

BAB II

DASAR TEORI

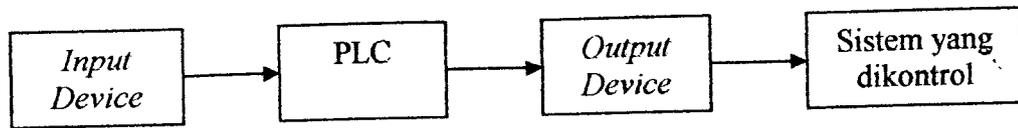
2.1 PLC (*Programmable Logic Controller*)

PLC adalah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relai yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara menerima masukan, melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya. PLC dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan memori sebagai media penyimpanan instruksi-instruksi internal untuk menjalankan fungsi-fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses, fungsi pewaktu dan fungsi lainnya dengan cara memprogramnya.

Selanjutnya PLC dikembangkan kemampuannya dalam mengolah data dengan menambahkan beberapa macam modul tambahan seperti pengubah sinyal analog ke digital (*ADC*) dan pengubah sinyal digital ke analog (*DAC*). Dengan ditambahkan modul *ADC* dan *DAC*, PLC mampu mengambil dan mengeluarkan sinyal analog untuk pengendalian.

2.1.1 Prinsip Kerja PLC

Pada prinsipnya PLC bekerja dengan cara menerima masukan data-data dari luar PLC yang nantinya akan di olah oleh CPU dan akan menghasilkan suatu keluaran.



Gambar 2.1 Diagram blok prinsip kerja PLC

Peralatan masukan dapat berupa saklar, sensor dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan masukan berupa sinyal-sinyal digital. Sinyal-sinyal digital yang masuk akan diolah oleh *Central Processing Unit* (CPU) yang ada di dalam PLC, sinyal-sinyal digital tersebut akan diolah sesuai dengan program-program yang telah dibuat di dalam memorinya. CPU akan mengambil keputusan-keputusan sesuai dengan program yang telah dibuat dan mengeluarkan keputusan melalui keluaran masih dalam bentuk sinyal digital. Sinyal-sinyal keluaran inilah yang akan menggerakkan peralatan keluaran yang akan mengoperasikan sistem atau proses yang dikontrol.

2.1.2 Keuntungan Menggunakan PLC

1. Waktu yang dibutuhkan untuk sistem baru atau penambahan sistem I/O, dengan desain ulang lebih singkat.
2. Relatif mudah untuk dipelajari.
3. Desain sistem yang sudah ada lebih mudah untuk dipelajari.
4. Standarisasi sistem kendali lebih mudah untuk diterapkan.
5. Lebih aman untuk tingkat keselamatan pada teknisi, karena bekerja pada tegangan relatif rendah.

2.1.3 Diagram Ladder

Diagram *ladder* yang berisi lambang-lambang kontak yang akan menunjukkan arah aliran arus yang terjadi pada PLC. Aliran arus ini sekaligus menunjukkan kontak-kontak mana saja yang aktif atau sebaliknya, ketika proses berlangsung. Beberapa lambang kontak pada penyusunan diagram ladder adalah sebagai berikut :

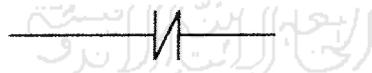
a. Normally Open (NO)

Normally Open menandakan kondisi yang terbuka dalam keadaan normal dan akan terhubung apabila ada masukan.



b. Normally Closed (NC)

Normally Closed menandakan kondisi yang tertutup dalam keadaan normal dan akan terbuka apabila ada masukan.



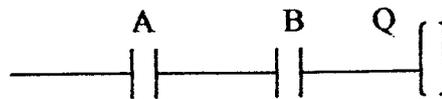
c. Instruksi Keluaran

Instruksi keluaran digunakan untuk mengirim hasil proses ke keluaran PLC sesuai dengan alamat keluaran yang dituju.



d. Instruksi AND

Instruksi AND ini digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih kontak-kontak masukan secara seri.



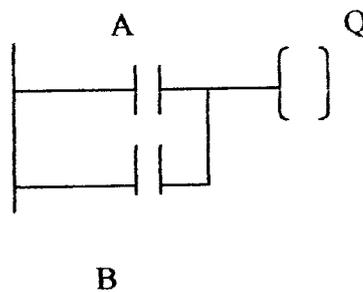
Bentuk keluaran dengan masukan A dan B dapat dituliskan seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Tabel Kebenaran Instruksi AND

A	B	Q
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

e. Instruksi OR

Instruksi OR digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih kontak-kontak masukan secara paralel.



Tabel 2.2 Tabel Kebenaran Instruksi OR

A	B	Q
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

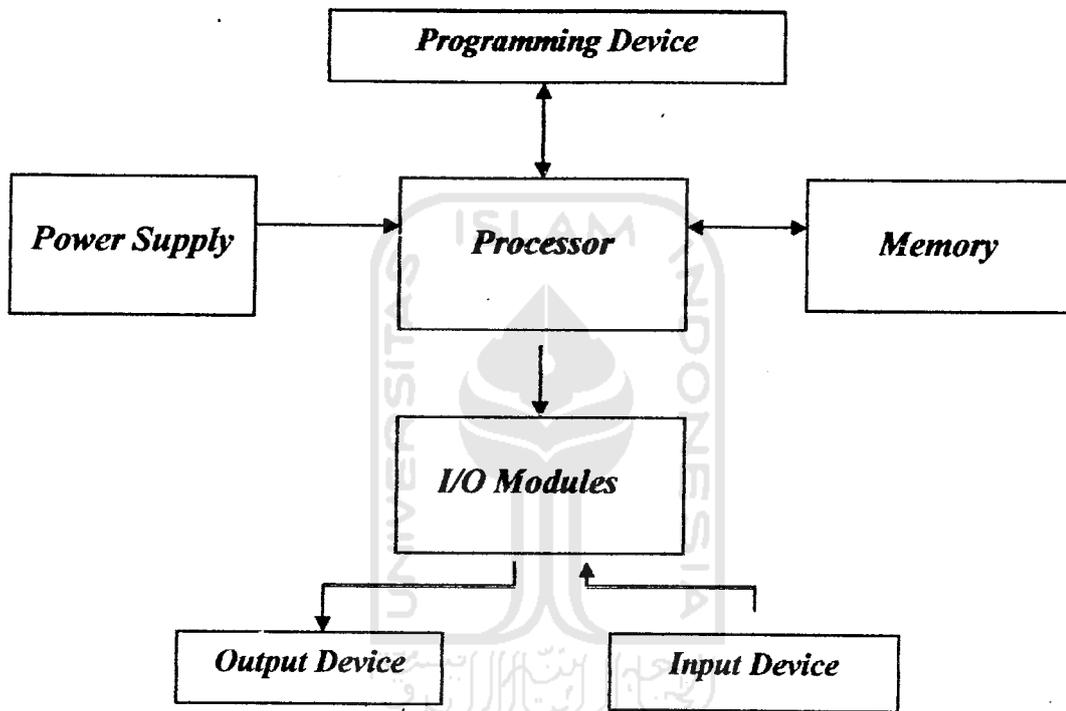
2.1.4 Relay

Relay jika dilihat dari susunan konstruksinya terdiri dari kumparan, inti besi dan kontak-kontak NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Prinsip kerja relay:

1. Jika ada arus yang mengalir pada kumparan maka akan menimbulkan medan magnet.
2. Karena adanya medan magnet tersebut, maka akan menimbulkan gaya tarik.
3. Gaya tarik akan menarik kontak-kontak NO dan NC. Sehingga saat relay tersebut dalam kondisi normal (belum ada arus listrik yang masuk), kontak NO tidak terhubung dan kontak NC terhubung.
4. Sebaliknya, pada saat relay tersebut dalam kondisi bekerja (ada arus listrik yang masuk). Kontak NO akan terhubung dan kontak NC tidak terhubung.

2.2 Bagian-bagian PLC

Bagian PLC pada prinsipnya terdiri atas *Central Processing Unit (CPU)*, *Programming Device*, *Input dan output modul* dan *Unit Power Supply*. Sebagaimana terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bagian PLC

2.2.1 CPU (*Central Processing Unit*)

Di dalam sebuah PLC terdapat *CPU*, yang merupakan otak dari PLC yang berfungsi untuk menangani komunikasi dengan piranti eksternal, interkoneksi antar bagian-bagian internal PLC, eksekusi program, manajemen memori, dan memberikan sinyal ke keluaran. Tergantung pada mikroprosesor yang bersangkutan. Pada umumnya komponen-komponen struktur tersebut adalah:

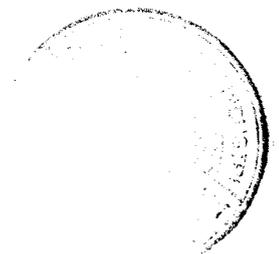
1. Sebuah unit aritmatika dan logika (ALU) yang menangani manipulasi data dan melaksanakan operasi aritmatika penjumlahan dan pengurangan serta operasi-operasi logika AND, OR, NOT, OR-EKSKLUSIF.
2. Memori, yang dinamakan register, yang terletak di dalam mikroprosesor dan dipergunakan untuk menyimpan informasi yang terlibat dalam pengeksekusian program.
3. Sebuah unit control yang dipergunakan untuk mengontrol pewaktuan operasi-operasi.

2.2.2 Memori

Memori merupakan daerah CPU yang digunakan untuk tempat penyimpanan data pada PLC. Kapasitas memori pada PLC sangat bervariasi tergantung model dari PLC tersebut. Pada Siemens S7-200, PLC type ini memiliki kapasitas memori 8192 bytes untuk menyimpan program, 5120 byte untuk memori data.

Kapasitas memori ini tergantung penggunaannya dan seberapa jauh dalam mengoptimalkan ruang memori PLC, yang berarti berapa banyak penggunaan lokasi yang diperlukan program kontrol untuk mengendalikan *plant* tertentu.

Memori merupakan daerah CPU yang digunakan untuk tempat penyimpanan data pada PLC. Kapasitas memori pada PLC sangat bervariasi tergantung model dari PLC tersebut. Secara general memori dari CPU ada beberapa tipe, yaitu:



a. RAM (*Random Acces Memory*).

Dirancang sehingga informasi dapat ditulis atau dibaca oleh memori. RAM menyediakan sarana yang baik untuk menciptakan atau merubah program dengan mudah.

b. ROM (*Read Only Memory*).

Dirancang agar informasi yang disimpan dapat dibaca dan disimpan secara permanen.

c. EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*).

ROM yang dapat diprogram dan tersimpan secara permanen.

d. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*).

Merupakan memori yang fleksibel pemrogramannya sama seperti RAM. Memori menyediakan penyimpanan program permanen, tetapi dapat diubah dengan menggunakan piranti program standar.

Tabel 2.3 menunjukkan struktur daerah memori yang digunakan pada PLC SIEMENS S7200 :

Tabel 2.3 Tabel fungsi dan alamat memori

Fungsi	Alamat
Register input	I 0.0 sampai I 15.7
<i>Register output</i>	Q 0.0 sampai Q 15.7
<i>Register output</i>	Q 0.0 sampai Q 15.7
<i>Register output</i>	Q 0.0 sampai Q 15.7

Lanjutan Tabel 2.3 Tabel fungsi dan alamat memori

Fungsi	Alamat
<i>Register output</i>	Q 0.0 sampai Q 15.7
<i>Input Analog</i>	AIW0 sampai AIW62
<i>Output Analog</i>	AQW0 sampai AQW62
<i>Variable memori</i>	VB0 sampai VB5119
<i>Local memori</i>	LB0 sampai LB63
Bit memori	M0.0 sampai M 31.7
Spesial memori	SM 0.0 sampai SM 549.7
Timers	
<i>Retentive on-delay</i>	T0, T64
1 ms	T1 sampai T4 dan T65 sampai T68
10 ms	T5 sampai T31 dan T65 sampai T 95
100 ms	T32, T96
<i>ON/OFF delay</i>	T33 sampai T36 dan T97 sampai T100
1 ms	T37 sampai T63 dan T101 sampai
10 ms	T255
100 ms	
Counters	C0 sampai C255
<i>High Speed Counter</i>	HC0 sampai HC5
<i>Sequential Control Relay</i>	S0.0 sampai S31.7
<i>Accumulator Register</i>	AC0 sampai AC3
<i>Jump/Label</i>	0 sampai 255

Lanjutan Tabel 2.3 Tabel fungsi dan alamat memori

Fungsi	Alamat
<i>Call/Subroutine</i>	0 sampai 233
<i>Interrupt Routine</i>	0 sampai 127
<i>Positive/Negative Transition</i>	256
<i>PID Loop</i>	0 sampai 7
<i>Port</i>	0

2.3 Modul Masukan Dan Keluaran

Modul masukan dan keluaran merupakan peralatan atau perangkat elektronik yang berfungsi sebagai perantara atau penghubung (*interface*) antara CPU dengan peralatan dari luar. Unit masukan merupakan bagian yang diperlukan agar PLC dapat berhubungan dengan bagian kontrol proses.

Unit masukan menerima sinyal dari kabel yang dihubungkan dengan peralatan masukan seperti sensor, saklar atau transduser. Modul keluaran merupakan peralatan-peralatan yang digunakan untuk mengeluarkan data-data yang telah diproses oleh CPU ke alamat keluaran yang ditentukan pengguna. Modul keluaran menyediakan tegangan keluaran untuk aktuator atau indikator alat.

Tabel 2.4 Urutan jumlah bit alamat dalam satu slot modul

10.0	11.0	12.0	13.0
10.1	11.1	12.1	13.1
10.2	11.2	12.2	13.2
10.3	11.3	12.3	13.3
10.4	11.4	12.4	13.4
10.5	11.5	12.5	13.5
10.6	11.6	12.6	13.6
10.7	11.7	12.7	13.7

2.4 PLC Siemens S7-200

Secara umum sistem pemrograman PLC dapat dilakukan dengan pembuatan diagram *ladder*. PLC Siemens S7-200 memiliki perangkat lunak khusus untuk memprogramnya, yakni STEP 7 –Micro/WIN.

2.5 Catu Daya PLC

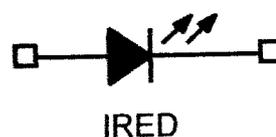
Catu daya PLC dapat diketahui dari jenis konfigurasi catu daya yang tertulis pada PLC. Jenis catu daya PLC ditulis dengan bentuk: jenis catu daya PLC/jenis catu daya masukan/jenis catu daya keluaran. Pada penelitian ini menggunakan PLC Siemens S7-200 CPU 224 yang mempunyai konfigurasi catu daya AC/DC/Relay, artinya PLC Siemens S7-200 CPU 224 menggunakan catu daya AC.

2.6 IRED (*infrared Emitting Diode*)

Pada saat elektron-elektron jatuh dari pita konduksi ke pita valensi, mereka memancarkan energi. Pada dioda penyearah, energi ini keluar sebagai panas. Tetapi pada LED (*light emitting diode*) energi dipancarkan sebagai cahaya. Cahaya akan dipancarkan dengan emisi spektrum pada suatu frekuensi atau panjang gelombang tertentu. Yang ditentukan oleh jalur energi dari bahan semikonduktor tersebut.

Bahan yang digunakan untuk menghasilkan sinar inframerah, adalah GaAs. Karena bahan ini memiliki celah jalur energi antara 1,18eV s/d 3,4eV. Spektrum 800nm-1000nm merupakan spektral dari sinar inframerah. Sinar ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang mengingat spektrum yang didapat oleh mata manusia sebesar 400nm-697nm.

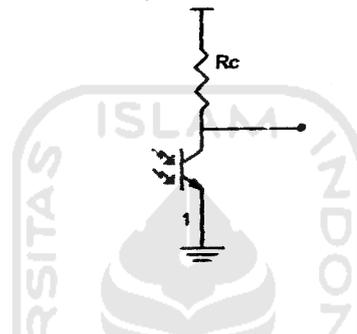
Sedangkan bila arah arus dibalik, maka akan terjadi pembawa muatan, pembawa muatan akan meninggalkan sambungan, sehingga foton tidak akan terbentuk. Berdasarkan prinsip itulah, dioda dengan bahan lain dapat dipergunakan sebaga penyearah. Inframerah digunakan untuk mengubah isyarat elektrik, ke dalam suatu cahaya dengan konsentrasi yang tinggi. Sehingga mampu menjangkau jarak yang jauh. Bagian basis yang terkena inframerah, akan berubah menjadi elektrik.



Gambar 2.3 Simbol IRED.

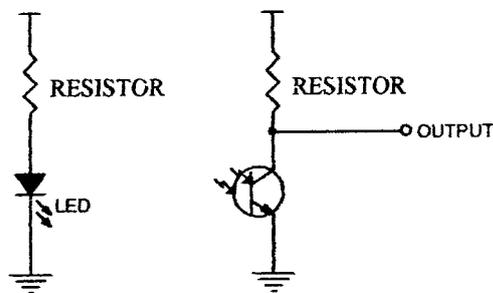
2.7 Fototransistor

Fototransistor merupakan komponen detektor cahaya. Yang memiliki penguatan sendiri (*internal gain*). Hal ini membuat fototransistor lebih sensitif bila dibandingkan dengan menggunakan fotodiode. Fototransistor memiliki basis yang terbuka. Sehingga kepekaan cahaya dapat dikendalikan dengan sebuah resistor basis variabel.



Gambar 2.4 Fototransistor.

Fototransistor dapat berfungsi sebagai saklar, yaitu apabila sebagai cahaya yang dipancarkan oleh inframerah mengenai fototransistor, maka fototransistor akan ON. Dan apabila cahaya tersebut terhalang, maka akan berubah menjadi OFF. Gambar dibawah ini menunjukkan rangkaian, yang digunakan untuk mendeteksi kereta api saat melintasi sensor.

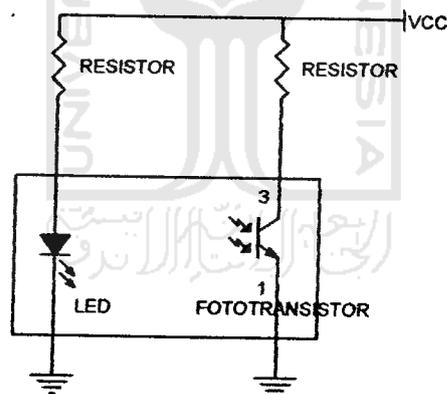


Gambar 2.5 Rangkaian modul fototransistor.

2.8 Optocoupler.

Optocoupler disebut juga optoisolator atau isolator yang terdangeng optik. Menggabungkan LED (*light emitting diode*) dan fotodioda dalam satu kemassan. Gambar 2.6 menunjukkan salah satu contoh dari optocoupler. Yang mempunyai light emitting diode (LED) pada sisi masukan dan fotodioda pada sisi keluraran.

Tegangan sumber V dan tahanan seri (R) menghasilkan arus melalui LED. Sebagai gantinya cahaya LED mengenai fotodioda. Dan ini menyebabkan timbulnya arus balik (I). Tegangan keluaran tergantung pada arus balik. Bila tegangan sumber berubah, maka jumlah cahaya juga berubah. Ini berarti tegangan keluaran berubah sejalan dengan tegangan sumber.



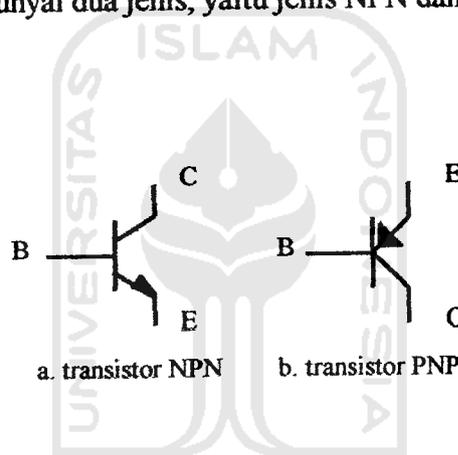
Gambar 2.6 Rangkaian *optocoupler*

2.9 Transistor Sebagai Saklar

Transistor merupakan komponen aktif dengan arus. Tegangan atau daya keluarannya dikendalikan oleh arus masukan. Di dalam sistem komunikasi transistor sebagai penguat untuk memperkuat sinyal. Di dalam untai elektronik komputer, transistor digunakan untuk saklar elektronik lajur tinggi.

Daerah operasi rangkaian transistor dapat digambarkan dengan garis beban DC. Garis beban DC berisi semua kemungkinan titik operasi DC dari rangkaian transistor. Ujung atas garis beban disebut dengan kondisi jenuh dan ujung bawah dinamakan titik *cutoff*

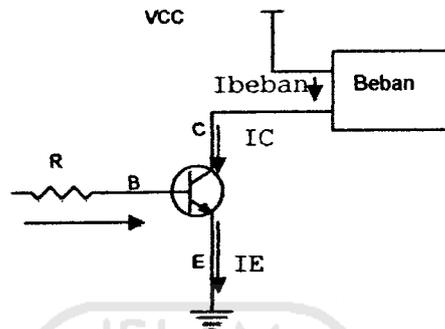
Ada dua jenis transistor, yaitu transistor sambungan bipolar (*bipolar junction transistor, BJT*) dan transistor efek medan (*field effect transistor, FET*), pada transistor memiliki tiga bagian pokok, yaitu: emitor, basis dan kolektor. Transistor bipolar memiliki mempunyai dua jenis, yaitu jenis NPN dan PNP.



Gambar 2.7 Simbol dan jenis transistor bipolar

Transistor bipolar saat ini banyak dipakai sebagai *solid state swicth*, yang berarti dapat menggantikan saklar mekanik. Untuk membentuk saklar dengan transistor, maka transistor hanya perlu dioperasikan pada dua keadaan, yaitu keadaan ON dan OFF. Cara yang mudah untuk menggunakan transistor sebagai saklar adalah dengan mengoperasikan transistor pada salah satu keadaan *saturasi* atau *cut off*, tetapi tidak sepanjang garis beban. Jika sebuah transistor berada dalam keadaan *saturasi*, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor dan emiter. Jika

transistor cut off, transistor seperti sebuah saklar terbuka. Pada umumnya, saklar dengan transistor bipolar menggunakan konfigurasi common emitter.



Gambar 2.8 Transistor sebagai saklar

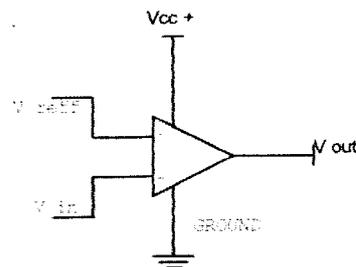
Dengan transistor bekerja pada daerah saturasi dan cut off, maka transistor mempunyai sifat sebagai saklar. Beban dipasang pada kaki kolektor dengan Vcc. Ketika pada basis tidak mengalir arus, maka transistor dalam kondisi cut off. Arus kolektornya nol, sehingga tegangan beban nol. Semua tegangan Vcc muncul diantara kolektor-emitter (V_{ce}). Kondisi yang demikian mirip dengan saklar terbuka.

Ketika ada arus basis yang mengalir pada transistor, maka transistor akan jenuh, ketika transistor jenuh, tegangan kolektor-emiter kecil. Atau mendekati nol, sehingga beban teraliri arus. Kondisi ini mirip dengan saklar yang tertutup.

2.10 Komparator

Komparator merupakan suatu penguat operatif yang digunakan untuk membandingkan dua tegangan masukan. Yaitu V_1 dan V_2 sesuai dengan

kebutuhannya. Umumnya komparator adalah penguat operatif yang tidak dikompensasi, dalam menurunkan penguatan tegangan.

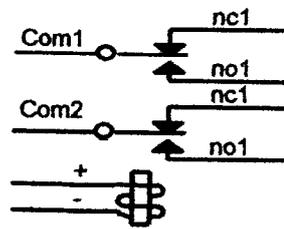


Gambar 2.9 Komparator

2.11 Relay

Relay pengendali elektromekanis (*electromechanical relay = EMR*) adalah saklar magnetis. Relay ini menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF. Dengan pemberi energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. Relay memiliki variasi aplikasi yang luas, baik pada rangkaian listrik dan elektronik.

Relay biasanya memiliki satu kumparan, tetapi relai dapat memiliki beberapa kontak. Relai elektromagnetis memiliki kontak diam dan kontak bergerak. Kontak yang bergerak dipasang pada *plunger*. Kontak pada relay berupa kontak NO (*normally open*) dan NC (*normally closed*). Apabila kumparan diberi tegangan, maka akan terjadi medan elektromagnetis. Aksi dari medan elektromagnet pada gilirannya menyebabkan *plunger* bergerak pada kumparan. Sehingga kontak NO menutup dan kontak NC akan membuka. Jenis EMR dapat ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Relay elektromekanis

Kontak normally open (NO) akan membuka ketika tidak ada arus mengalir pada kumparan. Akan tertutup begitu ada arus yang mengalir dan menghantarkan arus atau tegangan. Kontak normally close akan tertutup apabila kumparan tidak diberi daya dan membuka ketika diberi daya. Relay elektromekanis dibuat dalam berbagai jenis, untuk berbagai aplikasi.

Kumparan relay dan kontak mempunyai ukuran kerja yang terpisah. Kumparan relay biasanya dirancang bekerja pada pengoperasian dengan arus DC dan AC, tegangan atau arus, tahanan dan daya pengoperasian normal. Kumparan relay yang sangat peka dirancang bekerja pada rentang mili ampere rendah, sering dioperasikan dari transistor atau rangkaian terpadu, tergantung pada aplikasi yang akan digunakan. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada pemilihan relay, yaitu pada spesifikasi ukuran kerja arusnya.

2.12 Motor

Motor merupakan peralatan penggerak, dimana mekanisme dari motor adalah mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Dimana tenaga mekanik itu berupa putaran dari motor.