

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengertian Motor Induksi Satu Fasa

Motor induksi satu fasa adalah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu disisi stator, sedangkan sistem kelistrikan disisi rotornya di induksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnet. Hal ini yang memnyebabkan diberi nama motor induksi. Adapun penggunaan motor induksi di industri ini adalah sebagai penggerak, seperti kompresor, pompa, penggerak utama proses produksi atau mill, peralatan workshop seperti mesin-mesin bor, grinda, crane, dan sebagainya.

2.2 Motor Arus Bolak-Balik (*Alternating Current*)

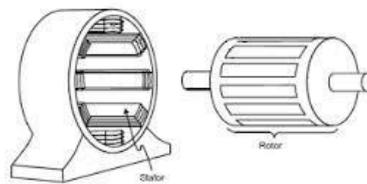
Motor arus bolak-balik (AC) terbagi sebagai berikut :

1. Motor sinkron ($n_s = n_r$)
2. Motor induksi, terbagi lagi menjadi :
 - a. Motor induksi 1 fasa
 - b. Motor induksi 3 fasa

2.3 Motor Induksi Satu Fasa

Konstruksi motor induksi satu fasa terdiri atas dua komponen yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak dan rotor adalah bagian yang bergerak yang bertumpu pada bantalan poros terhadap stator.

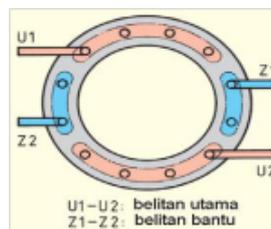
Motor induksi terdiri atas kumparan stator dan kumparan rotor yang berfungsi membangkitkan gaya gerak listrik akibat dari adanya arus listrik bolak-balik satu fasa yang melewati kumparan-kumparan tersebut sehingga terjadi suatu interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor. Bentuk dan konstruksi motor tersebut dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1.1 Konstruksi Motor Induksi Satu Fasa

Motor induksi satu fasa tidak terjadi medan magnet putar seperti halnya motor induksi tiga fasa, sehingga diperlukan suatu kumparan bantu untuk mengawali berputar. Motor induksi satu fasa memiliki dua belitan stator, yaitu belitan fasa utama (belitan U1-U2) dan belitan fasa bantu (belitan Z1-Z2).

Prinsip kerja medan magnet utama dan medan magnet bantu pada motor satu fasa dapat dilihat pada gambar berikut



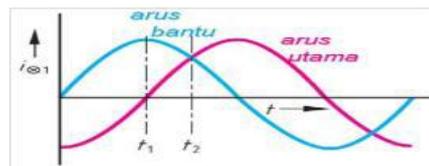
Gambar 1.2 Prinsip medan magnet utama dan bantu motor satu fasa

Belitan utama menggunakan penampang kawat tembaga lebih besar sehingga memiliki impedansi lebih kecil. Sedangkan belitan bantu dibuat dari tembaga berpenampang kecil dan jumlah belitannya lebih

banyak, sehingga impedansinya lebih besar dibanding impedansi belitan utama.

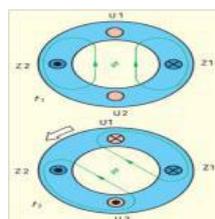
Grafik arus belitan bantu I bantu dan arus belitan utama I utama berbeda fasa sebesar ϕ , hal ini sebabkan karena perbedaan besarnya impedansi kedua belitan tersebut. Perbedaan arus fasa ini menyebabkan arus total, merupakan penjumlahan vektor arus utama dan arus bantu. Medan magnet utama yang dihasilkan belitan utama juga berbeda fasa sebesar ϕ dengan medan magnet bantu.

Berikut ini merupakan gambar 1.3 grafik arus belitan bantu belitan utama.



Gambar 1.3. Gelombang arus medan bantu dan arus medan utama

Belitan bantu Z1-Z2 pertama dialiri arus I bantu menghasilkan fluks magnet Φ tegak lurus, beberapa saat kemudian belitan utama U1-U2 dialiri arus utama I utama yang bernilai positif. Hasilnya adalah medan magnet yang bergeser sebesar 45° dengan arah berlawanan jarum jam seperti pada gambar 1.4. Kejadian ini berlangsung terus sampai satu siklus sinusoidal, sehingga menghasilkan medan magnet yang berputar pada belitan statornya.



Gambar 1.4. Medan magnet pada stator motor satu fasa

Rotor motor satu fasa sama dengan rotor motor tiga fasa berbentuk batang-batang kawat yang ujung-ujungnya dihubung singkatkan dan menyerupai bentuk sangkar tupai, maka sering disebut rotor sangkar. Belitan rotor yang dipotong oleh medan putar stator, menghasilkan tegangan induksi, interaksi antara medan putar stator dan medan magnet rotor menghasilkan torsi putar pada rotor.



Gambar 1.5. Rotor Sangkar

2.4. Jenis Motor Induksi Satu Fasa

Adapun jenis - jenis motor induksi satu fasa diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Motor Kapasitor
2. Motor Shaded Pole
3. Motor Universal

2.4.1 Motor Kapasitor

Motor kapasitor satu fasa banyak digunakan dalam peralatan rumah tangga seperti motor pompa air, motor mesin cuci, motor lemari es. Konstruksinya sederhana dengan daya kecil dan bekerja dengan suplai PLN 220V menjadikan motor kapasitor banyak dipakai pada peralatan rumah tangga.

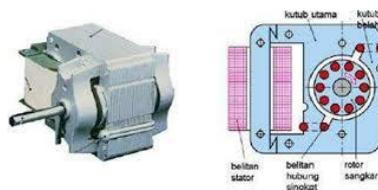


Gambar 1.6. Bentuk fisik motor kapasitor

2.4.2 Motor Shaded Pole

Motor shaded pole atau motor fasa belah termasuk motor satu fasa daya kecil, banyak digunakan untuk peralatan rumah tangga sebagai motor penggerak kipas angin dan blender. Konstruksi sangat sederhana, pada kedua ujung stator ada dua kawat yang terpasang dan dihubungkan singkatkan fungsinya sebagai pembelah fasa.

Belitan stator dibelitkan sekeliling inti membentuk seperti belitan transformator. Rotornya berbentuk sangkar tupai dan porosnya ditempatkan pada rumah stator dipotong dua buah *bearing*.



Gambar 1.7. Bentuk fisik motor shaded pole

2.4.3 Motor Motor Universal

universal termasuk motor satu fasa dengan menggunakan belitan stator dan belitan rotor. Motor universal dipakai pada mesin jahit maupun motor bor tangan.

Perawatan rutin dilakukan dengan mengganti sikat arang yang memendek atau pegas sikat arang yang lembek. Konstruksinya yang sederhana, handal, mudah dioperasikan, daya yang kecil, dan torsi yang cukup kecil, dan torsi yang cukup besar.



Gambar 1.8. Komutator pada motor universal

Bentuk stator dari motor universal terdiri dari dua kutub stator. Belitan rotor memiliki dua belas alur belitan dilengkapi komutator dan sikat arang yang menghubungkan secara seri antara belitan stator dengan belitan rotornya. Aplikasi dengan tahanan geser dalam bentuk pedal yang ditekan dan dilepaskan.



Gambar 1.9. Stator dan rotor motor universal

2.4.4 Prinsip Kerja Motor Induksi

Belitan stator dihubungkan dengan suatu sumber tegangan akan menghasilkan medan putar dengan kecepatan sinkron. Kecepatan medan magnet putar ter jumlah kutub stator dan frekuensi sumber daya. Kecepatan itu disebut kecepatan sinkron, yang ditentukan dengan rumus :

$$n_s = 120 \frac{f}{p}$$

dimana:

n_s = Kecepatan sinkron (RPM)

f = Frekuensi (Hz)

p = Jumlah Kutub

Garis-garis gaya fluks dari stator tersebut yang berputar akan memotong penghantar-penghantar rotor sehingga pada penghantar rotor tersebut timbul Gaya Gerak Listrik (GGL) atau tegangan induksi.

Berhubung kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup maka pada kumparan tersebut mengalir arus. Arus yang mengalir pada penghantar rotor yang berada dalam medan magnet berputar dari stator, maka pada penghantar rotor tersebut timbul gaya-gaya yang berpasangan dan berlawanan arah, gaya tersebut menimbulkan torsi yang cenderung memutar rotornya, rotor akan berputar dengan kecepatan (N_r) mengikuti putaran medan putar stator (N_s).

2.5 Pengatur Kecepatan Putaran motor

Pengatur kecepatan putaran atau speed kontrol merupakan suatu peralatan yang bisa mengontrol kecepatan motor induksi satu fasa dengan sistem pengontrolan dari luar. Disebut pengontrolan dari luar karena pengontrolan kecepatan menggunakan suatu rangkaian atau alat yang bukan dari bagian motor itu sendiri. Pengaturan kecepatan sangat berguna dalam kehidupan sehari - hari, seperti halnya pada perindustrian yang setiap alat yang berputar selalu berhubungan dengan motor. Oleh

karena itu setiap hal yang berhubungan dengan karakteristik, efisiensi, dan perilaku motor yang menguntungkan maupun merugikan perlu dipelajari. faktor utama yang menentukan besarnya pembangkitan tegangan yang melawan arus pada motor adalah kecepatan. Karena itu semua motor cenderung menarik arus yang lebih besar selama periode pengaturannya (arus awal) dibandingkan ketika motor berputar pada kecepatan kerja (arus jalan).

Pada pokoknya pengendali kecepatan motor dapat di klasifikasikan menjadi dua bagian yaitu:

a. Motor kecepatan banyak

Motor induksi dengan lilitan kecepatan banyak cocok untuk pemakaian yang memerlukan kecepatan sampai dengan empat kecepatan yang berbeda. Kecepatan ini dipilih dengan menghubungkan lilitan pada konfigurasi yang berbeda dan sangat konstan pada tiap-tiap penyetelan. Motor kecepatan banyak ada dua jenis kecepatan yang utama yaitu motor lilitan terpisah dan motor berurutan.

b. Penggerak kecepatan variabel

Penggerak kecepatan variabel digunakan untuk menyediakan kontrol kecepatan selain itu penggerak kecepatan variabel dapat ditunjukkan dengan variasi misalnya penggerak kecepatan yang dapat diatur dan penggerak frekuensi yang dapat diatur.

Alat ini mampu mengatur kecepatan maupun torsi dari motor, pengontrol penggerak dan pengontrol operator (manual atau otomatis).

Sistem penggerak listrik arus bolak-balik atau arus searah digunakan pada setiap pemakaian dimana pengontrol penggerak adalah alat yang dapat mengontrol kecepatan, torsi dan arah dari motor AC dan DC.

2.6 DIAC dan TRIAC Sebagai Pengontrol Kecepatan

Salah satu motor 1 fasa yang dapat diatur kecepatan putaranya adalah motor dengan kutub terlindung (*sheeding coil*). Penggunaan dari motor sheeding coil antara lain menjalankan kipas angin dan alat pengering rambut. Agar pengaturan kecepatan putaran motor tersebut efisien, maka digunakan komponen DIAC dan TRIAC.



Gambar 1.10 Diagram Blok Rangkaian.

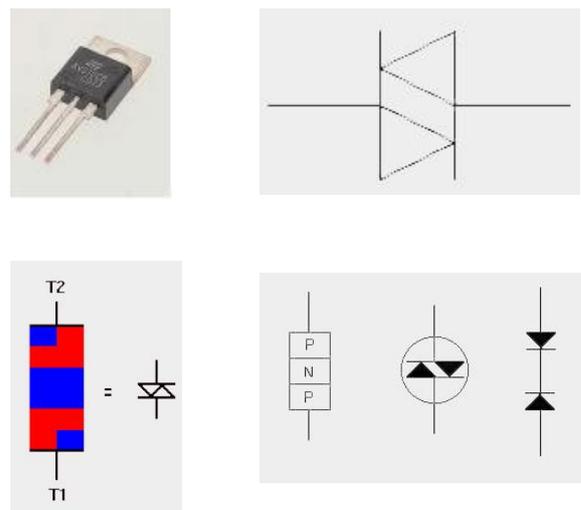
2.6.1 Pengertian DIAC

DIAC adalah komponen aktif elektronika yang memiliki dua terminal yang dapat menghantar arus listrik dari kedua arah jika tegangan melampaui batas breakover-nya. Diac merupakan anggota dari keluarga thyristor, namun berbeda dengan thyristor pada umumnya yang hanya menghantarkan arus listrik dari satu arah, diac memiliki fungsi yang dapat menghantarkan arus listrik dari kedua arahnya atau biasanya disebut juga dengan "bidirectional thyristor". diac biasanya digunakan sebagai pembantu untuk memicu TRIAC dalam rangkaian AC switch.

2.6.2 Struktur Dasar dan Simbol DIAC

Ditinjau dari segi strukturnya, DIAC terdiri dari 3 lapis semikonduktor yang hampir mirip dengan transistor PNP. Berbeda dengan transistor PNP yang lapisannya dibuat dengan tipis agar elektron mudah melewati lapisan N ini, lapisan N pada DIAC dibuat cukup tebal agar elektron lebih sulit untuk menembusnya terkecuali tegangan yang diberikan ke DIAC tersebut melebihi batas breakover (V_{BO}) yang di tentukannya. Dengan memberikan tegangan yang melebihi batas breakovernya, DIAC akan dapat dengan mudah menghantarkan arus listrik dari arah yang bersangkutan. Kedua terminal DIAC biasanya dilambangkan dengan A1 (Anoda 1) dan A2 (Anoda 2) atau MT1 (main terminal 1) dan MT2 (main terminal 2).

Gambar dan struktur dasar DIAC serta simbolnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.11 Simbol DIAC dan Strukturnya

2.6.3 Prinsip Kerja DIAC

Seperti yang disebutkan,DIAC merupakan komponen yang dapat menghantarkan arus listrik dari dua arah jika diberikan tegangan yang melebihi batas breakovernya.pada prinsipnya,DIAC memiliki cara kerja yang mirip dengan dua dioda yang dipasang paralel berlawanan seperti gambar rangkaian ekuivalen diatas.

Apalagi tegangan yang memilki polaritas diberikan ke DIAC,dioda yang disebelah kiri akan menghantarkan arus listrik jika tegangan positif yang diberikan melebihi tegangan breakover DIAC.sebaliknya,apabila DIAC diberikan tegangan positif yang melebihi tengangan breakover DIAC dari arah yang berlawanan,maka dioda sebelah kanan akan menghantarkan arus listrik.

Setelah DIAC dijadikan ke kondisi “ ON “dengan menggunakan tegangan positif ataupun negatif,DIAC akan terus menghantarkan arus listrik sampai tegangannya dikurangi hingga 0 (Nol) atau hubungan pemberian listrik diputuskan.

2.6.4 Pengertian TRIAC

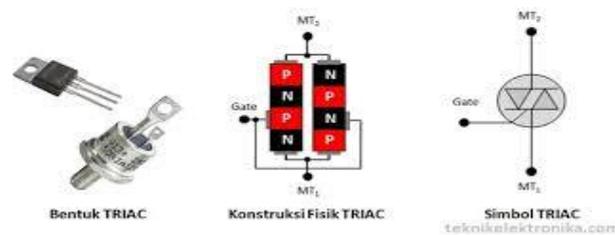
TRIAC adalah perangkat semikonduktor berterminal tiga yang berfungsi sebagai pengendali arus listrik. Nama TRIAC ini merupakan singkatan dari *Triode for Alternating Current*.(trioda untuk arus bolak balik).sama seperti SCR,TRIAC juga tergolong sebagai thyristor yang berfungsi sebagai pengendali atau switching.Namun,berbeda dengan SCR yang hanya dapat dilewati arus listrik dari satu arah.TRIAC memiliki kemampuan yang dapat mengalirkan arus listrik kedua arah ketika dipicu.terminal date TRIAC hanya memerlukan arus yang relatif

rendah untuk dapat mengendalikan aliran arus listrik AC yang tinggi dari dua arah terminalnya, TRIAC sering juga disebut dengan *Bidirectional triode thyristor*.

Pada dasarnya, sebuah TRIAC sama dengan dua buah SCR yang disusun dan disambungkan secara anti paralel (paralel yang berlawanan arah) dengan terminal gerbang atau gate-nya dihubungkan bersama menjadi satu. jika dilihat dari strukturnya, TRIAC merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 4 lapis semikonduktor dan 3 terminal, ketiga terminal tersebut diantaranya adalah MT1, MT2 dan Gate. MT adalah singkatan dari main terminal.

2.6.5 Bentuk dan Simbol TRIAC

Berikut ini adalah gambar dan struktur serta simbol TRIAC



Gambar 1.12 bentuk dan simbol TRIAC

TRIAC merupakan komponen yang sangat cocok untuk digunakan sebagai AC switching (saklar AC) karena dapat mengendalikan aliran arus listrik pada dua arah siklus gelombang bolak-balik AC. kemampuan inilah yang menjadi kelebihan dari TRIAC jika dibandingkan dengan SCR. namun TRIAC pada umumnya tidak digunakan pada rangkaian switching yang melibatkan daya yang sangat tinggi. salah satu alasannya adalah karena karakteristik switching TRIAC yang non-simetris dan juga

gangguan elektromagnetik yang diciptakan oleh listrik yang berdaya tinggi itu sendiri.

2.6.6 Prinsip Kerja TRIAC

TRIAC akan terhubung (ON) ketika berada di kuadran 1 yaitu saat arus positif kecil melewati terminal gate ke MT1, dan polaritas MT2 lebih tinggi dari MT1, saat TRIAC terhubung dan rangkaian gate tidak memegang kendali, maka TRIAC tetap tersambung selama polaritas MT2 tetap lebih tinggi dari MT1 dan arus yang mengalir lebih besar dari arus genggamnya. TRIAC juga akan tersambung saat arus negatif melewati terminal gate ke MT1, dan polaritas MT1 lebih tinggi dari MT2, dan TRIAC akan tetap terhubung walaupun rangkaian gate tidak memegang kendali selama polaritas MT1 lebih tinggi dari MT2 dan arus yang mengalir lebih besar dari arus genggamnya. selain dengan cara memberi pemicuan melalui terminal gate, TRIAC juga dapat dibuat tersambung (ON), dengan cara memberikan tegangan yang tinggi sehingga melampaui tegangan breakover-nya terhadap terminal MT1 dan MT2, namun cara ini tidak diizinkan karena dapat menyebabkan TRIAC akan rusak. pada saat TRIAC tersambung (ON) maka tegangan jatuh maju antara terminal MT1 dan MT2 sangatlah kecil yaitu berkisar antara 0.5 volt sampai dengan 2 volt.

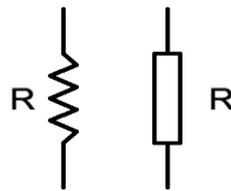
2.7 Komponen Pengatur Tegangan AC

2.7.1 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat aliran listrik. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih resistor yaitu :

- a. Tolerans, yaitu resistor yang diproduksi nilainya tidak selalu tepat.
- b. Kestabila, yaitu nilai resistor tidak berubah akibat temperatur tinggi atau pemakaian yang lama.
- c. Tingkat daya, yaitu kemampuan maksimum resistor dalam membatasi energi atau arus listrik yang melewatinya.

Komponen ini berbentuk kecil dan memiliki gelang bervariasi gelang-gelang warna ini adalah menunjukkan besar dan kecilnya nilai tahanan arus didalamnya. warna gelang tersebut sangat penting bagi penggemar elektronika. umumnya berbentuk kecil dengan dua kaki, komponen ini tidak memiliki kutub negatif atau positif. sehingga pemasangannya boleh terbalik, asalkan nilainya sama dengan nilai yang diinginkan.



Gambar 1.13. Simbol Resistor

Resistor diberi nilai secara standar dan besarnya nilai tersebut sudah tertera dibadan resistor. nilai resistor ditentukan dengan kombinasi gelang-gelang warna dan setiap posisi gelang mempunyai arti sendiri. arti dari gelang-gelang berwarna pada resistor ditunjukkan pada tabel tersebut

Tabel 1. Gelang-gelang warna pada resistor

Warna	Gelang Pertama	Gelang Kedua	Faktor Pengali	Toleransi
Hitam	0	0	10^0	2%
Coklat	1	1	10^1	
Merah	2	2	10^2	
Orange	3	3	10^3	
Kuning	4	4	10^4	
Hijau	5	5	10^5	
Biru	6	6	10^6	

Ungu	7	7	10^7	2%
Abu – Abu	8	8	10^8	
Putih	9	9	10^9	
Emas				5%
Perak				10%
Tanpa warna				20%

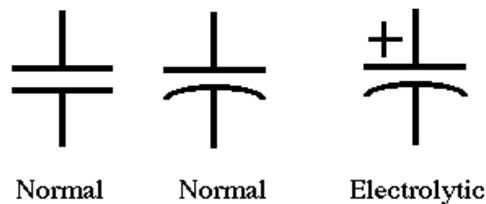
2.7.2 Kapasitor

Kondensator adalah komponen yang dapat menyimpan arus listrik sampai batas yang ditentukan kapasitor berasal dari kata "kapsintance" atau kapasitas yang artinya kemampuan untuk menyimpan arus listrik. Pada dasarnya kapasitor terdiri dari dua keping penghantar yang disekat. Bahan yang berfungsi sebagai penyekat disebut dielektrikum. Bahan

penyekat yang bisa digunakan untuk dielektrik adalah : keramik,kertas,mika dan elektrolit.

Pemasangan kapasitor dalam suatu rangkaian elektronika mempunyai maksud dan tujuan sebagai berikut :

- a. Sebagai penghubung / kopling yang menghubungkan masing-masing bagian dalam suatu rangkaian
- b. Memisahkan arus bolak-balik dari arus searah
- c. Sebagai filter yang dipakai pada rangkaian catu daya
- d. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian
- e. Menghemat daya dalam rangkaian lampu TL
- f. Menghilangkan loncatan bunga api dalam rangkaian saklar



Gambar 1.14 simbol kapasitor

Macam-macam kondensator yang bentuk dan fungsinya ada beberapa kondensator sebagai berikut :

Kondensator bola,yaitu kondensator yang berbentuk bola konsentris.

- a. Kondensator silinder, yaitu kondensator yang berbentuk silinder konsentris.
- b. Kondensator keping sejajar.

- c. Kondensator keramik, yaitu kondensator yang dibungkus dielektrikum mika.
- d. Kondensator variabel (VARCO) yaitu kondensator yang kapasitasnya dapat diubah-ubah.
- e. Kondensator gulung yaitu kondensator keping sejajar yang digulung karena panjangnya keping sejajar untuk kapasitas yang besar.

Kondensator elektrolit (ELCO) yaitu kondensator yang dielektrikumnya larutan atau pasta elektrolit untuk memperbesar kapasitas. Untuk kondensator ini kaki-kaki kondensator merupakan elektroda (katoda dan anoda) sehingga dalam pemasangan kaki positif dan negatif tidak boleh terbalik.