

## BAB II

### MOTOR

#### 2.1. Sejarah Motor

<sup>1</sup>Motor dalam dunia kelistrikan ialah mesin yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Salah satu motor listrik yang umum digunakan dalam banyak aplikasi ialah motor induksi. Motor induksi merupakan salah satu mesin asinkronous (*asynchronous motor*) karena mesin ini beroperasi pada kecepatan di bawah kecepatan sinkron. Kecepatan sinkron sendiri ialah kecepatan rotasi medan magnetik pada mesin. Kecepatan sinkron ini dipengaruhi oleh frekuensi mesin dan banyaknya kutub pada mesin. Motor induksi selalu berputar dibawah kecepatan sinkron karena medan magnet yang terbangkitkan pada stator akan menghasilkan fluks pada rotor sehingga rotor tersebut dapat berputar. Namun fluks yang terbangkitkan pada rotor mengalami lagging dibandingkan fluks yang terbangkitkan pada stator sehingga kecepatan rotor tidak akan secepat kecepatan putaran medan magnet. Berdasarkan suplai input yang digunakan terdapat 2 jenis motor induksi, yaitu motor induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. namun untuk prinsip kerjanya sendiri kedua jenis motor induksi tersebut memiliki prinsip kerja yang sama. Yang membedakan dari kedua motor induksi ini ialah motor induksi 1 fasa tidak dapat berputar tanpa bantuan putaran dari luar pada awal motor digunakan, sedangkan motor induksi 3 fasa dapat berputar sendiri tanpa bantuan gaya dari luar.

#### 2.2. Motor Induksi

<sup>2</sup>**Motor Induksi** merupakan motor arus bolak – balik ( AC ) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relative antara putaran rotor dengan medan putar ( *roatingmagnetic field* ) yang dihasilkan oleh arus stator.

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron<sup>4</sup>( $n_s = 120/f2p$ ). Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor – konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus dan sesuai dengan Hukum Lenz, rotor pun

---

<sup>1</sup><http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-induksi-3-fasa/>

<sup>2</sup>Zuhal.1992.dasar Teknik Tenaga Listrik dan elektronika Daya.PT Gramedia,Jakarta.Hal:101

akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relative antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor, yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, bila beban-beban bertambah, putaran rotor cenderung menurun. Dikenal dan tipe motor induksi yaitu motor induksi dengan rotor belitan dan motor induksi dengan rotor sangkar.

### 2.2.1. Prinsip Kerja Motor

<sup>3</sup>Ada beberapa prinsip kerja motor induksi:

- (1) Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator timbul medan putar dengan kecepatan  $n_s = 120 \text{ flp}$ .
- (2) Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.
- (3) Akibatnya pada kumparan rotor timbul tegangan induksi ( ggl ) sebagai
 
$$E_{2s} = 4.4 f_2 N_2 \Phi_m \text{ ( untuk satu fasa )}$$
- (4)  $E_{2s}$  adalah tegangan induksi pada saat rotor berputar.
- (5) Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka ggl( E ) akan menghasilkan arus ( I ).
- (6) Adanya arus( I ) di dalam medan magnet menimbulkan gaya ( F ) pada rotor.
- (7) Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya( F ) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
- (8) Seperti dijelaskan pada ( 3 ) tegangan induksi timbul terpotong batang konduktor ( rotor ) oleh medan stator. Artinya agar tegangan terinduksi diperlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (  $n_s$  ) dengan kecepatan berputar rotor (  $n_r$  ).
- (9) Perbedaan kecepatan antara  $n_r$  dan  $n_s$  disebut slip ( S ) dinyatakan dengan
 
$$S = (n_r - n_s)/n_s \times 100\%$$
- (10) Bila  $n_r = n_s$ , tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada kumparan jangkar rotor, dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Kopel motor akan ditimbulkan apabila  $n_r$  lebih kecil dari  $n_s$ .

---

<sup>3</sup>Ibid.Hal:105

- (11) Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron.

### 2.2.2. Motor Listrik Arus Bolak-Balik AC

Motor listrik arus bolak-balik adalah jenis motor listrik yang beroperasi dengan sumber tegangan arus listrik bolak-balik AC, ( Alternating Current ). Motor listrik arus bolak-balik AC ini dapat dibedakan lagi berdasarkan sumber dayanya sebagai berikut:

1. **Motor sinkron**, adalah motor AC bekerja pada kecepatan tetap pada sistim frekwensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah( DC ) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekwensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki factor daya sistim, sehingga sering digunakan pada sistim yang menggunakan banyak listrik.
2. **Motor induksi**, merupakan motor listrik AC yang bekerja berdasarkan induksimedia magnet antara rotor dan stator. Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama sebagaiberikut :
  1. **Motor induksi satu fase**. Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti fan angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.
  2. **Motor induksi tiga fase**. Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor ( walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai ); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyer, jaringan

listrik , dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp.



**Gambar 2.1** Motor AC

### 2.3. Magnetic Contactor

<sup>4</sup>**Kontaktor**( Magnetic Contactor ) yaitu peralatan listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada kontaktor terdapat sebuah belitan yang mana bila dialiri arus listrik akan timbul medan magnet pada intibesinya, yang akan membuat kontakannya tertarik oleh gaya magnet yang timbul tadi. Kontak Bantu NO ( Normally Open ) akan menutup dan kontak Bantu NC ( Normally Close ) akan membuka. Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utamadigunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian kontrol. Di dalam suatu kontaktor elektromagnetik terdapat kumparan utama yang terdapat pada inti besi. Kumparan hubung singkat berfungsi sebagai peredam getaran saat kedua inti besi saling melekat. Apabila kumparan utama di aliri arus, maka akan timbul medan magnet pada inti besi yang akan menarik inti besi dari kumparan hubung singkat yang dikopel dengan kontak utama dan kontak Bantu dari kontaktor tersebut. Hal ini akan mengakibatkan kontak utama dan kontak bantunya akan bergerak dari posisi normal dimana kontak NO akan tertutup sedangkan NC akan terbuka. Selama kumparan utama kontaktor tersebut masih dialiri arus, maka kontak-kontaknya akan tetap pada posisi operasinya. Apabila pada kumparan kontaktor diberi tegangan yang terlalu tinggi maka akan menyebabkan berkurangnya umur atau merusak kumparan kontaktor tersebut. Tetapi jika tegangan yang diberikan terlalu

---

<sup>4</sup><https://www.scribd.com/doc/127718536/pengertian-kontaktor-magnetik>

rendah maka akan menimbulkan tekanan antara kontak-kontak dari kontakto rmenjadi berkurang. Hal ini menimbulkan bunga api pada permukaannya serta dapat merusak kontak-kontaknya. Besarnya toleransi tegangan untuk kumparan kontaktor adalah berkisar 85% - 110% dari tegangan kerja kontaktor.



**Gambar 2.2**MagnetikKontaktor

## 2.4. MCB

<sup>5</sup>MCB pada dasarnya memiliki fungsi yang hampir sama dengan Sekering ( FUSE ) yaitu memutuskan aliran arus listrik rangkaian ketika terjadi gangguan kelebihan arus. Terjadinya kelebihan arus listrik ini dapat dikarenakan adanya hubung singkat ( Short Circuit ) ataupun adanya beban lebih ( Overload ). Namun MCB dapat di-ON-kan kembali ketika rangkaian listrik sudah normal, sedangkan Fuse atau Sekering yang terputus akibat gangguan kelebihan arus tersebut tidak dapat digunakan lagi.

### 2.4.1 Prinsip Kerja MCB'

Prinsip kerja MCB pada kondisi Normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan ( ON ) dan memutuskan ( OFF ) arus listrik. Pada saat terjadi Kelebihan Beban ( Overload ) ataupun Hubung Singkat Rangkaian ( Short Circuit ), MCB akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat melihat

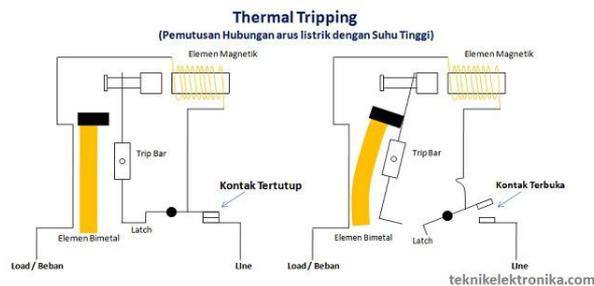
---

<sup>5</sup><http://teknikelektronika.com/pengertian-mcb-miniature-circuit-breaker-prinsip-kerja-mcb/>

perpindahan Knob atau tombol dari kondisi ON menjadi kondisi OFF. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini yaitu dengan cara Magnetic Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik) dan Thermal Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Thermal/Suhu). Pada dasarnya prinsip kerja pemutusan aliran listrik oleh MCB di bagi 2 jenis:

1. Thermal Tripping ( Pemutusan Hubungan arus listrik dengan Suhu Tinggi )

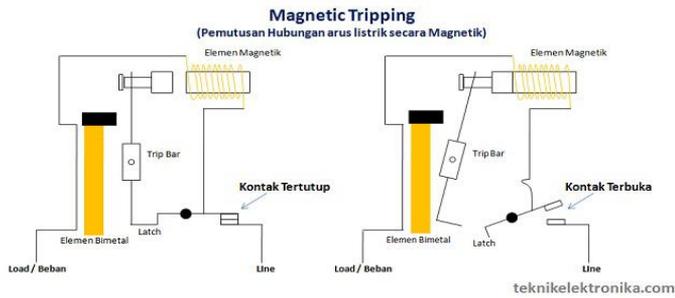
Pada saat kondisi Overload ( Kelebihan Beban ), Arus yang mengalir melalui Bimetal menyebabkan suhu Bimetal itu sendiri menjadi tinggi. Suhu panas tersebut mengakibatkan Bimetal melengkung sehingga memutuskan kontak MCB ( Trip ).



**Gambar 2.3** Rangkaian MCB tipe Thermal

2. Magnetic Tripping ( Pemutusan Hubungan arus listrik secara Magnetik ), Ketika terjadi Hubung Singkat Rangkaian ( Short Circuit -it ) secara mendadak ataupun Kelebihan Beban yang sangat tinggi ( Heavy Overload ), Magnetic Tripping atau pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik akan diberlakukan. Pada saat terjadi hubungan singkat ataupun kelebihan beban berat, Medan magnet pada Solenoid MCB akan menarik Latch (pa- lang) sehingga memutuskan kontak MCB ( Trip ).

3. Sebagian besar MCB ( Miniature Circuit Breaker ) yang digunakan saat ini menggunakan dua mekanisme pemutusan hubungan arus listrik ini ( Ther- mal Tripping dan Magnetizing Tripping ).



**Gambar 2.4**rangkain MCB tipe Magnet



**Gambar 2.5**Simbol dan bentuk fisik dari MCB

## 2.5. Relay

Relay adalah Saklar ( *Switch* ) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical ( Elektromekanikal ) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet ( Coil ) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil ( *low power* ) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay ( yang berfungsi sebagai saklarnya ) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

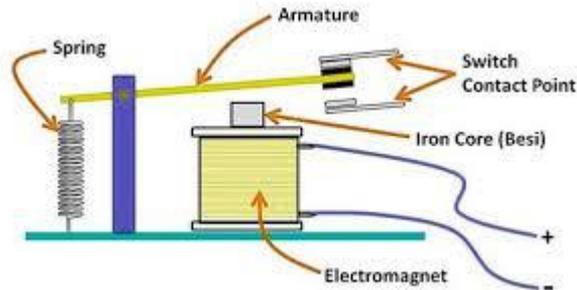
Padadasarnya, Relay terdiridari 4 komponendasaryaitu :

1. Electromagnet ( Coil )
2. Armature
3. Switch Contact Point ( Saklar )

<sup>6</sup><http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>

#### 4. Spring

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



**Gambar 2.6** Rangkaian Relay

Kontak Poin ( Contact Point ) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- a. Normally Close ( NC ) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE ( tertutup ).
- b. Normally Open ( NO ) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN ( terbuka ).

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi ( Iron Core ) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya ( NC ) ke posisi baru ( NO ) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya ( NO ). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya ( NC ) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal ( NC ). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik kontak Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.



**Gambar 2.7** Relay 24VDC

## 2.6. Power Supply Mode Switch

<sup>7</sup>Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya Power Supply atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, Power Supply kadang-kadang disebut juga dengan istilah Electric Power Converter. AC to DC Power Supply, yaitu DC Power Supply yang mengubah sumber tegangan listrik AC menjadi tegangan DC yang dibutuhkan oleh peralatan Elektronika. AC to DC Power Supply pada umumnya memiliki sebuah Transformator yang menurunkan tegangan, Dioda sebagai Penyearah dan Kapasitor sebagai Penyaring ( Filter ).



*Gambar 2.8 Switch Mode Power Supply*

---

<sup>7</sup><http://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/>