih kecil dengan bantuan Transformator. Tegangan ini kemudian disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah tegangan, dan di bagian akhir ditambahkan kondensator sebagai penghalus tegangan sehingga tegangan DC yang dihasilkan oleh pencatu daya jenis ini tidak terlalu bergelombang. Selain menggunakan diode sebagai penyearah, rangkaian lain dari jenis ini dapat menggunakan regulator tegangan linier sehingga tegangan yang dihasilkan lebih baik daripada rangkaian yang menggunakan dioda. Pencatu daya jenis ini biasanya dapat menghasilkan tegangan DC yang bervariasi antara 0 - 60 Volt dengan arus antara 0 - 10 Ampere.
2. Pencatu daya Sakelar, pencatu daya jenis ini menggunakan metode yang berbeda dengan pencatu daya linier. Pada jenis ini, tegangan AC yang masuk ke dalam rangkaian langsung disearahkan oleh rangkaian penyearah tanpa menggunakan bantuan transformer. Cara menyearahkan tegangan tersebut adalah dengan menggunakan frekuensi tinggi antara 10 KHz hingga 1 MHz, dimana frekuensi ini jauh lebih tinggi daripada frekuensi AC yang sekitar 50Hz. Pada pencatu daya sakelar biasanya diberikan rangkaian umpan balik agar tegangan dan arus yang keluar dari rangkaian ini dapat dikontrol dengan baik (*Shrader, 1991,hal:200-201*).

2.5.1 Prinsip Kerja Power Supply

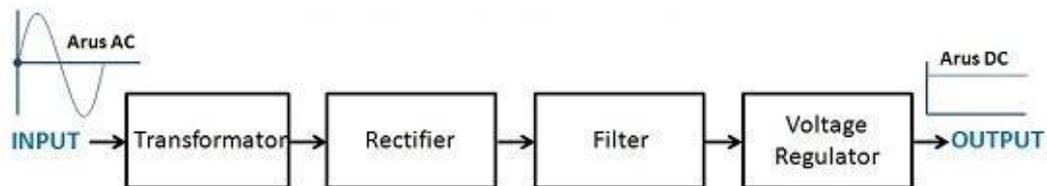
Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk arus bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus listrik melalui bentuk arus bolak-balik (AC) merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (*Direct Current*).

Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini

sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan *DC Power Supply* atau Catu daya.

Sebuah *DC Power Supply* atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 (empat) bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah *Transformer*, *Rectifier*, *Filter* dan *Voltage Regulator*.

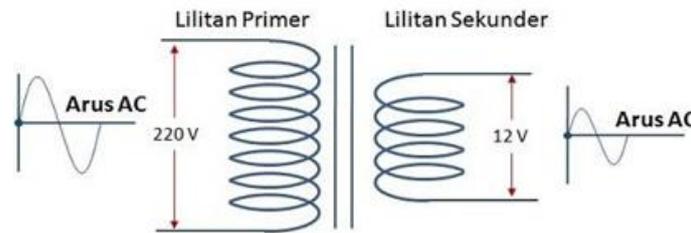
Sebelum dibahas lebih lanjut mengenai Prinsip Kerja *DC Power Supply*, sebaiknya diketahui terlebih dahulu blok-blok dasar yang membentuk sebuah *DC Power supply* atau Pencatu daya ini. Dibawah ini adalah Diagram Blok *DC Power supply* (Adaptor) pada umumnya.



Gambar 2.12 Blok Diagram *DC Power Supply*
(Dickson Kho, 2014)

a. *Transformator (Transformer Trafo)*

Transformator (Transformer) atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk *DC Power supply* adalah *Transformer* jenis *Step-down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor (*DC Power Supply*). *Transformator* bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder. Lilitan primer merupakan *input* dari pada *Transformator* sedangkan *Output*-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan, *Output* dari *Transformator* masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.

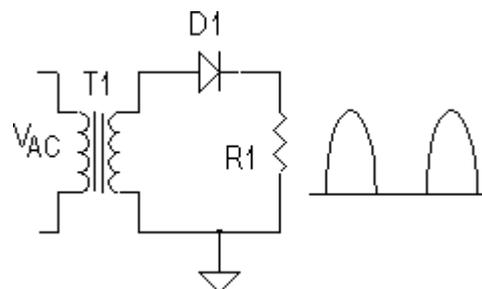


Gambar 2.13 Transformator / Trafo *Step Down*
(Dickson Kho, 2014)

b. Penyearah Gelombang (*Rectifier*)

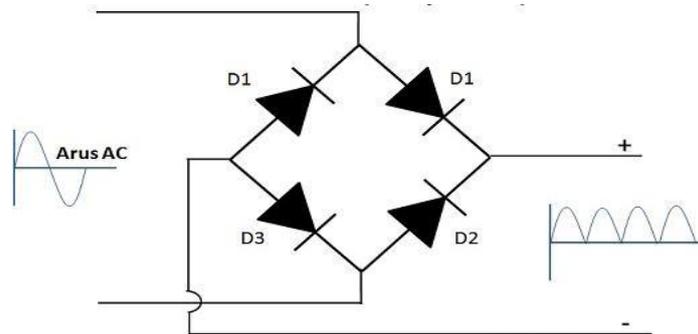
Rectifier atau penyearah gelombang adalah rangkaian elektronika dalam *Power supply* (catu daya) yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh Transformator *Step down*. Rangkaian *Rectifier* biasanya terdiri dari komponen Dioda. Terdapat 2 jenis rangkaian *Rectifier* dalam *Power Supply* yaitu “*Half Wave Rectifier*” yang hanya terdiri dari 1 komponen Dioda dan “*Full Wave Rectifier*” yang terdiri dari 2 atau 4 komponen dioda.

Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini. Transformator diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



Gambar 2.14 Rangkaian penyearah sederhana
(Shrader, 1991, hal:202)

Pada rangkaian ini, dioda berperan untuk hanya meneruskan tegangan positif ke beban RL. Ini yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh (*full wave*) diperlukan transformator dengan *center tap* (CT) seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.15 Rangkaian Penyearah DC *Power Supply*
(Dickson Kho, 2014)

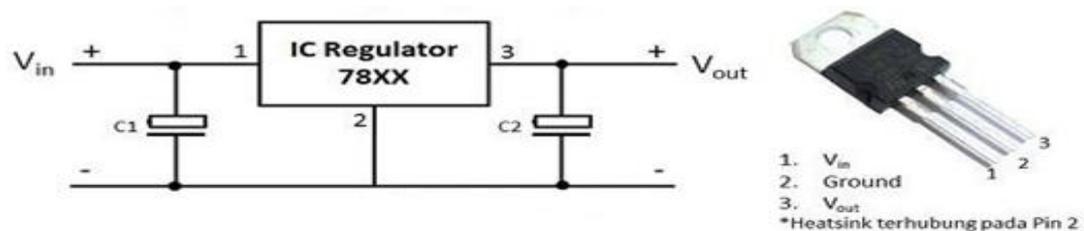
c. Penyaring (*Filter*)

Rangkaian DC *Power supply*, *filter* digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari *Rectifier*. *Filter* ini biasanya terdiri dari komponen Kapasitor (Kondensator) yang berjenis elektrolit atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*).

d. Pengatur Tegangan (*Voltage Regulator*)

Agar dapat menghasilkan Tegangan dan Arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan *Voltage Regulator* yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan *Output* tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan *input* yang berasal *Output Filter*. *Voltage Regulator* pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (*Integrated Circuit*).

Pada DC *Power Supply* yang canggih, biasanya *Voltage Regulator* juga dilengkapi dengan *Short Circuit Protection* (perlindungan atas hubung singkat), *Current Limiting* (Pembatas Arus) ataupun *Over Voltage Protection* (perlindungan atas kelebihan tegangan).



Gambar 2.16 Rangkaian Dasar IC *Voltage Regulator*
(Dickson Kho, 2014)

2.7 Lampu Indikasi (Pilot Lamp)

Lampu Indikasi atau *pilot lamp* sering digunakan untuk menandai bekerja atau tidaknya suatu peralatan atau komponen dari suatu rangkaian kontrol. Lampu indikasi ini mempunyai filamen dari wolfram dan sebuah resistansi yang dipasang seri dengan wolfram tersebut. Biasanya *pilot lamp* dipasang seri dengan kontak NO (*Normally Open*) jika digunakan untuk mengindikasikan suatu peralatan yang sedang bekerja. Sebaliknya jika lampu indikasi digunakan untuk mengindikasikan tidak bekerjanya suatu peralatan maka *pilot lamp* dipasang paralel dengan kontak NC (*Normally Close*). Lampu indikasi ini terdiri dari berbagai tegangan antara lain 220 VAC, 110 VAC, 48 VAC, 24 VDC dan 12 VDC.

Tabel 2.2 Kegunaan dari warna-warna Pilot Lamp

No	Kondisi Peralatan (Rangkaian)	Warna
1.	Peralatan berfungsi normal	Putih
2.	Posisi siap mulai bekerja	Hijau
3.	Perhatian atau hati-hati	Kuning
4.	Kondisi tidak normal	Merah



Gambar 2.17 Lampu Indikasi (Pilot Lamp)

(Puspita, 2016)

2.8 Saklar

Saklar adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan suatu rangkaian listrik. Dalam kondisi ON atau tertutup saklar mempunyai nilai resistansi yang sangat kecil sehingga arus dapat

dialirkan. Dan pada saat kondisi terbuka atau OFF saklar mempunyai resistansi yang cukup besar atau tak terhingga sehingga arus tidak dapat dialirkan



Gambar 2.18 Saklar

(Handayani, 2015)

2.9 Tombol Tekan (*Push Button*)

Prinsip kerja dari tombol tekan ini cukup sederhana yaitu apabila tombol ditekan lalu dilepas maka posisinya akan kembali seperti semula, jadi hanya memberikan impuls sesaat. Pada tombol tekan ini terdapat dua buah kontak yaitu kontak NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Kontak NO akan menutup jika tombol ditekan dan kontak NC akan membuka pula.



Gambar 2.19 *Push Button*

(Handayani, 2015)

2.10 Emergency Switch

Sesuai dengan namanya yaitu *Emergency Switch* atau tombol darurat. Jadi alat ini digunakan pada situasi situasi darurat darurat saja. Mekanismenya adalah apabila alat ini ditekan maka listrik pada sistem kontrol akan terputus dan bila tombol ini diletakkan atau berada pada mesin maka jika tombol ini ditekan maka mesin itu akan berhenti. Contohnya apabila pada saat keadaan suatu mesin yang dijalankan itu tidak bekerja untuk sebagaimana mestinya maka dalam keadaan darurat dapat langsung menekan tombol *emergency* atau apabila ada seorang operator mengalami sebuah kecelakaan kerja maka operator lain yang mungkin tidak tahu menahu tentang mesin tersebut dapat menolong dengan cara menekan tombol *emergency* ini.



Gambar 2.20 *Emergency Switch*

(Puspita, 2016)

Mengenai instalasi atau wiringnya ada dua tipe yaitu menggunakan PLC atau menggunakan sistem wiring konvensional (*wiring* berbasis *relay*). Dalam menggunakan PLC maka dapat memilih kontak NO atau NC yang akan anda gunakan untuk sebagai *input* ke PLC jika NO maka menggunakan kontak NC di program jika yang sebagai masukan ke *input* PLC adalah NC maka anda harus menggunakan kontak NO di program PLC yang anda buat. Jika pemasangan tombol *emergency* ini pada rangkaian konvensional maka dapat menggunakan kontak NC *emergency* ini untuk diseri dengan MCB.

2.11 Rumus Menghitung Arus Listrik

Rumus yang umum digunakan untuk menghitung arus listrik berdasarkan beban dan tegangan yang diketahui dari rangkaian listrik adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{I = \frac{P}{V}} \quad \dots (2.1)$$

Keterangan:

I = Arus Listrik (Ampere)

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)