

## BAB II

### Tinjauan Pustaka

#### 2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Pada dunia industri otomasi kebutuhan akan sistem dan kontroler yang baik, efektif dan efisien adalah sebuah keharusan. Sebagai suatu kontroler PLC (*Programmable Logic Control*) dapat memberikan solusi yang diinginkan. PLC (*Programmable Logic Controller*) memiliki kelebihan diantaranya mudah dalam melakukan pemrograman, lebih kuat terhadap kondisi lingkungan dan mudah dalam melakukan *troubleshooting*.

Penelitian tentang rancang bangun sistem *cooling tower*. *Cooling Tower* merupakan alat dari sebuah pabrik semen yang digunakan untuk mendinginkan material yang melewatinya dengan menyemprotkan air dengan percikan halus, dipabrik semen *Cooling Tower* sangat berguna sekali untuk mendapatkan temperatur kerja yang dibutuhkan dalam kelancaran proses produksi. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan teknologi PLC dan *Scada* memungkinkan temperatur kerja *Cooling Tower* dapat diatur dan dikontrol sedemikian rupa sehingga memenuhi temperatur kerja yang dibutuhkan (Efendi, 2013).

Pengeringan blanket (karet) pada perusahaan crum rubber masih banyak yang menggunakan peralatan pengeringan yang konvensional sehingga membuat produktivitas karet yang dihasilkan tidak optimal selain itu juga proses ini kurang efisien dan efektif sehingga dibutuhkan proses pengeringan yang otomatis. Proses monitoring tersebut dapat diawasi dari jarak jauh dimana data suhu dan

kelembaban blanket dapat langsung dipantau. Pada penelitian ini dirancang prototipe sistem SCADA menggunakan perangkat lunak Proficy HMI/SCADA iFIX 5.0. dan PLC WAGO 750-842 sebagai RTU (Remote Terminal Unit) yang mengirimkan sinyal kendali dari peralatan di lapangan dan mengirimkan data ke MTU (Master Terminal Unit). Hasil pengujian waktu respon – yaitu waktu yang dibutuhkan oleh SCADA untuk menampilkan status terbaru semenjak tombol perintah mencapai 0,498 detik. Sehingga data suhu dan kelembaban yang ada di lapangan bisa langsung di monitoring secara real time( Bhakti, 2012).

Penelitian tentang sebuah miniatur sistem kontrol terdistribusi berupa "*weight feeder*". Perencanaan dan perancangan sistem ini digunakan dengan mengintegrasikan 2 PLC yang berbeda untuk mengontrol suatu plant yang berupa pengendalian suatu "*weight feeder*" dengan menggunakan sistem pengendalian dan monitoring yang dibangun dengan menggunakan *Supervisory Control And data Acquisition* (SCADA) yang berbasis PLC dengan tujuan untuk memudahkan *user* dalam proses *monitoring* dan kontrol sehingga dapat menjadi *Human Machine Interface* (HMI) antara operator (manusia) dengan PLC dalam jarak jauh/*remote*, sedangkan untuk *Human Machine Interface* (HMI) antara operator (manusia) dengan PLC dalam jarak dekat/*local* digunakan Magelis Touch Screen (Firaz, 2010).

Sebuah miniatur sistem kontrol terdistribusi berupa "*weight feeder*". Perencanaan dan perancangan sistem ini digunakan dengan mengintegrasikan 2 PLC yang berbeda untuk mengontrol suatu plant yang berupa pengendalian suatu "*weight feeder*" dengan menggunakan sistem pengendalian dan monitoring yang dibangun dengan menggunakan *Supervisory Control And Data Acquisition*

(SCADA) yang berbasis PLC dengan tujuan untuk memudahkan *user* dalam proses *monitoring* dan kontrol sehingga dapat menjadi *Human Machine Interface* (HMI) antara operator (manusia) dengan PLC dalam jarak jauh/*remote*, sedangkan untuk *Human Machine Interface* (HMI) antara operator (manusia) dengan PLC dalam jarak dekat/*local* digunakan Magelis Touch Screen (Hanzen, 2010).

Analisis pembebanan prototipe sistem pemisah barang berdasarkan keninggian berbasis PLC ini, dengan tegangan power supply sebesar 12 Volt DC untuk menjalankan sistem prototipe, didapatkan bahwa beban yang mampu dilewatkan pada masing-masing konveyor adalah beban mulai dari 10-120 gr dengan arus yang dibutuhkan secara keseluruhan 2.15 A, tegangan yang dibutuhkan adalah sebesar 12Vdc  $\pm$  8.99%, waktu yang dibutuhkan oleh sistem dengan waktu minimal = 177ms dan waktu maksimal = 285ms dimana penggerak yang digunakan adalah motor DC 12 Volt dengan dikopel oleh van-belt karet elastis 5mm. Jika melebihi dari beban yang disarankan diatas, maka ada beberapa konveyor yang tidak bisa bergerak dikarenakan kelebihan beban, yaitu pada konveyor miring dengan sudut 30°, motor pemindah dan motor pemisah yang menjadikan kinerja sistem kurang optimal (Kusuma, 2009).

Penelitian tentang Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sebuah trainer simulator Programmable Logic Controller (PLC) dengan contoh aplikasi sistem otomasi pencampur warna serta rancangan Human Machine Interface (HMI). Simulator ini dirancang untuk mendeskripsikan sebuah sistem kerja pencampur warna otomatis dengan fungsi sebagai media pembelajaran yang mudah dipahami. Sistem kendali yang digunakan adalah PLC Omron dengan tipe CP1L dengan program ladder diagram yang dirancang

dengan aplikasi komputer Cx Programmer, serta rancangan media komunikasi antara mesin dengan operator menggunakan perangkat lunak Cx Designer. Berdasarkan hasil uji kinerja, trainer dapat bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang ditetapkan. Diharapkan perancangan trainer simulator PLC ini mampu memberikan kemudahan dalam mempelajari sistem otomasi industri berbasis PLC dan HMI(Gumelar,2013).

Berdasarkan penelitian diatas, maka pada penelitian ini akan merancang suatu sistem pemasakan ban (*Curing*) PLC (berbasis *programmable logic control*).

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Sejarah PLC (*Programmable Logic Control*)**

PLC (*programmable logic control*) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh Modicon (sekarang bagian dari *Gould Electronics*) for *general motors hydermatic division*. Kemudian beberapa perusahaan seperti Allan Bready, General Electric, GEC, Siemens dan Westinghouse memproduksi dengan harga standar dan kemampuan kerja tinggi. Pemasaran PLC (*programmable logic control*) dengan harga rendah didominasi oleh perusahaan jepang seperti Mitsubishi, Omron, dan Toshiba. Definisi yang tepat untuk PLC (*programmable logic control*) adalah suatu peralatan elektronika digital yang dapat dilakukan pemrograman untuk menyimpan instruksi-instruksi dan melaksanakan fungsi khusus seperti logika, sekuensial, *timer*, *counter* dan aritmatika untuk kontrol mesin dan proses. Sebelum PLC (*programmable logic control*) telah banyak peralatan kontrol sekuensial, semacam *cam shaft* dan *drum controller*. Ketika *relay* muncul, panel kontrol dengan *relay* menjadi kontrol

sekuensial utama. Ketika transistor muncul, *solid state relay* diterapkan pada bidang yang *relay* elektromagnetik tidak cocok diterapkan seperti kontrol dengan kecepatan tinggi. Sekarang sistem kontrol sudah meluas sampai keseluruhan pabrik dan sistem kontrol total dikombinasikan dengan kontrol *feedback*, pemrosesan data dan sistem monitor terpusat. Sistem kontrol logika konvensional tidak dapat melakukan beberapa kasus digital, dan PLC (*programmable logic control*) diperlukan untuk itu. Sedangkan kini persaingan industri makin meningkat, efisiensi produksi secara umum dianggap sebagai kunci sukses. Efisiensi produksi meliputi area yang luas seperti :

1. Kecepatan peralatan produksi dan *line* produksi dapat diset untuk membuat suatu produk.
2. Menurunkan biaya material dan upah kerja dari suatu produk. Meningkatkan kualitas dan menurunkan *reject*.
3. Meminimalkan *downtime* dan biaya peralatan lebih murah.

PLC (*programmable logic control*) merupakan sistem yang dapat memanipulasi, mengeksekusi, atau memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat dengan dasar data yang bisa diprogram dalam sistem berbasis mikroprosesor integral. PLC (*programmable logic control*) menerima masukan dan menghasilkan keluaran sinyal-sinyal listrik untuk mengendalikan suatu sistem. Dengan demikian besaran-besaran fisika dan kimia yang dikendalikan sebelum diolah oleh PLC (*programmable logic control*) akan diubah menjadi sinyal listrik baik analog maupun digital yang merupakan data dasarnya. Karakter proses yang dikendalikan oleh PLC (*programmable logic control*) sendiri merupakan proses yang sifatnya bertahap, yakni proses itu berjalan urut untuk

mencapai kondisi akhir yang diharapkan. Dengan kata lain proses itu terdiri beberapa subproses, dimana subproses tertentu akan berjalan sesudah subproses sebelumnya terjadi. Istilah umum yang digunakan untuk proses yang berwatak demikian ialah proses sekuensial (*sequential process*). Sistem kontrol yang populer selain PLC (*programmable logic control*) misalnya DCS (*Distributed Control System*) mampu menangani proses-proses yang bersifat sekuensial dan juga kontinu (*continuous process*) serta mencakup loop kendali yang relatif banyak.

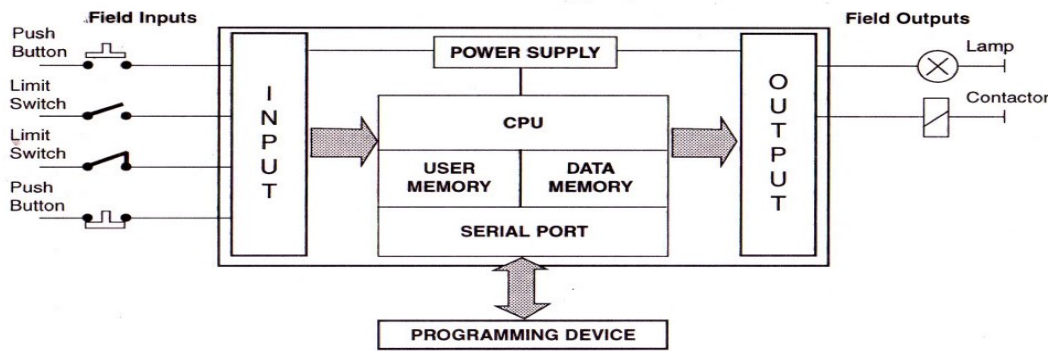


Gambar 2.1 PLC OMRON CJ2M

### 2.2.2 Prinsip Kerja PLC

Secara umum, PLC (*programmable logic control*) terdiri dari dua komponen penyusun utama (Gambar2.2)

1. *Central Processing Unit* ( CPU )
2. Sistem antarmuka *input/ output*

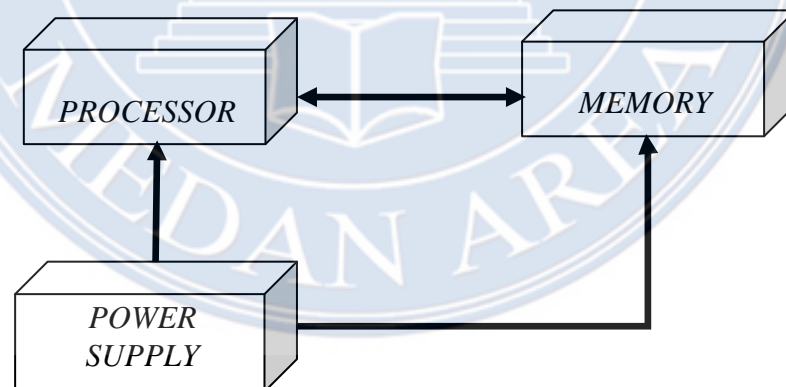


Gambar 2.2 Diagram Blok PLC (*programmable logic control*)

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC (*programmable logic control*). Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini.

1. *Processor*
2. *Memory*
3. *Power supply*

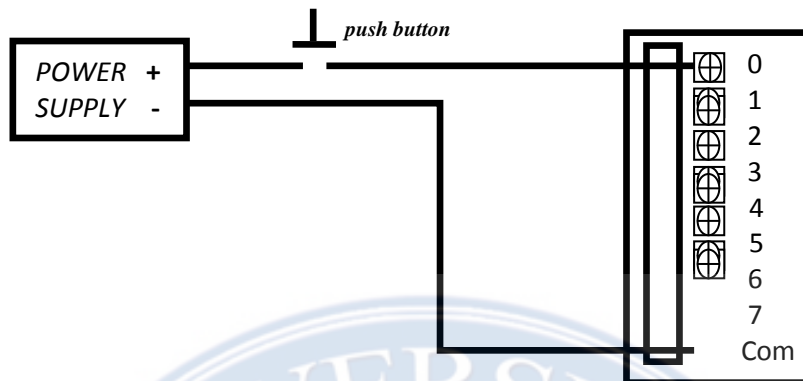
Interaksi antara ketiga komponen ini dapat dilihat pada gambar 2.3



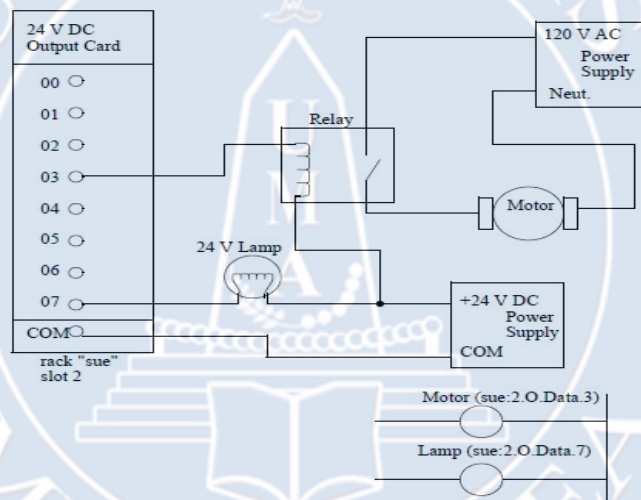
Gambar 2.3 Blok Diagram CPU Pada PLC

Pada dasarnya, operasi PLC (*programmable logic control*) relatif sederhana, peralatan luar dikoneksikan dengan modul *input/ output* pada PLC

(programmable logic control) yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor analog, *push button*, *limit switch*, *motor starter*, solenoid, lampu dan sebagainya.



Gambar 2.4 Koneksi Peralatan Dengan Modul *Input*

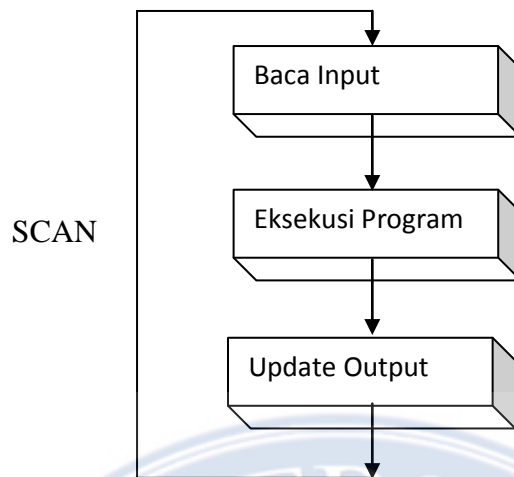


Gambar 2.5 Koneksi Peralatan Dengan Modul *Output* PLC

Selama prosesnya, CPU melakukan tiga operasi utama

1. membaca data masukan dari perangkat luar via modul *input*
2. mengeksekusi program kontrol yang tersimpan di memori PLC (*programmable logic control*)
3. meng-*update* atau memperbaharui data pada modul *output*. Ketiga proses tersebut dinamakan *scanning*, seperti terlihat pada Gambar 2.6

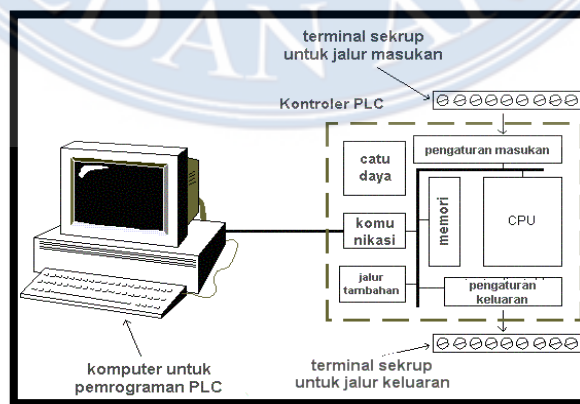




Gambar 2.6 Ilustrasi Scanning

### 2.2.3 Komponen PLC (*programmable logic control*)

Pada kebanyakan PLC (*programmable logic control*) merupakan suatu mikrokontroler yang digunakan untuk keperluan industri. PLC (*programmable logic control*) dapat dikatakan sebagai suatu perangkat keras dan lunak yang dibuat untuk diaplikasikan dalam dunia industri. Secara umum PLC (*programmable logic control*) memiliki bagian-bagian yang sama dengan komputer maupun mikrokontroler, yaitu CPU, memori dan I/O. Susunan komponen PLC (*programmable logic control*) dapat dilihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Komponen PLC (*programmable logic control*)

1. CPU (*Central processing unit*)

CPU merupakan pengatur utama merupakan otak PLC (*programmable logic control*), CPU berfungsi untuk melakukan komunikasi dengan PC, Interkoneksi pada setiap bagian PLC (*programmable logic control*), mengeksekusi program, serta mengatur *input/ output* sistem.

2. Memori

Memori merupakan tempat penyimpanan data sementara dan menyimpan program yang harus dijalankan, dimana program tersebut merupakan hasil terjemahan dari *ladder diagram* yang dibuat oleh pengguna, sistem memori pada PLC (*programmable logic control*) juga mengarah pada teknologi *flash* memori, dengan menggunakan *flash* memori maka sangat mudah bagi pengguna untuk melakukan *programming* maupun *reprogramming* secara berulang-ulang, selain itu pada *flash* memori juga terdapat EPROM yang dapat dihapus berulang-ulang. Sistem memori dibagi blok-blok di mana masing-masing blok memiliki fungsi sendiri. Beberapa bagian dari memori digunakan untuk menyimpan status dari *input* dan *output*, sementara bagian memori yang lain di gunakan untuk menyimpan variabel yang digunakan pada program seperti nilai *timer* dan *counter*.

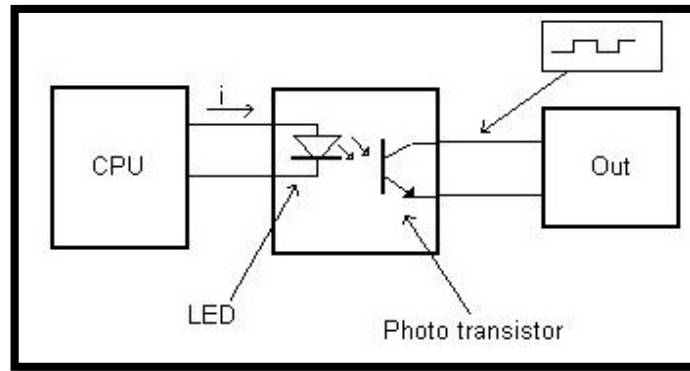
3. Catu daya pada PLC (*programmable logic control*)

Catu daya (*Power supply*) digunakan untuk memberikan tegangan pada PLC. Tegangan masukan pada PLC biasanya sekitar 24 VDC atau 110 sd 220 VAC pada PLC yang besar, catu daya biasanya diletakan terpisah. Catu daya tidak digunakan untuk memberikan daya secara langsung ke *input* maupun *output*, yang berarti *input* dan *output* murni merupakan saklar. Jadi

pengguna harus menyediakan sendiri catu daya untuk *input* dan *output* PLC (*programmable logic control*) itu agar tidak rusak.

4. Rangkaian tipikal *input* pada PLC (*programmable logic control*)

Kemampuan suatu sistem otomatis bergantung pada kemampuan PLC (*programmable logic control*) dalam membaca sinyal dari berbagai piranti input misalnya sensor, untuk mendeteksi suatu proses atau kejadian tertentu yang tepat untuk masing-masing kondisi. Dengan kata lain sinyal input dapat berlogika 0 atau 1 (on/ off) maupun analog. PLC (*programmable logic control*) yang berukuran kecil biasanya hanya mempunyai jalur *input* digital sedangkan yang berukuran besar mampu menerima *input* analog. Sinyal analog yang sering dijumpai adalah sinyal arus 4-20 MA. Selain itu peralatan lain juga dapat digunakan sebagai *input*, seperti video maupun robot sebagai contoh robot dapat memberikan sinyal PLC (*programmable logic control*) jika robot telah selesai melaksanakan tugasnya. Pada jalur *input* PLC (*programmable logic control*) sebenarnya memiliki antarmuka yang terhubung pada CPU. Antarmuka ini digunakan untuk menjaga agar sinyal-sinyal yang tidak diinginkan tidak masuk ke dalam CPU agar menjadi sama dengan CPU. Sebagai contoh jika menerima *input* dari sensor yang memiliki tegangan kerja sebesar 24 VDC maka harus dikonversi dulu menjadi 5 VDC agar sesuai dengan tegangan kerja pada CPU. Rancangan antarmuka PLC (*programmable logic control*) ini dapat di lihat pada gambar 2.4 antarmuka *input* PLC (*programmable logic control*). Rangkaian antarmuka *input* pada gambar 2.4 dinamakan rangkaian opto-isolator yang artinya tidak ada hubungan kabel dengan dunia luar.



Gambar 2.8 Antarmuka *Input* PLC (*programmable logic control*)

Cara kerja opto-isolator ini dapat dijelaskan sebagai berikut, ketika bagian *input* menerima sinyal maka akan mengakibatkan LED mengalami on sehingga photo-transistor menerima cahaya dan akan menghantarkan arus on sehingga tegangannya drop di bawah 1 volt. Hal ini akan menyebabkan CPU membaca logika 0 begitu juga sebaliknya.

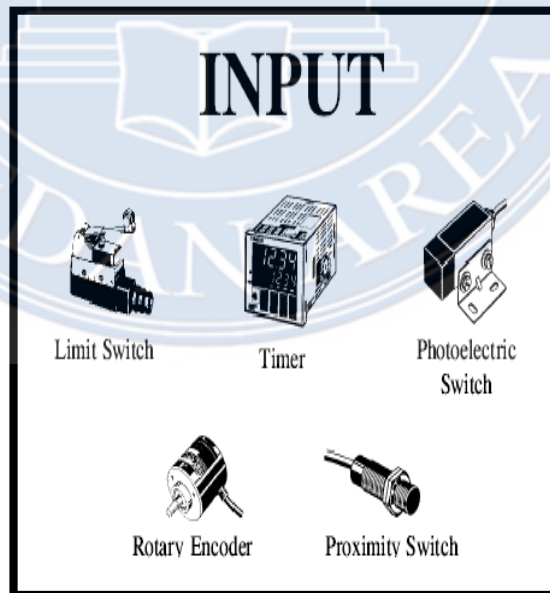
5. Rangkaian tipikal *output* pada PLC (*programmable logic control*)

Suatu sistem otomatis tidak akan lengkap jika suatu sistem tersebut tidak memiliki jalur *output*. *Output* sistem ini dapat berupa analog maupun digital. *Output* analog digunakan untuk menghasilkan sinyal analog sedangkan *output* digital digunakan untuk menghubungkan dan memutus jalur. Contoh piranti *output* yang sering dipakai dalam PLC (*programmable logic control*) adalah motor, *relay*, solenoid, lampu, sensor, speaker. Seperti pada rangkaian *input* PLC (*programmable logic control*), pada *output* PLC (*programmable logic control*) juga dihubungkan suatu antarmuka yang digunakan untuk melindungi CPU dari peralatan *eksternal*. Antarmuka *output* PLC sama dengan antarmuka yang digunakan pada *input* PLC (*programmable logic control*). Antarmuka *output* PLC (*programmable logic control*).

*control*) dapat dilihat pada gambar 2.8 (*input* diganti *output*) cara kerja dari antarmuka *output* sama dengan antarmuka *input*.

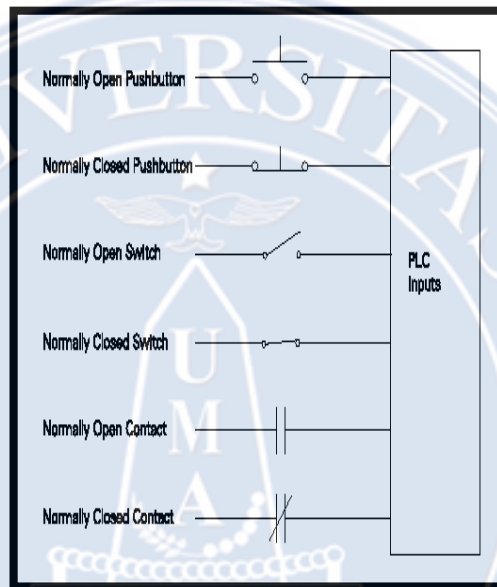
#### 2.2.4 Device Input Dan Device Output Pada PLC

*Device input* merupakan perangkat keras yang digunakan untuk memberikan sinyal kepada modul masukan. Sistem PLC memiliki jumlah *device input* sesuai dengan sistem yang diinginkan. Fungsi dari *device input* untuk memberikan perintah khusus sesuai dengan kinerja *device input* yang digunakan misalnya untuk menjalankan atau menghentikan motor. Dalam hal tersebut seperti misalnya *device input* yang digunakan adalah *push button* yang bekerja secara *normally open* (NO) ataupun *normally close* (NC). Ada bermacam-macam *device input* yang dapat digunakan dalam pembentukan suatu sistem kendali seperti misalnya *selector switch*, *foot switch*, *flow switch*, *level switch*, *proximity sensors*, *timer* dan lain-lain.



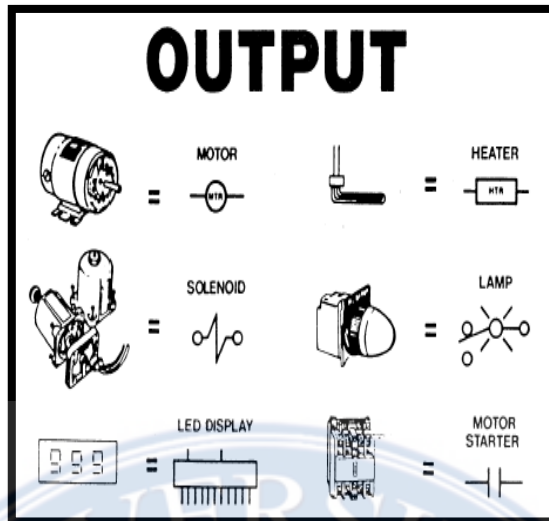
Gambar 2.9 memperlihatkan beberapa *device input*.

*Device input* disebut juga sebagai masukan digital merupakan masukan yang baik dalam kondisi ON atau OFF. *Push button*, *toggle switch*, *limit switch* adalah contoh sensor diskrit yang dihubungkan ke PLC (*programmable logic control*) atau digital *input diskrit*. Dalam kondisi ON *input diskrit* dapat disebut sebagai logika 1 atau logika tinggi. Dalam kondisi OFF *input diskrit* dapat disebut sebagai logika 0 atau logika rendah.



Gambar 2.10 Simbol-Simbol Logika *Input* Pada PLC

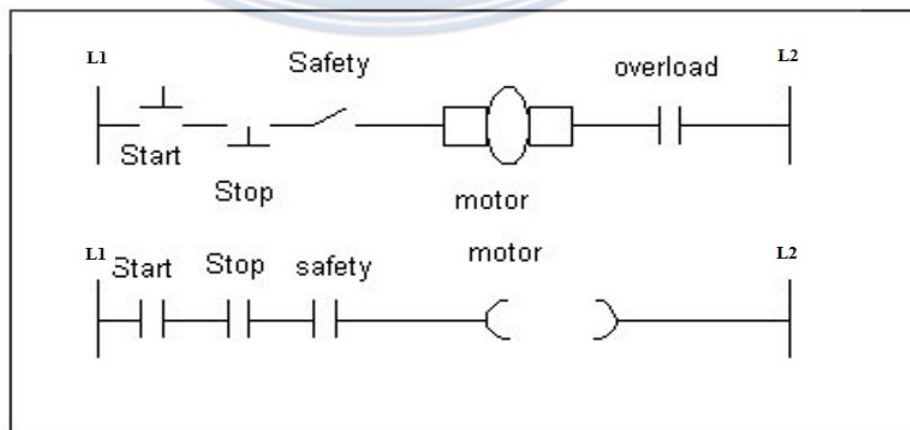
*Device output* adalah komponen-komponen yang memerlukan sinyal untuk mengaktifkan komponen tersebut. Sistem PLC (*programmable logic control*) mempunyai beberapa *Device output* seperti motor listrik, lampu indikator, sirine. Gambar 2.11 memperlihatkan contoh simbol dari *Device output* yang sering digunakan.



Gambar 2.11 *Device Output*

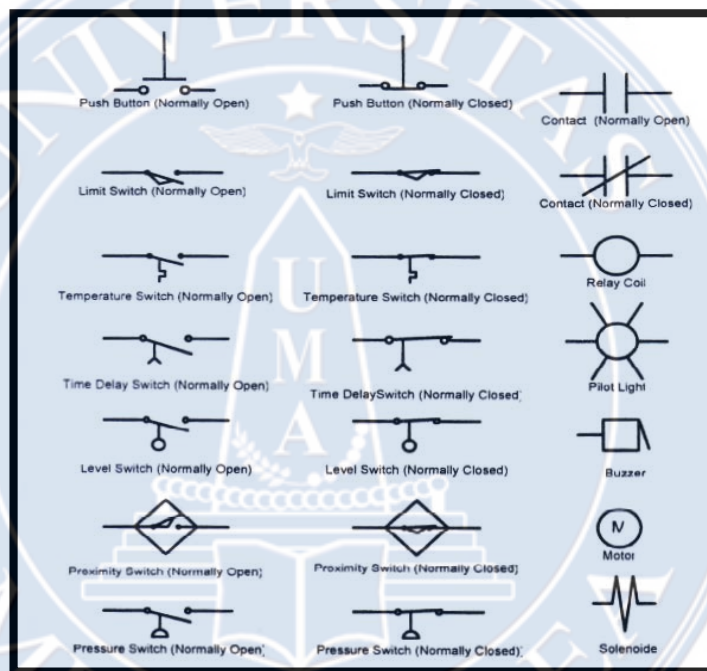
### 2.2.5 Diagram Ladder

Diagram *ladder* atau diagram satu garis adalah satu cara untuk menggambarkan proses kontrol sekuensial yang umum dijumpai di industri. Diagram ini mempresentasikan interkoneksi antara perangkat *input* dengan perangkat *output* sistem kontrol. Dinamakan diagram *ladder* (tangga) karena diagram ini mirip dengan tangga. Seperti halnya sebuah tangga yang memiliki sejumlah anak tangga, diagram ini juga memiliki anak-anak tangga tempat setiap peralatan dikoneksikan, gambar 2.12 berikut memperlihatkan salah satu contoh diagram *ladder* elektromekanis sederhana dengan sebuah anak tangga.



Gambar 2.12 Contoh Diagram *Ladder* Elektromekanis Sederhana

Garis vertikal pada diagram *ladder* yang ditandai dengan L1 dan L2, pada dasarnya adalah sumber atau *line* tegangan yang dapat berupa sumber AC atau sumber tegangan DC. Jika *line* tersebut mempersentasikan sebuah sumber AC maka L1 sering diartikan sebagai *line fase* dan L2 sebagai netral. Sedangkan jika L1 mempersentasikan sumber DC maka L1 merupakan terminal positif dan L2 adalah terminal negatif atau *ground*.



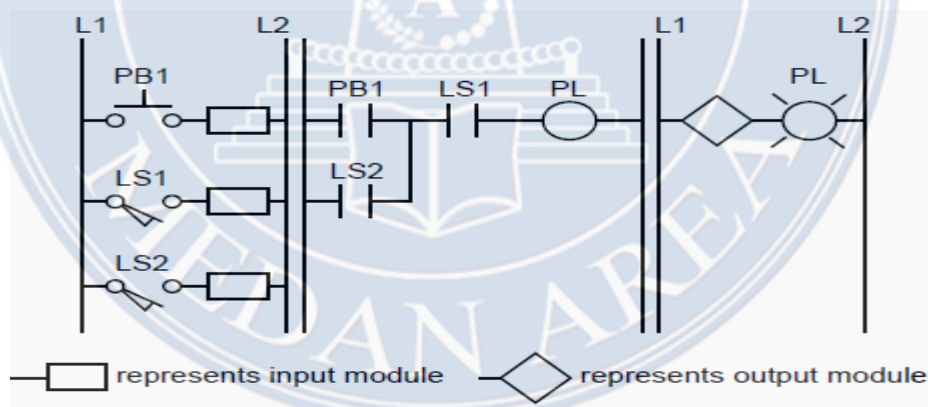
Gambar 2.13 Beberapa Simbol Standar Peralatan Listrik

Untuk kasus pada gambar 2.12 lampu PL akan menyala jika dua kondisi ini terpenuhi, *push button* 1 (PB1) ditekan dan *limit swith* (LS1) tertutup, atau kedua *limit switch* LS1 dan LS2 tertutup (dalam dua kondisi tersebut akan ada aliran daya dari L1 ke L2 lewat lampu PL). Perlu diperhatikan bahwa dalam diagram *ladder* elektromekanis ini, perangkat *input/ output* sistem kontrol digambarkan dengan simbol-simbol perangkat standar secara langsung,



gambar 2.13 memperlihatkan beberapa simbol peralatan listrik yang umum dijumpai dalam diagram *ladder* elektromekanis.

Pada awalnya diagram *ladder* ini digunakan untuk mempersentasikan rangkaian logika kontrol secara *hardwired* untuk mesin-mesin atau peralatan. Karena luasnya pemakaian maka diagram tersebut menjadi standar pemrograman kontrol sekuensial yang banyak ditemui di industri. Rangkaian diagram *ladder* elektromekanis yang bersifat *hardwired* ini pada dasarnya secara langsung dapat diimplementasikan dengan menggunakan PLC (*programmable logic control*). rangkaian logika kontrol pada program diimplementasikan secara *softwired* dengan menggunakan *software*. Gambar 2.14 di bawah ini memperlihatkan tranformasi diagram *ladder* untuk gambar 2.12 ke dalam format diagram *ladder* PLC (*programmable logic control*).

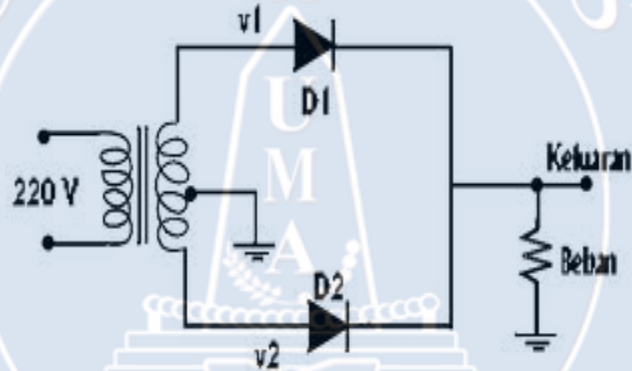


Gambar 2.14 Tranformasi Diagram *Ladder* Dari Gambar 2.12

## 2.2.6 Catu Daya

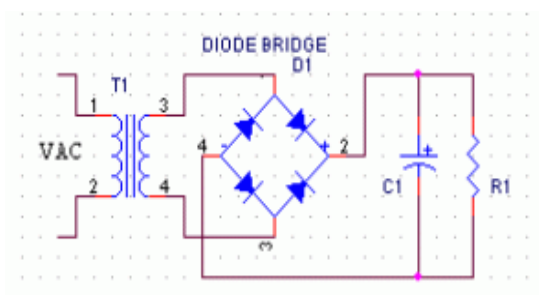
Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh supply arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau *accu* adalah

sumber catu daya DC (*direct current*) yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC (*alternating current*) menjadi DC (*direct current*). Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.15 berikut ini. Transformator (T1) diperlukan untuk menurunkan tegangan AC (*alternating current*) dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC (*alternating current*) yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



Gambar 2.15 Rangkaian Penyearah Sederhana

Pada rangkaian ini, dioda (D1) berperan hanya untuk merubah dari arus AC (*alternating current*) menjadi DC (*direct current*) dan meneruskan tegangan positif ke beban R1. Ini yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh seperti pada gambar 2.16



Gambar 2.16 Rangkaian Gelombang Penuh

### 2.2.7 Sensor

Sensor adalah piranti elektronika yang *mentransform* (mengubah) suatu nilai isyarat atau energi fisik ke nilai fisik yang lain. Sedangkan aktuator adalah perangkat elektro mekanik yang menghasilkan gaya gerakan, dapat dibuat dari sistem motor listrik/ motor DC (permanen magnet, *brushless*, motor dc servo, motor DC stepper, solenoid, dsb) Sistem pneumatik (perangkat konversi udara atau gas nitrogen) dan perangkat hidrolis. Berikut ini beberapa contoh sensor dan aktuator yang sering kita jumpai.

#### 2.2.7.1 Sensor Logam (*Proximity*)

Sebuah sensor jarak induktif dasarnya terdiri dari sebuah osilator yang menghasilkan arus bolak-balik, dan kumparan yang melakukan ini saat ini, sehingga menghasilkan medan magnet bolak-balik didepan sensor. Jika benda logam memasuki bidang ini, hal itu menyebabkan arus eddy yang mengubah amplitudo osilator maka berfungsi untuk menunjukkan keberadaan objek logam.



Gambar 2.17 Sensor Logam

#### 2.2.7.2 Sensor Pengukur Tekanan (*Pressure Transmitter*)

Pressure transmitter berfungsi untuk mentransmisikan/menyampaikan informasi keadaan tekanan pada suatu tempat (vessel, pipe etc) dalam bentuk signal elektrik kepada controller dan selanjutnya digunakan untuk melakukan aksinya, mengubah besaran ukur (dalam hal ini tekanan) menjadi besaran lain sesuai dengan besaran standard instrumentasi.



Gambar 2.18 *Pressure Transmitter*

### 2.2.7.3 **Perekam (Recorder)**

*Recorder* berfungsi merekam semua data yang dilakukan selama proses sterilisasi berlangsung.

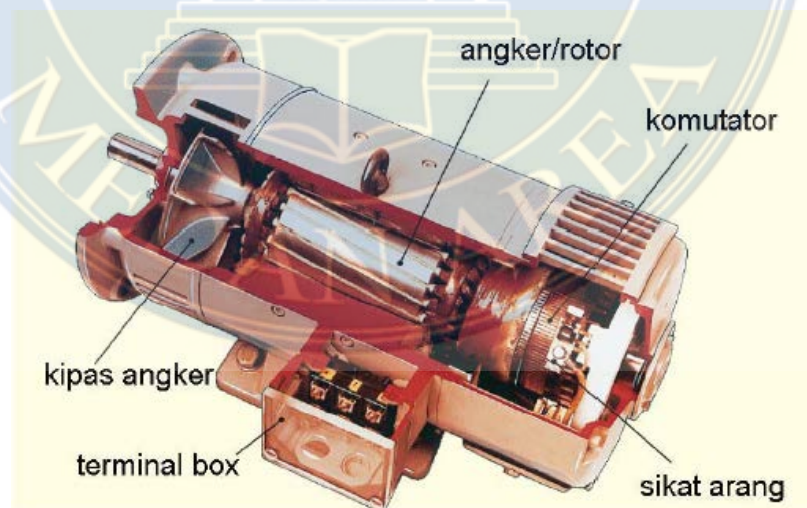


Gambar 2.19 *Recorder*

## 2.2.8 Aktuator

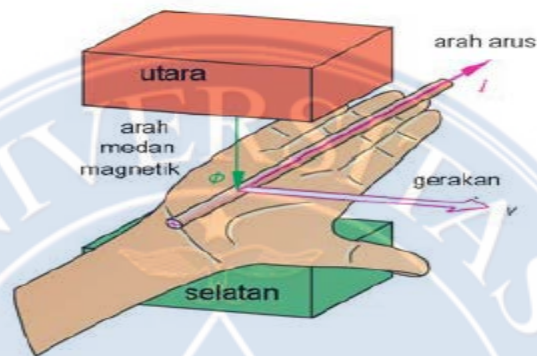
### 2.2.8.1 Motor DC

Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Untuk membedakan sebagai generator atau motor dari mesin difungsikan sebagai apa. Generator DC, alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator, atau sebaliknya generator DC bisa difungsikan sebagai motor DC.



Gambar 2.20 Motor DC

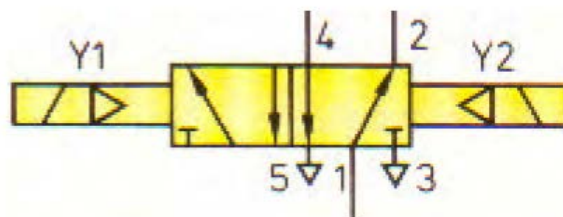
Prinsip kerja generator DC berdasarkan pada kaidah tangan kanan. Sepasang magnet permanen utara-selatan menghasilkan garis medan magnet  $\Phi$ , kawat penghantar di atas telapak tangan kanan ditembus garis medan magnet  $\Phi$ . Jika kawat digerakkan ke arah ibu jari, maka dalam kawat dihasilkan arus listrik  $I$  yang searah dengan keempat arah jari tangan gambar 2.21.



Gambar 2.21 Kaidah Tangan Kanan

#### 2.2.8.2 Katup

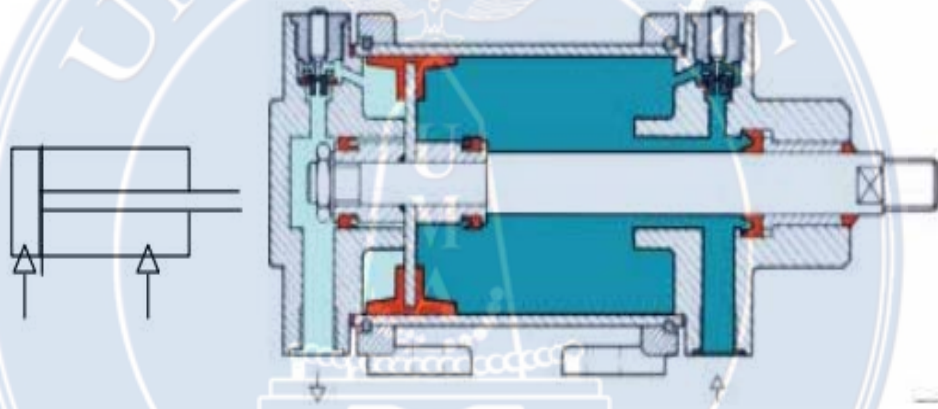
Katup kendali 5/2 penggerak udara magnet ini prinsipnya sama dengan katup kendali yang lain. Perbedaannya katup ini dilengkapi kumparan spull yang dililitkan ke inti besi. Bila kumparan dilalui arus, maka inti besi akan menjadi magnet. Magnet ini akan mengeser ruangan katup sesuai dengan gerakan yang diinginkan. Biasanya katup ini digunakan untuk sistem elektro pneumatik atau elektro hidrolik.



Gambar 2.22 Simbol Katup Kendali 5/2 Penggerak Magnet

### 2.2.8.3 Silinder

Silinder merupakan jenis aktuator yang digerakan oleh fluida, bisa berupa udara (*pneumatic*) ataupun minyak (*hidrolic*). Gerak yang dihasilkan silinder akibat dari gerakan linear atau maju dan mundur dari sebuah piston. Pemilihan jenis silinder tergantung dari kerja yang dibebankan, silinder jenis hidrolik memiliki kemampuan kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan silinder jenis pneumatik.

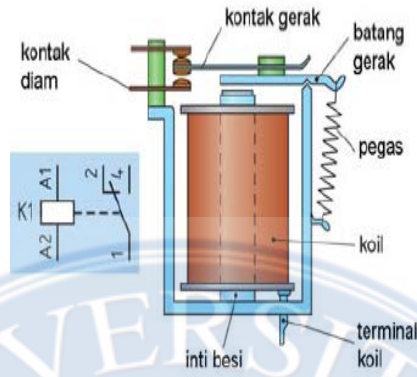


Gambar 2.23 *Double Acting Cylinder* Beserta Simbolnya

### 2.2.9 Relay

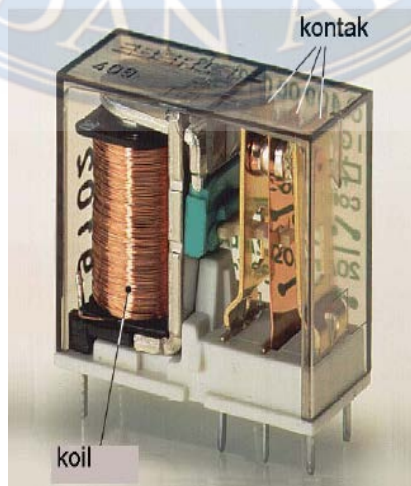
Komponen *relay* ini bekerja secara elektromagnetis, ketika koil K terminal A1 dan A2 diberikan arus listrik angker akan menjadi magnet dan menarik lidah kontak yang ditahan oleh pegas, kontak utama 1 terhubung dengan kontak cabang 4 gambar 2.22. Ketika arus listrik putus (*unenergized*), elektromagnetiknya hilang dan kontak akan kembali posisi awal karena ditarik oleh tekanan pegas, kontak

utama 1 terhubung kembali dengan kontak cabang 2. *Relay* menggunakan tegangan DC 12V, 24V, 48V dan AC 220V.



Gambar 2.24 Simbol Dan Bentuk Fisik *Relay*

Bentuk fisik *relay* dikemas dengan wadah plastik transparan, memiliki dua kontak SPDT (*Single Pole Double Throgh*) Gambar 2.26 satu kontak utama dan dua kontak cabang. *Relay* jenis ini menggunakan tegangan 6, 12, 24 VDC dan 48 VDC. Juga tersedia dengan tegangan 220 VAC. Kemampuan kontak mengalirkan arus listrik sangat terbatas kurang dari 5 ampere. Untuk dapat mengalirkan arus daya yang besar untuk mengendalikan motor induksi, *relay* dihubungkan dengan kontaktor yang memiliki kemampuan hantar arus dari 10-100 ampere.

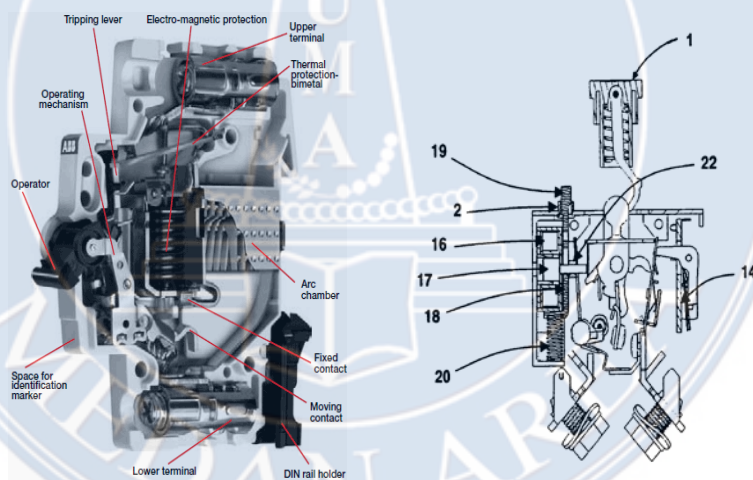




Gambar 2.25 *Relay Dikemas Dalam Plastik Tertutup*

### 2.2.10 MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)

MCB memiliki dua komponen utama, yaitu bimetal dan koil. Pada prinsipnya MCB bekerja berdasarkan panas yang ditimbulkan oleh arus dan elektro magnetic yang ditimbulkan oleh arus listrik. Pemutusan bekerja dengan memanfaatkan medan magnet yang timbul akibat adanya arus listrik yang mengalir ke coil, reaksi yang ditimbulkan oleh coil menjadi magnet sangat cepat bila mana terjadi hubung singkat, karena arus yang ditimbulkan sangat besar sehingga coil dapat mengakibatkan terbukanya kontak MCB, dalam hal ini menyebabkan aliran arus ke beban terputus.



Gambar 2.26 *Coil Magnet MCB (Miniatur Circuit Breaker)*

### 2.2.11 Saklar

#### 2.2.11.1 Push Button (*Tombol Tekan*)

Tombol tekan merupakan komponen kontrol yang sangat berguna, alat ini dapat kita jumpai pada panel listrik atau di luar panel listrik. Fungsi tombol

tekan adalah untuk mengontrol kondisi on atau off rangkaian listrik, prinsip kerja tombol tekan adalah kerja sesaat maksudnya jika tombol kita tekan sesaat maka akan kembali pada posisi semula. Berdasarkan fungsinya tombol tekan terbagi atas 3 tipe kontak :

1. Kontak NO (*Normally Open* = Kondisi terbuka)

Tombol jenis ini biasanya digunakan untuk menghubungkan arus pada suatu rangkaian kontrol atau sebagai tombol *start*. Fungsi mengalirkan arus pada tombol ini terjadi apabila pada bagian knop nya ditekan sehingga kontak nya saling terhubung dan aliran listrik akan terputus apabila knopnya dilepas karena terdapat pegas.

2. Kontak NC (*Normally Close* = Kondisi Tertutup)

Tombol jenis ini adalah jenis kontak tertutup biasanya digunakan untuk memutus arus listrik yaitu dengan cara menekan knopnya sehingga kontak nya terpisah, namun kalau knop dilepas maka akan kembali pada posisi semula. Tombol jenis ini digunakan untuk tombol *stop*.

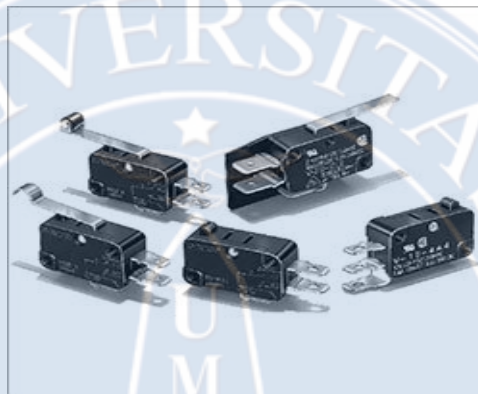
3. Kontak NO dan NC

Kontak pada tombol tekan jenis ini merupakan gabungan antara kontak NO dan kontak NC, mereka bekerja secara bersamaan dalam satu poros. Jika tombol di tekan maka kontak NO yang semula terbuka (*open*) dan kontak NC yang terhubung (*close*) akan berbalik arah yaitu Kontak NO akan menjadi terhubung (*close*) dan Kontak NC akan menjadi terbuka (*open*). Jika knop pada tombol dilepaskan maka akan kembali ke posisi semula.

Gambar 2.27 Simbol *Push Button* (Tombol Tekan)

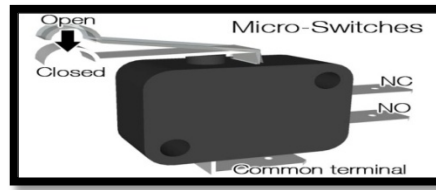
### 2.2.11.2 Microswitch (*Limit Switch*)

Istilah mikro pada nama saklar ini tidak berarti bahwa saklar ini sendiri berukuran kecil. Nama ini mengindikasikan bahwa tombol yang digunakan untuk mengoperasikan saklar ini hanya bergeser dengan jarak perpindahan yang sangat kecil.



Gambar 2.28 *Microswitch*

Saklar ini sangat sensitif. Sedikit tekanan saja pada tuas dapat mengakibatkan saklar berpindah dari satu posisi ke posisi lainnya, kebanyakan *microswitch* memiliki kontak-kotak jenis SPDT (*Single Pole Double Throw*) sehingga saklar-saklar ini dapat digunakan untuk menyambungkan atau memutuskan, atau keduanya secara bersamaan. Kontak-kontak sebuah *microswitch* dilengkapi dengan pegas sehingga dalam keadaan normal, kontak jalaour bersama tersambung ke kontak yang disebut normal-tertutup (*Normally closed*), kontak ketiga adalah kontak normal terbuka (*Normally open*).



Gambar 2.29 *Microswitch* Pada Pintu Terbuka Dan Tertutup

*Microswitch* digunakan dalam aplikasi-aplikasi dimana saklar harus dioperasikan secara mekanis, sebagai contoh sebuah *microswitch* dapat dipasang sedemikian rupa di dalam sebuah lemari, sehingga tuas tertekan ketika pintu tertutup. Kontak jalur bersamaan kontak jalur tertutupnya disambungkan ke sebuah rangkaian lampu. Ketika pintu tertutup, kontak-kontak akan membuka dan lampu akan menyala. Ketika pintu terbuka, kontak-kontak akan menutup dan lampu menyala.

### 2.2.12 Valve Condensate

*Valve Condensate* berfungsi sebagai pembuangan *steam* hasil kondensasi yang selanjutnya ditampung pada *blowdown chamber* dan *condensate pit*.



Gambar 2.30 *Condensate Valve*

### 2.2.13 Exhaust Valve

*Exhaust valve* berfungsi sebagai alat pembuangan steam setelah perebusan.



Gambar 2.31 *Exhaust Valve*

### 2.2.14 Steam Valve

*Steam Valve* berfungsi sebagai alat untuk memindahkan uap/ steam.



Gambar 2.32 *Steam Valve*