



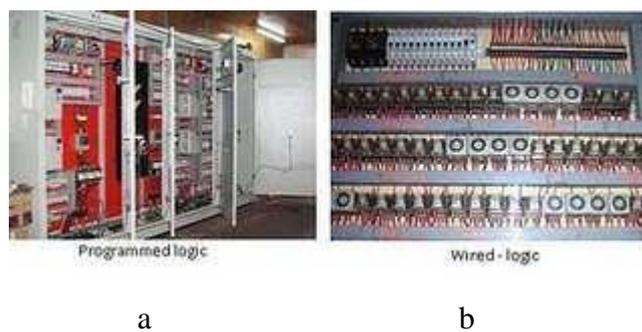


CPU mengeksekusi pengkodean intruksi dari *memory*, menghasilkan sinyal/data kendali yang ditransfer ke I/O (input-output) atau ke memori. Programing Device (PD) adalah perangkat untuk membuat, mengedit, atau debugging program PLC, merupakan PC dengan adapter communication PLC. Programing *memory* (PM) berfungsi menyimpan intruksi, program dan data program PLC, berupa RAM, EPROM ataupun EEPROM. Modul ini berupa I/O discrete dan special I/O.

Dikenal 2 tipe memori pada *programmable* kontroller, yaitu:

- RAM (Random Access Memory)
- ROM (Read Only Memory)

Pada awal perkembangannya, PLC hanya digunakan untuk operasi logika biasa (on/off suatu output berdasarkan sequence yang sudah ditetapkan). Hal ini sesuai dengan namanya sebagai *Programmable Logic Controller*, yaitu sebuah computer yang diprogram untuk melakukan operasi-operasi logika. Dalam perkembangan selanjutnya, istilah ini bergeser menjadi *programmable* kontroller saja, dimana istilah logic sudah tidak ada. Hal ini dikarenakan PLC sudah digunakan untuk melakukan operasi-operasi aritmatika, string dan operasi lain yang tidak sekedar operasi logika biasa.



Gambar 2.2 a. Programmed logic dan b. Wired logic

Pada masa wired logic, suatu panel akan terdiri dari banyak komponen (seperti relay, timer dan counter) yang mana pengkabelannya secara fisik. Akibatnya untuk rangkaian kontrol skala besar, maka pengkabelannya akan banyak dan rumit. Sebagai konsekuensinya untuk melakukan modifikasi ataupun



trouble shooting jika terjadi masalah akan cukup sulit. Hal ini berbeda saat teknologi sistem kontrol mengalami banyak perkembangan dan berada pada masa programmed logic. Dimana pengkabelan secara fisik sudah jauh berkurang dan digantikan oleh pengkabelan secara program (software). Dengan cara ini medofikasi dan trouble shooting sistem dapat dilakukan dengan jauh lebih mudah dan cepat. Jumlah komponen pada suatu panel juga jauh berkurang dengan adanya PLC, dimana relay-relay, timer dan counter sudah terintegrasi didalam sebuah PLC.<sup>2</sup>

### 2.1.1 Jenis Input/Output (I/O)

Jenis I/O pada PLC antara lain:

1. Discrete I/O yaitu digital input dan output berbentuk logic dengan taraf high 24VDC atau low 0V atau berupa output kontak relay yang dapat dialiri sampai 240VAC
2. Special I/O yaitu I/O yang memiliki fungsi – fungsi khusus
  - a. Analog Input Modul
  - b. Temperatur Modul yaitu PT100 atau *thermocouple* (low level analog input)
  - c. *High Speed Counter Modul* yaitu frekuensi logic dengan taraf high umumnya 5V, 12V atau 24V.
  - d. *Fuzzy Logic Modul*
  - e. PID Modul
  - f. *Servo Modul*
  - g. Communication modul berupa protocol yang dibuat oleh masing-masing pabrikan misalnya Fieldbus, Modbus, Profibus, Ethernet, Sysmac way, Device Net, Control Net

<sup>2</sup> Jasmanda, Muhammad.\_\_\_\_.Sejarah PLC.( <http://www.scribd.com/doc/58355018/Sejarah-PLC>). Diakses Pukul 13:00 wib, 02 juni 2014.



---

### 2.1.2 Data PLC

Karena dibangun oleh microprocessor maka format data yang diolah dari I/O adalah:

1. Boolean merupakan 1 bit informasi data. Boolean digunakan pada perintah - perintah logic Bit adalah lokasi di memori yang hanya dapat bernilai benar atau salah (logika 1 atau 0). Ada beberapa jenis bit yang dikenal pada *programmable* kontroller, seperti input bit, output bit dan internal bit. Gambar di bawah ini dapat memberikan gambaran mengenai pengertian bit.
2. Byte adalah format integer 8 bit data (128). Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative
3. Word adalah format integer 16 bit data (32768) yang tersusun dari 2 data byte. Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative
4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar di bawah ini.
5. Double word adalah format integer 32 bit yang tersusun dari 4 data byte atau 2 data word. Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative
6. Long (64 bit) adalah format integer 64 bit yang tersusun dari 8 data byte atau 4 data word atau 2 data double word. Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative
7. Real atau floating point berupa 32 bit data yang terdiri dari mantisa dan eksponen dengan rumus umum = (tanda) x (1, mantissa) x ( 2 eksponen – 127 ). Tanda adalah nilai bit terakhir bila high maka bilangan negative
8. BCD adalah bilangan biner yang mengkodekan desimal yang paling sedikit adalah 4 bit data dalam suatu bilangan integer yaitu 0000 (0) ~ 1001 (9).
9. ASCII (7 bit dengan parity) digunakan untuk menampilkan alphanumeric dengan kode 7 bit, signifikan paling tinggi sebagai penyimpan parity



### 2.1.3 Power Supply PLC

*Power Supply* PLC memiliki beberapa jenis tipe tegangan dan ukuran arus pensuplai, umumnya inputnya 100 VAC ~ 220 VAC dan diubah ke standar power supply PLC yaitu 24VDC. Selain mensuplai CPU dan I/O modul dapat juga mensuplai I/O *device* bergantung dengan tipe I/O.

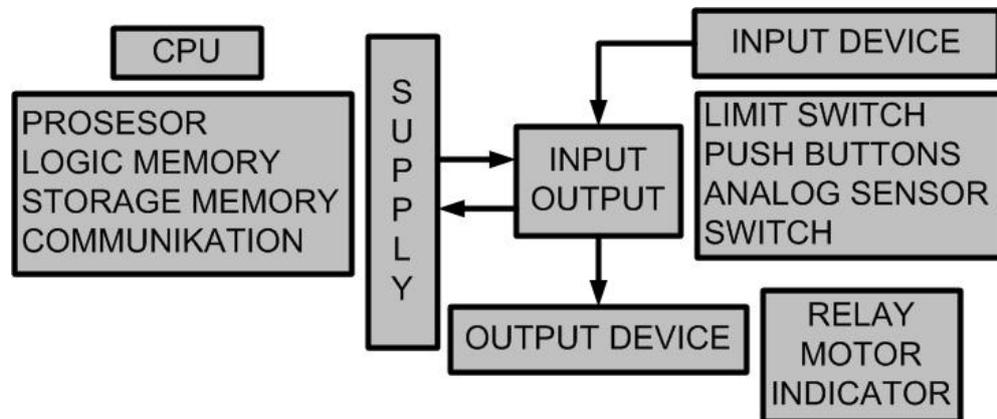


Gambar 2.3 Gambar Supply<sup>3</sup>

PLC (*Programmable Logic Controller*) memiliki *input device* yang disebut sensor, output device serta kontroller. Peralatan yang dihubungkan pada PLC yang berfungsi mengirim sebuah sinyal ke PLC disebut input device. Sinyal input masuk pada PLC disebut input poin. Input poin ini ditempatkan dalam lokasi memori sesuai dengan statusnya on atau off. Lokasi memori ini disebut lokasi bit. CPU dalam suatu siklus proses yang normal memantau keadaan dari input poin dan menjalankan *on* dan *off* sesuai dengan input bitnya.

Pada dasarnya PLC terdiri dari tiga bagian utama yaitu bagian input/output, bagian prosesor dan perangkat pemrograman (*programming device*).

<sup>3</sup> Jasmanda, Muhammad.\_\_\_\_.Sejarah PLC.(<http://www.scribd.com/doc/58355018/Sejarah-PLC>). Diakses Pukul 13:00 wib, 02 juni 2014.



Gambar 2.4 Blok Diagram Programmable Controller.

Ilustrasi dari organisasi memori adalah sebagai peta memori (memori map), yang spacenya terdiri dari kategori *User Programmable* dan *Data Table*. *User Program* adalah dimana program *Logic Ladder* dimasukkan dan disimpan yang berupa instruksi – instruksi dalam format *Logic Ladder*. Setiap instruksi memerlukan satu word didalam memori.

PLC memiliki keunggulan yang signifikan, karena sebuah perangkat pengontrol yang sama dapat dipergunakan di dalam beraneka ragam sistem kontrol. Untuk memodifikasi sebuah sistem kontrol atau aturan-aturan pengontrolan yang dijalankannya, yang harus dilakukan oleh seorang operator hanyalah memasukkan seperangkat instruksinya yang berbeda dari yang digunakan sebelumnya. Penggantian rangkaian kontrol tidak perlu dilakukan. Hasilnya adalah sebuah perangkat yang fleksibel dan hemat-biaya yang dapat dipergunakan di dalam sistem-sistem kontrol yang sifat dan kompleksitasnya sangat beragam.

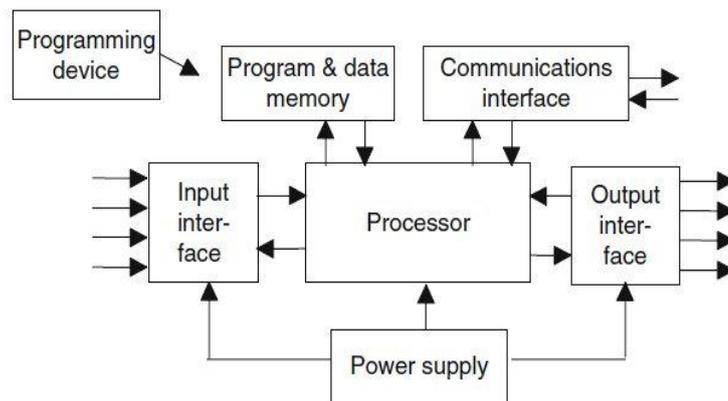
PLC serupa dengan komputer namun, bedanya: komputer dioptimalkan untuk tugas-tugas penghitungan dan penyajian data, sedangkan PLC dioptimalkan untuk tugas-tugas pengontrolan dan pengoperasian di dalam lingkungan industri. Dengan demikian PLC memiliki karakteristik:

1. Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembahan, dan kebisingan.



2. Antarmuka untuk input dan output telah tersedia secara *built-in* di dalamnya.
3. Mudah diprogram dan menggunakan sebuah bahasa pemrograman yang mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.

Perangkat PLC pertama dikembangkan pada tahun 1969. PLC secara luas digunakan dan telah dikembangkan dari unit-unit kecil yang berdiri sendiri (self-contained) yang hanya mampu menangani sekitar 20 input/output menjadi sistem-sistem modular yang dapat menangani input/output dalam jumlah besar, menangani input/output analog maupun digital dan melaksanakan mode-mode kontrol proporsional-integral-derivatif.



Gambar 2.5 Sistem PLC

Adapun spesifikasi PLC yang digunakan dalam rancang bangun mesin stempel ini yaitu PLC-CP1E-E30DR.

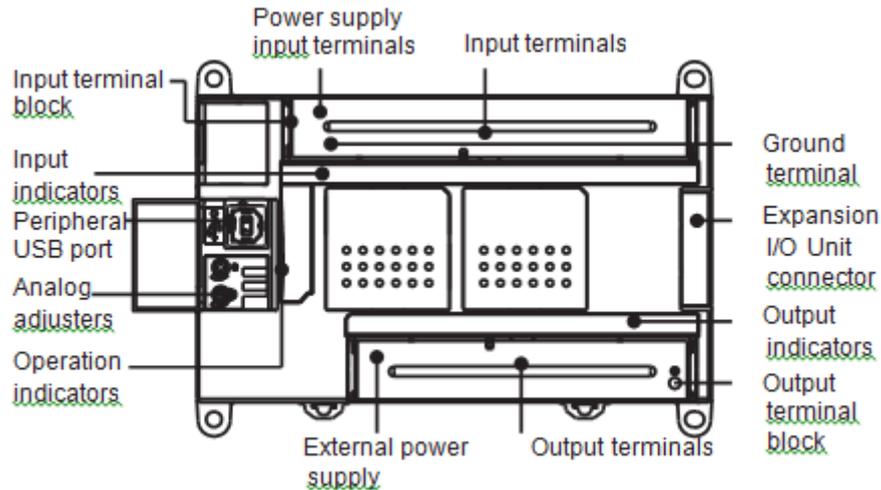
Gambar 2.6 Bagian-bagian PLC CP1E-E30DR<sup>4</sup>

Table 2.1 Keterangan bagian-bagian PLC

No	Nama	Fungsi
1	Input terminal block	Blok terminal untuk input seperti input catu daya dan 24 VDC input .
2	Input indicators	Status Input ditampilkan. Sebuah indikator akan ON ketika input ON .
3	Peripheral USB port	Digunakan untuk menghubungkan dari PLC ke komputer pribadi untuk pemrograman dan memantau program oleh CX - Programmer.
4	Analog adjusters	untuk menyesuaikan nilai A642 atau A643 dalam kisaran 0 sampai 255.
5	Operation Indicators	Status operasi CPU Unit dapat dikonfirmasi dengan indikator ini .
6	Power supply input terminal	daya 100 sampai 240 VAC atau 24 VDC dapat diberikan
7	Input terminals	perangkat input seperti switch dan sensor dapat dihubungkan.

<sup>4</sup> Anonim. 2014. *PLC Teori*. (<http://staff.uny.ac.id/system/files/pendidikan/Totok%20Heru%20Tri%20Maryadi,%20Drs.%20M.Pd./PLC%20TEORI.pdf>). Diakses pukul 08:57 WIB, 15 April 2014



8	Ground terminal	Untuk mencegah sengatan listrik , tanah untuk 100 $\Omega$ atau kurang.
9	Expansion I/O Unit Connector	CP-series Ekspansi I / O Unit atau Unit Ekspansi seperti Analog I / O Unit, dan Sensor Suhu dapat dihubungkan.
10	Output indicators	Status output ditampilkan. Sebuah indikator akan ON ketika output adalah ON.
11	Output terminals block	Terminal untuk output seperti output relay, output transistor, dan output catu daya eksternal.
12	Output terminals	Beban seperti lampu, kontaktor, dan katup solenoid dapat terhubung.
13	External Power supply	Terminal output eksternal dapat menerima arus hingga 300mA max di 24VDC. Dapat digunakan sebagai catu daya layanan untuk perangkat input (AC hanya power supply).

#### 2.1.4 Perancangan Software

Perancangan *software* ini terdiri dari dua bagian yaitu perancangan ladder diagram untuk menjalankan PLC dan perancangan HMI. Perancangan software ini saling terkait satu sama lain, karena tanpa perancangan ladder diagram terlebih dahulu nanti akan mengalami kesulitan dalam membuat software HMI-nya. Perancangan ladder diagram ini menggunakan software CX-Programmer versi 9.0, sedangkan untuk perancangan HMI menggunakan Cx-Supervisor versi 3.0.

##### 2.1.4.1 Perancangan Ladder diagram

Perancangan ladder diagram ini menggunakan software CX-Programmer, CX-Programmer adalah alat pemrograman PLC OMRON yang berfungsi untuk penciptaan, pengujian dan pemeliharaan program-program yang terkait dengan PLC OMRON CS/CJ, PLC CP-series, PLC CV-Seri dan PLC C-series. CX-Programmer menyediakan fasilitas untuk mendukung perangkat PLC dan alamat informasi untuk komunikasi dengan PLC OMRON dan mendukung jenis jaringan. CX-Programmer



diciptakan untuk menggantikan aplikasi OMRON SYSWIN dan SYSMAC-CPT.

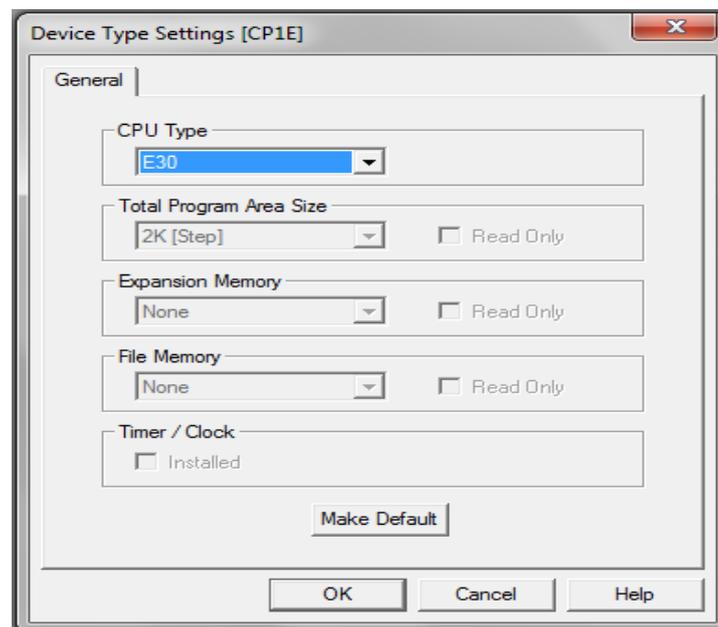
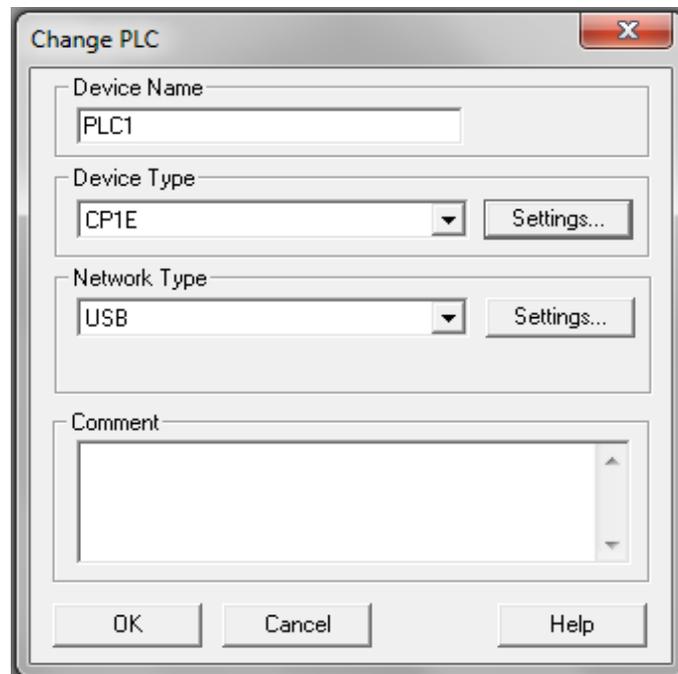
Dalam perancangan ladder diagram ini terlebih dahulu ditentukan kebutuhan I/O PLC yang dipakai. Penentuan nomor I/O ini penting dilakukan untuk memudahkan dalam pembuatan ladder diagram, agar tidak terjadi kesalahan dalam pemrograman.

#### 2.1.4.2 Langkah-langkah mengoperasikan aplikasi Cx-Programmer untuk membuat Program ladder pada PLC

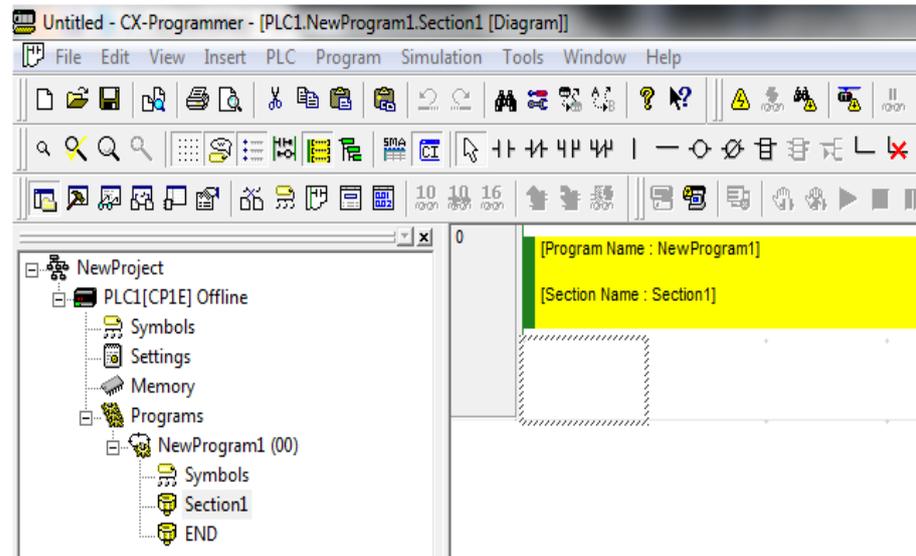
1. Pertama masuk ke aplikasi CX-Programmer yang sudah kita install sebelumnya pada laptop atau PC.
2. Setelah masuk dalam aplikasi CX-Programmer, langkah selanjutnya adalah kita membuat sebuah project dengan langkah seperti berikut :  
Klik File > New.



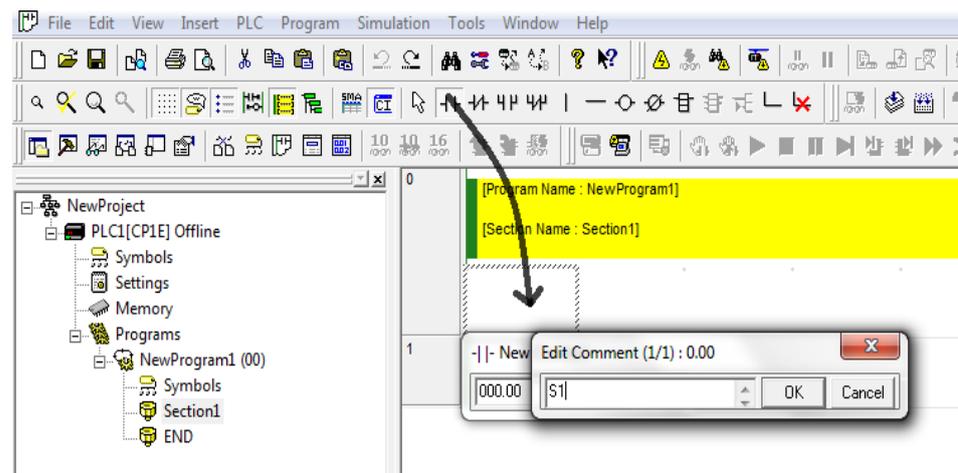
3. Kemudian akan muncul tampilan seperti gambar dibawah ini, kita harus mengisi Device Name dan Device Type. Untuk Device Type kita pilih CP1E karena PLC yang kita gunakan adalah tipe CP1E, selanjutnya Klik: Setting untuk mengatur I/O pada PLC, kemudian klik OK.



4. Apabila kita sudah melalui tahap tersebut, akan muncul window seperti gambar dibawah ini, dimana kita dapat membuat ladder programm untuk PLC.

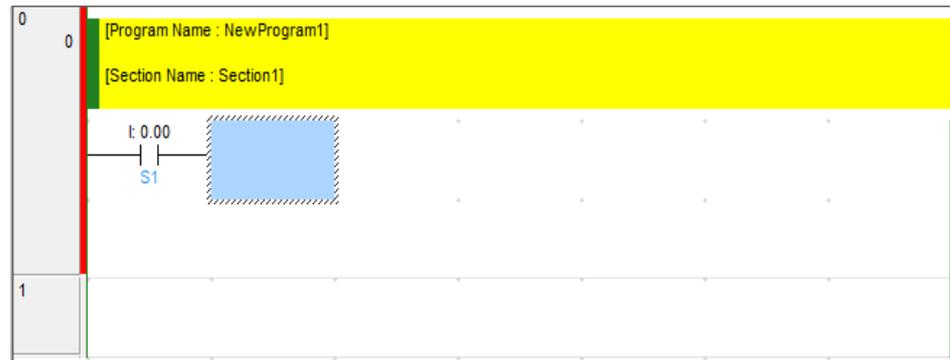


5. Setelah itu kita dapat memulai membuat program dengan menggunakan instruksi-instruksi yang terdapat pada tool bar.
6. Semisal contoh kita ingin inputnya menggunakan kontak NO, pilih tool bar dengan symbol kontak NO lalu seret tool bar tsb ke Rung.
7. Kemudian kita diharuskan melakukan pengalamanan pada kontak yang kita gunakan. Seperti gambar di bawah ini.

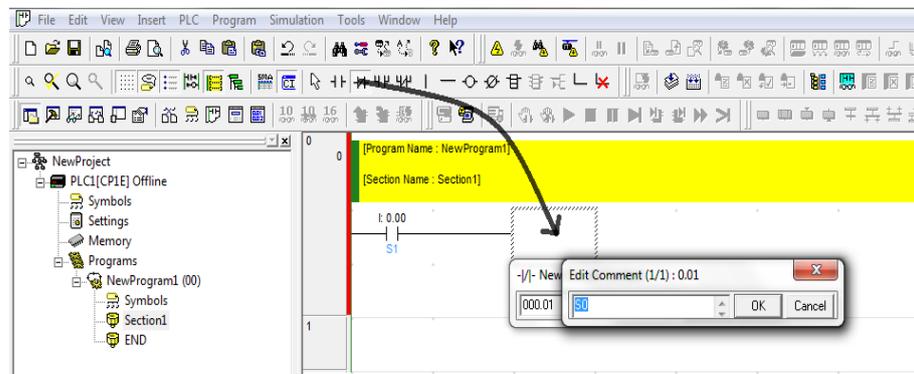




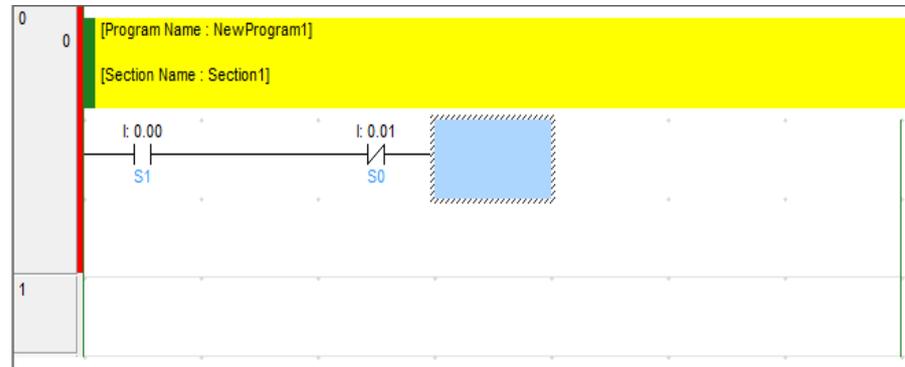
8. Setelah melakukan pengalamatan akan muncul kontak NO dengan alamat 0.00 pada Rung. Beri Penamaan pada kontak NO misalnya: S1, klik Ok.



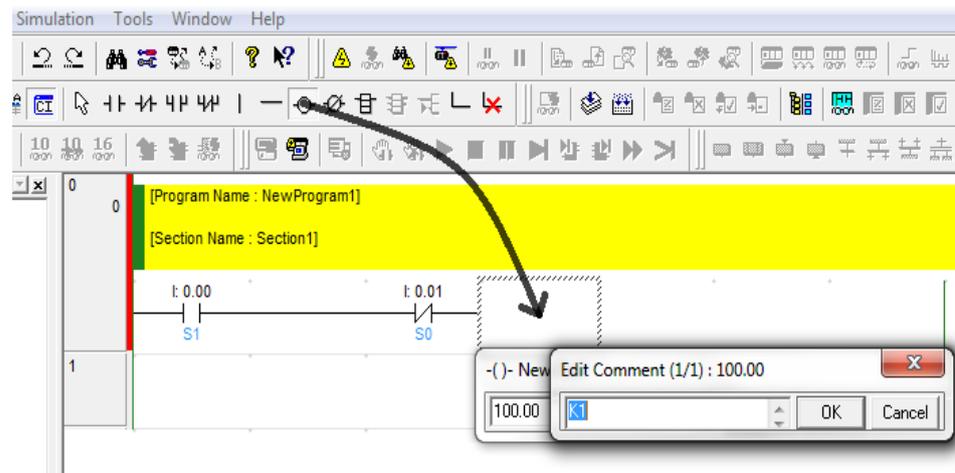
9. Apabila ingin menambahkan inputan lagi, semisal contoh kontak NC, kita dapat melakukan prosedur yang sama seperti saat menambahkan kontak NO,



tetapi untuk pengalamatan harus disesuaikan, jangan sampai ada crash, atau pengalamatan yang sama.



10. Untuk menambahkan output pada ladder dapat menggunakan instruksi pada tool bar yang sudah tersedia, dan melakukan pengalamatan seperti saat menambahkan input.



Selanjutnya Klik Ok.

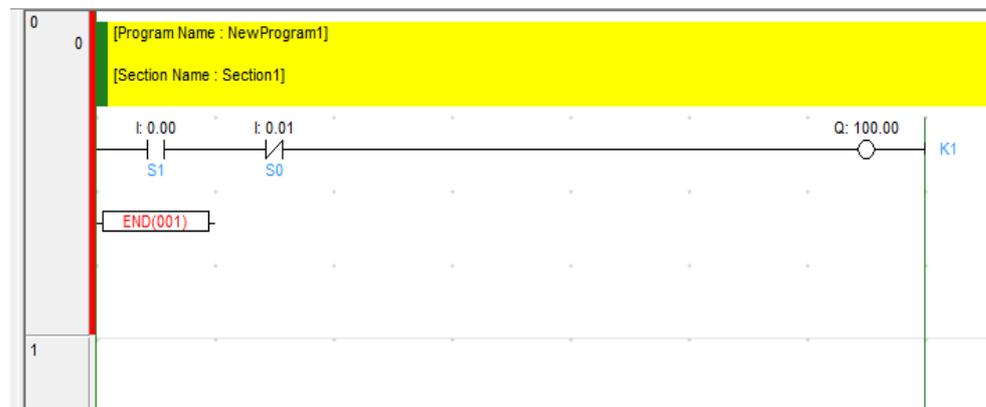




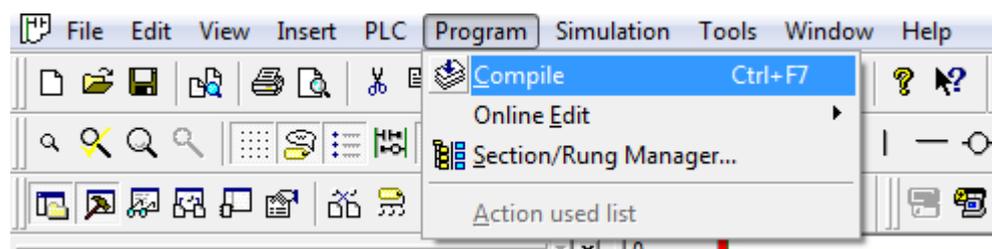
11. Setelah menambahkan input dan output pada Rung sudah selesai jangan lupa untuk menambahkan instruksi fungsi END, untuk mengakhiri bahwa program sudah selesai.



12. Setelah ladder program selesai dibuat seperti gambar di bawah ini.

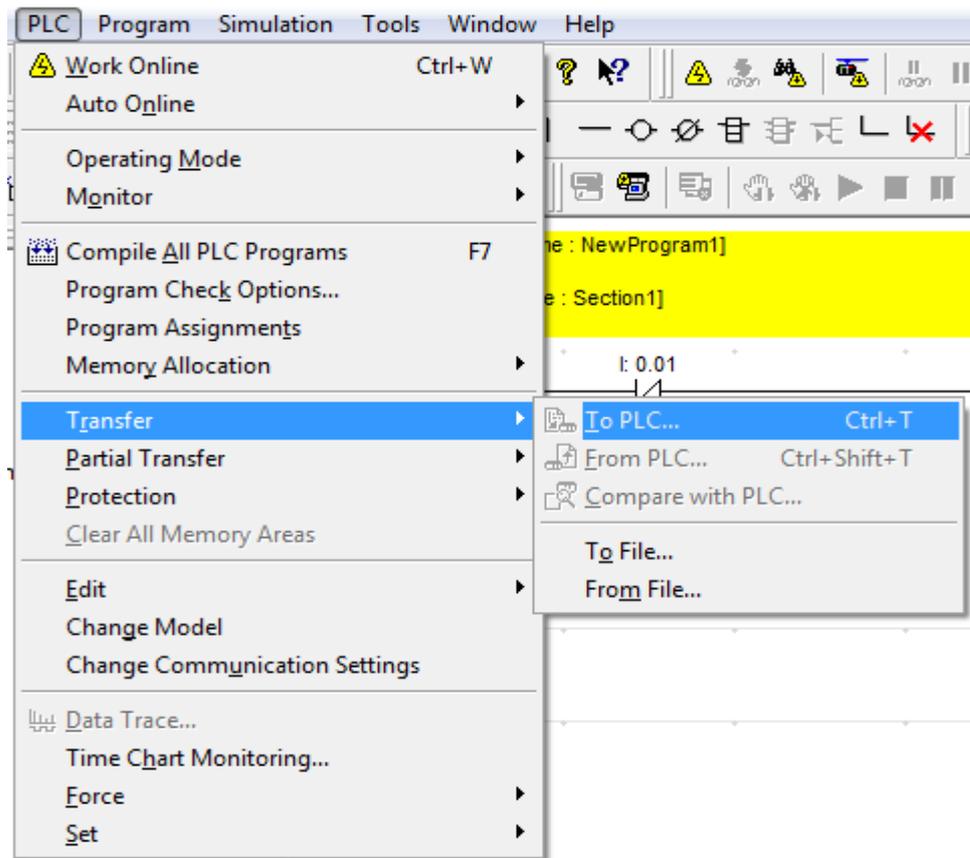


13. Langkah selanjutnya adalah mengcompile project yang sudah kita buat dengan cara seperti gambar dibawah ini, klik ; Program > Compile > Ok.





14. Setelah program sudah berhasil dcompile, tinggal kita download Program ke PLC yang sudah terkoneksi dengan PC kita, Klik : PLC > Transfer > To PLC



Setelah File telah terdownload akan muncul info bahwa download successfully.



## 2.2 Motor Arus Searah (Motor DC)

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional.



Gambar 2.7 Motor DC<sup>5</sup>

Prinsip kerja motor DC. Sebuah kawat yang dialiri arus diletakkan diantara dua kutub magnet yang berlawanan, maka pada kawat tersebut akan bekerja suatu gaya yang menggerakkan kawat tersebut. Arah gerak gaya tersebut dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri yang berbunyi sebagai berikut. Apabila tangan kiri terbuka diantara kutub U dan S, sehingga garis-garis gaya yang keluar dari Kutub Utara menembus telapak tangan kiri arus didalam kawat mengalir searah dengan arah keempat jari, maka kawat itu akan mendapat gaya yang arahnya sesuai dengan arah ibu jari. Gaya menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanik, sehingga motor akan berputar. Jadi motor arus searah ini menerima sumber arus searah kemudian diubah menjadi energi mekanik.

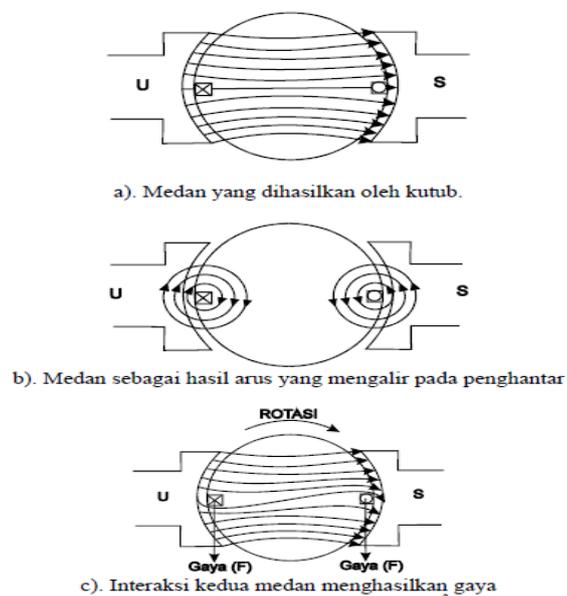
---

<sup>5</sup> Anonim. 201 2. *Teori Motor DC dan Jenis-Jenis Motor DC*. (<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>). diakses pukul 22:40 WIB, 27 Mei 2014.



Prinsip kerja dari motor arus searah adalah sebagai berikut :

1. Adanya garis-garis gaya medan magnet (*fluks*), antara kutub yang ada di stator.
2. Penghantar yang dialiri arus ditempatkan pada jangkar yang berada dalam medan magnet tadi.
3. Pada penghantar timbul gaya yang menghasilkan torsi



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor DC

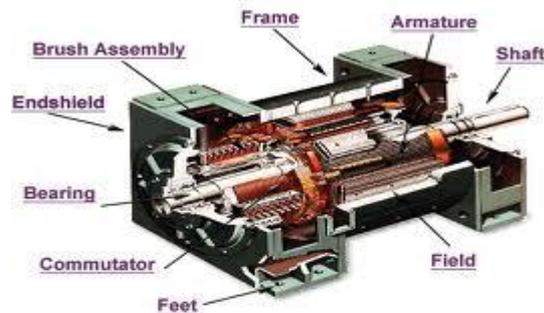
Karena garis gaya berusaha mencari jalan yang sependek-pendeknya, maka kawat akan mendapat tekanan yang arahnya kebawah. Hal ini disebabkan gaya saling dorong dari kedua medan magnet. Bila sebuah belitan terletak dalam medan magnet yang serupa, tetapi kedua sisi belitan itu mempunyai arus yang arahnya berlawanan, maka arah gerak kawat berlainan sehingga menghasilkan suatu gaya putaran atau disebut kopel.

Sebuah motor DC memiliki kumparan-kumparan kawat yang dipancangkan di dalam slot-slot pada sebuah silinder yang terbuat dari bahan feromagnetik. Silinder ini diberi nama armature. Armature dipasang pada suatu bentuk dudukan (bearing) dan bebas berputar. Dudukan armature adalah sebuah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet-magnet permanen atau arus yang dialirkan melalui kumparan-kumparan kawat yang dinamakan kumparan medan. Kedua bentuk



magnet ini, magnet permanen maupun elektromagnet, disebut sebagai stator ( bagian yang diam).

Ketika arus mengalir melalui kumparan armatur, karena sebuah konduktor berarus yang berada tegak lurus terhadap sebuah medan magnet akan mengalami gaya, gaya-gaya akan bekerja pada kumparan tersebut dan mengakibatkan perputaran. Gambar 2.9 memperlihatkan prinsip-prinsip dasar semacam itu pada sebuah motor. Beberapa buah singkat dan sebuah komutator digunakan untuk membalikkan arah aliran arus di dalam kumparan pada tiap-tiap setengah putaran, guna mempertahankan putaran kumparan.



Gambar 2.9 Elemen-elemen dasar sebuah motor Dc<sup>6</sup>

### 2.3 Pneumatik



Gambar 2.10 Pneumatik

Teori dasar yang terkait dalam sistem pemindahan material otomatis adalah teori pneumatik dan teori kontrol otomatis. Pneumatik adalah teori atau pengetahuan perihal udara yang bergerak, situasi-keadaan keseimbangan udara

<sup>6</sup> Anonim. 2012. *Prinsip Kerja Motor DC*. (<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/prinsip-kerja-motor-dc/>). diakses pukul 22:30 WIB, 27 Mei 2014.



serta kriteria keseimbangan. orang pertama yang dikenal dengan tentu sudah menggunakan alat pneumatik yaitu orang Yunani bernama Ktesibio. karena arti pneumatik datang dari Yunani kuno yakni pneuma yang berarti hembusan (tiupan). apalagi dari ilmu filsafat atau dengan filosofi arti pneuma bisa disimpulkan sebagai nyawa. dengan kata lain pneumatik bermakna pelajari perihal gerakan angin (udara) yang bisa digunakan untuk membuahkn tenaga serta kecepatan. Komponen-komponen yang digunakan dalam sistem pneumatik adalah kompresor, reservoir, air service unit, katub yang mencakup katub pengatur tekanan, aktuator baik gerakan linear maupun gerakan rotasi, dan pada akhirnya digunakan sensor untuk pendeteksiian pada proses.

Pneumatik adalah cabang teoritis aliran atau mekanika fluida serta bukan sekedar meliputi penelitian aliran-aliran udara melewati satu sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai (device) dan seterusnya, namun juga aksi serta pemakaian udara mampat. udara yang dimampatkan yaitu udara yang di ambil dari udara lingkungan yang lantas ditiupkan dengan paksa ke didalam area yang ukurannya relatif kecil.

Pneumatik didalam proses tehnik udara mampat didalam industri (dunia perusahaan) (serta terutama didalam tehnik mesin) adalah ilmu dan pengetahuan dari seluruh sistem mekanis di mana udara memindahkan satu style atau satu gerakan. didalam pengertian yang lebih sempit pneumatik bisa disimpulkan sebagai tehnik udara mampat (compressed air technology). namun didalam pengertian tehnik pneumatik meliputi: alat-alat penggerakan, pengukur-an, pengaturan, pengendalian, penghubungan serta perentangan yang meminjam style serta penggeraknya dari udara mampat. didalam pemakaian sistem pneumatik seluruhnya menggunakan udara sebagai fluida kerja didalam makna udara mampat sebagai pendukung, pengangkut, serta pemberi tenaga.

Adapun tanda-tanda dari beberapa perangkat sistem pneumatik yang tidak dipunyai oleh sistem alat yang lain, yaitu seperti berikut :

1. Sistem pengempaan, yakni udara disedot atau diisap dari atmosphere lantas dimampatkan (dikompresi) hingga batas tekanan kerja spesifik (sesuai dengan



yang di idamkan). di mana sepanjang berlangsungnya kompresi ini suhu udara jadi naik.

2. Pendinginan serta penyimpanan, yakni udara hasil kempaan yang naik suhunya mesti didinginkan serta disimpan didalam situasi bertekanan hingga ke object yang dibutuhkan.
3. Ekspansi (pengembangan), yakni udara diperbolehkan untuk berekspansi serta lakukan kerja saat dibutuhkan.
4. Pembuangan, yakni udara hasil ekspansi lantas dibebaskan lagi ke atmosphere (dibuang).

Elektropneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal yang dikirimkan ke kumparan tadi akan menghasilkan medan elektromagnetik dan akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti motor-pneumatik atau silinder yang akan menjalankan sistem.

### 2.3.1 Komponen Elektro-Pneumatik

Bila energi listrik tersedia dan akan dipakai maka perlu diproses dan didistribusikan oleh komponen utama. Untuk mempermudah penunjukkannya maka komponen itu digambarkan dalam bentuk simbol pada diagram rangkaiannya. Berikut ini adalah komponen utama dari elektro-pneumatik:

#### a) Sinyal Masukan Listrik (*Electrical Signal Input*)

Sinyal listrik pada teknik kontrol elektro-pneumatik diperlukan dan diproses tergantung pada gerakan langkah kerja elemen kerja. Sinyal listrik ini didapatkan bisa dengan cara mengaktifkan sakelar atau bisa



juga dengan mengaktifkan sensor, misalkan sensor mekanik ataupun elektronik. Sinyal masukan listrik kerjanya tergantung kepada fungsi sinyal itu. Ada yang disebut “*Normally open*” (NO, pada kondisi tidak aktif sambungan tidak tersambung), “*Normally closed*” (NC, kondisi tidak aktif sambungan tersambung) dan “*Change Over*” (tersambung bergantian, kombinasi dari NO dan NC). Bagian-bagian dari komponen sinyal masukan listrik adalah sebagai berikut:

1) Sakelar tekan, dioperasikan manual

- Sakelar tekan biasa

Elemen sinyal masukan diperlukan untuk memungkinkan sebuah sistem kontrol dinyalakan. Yang paling umum dipakai adalah sakelar tekan (*Push-button switch*). Disebut sakelar tekan karena untuk mengalirkan sinyal, mengaktuasikannya dengan menekan tombol atau sakelar.

Simbol yang digunakan:



Gambar 2.11 Sakelar tekan manual secara umum untuk kontak NO (*General Push-button switch, NO*)



Gambar 2.12 Sakelar tekan manual, diaktifkan dengan cara ditekan untuk kontak NO



Gambar 2.13 Sakelar tekan manual, diaktifkan dengan cara ditekan untuk kontak NC

- Sakelar tekan mengunci (*Latching Push-button switches*)

Sakelar ini diaktuasikan/diaktifkan dengan tombol yang mengunci. Adapun menguncinya sakelar ini disebabkan kerja mekanik. Untuk



mengembalikan ke posisi semula (posisi tidak aktif) maka sakelar ini harus ditekan lagi. Penunjukkan sistem ini berdasarkan standardisasi Jerman, diatur dengan nomor *DIN 43 065*. Penunjukkan aktuasi: **I** tanda mengaktifkan, **O** tanda untuk mengembalikan ke posisi sebelum bekerja. Posisi penempatan sakelar:

- Berjajar ke pinggir: pada posisi ini perlu diperhatikan bahwa tanda untuk mengaktifkan disimpan disebelah kanan.
- Berjajar ke bawah: pada posisi ini tanda untuk mengaktifkan berada pada posisi atas.

Contoh sakelar tekan mengunci:



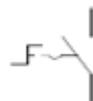
Gambar 2.14 Prinsip kerja sakelar tekan mengunci



Gambar 2.15 Sakelar mengunci manual, diaktifkan dengan cara ditekan untuk kontak NO



Gambar 2.16 Sakelar mengunci manual, diaktifkan dengan cara ditarik untuk kontak NC



Gambar 2.17 Sakelar mengunci manual, diaktifkan dengan cara diputar untuk kontak NO<sup>7</sup>

<sup>7</sup>Aldodi. \_\_. Bab 4 Pneumatik dan Elektro-Pneumatik. ([http://www.reocities.com/al\\_dodi/kerja/kp4a.pdf](http://www.reocities.com/al_dodi/kerja/kp4a.pdf)). Diakses pukul 23.00 WIB, 10 januari 2014.



2.3.2 Perhitungan Pneumatik

Debit aliran udara yang melewati saluran dengan luas penampang  $A \text{ (m}^2\text{)}$  dengan kecepatan udara mengalir  $V \text{ (m/dtk)}$ , maka akan memiliki debit aliran  $Q \text{ (m}^3\text{/dtk)}$  sebesar  $A \text{ (m}^2\text{)} \times V \text{ (m/dtk)}$ .

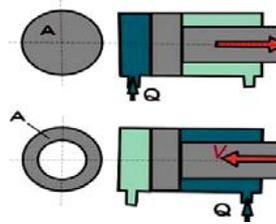


Gambar 2.18 Debit aliran udara dalam pipa

Rumus:

- Debit Aliran Udara (Q) =  $A \text{ (m}^2\text{)} \cdot V \text{ (m/dtk)}$ ..... (2.1)<sup>8</sup>  
 $Q \text{ (m}^3\text{/dtk)}$

- **Kecepatan Torak** Suatu silinder pneumatik memiliki torak dengan luas dan memiliki luas penampang stang torak, maka kecepatan torak saat maju akan lebih kecil dibandingkan dengan saat torak bergerak mundur.



Gambar 2.19 Arah kecepatan torak pada saat maju dan mundur

Kecepatan torak saat maju dan mundur ( V )

1.  $V_{\text{maju}} = \frac{Q}{A}$ ..... (2.2)<sup>9</sup>

<sup>8</sup>Anonim. 2011. *Komponen System Pneumatik*.  
 (<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
 Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.

<sup>9</sup>Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
 (<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
 Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.



$$2. \quad V_{\text{mundur}} = \frac{Q}{A_n} \dots\dots\dots (2.3)^{10}$$

Dimana:

- $V$  = kecepatan torak ( $\text{m/s}$ )
- $Q$  = debit aliran udara ( $\text{liter}/\text{menit}$ )
- $A$  = luas penampang silinder ( $\text{m}^2$ )
- $A_n = A - A_k$  ( $\text{m}^2$ )

Gaya torak saat maju dan mundur (F)

$$1. \quad F_{\text{maju}} = P_e \times A - F_R \text{ ( N )} \dots\dots\dots (2.4)^{11}$$

$$2. \quad F_{\text{mundur}} = P_e \times A_n - F_R \text{ ( N )} \dots\dots\dots (2.5)^{12}$$

Dimana:

$F$  = gaya Torak ( N )

$P_e$  = tekanan kerja efektif ( $\text{N}/\text{m}^2$ )

$A$  = luas penampang silinder ( $\text{m}^2$ )

$A_k$  = luas batang torak ( $\text{m}^2$ )

$F_R$  = gaya gesek batang piston (%)

<sup>10</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
(<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.

<sup>11</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
(<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.

<sup>12</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
(<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.



- Udara yang diperlukan

$$1. Q_{\text{maju}} = A \times S \times n \times \left( \frac{P_e \times P_{\text{atm}}}{P_{\text{atm}}} \right) \text{ (liter/menit) } \dots\dots\dots (2.6)^{13}$$

$$2. Q_{\text{mundur}} = A_n \times S \times n \times \left( \frac{P_e \times P_{\text{atm}}}{P_{\text{atm}}} \right) \text{ (liter/menit) } \dots\dots\dots (2.7)^{14}$$

Dimana:

S = langkah (m)

$P_e$  = tekanan kerja efektif ( $N/m^2$ )

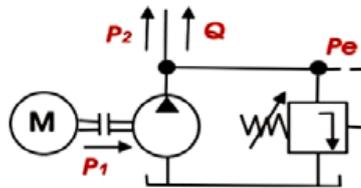
A = luas penampang silinder ( $m^2$ )

n = banyaknya langkah (kali/menit)

$$A_{n+} = A - A_k = (m^2) \dots\dots\dots (2.8)^{15}$$

$A_k$  = luas batang torak ( $m^2$ )

- **Perhitungan Daya Kompresor dan Daya Motor**



Gambar 2.20 Skema susunan motor dan kompresor

- Daya kompresor ( $W_{\text{komp}}$ )

$$1. W_{\text{komp}} = \frac{Q \times P_e + zbar}{6000} \dots\dots\dots (2.9)^{16}$$

<sup>13</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
 (<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
 Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.

<sup>14</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
 (<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
 Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.

<sup>15</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
 (<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
 Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.



$$2. W_{\text{mot}} = \frac{W_{\text{komp}}}{n} \dots\dots\dots (2.10)^{17}$$

Dimana:

$W_{\text{komp}}$  = daya output kompresor (KW)

$W_{\text{mot}}$  = daya motor (KW)

## 2.4 Proximity Sensor



Gambar 2.21 Proximity Sensor

Sensor proksimiti adalah sensor yang mampu mendeteksi kehadiran objek di sekitar tanpa melalui kontak fisik. Sensor proksimitas memancarkan medan elektromagnetik atau sinar radiasi elektromagnetik (inframerah misalnya), dan mencari perubahan dalam medan atau sinyal yang kembali. Objek yang dideteksi disebut sebagai target sensor proksimitas. Target sensor proksimitas yang berbeda juga menuntut sensor yang berbeda pula. Misalnya, sensor fotolistrik kapasitif mungkin cocok untuk target yang terbuat dari plastik, sedangkan sensor proksimitas induktif memerlukan target logam.

Jarak maksimum yang bisa dideteksi oleh sensor ini didefinisikan dengan "kisaran nominal". Beberapa sensor memiliki penyesuaian kisaran nominal atau sarana untuk melaporkan jarak pendeteksian. Sensor proksimitas bisa memiliki

<sup>16</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
(<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.

<sup>17</sup> Anonim.2011. *Komponen System Pneumatik*.  
(<http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/komponen-sistem-pneumatik.html>).  
Diakses pukul 16:47 WIB, 17 Juli 2014.



keandalan yang tinggi dan fungsionalitas yang lama karena tidak adanya bagian mekanik dan kurangnya kontak fisik antara sensor dan objek yang dideteksi.

Sensor proksimitas juga digunakan pada mesin pemantau getaran untuk mengukur variasi jarak antara poros dan bantalan pendukung. Hal ini umum digunakan pada turbin uap besar, kompresor, dan motor yang menggunakan lengan berjenis bantalan. International Electrotechnical Commission (IEC) 60947-5-2 berperan sebagai pendefinisi rincian teknis sensor proksimitas.

Pada telepon genggam yang menggunakan layar sentuh, sensor proksimitas berguna untuk mengukur seberapa dekat jarak layar ponsel dengan benda lain ; pada saat menerima telepon atau melakukan panggilan telepon, pengguna akan mendekati ponsel ke telinga. Pada saat itu secara otomatis fungsi layar sentuh akan mati sehingga layar tidak merespon kalau terkena telinga atau bagian tubuh yang lain. Ketika ponsel menjauh dari telinga, fungsi layar sentuh aktif kembali dan layarnya menyala kembali.

Sebuah sensor Proximity dapat mendeteksi benda-benda tanpa kontak fisik . Sebuah sensor jarak sering memancarkan medan elektromagnetik atau balok dan mencari perubahan di lapangan. Obyek yang merasakan sering disebut sebagai target sensor jarak itu. Target sensor jarak yang berbeda menuntut sensor yang berbeda. Sebagai contoh, sebuah sensor kapasitif atau fotolistrik mungkin cocok untuk target plastik ; sebuah sensor jarak induktif memerlukan target logam.

Dalam sensor kedekatan kapasitif, obyek merasakan perubahan konstanta dielektrik antara dua piring. Sebuah sensor jarak memiliki jangkauan, yang biasanya dikutip relatif terhadap air. Karena perubahan kapasitansi memakan waktu yang relatif lama untuk mendeteksi, kisaran beralih atas sensor jarak sekitar 50 Hz . Sensor kedekatan sering ditemukan dalam penanganan massal mesin, detektor level, dan deteksi paket. Salah satu keuntungan dari sensor kedekatan kapasitif adalah bahwa mereka tidak terpengaruh oleh debu atau kontainer buram, yang memungkinkan mereka untuk menggantikan perangkat optik. Sebuah kapasitif sensor jarak khas memiliki jangkauan penginderaan 10 - mm dan 30 mm.



Sensor jarak menggabungkan potensiometer untuk memungkinkan fine tuning dari rentang sensing dan berulang-ulang dapat mendeteksi objek dalam 0,01 mm dari set point. Frekuensi Switching adalah 10 Hz , dan rentang temperatur operasi adalah -14 sampai 158 ° F.

Pengkondisian output dari sensor jarak selalu sulit . Desainer Sensor jarak harus menghadapi linearitas , hysteresis , ketidakstabilan tegangan eksitasi, dan tegangan offset. Sebuah sensor jarak yang mengukur aliran arus antara elektroda sensing dan target memberikan readouts di unit teknik yang tepat. Biasanya, satu sisi dari sumber tegangan atau osilator terhubung ke elektroda sensing, dan sisi lain menghubungkan melalui rangkaian saat - ukur untuk target, yang umumnya merupakan bagian logam di bumi atau potensial tanah.

Probe digunakan dengan sensor jarak kapasitif memiliki sebuah piringan pipih atau elemen penginderaan persegi panjang yang dikelilingi oleh penjaga elektroda yang menyediakan isolasi listrik antara sensor jarak dan perumahan . Penjaga itu juga memastikan bahwa garis-garis medan elektrostatik yang berasal dari probe sejajar dan tegak lurus terhadap permukaan sensor jarak .

Sistem sensor kapasitansi kedekatan dapat membuat pengukuran dalam 100 µsec dengan resolusi untuk 10<sup>-7</sup> inci (0,001 mikron). Probe diameter berkisar dari beberapa ribu inci sampai beberapa meter untuk pengukuran mulai dari ribu inci sampai beberapa meter yang sesuai.<sup>18</sup>

## 2.5 Solenoid Valve

Solenoid valve pneumatic adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan plunger yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Solenoid valve pneumatic atau katup (valve) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (exhaust) dan lubang Inlet Main. Lubang Inlet

---

<sup>18</sup>Anonim. 2014. *Sensor proksimitas*. ([http://id.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_proksimitas](http://id.wikipedia.org/wiki/Sensor_proksimitas)). diakses pukul 19:20 WIB, 15 April 2014.

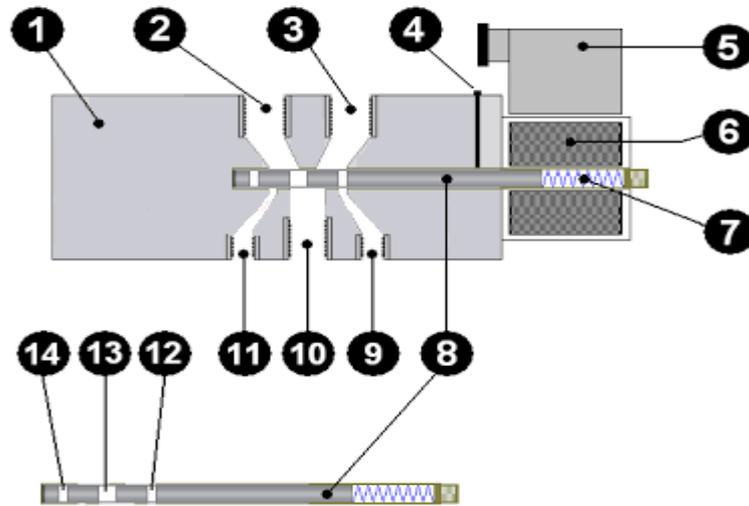


Main, berfungsi sebagai terminal/tempat udara bertekanan masuk atau supply (service unit), lalu lubang keluaran (Outlet Port) dan lubang masukan (Outlet Port), berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatic, sedangkan lubang jebakan udara (exhaust), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve pneumatic bekerja.



Gambar 2.22 Solenoid Valve

Prinsip kerja dari solenoid valve/katup (valve) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan plunger pada bagian dalamnya ketika plunger berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari solenoid valve pneumatic akan keluar udara bertekanan yang berasal dari supply (service unit), pada umumnya solenoid valve pneumatic ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



Gambar. 2.23 Struktur fungsi solenoid valve pneumatic

Berikut keterangan gambar Solenoid Valve Pneumatic:

1. Valve Body
2. Terminal masukan (Inlet Port)
3. Terminal keluaran (Outlet Port)
4. Manual Plunger
5. Terminal slot power suplai tegangan
6. Kumparan gulungan (koil)
7. Spring
8. Plunger
9. Lubang jebakan udara (exhaust from Outlet Port)
10. Lubang Inlet Main
11. Lubang jebakan udara (exhaust from inlet Port)
12. Lubang plunger untuk exhaust Outlet Port
13. Lubang plunger untuk Inlet Main
14. Lubang plunger untuk exhaust inlet Port<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Anonim. 2014. *Solenoid Valve*. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid\\_valve](http://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid_valve)). Diakses pukul 21:10 WIB, 22 Mei 2014



## 2.6 Sensor Fiber Optik BF4R

Fiber optik merupakan serat yang mampu mengantarkan gelombang elektromagnetik. Dalam menghantarkan gelombang elektromagnetik, fiber optik dipengaruhi oleh indeks bias dan sudut dimana sinar dapat diterima oleh fiber optik. Karena pada dasarnya perambatan cahaya dalam fiber optik memiliki sifat seperti gelombang elektromagnetik, yaitu berjalan linier, dipantulkan dan dibiaskan. Sehingga perambatan cahaya dalam serat optik dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu yang mengakibatkan terjadinya rugi-rugi.



Gambar 2.24 Sensor Fiber Optik BF4R

Perkembangan fiber optik saat ini tidak lagi terpusat pada jaringan telekomunikasi sebagai media transmisi data. Perkembangan teknologi saat ini juga berpengaruh pada bidang optik. fiber optik menjadi teknologi alternatif yang dapat menggantikan fungsi kabel konvensional sebagai pengalir isyarat elektrikal. Dimana fiber optik sekarang telah dimanfaatkan sebagai sensor atau yang dikenal dengan *Fiber Optic Sensor* (FOS). Pemanfaatan fiber optik sebagai sensor memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sensor elektrik yang telah dimanfaatkan selama ini. Fiber optik memiliki beberapa kelebihan, termasuk diameter kecil, ringan, tahan terhadap interferensi elektromagnetik, dapat digunakan dalam lingkungan yang kurang ramah (seperti di letakkan di tegangan

---



tinggi dan suhu tinggi), sensitivitas tinggi dan kemampuan untuk merasakan serta mengirimkan informasi. Selain itu, fiber optik juga tidak mudah korosi, mempunyai bahan isolasi elektrik (tidak membutuhkan kabel listrik), tidak memicu terjadinya kebakaran atau ledakan akibat dari loncatan elektron seperti halnya pada sensor elektrik.

Sistem *sensing* (penginderaan) berdasarkan pada fiber optik telah meningkat penggunaannya dalam telekomunikasi, perangkat listrik, struktur ruang angkasa dan di bidang medis. Pemanfaatan sensor fiber optik sekarang ini sudah sangat beragam seperti fiber untuk sensor gas, kelembaban, pengukuran suhu, tekanan, sensor getaran, perpindahan dan lain sebagainya.

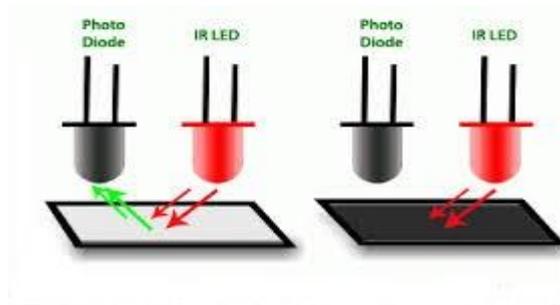
Pemanfaatan *Fiber Optic Sensor* (FOS) sebagai sensor tekanan, temperatur, *strain*, bertumpu pada kinerja fiber optik sebagai sensor pergeseran dengan memanfaatkan daerah kerja sensor pergeseran tersebut. Namun ada pula sensor fiber optik yang memanfaatkan rugi-rugi pada fiber optik itu sendiri. Rugi-rugi ini terjadi karena terjadinya pelemahan intensitas cahaya dalam fiber optik karena adanya gangguan, seperti bengkokan (*bending*). Karena adanya pelemahan intensitas ini, maka intensitas yang ditangkap oleh *receiver* otomatis berkurang. Prinsip inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai sensor. Selain itu, ada pelemahan intensitas pada fiber optik juga dapat dilakukan dengan cara menggores fiber itu sendiri. Saat cahaya yang lewat pada fiber optik melewati daerah yang tergores, maka sebagian cahaya akan terhambur keluar dan juga intensitas cahaya yang ditangkap *receiver* otomatis juga berkurang. Prinsip ini juga dimanfaatkan untuk sensor fiber optik, seperti sensor fiber berbasis *evanescent wave* (sensor gas, uap, maupun sensor berbasis kimia).<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Mukti, W. Kusnanto. 2013. *Sensor Fiber Optik*. (<http://kusnantomukti.blog.uns.ac.id/2013/04/fiber-optik-sensor/>). diakses pukul 21:35 WIB, 27 Mei 2014



## 2.7 Sensor Photodioda



Gambar 2.25 Sensor Infrared (Photodioda)

### 2.7.1 Pengertian Photodioda

Photodioda adalah suatu jenis dioda yang resistansinya berubah-ubah kalau cahaya yang jatuh pada dioda berubah-ubah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahanannya sangat besar hingga praktis tidak ada arus yang mengalir. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada dioda maka makin kecil nilai tahanannya, sehingga arus yang mengalir semakin besar. Jika photodioda persambungan p-n bertegangan balik disinari, maka arus akan berubah secara linier dengan kenaikan fluks cahaya yang dikenakan pada persambungan tersebut. Photodioda terbuat dari bahan semikonduktor. Biasanya yang dipakai adalah silicon (Si) atau gallium arsenide (GaAs), dan lain-lain termasuk indium antimonide (InSb), indium arsenide (InAs), lead selenide (PbSe), dan timah sulfide (PbS). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang, misalnya : 250 nm ke 1100 nm untuk silicon, dan 800 nm ke 2,0  $\mu\text{m}$  untuk GaAs.

### 2.7.2 Prinsip Kerja Photodioda

Photodioda dibuat dari semi konduktor dengan bahan yang populer adalah silicon (Si) atau galium arsenida (GaAs), dan yang lain meliputi InSb, InAs, PbSe. Material ini menyerap cahaya dengan karakteristik panjang gelombang mencakup: 2500 Å – 11000 Å untuk silicon, 8000 Å – 20,000 Å untuk GaAs. Ketika sebuah photon (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya diserap, hal tersebut



membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah hole, di mana suatu hole adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron. Arah Arus yang melalui sebuah semi konduktor adalah kebalikan dengan gerak muatan pembawa. cara tersebut didalam sebuah photodiode digunakan untuk mengumpulkan photon – menyebabkan pembawa muatan (seperti arus atau tegangan) mengalir/terbentuk di bagian-bagian elektroda.

Prinsip kerja photodiode:

- Cahaya yang diserap oleh photodiode
- Terjadinya pergeseran foton
- Menghasilkan pasangan electron-hole dikedua sisi
- Electron menuju [+] sumber & hole menuju [-] sumber

Sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian

## 2.8 Push Button

### 2.8.1 Pengertian Push Button

Swich Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalas listrik satu sama lain ( suatu system saklar tekan push button terdiri dari saklar tekan start. Stop reset dan saklar tekan untuk emergency. Push button memiliki kontak NC (normally close) dan NO (normally open).



Gambar 2.26 Push Button



### 2.8.2 Prinsip Kerja Push Button

Prinsip kerja Push Button adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop dan kontak NO akan berfungsi sebagai start biasanya digunakan pada system pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industry.

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)

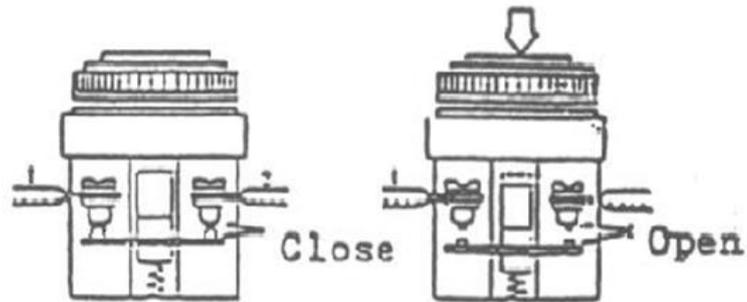
Tombol jenis ini biasanya digunakan untuk menghubungkan arus pada suatu rangkaian Kontrol atau sebagai tombol start. Fungsi mengalirkan arus pada tombol ini terjadi apabila pada bagian knopnya ditekan sehingga kontaknyanya saling terhubung dan aliran listrik akan terputus apa bila knopnya dilepas Karena terdapat pegas.



Gambar 2.27 Push button tipe NO

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

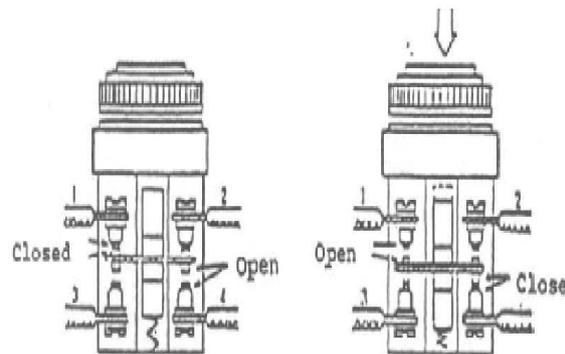
Tombol jenis ini adalah jenis kontak tertutup biasanya di gunakan untuk memutus arus listrik yaitu dengan cara menekan knopnya sehingga kontaknyanya terpisah, namun kalau knop di lepas maka akan kembali pada posisi semula. Tombol jenis ini digunakan untuk tombol stop.



Gambar 2.28 Push button tipe NC

### 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 di lepaskan maka akan kembali ke posisi semula.

Gambar 2.29 Push button tipe NO dan NC<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Akhdanazizan. 2013. *Tombol Tekan Push Button*. (<http://akhdanazizan.com/tombol-tekan-push-button>). Diakses pukul 20:05 WIB, 3 maret 2014.



## 2.9 Relay

### 2.9.1 Pengertian Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektro mekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.



Gambar 2.30 Relay

Secara sederhana relay elektro mekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- Alat yang menggunakan gaya elektro magnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbaik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini



bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Konfigurasi dari kontak-kontak relay ada tiga jenis, yaitu:

- Normally Open (NO), apabila kontak-kontak tertutup saat relay dicatu
- Normally Closed (NC), apabila kontak-kontak terbuka saat relay dicatu

Change Over (CO), relay mempunyai kontak tengah yang normal tertutup, tetapi ketika relay dicatu kontak tengah tersebut akan membuat hubungan dengan kontak-kontak yang lain. Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% sajadari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman.

Relay jenis lain ada yang namanya reed switch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).

Fungsi relay dapat memperkecil kerusakan dan biaya ini dengan cara menyelidiki dengan segera kesalahan dan membuka saklar yang tepat untuk mengisolasi sirkit yang salah itu. Dengan demikian, jelaslah bahwa reliabilitas, kecepatan, dan penselektivitas merupakan cara yang dikehendaki untuk mengetahui kualitas perlindungan relay. Kuantitas dasar listrik dapat berubah apabila terjadi kesalahan berupa arus listrik, (arah) fasa tunggal dan frekuensi. Ada dua perangkat relay yang dipakai, relay utama dan balik (penyokong). Relay utama memperjelas adanya kesalahan dalam seksi yang dilindungi secepat mungkin. Relay penyokong dioperasikan apabila yang lainnya gagal dan biasanya bukan hanya berfungsi melindungi seksi lokal akan tetapi juga seksi sambungan; mereka



biasanya mempunyai waktu tunda yang cukup lama untuk memperbolehkan relay utama untuk dioperasikan jika mereka bisa.

Sebuah relay dioperasikan ketika mengukur perubahan kualitas, baik dari nilai normal maupun hubungannya dengan kuantitas lainnya. Kuantitas yang dioperasikan dalam kebanyakan perlindungan relay adalah arus listrik yang memasuki sirkit yang dilindungi. Relay dapat dioperasikan pada tingkat arus listrik menurut bias atau kendala standar, atau ia dapat dibandingkan dengan kuantitas lain dari sirkit seperti tegangan bis atau arus listrik yang meninggalkan sirkit yang dilindungi.

Dalam relay elektromagnetis yang sederhana, dipakai sebagai detektor level, gravitas atau pegas yang dapat menunjukkan bias tetap atau kuantitas referensi, yang melawan kekuatan yang diproduksi oleh arus yang dioperasikan dalam sebuah elektromagnet. Pegas ini merupakan alat kalibrasi dari relay pengambil arus listrik. Bila terjadi kesalahan tingkat arus listrik maka akan terjadi perubahan pada kondisi pembangkit, maka jarang sekali ada kemungkinan untuk mendapatkan cara yang selektif berdasarkan pada besaran arus listrik itu sendiri. Biasanya fungsi waktu ditambahkan sehingga relay yang mendekati kesalahan, akan berjalan sebelum relay dalam sirkit yang tidak salah. Memang sulit sekali untuk mendapatkan hasil yang selektif dengan cara mengukur satu kuantitas seperti arus, potensi, fasa-tunggal, dan sebagainya., kalau tidak mempergunakan waktu tunda. Makanya relay berkecepatan-tinggi dipakai mengukur suatu kuantitas yang diperoleh yang merupakan kombinasi beberapa kuantitas sederhana; umpamanya, impedansi, rasio-arus listrik, dan sebagainya, dimana dua kuantitas sederhana itu dibandingkan dalam besar atau hubungan fasa.

Relay arah juga memiliki fungsi untuk mengontrol relay kelebihan arus-waktu dimana sumber daya juga ditempatkan sedemikian rupa sehingga banyak arus melintasi relay karena adanya kesalahan eksternal dan kesalahan internal dalam sirkit yang dilindungi. Jadi setiap relay dapat disusun menurut perjalanan saja apabila arus mengalir keluar dari bis. Sebaliknya, dengan cara menyambungkan relay arah menurut serinya dimana setiap relay kelebihan bebas



pada dua ujung bagian kesalahan akan dioperasikan, jadi hal ini turut mengisolasi kesalahan itu walaupun tidak mengganggu saluran lainnya.

Untuk relay elektromekanis, sudut torsi maksimum didefinisikan sebagai sudut dimana arus dipergunakan pada relay itu harus digantikan dari tegangan yang dipakai pada relay itu untuk memproduksi torsi maksimum. Walaupun demikian, elemen relay secara inheren adalah metrik watt, karakteristiknya dapat dirubah dengan penambahan komponen yang menggeser fasa untuk memberikan torsi maksimum pada sudut fasa yang membutuhkannya. Untuk relay statis, dimana torsi itu secara tegas dianggap tidak relevan, maka MTA yang efektif adalah sudut kepekahan maksimum.

Teknik statis untuk sistem perlindungan daya sudah diatur dengan baik dan berkembang dalam periode lebih dari dua puluh tahun. Desain yang pertama diterima secara luas didasarkan pada transistor planar silikon yang agak andal akan tetapi dalam fase perkembangan alat semikonduktor dalam dua puluh sehingga silikon menggabungkan sirkit, pintu digital dan sirkit logis, kebiasaan membangun skala media terpadu (MSI) sirkit digital dan kemudian, memori dan mikroprocessor juga sudah dipadukan kedalam desain-ini.

### 2.9.2 Prinsip Kerja Relay

Relay terdiri dari Coil & Contact coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik dicoil. Contact ada 2 jenis:

- ✓ Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open),
- ✓ dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close).

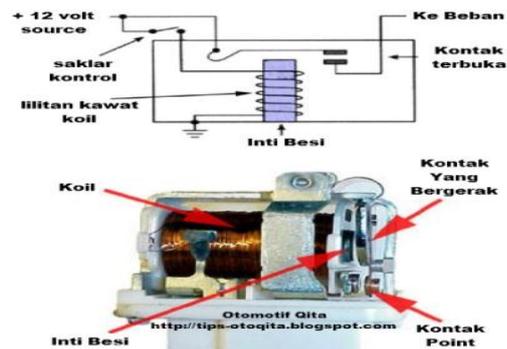
Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay: ketika Coil mendapat energi listrik (energized), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup.

Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, *relay* juga mempunyai fungsi sebagai



pengendali sistem. Sehingga *relay* mempunyai 2 macam simbol yang digunakan pada:

- Rangkaian listrik (*hardware*)
- Program (*software*)



Gambar 2.31 Prinsip Kerja Relay

Karakteristik pengoperasian yang paling penting dari relay input-tunggal (detektor level) adalah hubungan diantara besar input dengan waktu operasi, umpamanya, kurva arus waktu dari relay arus-waktu. Relay komprator-fasa dan amplitudo moern yang berlangsung sesaat saja akan tetapi waktu lawan rasio input adalah menarik diperhatikan walaupun skala waktunya berada dalam hitungan milidetik, umpamanya, kurva impedansi waktu jarak jauh. Dalam setiap relay karakteristik yang paling penting diperhatikan adalah rasio dari dua input kuantitas pada ambang pengoperasia Kuantitas pemberian energi akan membangkitkan fluks pada celah magnet, yang mana sebuah disk aluminium ditempatkan. Bidang dari bagian depan kutub itu menjadi subbagi Kedalam kutub subsider, salah satu kutub yang dikelilingi oleh loop tembaga yang padat. Perputaran arus terinduksi dalam loop ini menyebabkan sebuah fasa digantikan diantara fluks yang muncul dari kutub bayangan dan kutub yang berdekatan letaknya. Efeknya adalah memproduksi medan yang bergerak kesamping sehingga menyapu disk relay yang menghasilkan kekuatan penarikan pada disk mendatang sebab arus terinduksi pada disk ini. Oleh karena itu, torsi dorongan secara teoritis menjadi proporsional dengan seperempat dari nilai arus dalam rentang linear elektromagnet, akan tetapi menjadi berubah dari hubungan



sederhana ini pada nilai arus Dalam peralatan tertentu, seperti generator, daya akan selalu mengalirkan arus kearah luas kecuali jika generator telah mengembangkan semacam kesalahan atau telah kehilangan sumber dorongannya, sehingga ia merupakan monitoring dan menarik daya dari jeringan itu. Setiap keadaan itu dideteksi oleh relay arah yang menutup kontaknya untuk daya (atau sebuah komponen kVA pada sudut yang dapat dicocokkan) mengalirkan arus dalam arah yang tidak normal.<sup>22</sup>

## 2.10 Conveyor

Belt Conveyor adalah peralatan yang cukup sederhana yang digunakan untuk mengangkut unti atau curah dengan kapasitas besar. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada belt conveyor ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan. Misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut bahan -bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas.



Gambar 2.32 Conveyor

Fungsi belt conveyor adalah untuk mengangkut berupa unti atau curah dengan kapasitas yang cukup besar, dan sesuai dengan namanya maka media yang digunakan berupa ban.

<sup>22</sup>Sakti Elang. 2013. *Pengertian Fungsi Prinsip dan Cara Kerja Relay*. (<http://www.elangsakti.com/2013/03/pengertian-fungsi-prinsip-dan-cara.html>). Diakses pukul 19:35 WIB, 3 maret 2014.



Konstruksi dari belt conveyor adalah:

1. Konstruksi arah pengangkutan horizontal
2. Konstruksi arah pengangkutan diagonal atau miring
3. Konstruksi arah pengangkutan horizontal dan diagonal

### **Keuntungan Memakai Conveyor**

Conveyor Mempunyai kelebihan dari pada menggunakan rantai dan sproket.

Berikut ini adalah Kelebihan Yang Dimiliki Oleh V-Belt:

1. Conveyor digunakan untuk mentransmisi daya yang jaraknya relatif jauh.
2. Kecilnya faktor slip.
3. Mampu digunakan untuk putaran tinggi.
4. Dari segi Harga conveyor relatif lebih murah dibanding dengan element transmisi yang lain.
5. Sistem Operasi menggunakan conveyor Tidak Berisik (Noise Kecil) dibandingkan dengan chain<sup>23</sup>

### **2.11 Buzzer**

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

<sup>23</sup>Antika, andini. 2013. *Belt Conveyor*. (<http://domas09.blogspot.com/2013/02/belt-conveyor.html>). Diakses pukul 21:35 WIB, 27 Mei 2014.



Gambar 2.33 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).<sup>24</sup>

## 2.12 Miniatur Circuit Breaker

MCB merupakan kependekan dari **Miniature Circuit Breaker** (bahasa Inggris). Biasanya MCB digunakan oleh pihak PLN untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat (konsleting) dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A dan lain sebagainya. Nominal MCB ditentukan dari

---

<sup>24</sup>Juniarto. 2010. *Buzzer*. (<http://juniarto1985.wordpress.com/2010/08/16/buzzer/>). Diakses pukul 11:16 WIB, 8 April 2014.



besarnya arus yang bisa ia hantarkan, satuan dari arus adalah Ampere, untuk kedepannya hanya akan saya tulis dengan A. Jadi jika MCB dengan arus nominal 2 Ampere maka hanya perlu ditulis dengan MCB 2A.



Gambar 2.34 MCB

Adapun prinsip kerja dari MCB hampir sama dengan sekering, apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih maka MCB akan bekerja secara otomatis memutuskan arus listrik tersebut.

*Adapun karakteristik dari MCB adalah sebagai berikut:* MCB merupakan pengaman beban lebih dan gangguan arus hubung singkat. Fungsi MCB sebagai pengaman beban lebih dimana alat ini bekerja dengan system pemanasan logam bimetal, jadi apabila beban yang terpasang pada rangkaian melebihi kemampuan peralatan maka bimetal pada MCB akan panas dan pada saat itulah logam ini akan melengkung yang akhirnya akan menyebabkan putusnya rangkaian. Selanjutnya setelah bimetal ini dingin maka logam ini akan kembali ke bentuk semula dan akhirnya rangkaian akan dapat terhubung kembali.

Sedang untuk gangguan arus hubung singkat, MCB menggunakan kumparan elektromagnetik yang akan bekerja apabila arus yang terlalu besar melewati kumparan elektromagnetik ini yang akan menimbulkan panas sehingga akan memutuskan anak kontak ke koil.

The MCB memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sekering:

1. Secara otomatis mematikan sirkuit listrik selama kondisi abnormal dari jaringan berarti lebih dari kondisi beban serta kondisi yang salah. Sekering



tidak merasakan tapi miniatur circuit breaker melakukannya dengan cara yang lebih dapat diandalkan. MCB jauh lebih sensitif terhadap arus lebih dari sekering.

2. Keuntungan lain adalah, sebagai tombol operasi saklar datang pada posisi off selama tersandung, zona rusak dari rangkaian listrik dengan mudah dapat diidentifikasi. Tapi dalam kasus sekering, kabel sekering harus diperiksa dengan membuka sekering pegangan atau potongan dari dasar sekering , untuk mengkonfirmasi pukulan kawat sekering .
3. Restorasi Cepat pasokan tidak dapat mungkin dalam kasus sekering sebagai sekering karena harus dikabelkan atau diganti untuk memulihkan pasokan . Tapi dalam kasus MCB, restorasi cepat adalah mungkin dengan hanya beralih pada operasi .
4. Penanganan MCB lebih elektrik aman daripada sekering. Karena banyak keuntungan dari MCB atas unit sekering, dalam jaringan listrik tegangan rendah modern, miniatur circuit breaker ini kebanyakan digunakan sebagai pengganti surut unit sekering .Hanya satu kelemahan dari MCB atas sekering adalah bahwa sistem ini lebih mahal daripada sekering unit sistem .

#### 2.12.1 Bekerja Prinsip Miniature Circuit Breaker

Ada dua pengaturan operasi miniatur circuit breaker. Salah satu akibat efek termal lebih dari saat ini dan lainnya karena efek elektromagnetik lebih dari saat ini. Operasi termal miniatur circuit breaker dicapai dengan strip bimetal bila terus menerus selama arus mengalir melalui MCB, strip bimetal dipanaskan dan mengalihkan dengan menekuk. Ini defleksi bimetal Strip melepaskan kait mekanik. Sebagai latch mekanik ini terpasang dengan mekanisme operasi, hal itu menyebabkan untuk membuka miniatur kontak pemutus sirkuit. Tetapi selama kondisi sirkuit pendek, Alangkah tiba-tiba arus listrik, menyebabkan perpindahan elektromekanis plunger terkait dengan tersandung coil atau solenoid dari MCB.



Plunger pemogokan tuas perjalanan menyebabkan pembebasan segera mekanisme latch akibatnya membuka kontak pemutus sirkuit. Ini adalah penjelasan sederhana miniatur circuit breaker prinsip kerja.

### 2.12.2 Miniature Circuit Breaker Konstruksi

Miniatur konstruksi pemutus sirkuit sangat sederhana, kuat dan bebas perawatan. Umumnya MCB tidak diperbaiki atau dipertahankan, itu hanya diganti dengan yang baru bila diperlukan. Sebuah pemutus sirkuit miniatur memiliki biasanya tiga bagian konstruksi utama. Ini adalah:

- ✓ **Frame Miniature Circuit Breaker**

Bingkai miniatur circuit breaker adalah kasus dibentuk. Ini adalah kaku, kuat, terisolasi perumahan di mana komponen lainnya dipasang.

- ✓ **Mekanisme Operasi Miniature Circuit Breaker**

Mekanisme operasi miniatur circuit breaker menyediakan sarana pembukaan manual dan operasi penutupan miniatur circuit breaker. Ia memiliki tiga posisi "ON", "OFF", dan "TRIP". Switching latch eksternal dapat di "TRIP" posisi, jika MCB tersandung karena over-saat ini. Ketika secara manual mematikan MCB, switching kait akan berada dalam posisi "OFF". Dalam kondisi dekat MCB, saklar diposisikan di "ON". Dengan mengamati posisi switching latch seseorang dapat menentukan kondisi MCB apakah itu ditutup, tersandung atau secara manual dimatikan.

- ✓ **Satuan Trip of Miniature Circuit Breaker**

Unit perjalanan adalah bagian utama, yang bertanggung jawab untuk bekerja dengan baik dari miniatur circuit breaker. Dua jenis utama dari mekanisme perjalanan yang disediakan di MCB. Sebuah bimetal memberikan perlindungan terhadap lebih dari arus beban dan elektromagnet memberikan perlindungan terhadap arus hubung singkat.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Anonim. 2013. *Pengertian dan Fungsi MCB*. (<http://www.miung.com/2013/05/pengertian-dan-fungsi-mcb-miniature.html>). Diakses pukul 20:14 WIB, 17 juli 2014.



### 2.13 Terminal Blok



Gambar 2.35 Terminal Block

Terminal blok, sebagai konektor individu untuk papan di sebelah kiri, sebagai strip penghalang dengan setscrews di atas, dan sebagai penghalang strip dengan terlampir sekop dan loop lugs di bagian bawah.

Terminal blok adalah jenis konektor listrik di mana kawat dipegang oleh pengetatan sekrup. Kawat bisa dibungkus langsung di bawah kepala sekrup, dapat diadakan oleh pelat logam paksa terhadap kawat dengan sekrup, atau mungkin dipegang oleh apa yang ada, pada dasarnya, sebuah sekrup set di sisi tabung logam. Kawat dapat langsung dilucuti isolasi dan dimasukkan di bawah kepala sekrup atau ke terminal. Jika tidak, mungkin baik dimasukkan terlebih dahulu ke dalam ferrule, yang kemudian dimasukkan ke dalam terminal, atau melekat pada lug menghubungkan. yang kemudian tetap di bawah kepala sekrup.

Fungsi terminal adalah membagi arus menjadi beberapa jalur (kanal). Ini diterapkan karena mengingat bila suatu saat ada kerusakan tidak akan terjadi kesulitan service atau bahkan menimbulkan bunga api karena banyaknya jalur yang dipakai.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Anonim. 2013. *Screw terminal*. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Screw\\_terminal](http://en.wikipedia.org/wiki/Screw_terminal)). Diakses pukul 19.23 WIB, 15 Mei 2014.