

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat yaitu 1 mm sampai beberapa cm saja tergantung jenisnya. Sensor ini mempunyai tegangan kerja antara 10 – 30 VDC dan ada pula yang menggunakan tegangan 100 – 220 VAC.

Sensor ini adalah sensor yang mendeteksi target tanpa media kontak fisik. Sensor ini berupa alat elektronik *solid-state* yang dibungkus rapat untuk melindunginya dari getaran, bahan kimia, cairan debu dan bahan lainnya. Sensor *proximity* digunakan apabila:

- Objek yang dideteksi terlalu kecil, lunak, ringan untuk operasi saklar mekanis.
- Diperlukan respon yang cepat dan kecepatan hubung yang tinggi.
- Objek melalui rintangan non logam seperti kaca, plastik, kertas dan lainnya.
- Lingkungan keras yang mengharuskan saklar dalam segel yang baik.
- Ketahanan umur dan keandalan yang baik.
- Sistem menghendaki sinyal *bounce free*.

Untuk sistem instalasinya, biasanya:

- Dengan *current-sourcing output* (PNP), dimana beban dihubungkan antara sensor dan *ground* (*open emitter*).
- Dengan *current-sinking output* (NPN), beban dihubungkan antara suplai positif dan sensor (*open collector*).
- Tidak boleh dipasang langsung pada motor dan harus diberi daya terus menerus.

Pada sensor terdapat istilah histerisis yaitu jarak antara titik operasi bila objek mencapai sisi *proximity*. Histerisis diperlukan karena menghindari *chattering* ketika dikenai kejutan, getaran, gerakan lambat, ataupun gangguan kecil seperti

penyimpanan suhu, juga gangguan arus listrik. Sensor *proximity* dapat dibedakan menjadi sensor *proximity* induktif dan sensor *proximity* kapasitif.

2.1.1 Sensor Proximity Kapasitif

Sensor proximity kapasitif adalah sensor proximity yang diaktifkan oleh bahan konduktif maupun bahan non konduktif.



Gambar 3.2 Sensor Proximity Kapasitif.

(Efran, 2015)

Cara kerja sensor proximity jenis ini berdasarkan prinsip kerja dari kapasitor. kumparan sisi aktif dari sensor kapasitif dibentuk dari dua elektroda logam, mirip dengan kapasitor terbuka atau satu plat logam pada proximity dan plat target sebagai plat kedua. Saat objek memasuki sisi sensor, target memasuki medan elektrostatis yang dibentuk oleh elektroda-elektroda menyebabkan kenaikan kapasitansi rangkaian, dan mulai beresilasi.

2.1.2 Sensor Proximity Induktif

Sensor *proximity* induktif adalah sensor kedekatan yang diaktifkan oleh bahan keduktif/logam. Sensor *proximity* induktif terdiri dari empat dasar elemen:

- Sensor *coil* dan *ferrite core*
- *Oscillator circuit*
- *Detector circuit*
- *Solid state output circuit*

Oscillator circuit menghasilkan gelombang frekuensi medan elektromagnetik yang berasal dari radiasi *ferrite core* dan *coil assembly*. Medan

tersebut terdapat disekitar sumbu *axis* dari *ferrite core*. Ketika metal target mendekat dan memasuki medan tersebut, *eddy current* terinduksi pada permukaan target tersebut sehingga terjadi *loading effect* atau “damping” mengakibatkan kerugian energi pada rangkaian osilator sehingga *amplitudo sinyal oscillator* mengecil dan berhenti.

Detection circuit mendeteksi perubahan dalam *oscillator amplitudo*, *detection circuit* yang berfungsi sebagai sebuah *switch* akan *short* pada saat perubahan *amplitudo* pada *oscillator amplitudo* sampai pada nilai tertentu. Sinyal *ON* dari *detection circuit* tersebut akan menyalakan *solid-state output* menjadi *ON*. Begitu juga sebaliknya untuk menjadikan *output switch* menjadi *OFF*.



Gambar 2.1 Sensor *Proximity* Induktif.
(Efran, 2015)

Keuntungan dari deteksi induktif:

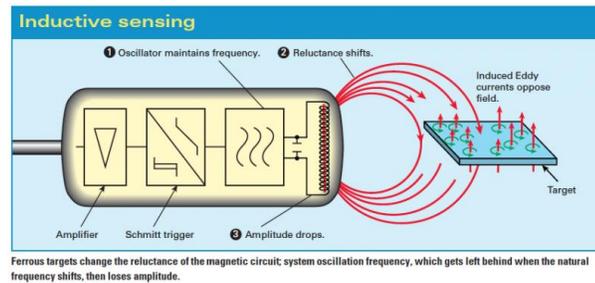
- Tidak ada kontak fisik dengan objek yang dideteksi jadi pada pemakaiannya terhindar dari kemungkinan mudah pecah pada objek yang dideteksi.
- Operasi kerja tinggi.
- Responnya cepat.
- Tahanan terhadap lingkungan industri.
- Teknologi *solid state*: tidak ada bagian yang bergerak, sehingga dapat dilakukan perbaikan secara bebas.

2.1.2.1 Cara Kerja Sensor *Proximity* Induktif

Sebuah sensor *proximity* induktif terdiri dari sebuah osilator, inti *ferrite* dengan *coil*, sebuah sirkuit pendeteksi, sirkuit untuk *output*, *housing*, kabel dan atau *connector*. Osilator mengeluarkan sinyal gelombang sinus dengan frekuensi sinyal yang stabil. Sinyal ini digunakan untuk menggerakkan koil. Koil yang dihubungkan dengan inti *ferrite* menghasilkan suatu medan magnet. Saat medan magnet tersebut terganggu oleh objek logam/metal, maka tegangan pada osilator menurun, penurunan ini tentunya sangat berpengaruh dari lebar dan jarak logam dari koil. Penurunan tegangan osilator disebabkan oleh *eddy current* yang diinduksi pada logam yang mengganggu medan. Penurunan tegangan pada osilator inilah yang dideteksi oleh rangkaian pendeteksi.

Fenomena ini terjadi jika sebuah konduktor digerakkan memotong medan magnet, yang berarti ada perubahan medan melingkar konduktor yang terjadi karena posisi konduktor berubah relatif terhadap arah medan magnet yang tetap. Sebaliknya, fenomena arus eddy ini juga bisa terjadi jika medan magnet itu sendiri besarnya berubah dan memotong konduktor yang tetap. Hal inilah yang terjadi pada sebuah *Transformer*. Medan magnet induksi yang dihasilkan oleh listrik bolak-balik besarnya berubah terhadap waktu menghasilkan arus listrik yang besarnya juga berubah terhadap waktu. Dan arus ini menghasilkan medan magnet di sekitar konduktor yang besarnya juga berubah.

Singkatnya, dalam kedua fenomena ini (konduktor bergerak memotong medan magnet, atau medan magnet bergerak yang besarnya berubah-ubah memotong konduktor) akan muncul medan induksi pada sekitar konduktor. Medan hasil induksi ini, yang arahnya tidak sama dengan medan penyebabnya, akan menghasilkan medan pusaran. Dan jika bahan inti yang dijadikan jalur medan magnet ini bersifat konduktif (dapat melewatkan arus), maka medan pusar ini akan menghasilkan arus pusar pada inti.



Gambar 2.2 Skema Cara Kerja Sensor *Proximity* Induktif.
(Efran, 2015)

2.1.2.2 Tipe Output Sensor *Proximity inductive*

Sementara itu tipe *output* dari sensor *proximity inductive* ada 3, yaitu seperti tabel dibawah ini:

| No. | Jenis | Simbol |
|-----|-----------------------------------|--------|
| 1. | Output 2 Kabel VDC | |
| 2. | Output 3 dan 4 Kabel VDC | |
| 3. | Output 2 Kabel VAC | |

Tabel 2.1 Tipe Output Sensor *Proximity inductive*.
(Efran, 2015)

2.2 Sensor optic

Sensor *optic* merupakan sensor yang digunakan untuk mengubah besaran optik menjadi besaran listrik. Pada sensor optik, keluaran sensor berubah sesuai dengan perubahan cahaya yang jatuh ke permukaan sensor. Fungsi sensor optik bermacam-macam, yaitu mengukur intensitas cahaya, warna, dan deteksi objek. Contoh sensor optik yaitu fotodiode, Light Dependent Resistor (LDR), dan fototransistor. Adapun penjelasan singkat dari ketiga jenis sensor optik adalah sebagai berikut ini :

2.2.1 Fotodiode

Fotodiode merupakan salah satu jenis sensor optik yang digunakan dalam rangkaian elektronika untuk mengukur intensitas cahaya. Fotodiode tersusun dari dua buah pin. Bagian yang panjang berkutub positif (+) dan bagian yang pendek berkutub negatif (-). Keluaran fotodiode merupakan arus listrik yang berubah sesuai dengan intensitas cahaya yang masuk. Semakin terang intensitas cahaya maka arus keluaran fotodiode semakin besar. Dan sebaliknya semakin gelap cahaya maka arus fotodiode semakin kecil. Adapun karakteristik fotodiode adalah sebagai berikut:

- a. Fotodiode mempunyai respon 100 kali lebih cepat daripada fototransistor.
- b. Dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa. Lensa tersebut dikenal sebagai “lensa fresnel” dan “lensa filter”.
- c. Penerima inframerah juga dipengaruhi oleh “active area” dan ”respond area”.

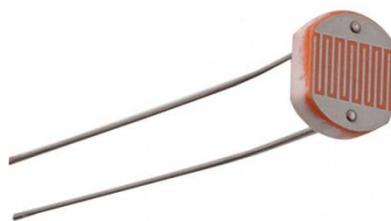


Gambar 2.3 Fotodiode
(Gusrizam Danel dan Wildian, 2012)

2.2.2 *Light Dependent Resistor (LDR)*

Light Dependent Resistor (LDR) atau biasa disebut juga fotokonduktor merupakan salah satu jenis sensor optik yang digunakan dalam rangkaian elektronika. Seperti fotodiode, LDR juga memanfaatkan intensitas cahaya. LDR tersusun oleh dua buah pin yang bisa dipasang secara bolak-balik. LDR berfungsi untuk mengubah intensitas cahaya menjadi tahanan listrik (resistansi) pada rangkaian elektronika. Resistansi yang dihasilkan LDR berubah sesuai perubahan intensitas cahaya yang masuk. Semakin terang intensitas cahaya maka resistansi keluaran LDR semakin kecil. Begitu sebaliknya semakin gelap cahaya maka resistansi keluaran LDR semakin besar. Adapun karakteristik LDR adalah sebagai berikut:

- a. Resistansi LDR ditempat gelap sekitar 5 Ω ohm dan ditempat terang resistansinya 150 Ω ohm.
- b. Tidak mempunyai sensitivitas yang sama setiap panjang gelombang yang jatuh padanya.
- c. Nilai resistansi sensor LDR bekerja lambat apabila ditempatkan dari tempat gelap yang lama kemudian di tempatkan di tempat yang terang.



Gambar 2.4 *Light Dependent Resistor (LDR)*
(Gusrizam Danel dan Wildian, 2012)

2.2.3 **Fototransistor**

Fototransistor merupakan salah satu detektor cahaya yang dapat mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik. Oleh karena itu, fototransistor termasuk dalam

detektor optik. Fototransistor memiliki kelebihan dibandingkan dengan komponen lain, yaitu mampu mendeteksi gelombang cahaya sekaligus menguatkannya dengan sebuah komponen tunggal. Seperti jenis transistor lainnya, bahan utama fototransistor adalah silikon atau germanium . Fototransistor juga memiliki 2 tipe yaitu NPN dan PNP. Adapun karakteristik fototransistor adalah sebagai berikut:

- a. Bekerja pada daerah panjang gelombang inframerah jarak inframerah jarak dekat.
- b. Arus keluaran dapat dikuatkan 100 – 1500 kali.
- c. Respon waktu cukup cepat.
- d. Dapat digunakan dalam bandwidth yang lebar.
- e. Dapat dipasangkan dengan hampir semua sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang dekat inframerah, seperti IRED (LED Inframerah), neon, freuescet, lampu bohlan, cahaya laser, dan api.
- f. Memiliki karakteristik seperti transistor, kecuali bagian basis yang digantikan oleh cahaya, sehingga semakin besar arus yang dikeluarkan oleh fototransistor.



2.5 Fototransistor
(Gusrizam Danel dan Wildian, 2012)

2.3 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC (*Programmable Logic Controller*) sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang dijumpai pada sistem kontrol proses

konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan luarannya (logika, 0 atau 1, hidup atau mati). Pengguna membuat program (yang umumnya dinamakan diagram tangga atau *ladder diagram*) yang kemudian harus dijalankan oleh PLC yang bersangkutan. Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrumen luaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati.

PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, misalnya pada proses pengepakan, penanganan bahan, perakitan otomatis dan lain sebagainya. Dengan kata lain, hampir semua aplikasi yang memerlukan kontrol listrik atau elektronik dalam dunia industri membutuhkan PLC.

Guna memperjelas contoh penggunaan PLC ini, misalnya saat suatu saklar *ON* maka sebuah solenoida akan *ON* selama 5 detik, tidak peduli berapa lama saklar tersebut *ON*. Kita bisa melakukan hal ini menggunakan pewaktu atau *timer*. Tetapi bagaimana jika yang dibutuhkan 10 saklar dan 10 solenoida, maka kita membutuhkan 10 pewaktu. Kemudian bagaimana jika kemudian dibutuhkan informasi berapa kali masing-masing saklar dalam kondisi *ON*, tentu saja akan membutuhkan pencacah eksternal. Demikian seterusnya, makin lama semakin kompleks.

Dengan demikian, semakin kompleks proses yang harus ditangani, semakin penting penggunaan PLC, untuk mempermudah proses-proses tersebut (dan sekaligus menggantikan beberapa alat atau piranti yang diperlukan). Selain itu, sistem kontrol proses konvensional memiliki beberapa kelemahan, antara lain:

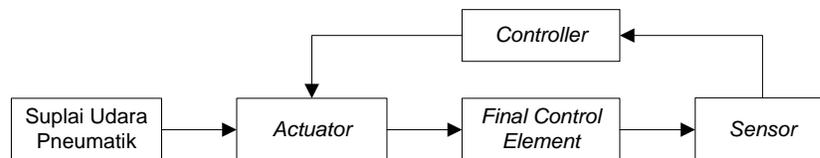
- Perlu kerja keras saat melakukan pengkabelan;
- Kesulitan saat melakukan penggantian dan/atau perubahan;
- Kesulitan saat melakukan pelacakan kesalahan;
- Saat terjadi masalah, waktu tunggu tidak menentu dan biasanya lama.

Sedangkan penggunaan kontroler PLC memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, antara lain:

- Dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, jumlah kabel yang dibutuhkan bisa berkurang hingga 80%;
- PLC mengkonsumsi daya lebih rendah dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional (berbasis *relay*);
- Fungsi diagnostik pada sebuah kontroler PLC membolehkan pendeteksian kesalahan yang mudah dan cepat;
- Perubahan pada urutan operasional atau proses atau aplikasi dapat dilakukan dengan mudah, hanya dengan melakukan perubahan atau penggantian program, baik melalui terminal konsol maupun komputer PC;
- Tidak membutuhkan *spare part* yang banyak;
- Lebih murah dibandingkan dengan sistem konvensional, khususnya dalam kasus penggunaan instrumen I/O yang cukup banyak dan fungsi operasional prosesnya cukup kompleks;

2.4 Sistem Pneumatik

Secara umum diagram blok kontrol pneumatik adalah seperti Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Blok Diagram Kontrol Pneumatik
(Teddy Rizky Alvisyah, 2015)

Sistem pneumatik digunakan sebagai penghasil gerakan, khususnya gerak lurus tetap. Sedangkan sistem pneumatik yang digunakan merupakan gabungan antara sistem elektrik dan sistem pneumatik. Sistem elektrik digunakan sebagai sensor dan penggerak katup, sistem pneumatik digunakan untuk menghasilkan gerak pada lengan robot.

2.4.1 Penyediaan Udara Bertekanan

Elemen-elemen yang dipergunakan dalam persiapan udara bertekanan yaitu:

1. Kompresor udara
2. Tangki udara
3. Penyaring udara dengan pemisah air
4. Pengatur tekanan

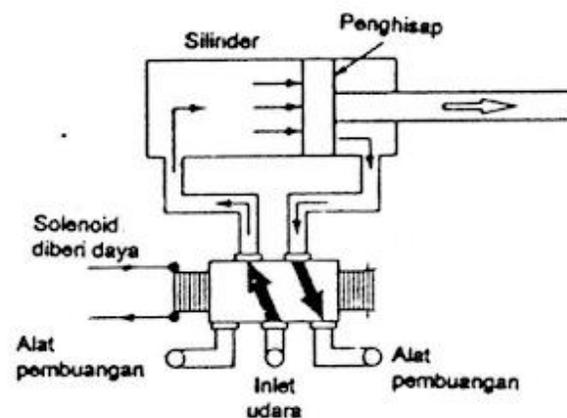
2.4.2 Komponen Penunjang Pneumatik

Sistem pneumatik hanya dapat bekerja dengan beberapa peralatan penunjang antara lain yaitu:

1. Selang pneumatik
2. Pipa Saluran
3. Katup kontrol satu arah (*one way control valve*)

2.4.3 Katup Solenoid (*Solenoid Valve*)

Katup Solenoid adalah kombinasi dari dua unit fungsional: solenoida (elektromagnet) dengan inti atau *plunger*-nya dan badan katup (*valve*) yang berisi lubang mulut pada tempat piringan atau stop kontak ditempatkan untuk menghalangi atau mengizinkan aliran. Gambar 2.7 menunjukkan torak silinder akan keluar bila solenoida diberi daya.



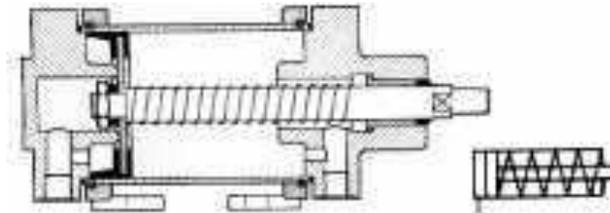
Gambar 2.7 Torak Silinder Akan Keluar Bila Solenoida Diberi Daya
(Teddy Rizky Alvisyah, 2015)

2.4.4 Silinder Pneumatik

Komponen kerja sistem pneumatik berfungsi untuk mengubah tekanan udara menjadi kerja.

a. Silinder Kerja Tunggal (*Single Acting Cylinder*)

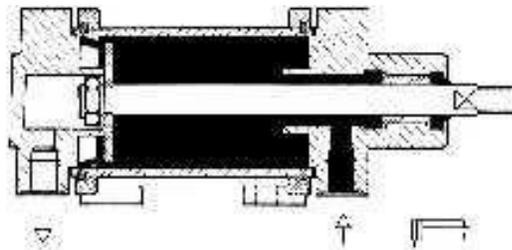
Silinder kerja tunggal (*single acting cylinders*) pada gambar 2.8 hanya bisa diberikan gaya pada satu arah, dan hanya mempunyai satu saluran masuk.



Gambar 2.8 Silinder Kerja Tunggal dan Simbol
(Teddy Rizky Alvisyah, 2015)

b. Silinder Kerja Ganda (*Double Acting Cylinders*)

Silinder kerja ganda (*double acting cylinders*) digunakan apabila torak diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya gerakan maju, tetapi juga untuk gerakan mundur. Gambar 2.9 Silinder Kerja Ganda dan Simbol.



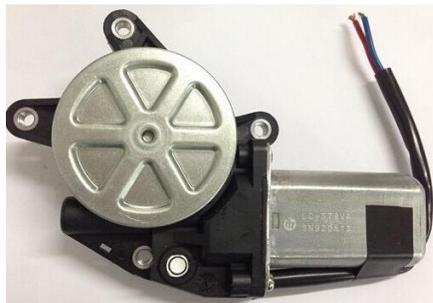
Gambar 2.9 Silinder Kerja Ganda dan Simbol
(Teddy Rizky Alvisyah, 2015)

2.5 Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-unidirectional*. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Berikut merupakan penjelasan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama:

- ***Kutub medan.*** Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- ***Dinamo.*** Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.
- ***Commutator.*** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



Gambar 2.10 Motor DC
(Teddy Rizky Alvisyah, 2015)

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan *rolling mills*, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC.

2.6 Pilot lamp

Pilot lamp atau dalam bahasa Indonesia lampu pilot merupakan sebuah lampu LED yang biasa digunakan sebagai lampu indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin. Pilot lamp tersebut dapat bekerja sebagai mestinya jika dialiri daya AC sebesar 220 VAC dengan toleransi 110 – 240 VAC. Warna yang dihasilkan Pilot lamp ini adalah lampu putih. Karena fungsinya sebagai lampu indikator, Pilot lamp ini dibuat warna warni sinarnya dengan menambahkan penutup kaca yang berwarna sehingga tampak dari luar berwarna sinar yang dihasilkan. Biasanya warna Pilot lamp ini ada 3 macam merah, hijau, kuning.



Gambar 2.11 *Pilot lamp*
(Sumardi Sadi, 2014)

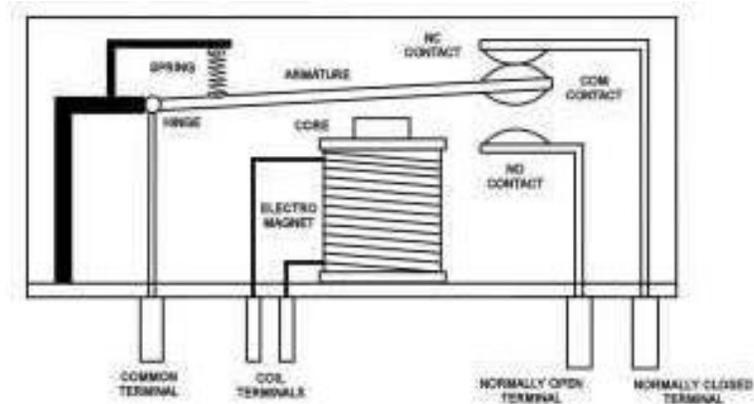
2.7 Relay

Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektro magnetik). Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi OFF ke ON pada saat diberikan energi elektro magnetik pada armatur relay tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan sistem pembangkit elektromagnetik (induktor inti besi). Saklar atau kontaktor relay dikendalikan menggunakan tegangan listrik yang diberikan ke induktor pembangkit magnet untuk menarik armatur tuas saklar atau kontaktor relay. Relay yang ada dipasaran terdapat berbagai bentuk dan ukuran dengan tegangan kerja dan jumlah saklar yang bervariasi, berikut adalah salah satu bentuk relay yang ada dipasaran.

Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus interface antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama relay elektro mekanik adalah sebagai berikut.

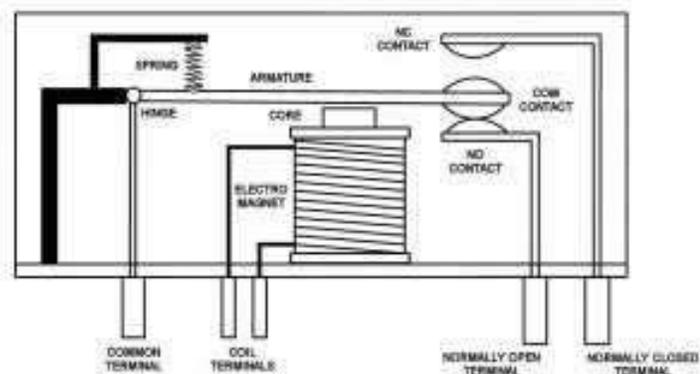
1. Kumparan elektromagnet
2. Saklar atau kontaktor Swing

3. Armatur Spring (Pegas).



Gambar 2.6 Konstruksi Relai Elektro Mekanik Posisi NC (Normally Close)
(Mohamad Arifin, 2016)

Dari konstruksi relai elektro mekanik diatas dapat diuraikan sistem kerja atau proses relay bekerja. Pada saat elektromagnet tidak diberikan sumber tegangan maka tidak ada medan magnet yang menarik armature, sehingga saklar relay tetap terhubung ke terminal NC (Normally Close) seperti terlihat pada gambar konstruksi diatas. Kemudian pada saat elektromagnet diberikan sumber tegangan maka terdapat medan magnet yang menarik armature, sehingga saklar relay terhubung ke terminal NO (Normally Open) seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.7 Konstruksi Relai Elektro Mekanik Posisi NO (Normally Open)
(Mohamad Arifin, 2016)

Relay elektro mekanik memiliki kondisi saklar atau kontaktor dalam 3 posisi, Ketiga posisi saklar atau kontaktor relay ini akan berubah pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya. Ketiga posisi saklar relay tersebut adalah :

1. Posisi Normally Open (NO), yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NO (Normally Open). Kondisi ini akan terjadi pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
2. Posisi Normally Close (NC), yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NC (Normally Close). Kondisi ini terjadi pada saat relay tidak mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
3. Posisi Change Over (CO), yaitu kondisi perubahan armatur saklar relay yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC. Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke elektromagnet atau saat sumber tegangan diputus dari elektromagnet relay.

Relay yang ada dipasaran terdapat beberapa jenis sesuai dengan desain yang ditentukan oleh produsen relay. Dilihat dari desai saklar relay maka relay dibedakan menjadi:

1. Single Pole Single Throw (SPST), relay ini memiliki 4 terminal yaitu 2 terminal untuk input kumparan elektromagnet dan 2 terminal saklar. Relay ini hanya memiliki posisi NO (Normally Open) saja. Single Pole Double Throw (SPDT), relay ini memiliki 5 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 3 terminal saklar. relay jenis ini memiliki 2 kondisi NO dan NC.
2. Double Pole Single Throw (DPST), relay jenis ini memiliki 6 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 4

terminal saklar untuk 2 saklar yang masing-masing saklar hanya memiliki kondisi NO saja.

3. *Double Pole Double Throw* (DPDT), relay jenis ini memiliki 8 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk kumparan elektromagnetik dan 6 terminal untuk 2 saklar dengan 2 kondisi NC dan NO untuk masing-masing saklarnya.

Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban. Diantara aplikasi relay yang dapat ditemui diantaranya adalah :

1. Relay sebagai kontrol ON/OFF beban dengan sumber tegangan berbeda.
2. Relay sebagai selektor atau pemilih hubungan.
3. Relay sebagai eksekutor rangkaian *delay* (tunda).
4. Relay sebagai *protector* atau pemutus arus pada kondisi tertentu.