

BAB IV

PENGENALAN MOTOR INDUKSI 1-FASA

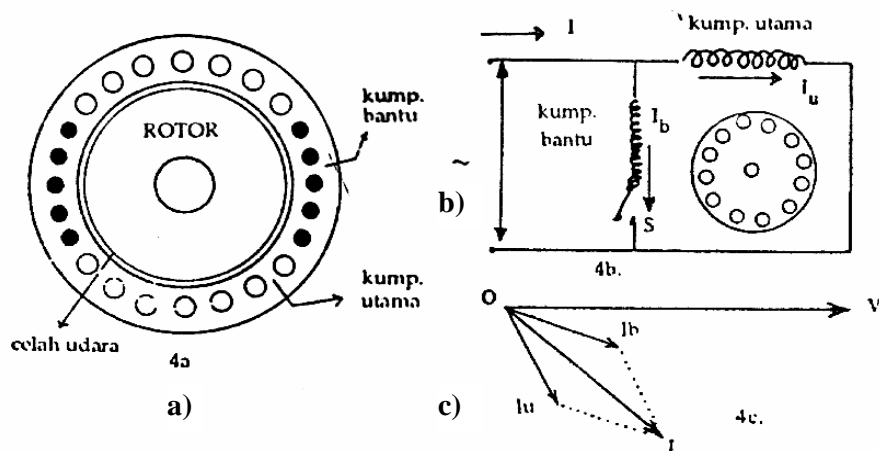
Motor induksi 1-fasa biasanya tersedia dengan daya kurang dari 1 HP dan banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga dengan aplikasi yang sederhana, seperti kipas angin motor pompa dan lain sebagainya. Berdasarkan pada cara kerjanya, maka motor ini dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Motor fase belah/fase bagi (*split phase motor*)
2. Motor kapasitor (*capacitor motor*)
 - a. Kapasitor start (capacitor start motor)
 - b. Kapasitor start-kapasitor jalan (capacitor start-capacitor run motor)
 - c. Kapasitor jalan (capacitor run motor)
3. Motor kutub bayangan (*shaded pole motor*)

Penjelasan dari jenis-jenis motor ini dijabarkan sebagai berikut di bawah ini.

4.1 Motor Fase Belah / Fase Bagi

Motor fase belah mempunyai kumparan utama dan kumparan bantu yang tersambung paralel dan mempunyai perbedaan fasa antara keduanya mendekati 90° listrik. Gambaran konstruksi dan bentuk rangkaian sederhana pemasangan kumparannya diperlihatkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bentuk konstruksi dan hubungan kumparan motor induksi fasa belah

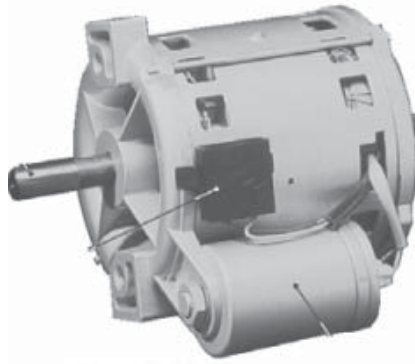
Gambar 4.1a memperlihatkan letak kumparan utama dan kumparan bantu yang diatur berjarak 90° listrik, dan gambar 4.1b memperlihatkan hubungan kumparan utama dan kumparan bantu dalam rangkaiannya dan gambar 4.1c memperlihatkan hubungan arus dan tegangan yang terjadi pada kumparan motor induksi fasa belah. Di dalam prakteknya diusahakan antara arus kumparan bantu dan kumparan utamanya berbeda fasa mendekati 90° listrik. Dengan cara ini maka kumparan motor menjadi seolah-olah seperti motor induksi dua fase yang akan dapat menghasilkan medan magnet yang seolah-olah berputar sehingga motor induksi ini dapat berputar sendiri (self starting).

Pada motor fase boleh, “*kumparan utama*” mempunyai *tahanan murni rendah* dan *reaktansi tinggi*, sebaliknya “*kumparan bantu*” mempunyai *tahanan murni yang tinggi* tetapi reaktansinya rendah. Tahanan murni kumparan bantu dapat dipertinggi dengan menambah R yang disambung secara seri dengannya (disebut motor resistor) atau dengan menggunakan kumparan kawat yang diameternya sangat kecil. Bila pada kumparan bantu diberi kapasitor, maka motor ini disebut motor kapasitor (capacitor motor). **Motor fase belah ini biasanya sering disebut motor resistor saja**, sedangkan untuk motor kapasitor jarang disebut sebagai motor fase belah karena walaupun prinsipnya adalah membagi dua fasa tetapi nilai perbedaan fasanya hampir mendekati 90° , sehingga kerjanya mirip dengan motor induksi 2-fasa dan umum disebut sebagai motor kapasitor saja. Untuk memutuskan arus, kumparan Bantu dilengkapi dengan saklar pemutus ‘S’ yang dihubungkan seri terhadap kumparan bantu. Alat ini secara otomatis akan memutuskan setelah motor mencapai kecepatan 75% dari kecepatan penuh. Pada motor fase belah yang dilengkapi saklar pemutus kumparan bantu biasanya yang dipakai adalah *saklar sentrifugal*. Khusus untuk penerapan motor fase belah ini pada lemari es biasanya digunakan rele.

4.2 Motor Kapasitor

Motor kapasitor merupakan bagian dari motor fasa belah, namun yang membedakan kedua motor tersebut adalah pada saat kondisi start motor. Motor kapasitor ini menggunakan kapasitor pada saat startnya yang dipasang secara seri terhadap kumparan bantu. Motor kapasitor ini umumnya digunakan pada kipas

angin, kompresor pada kulkas (lemari es), motor pompa air, dan sebagainya. Bentuk fisik motor ini diperlihatkan pada gambar 4.2.

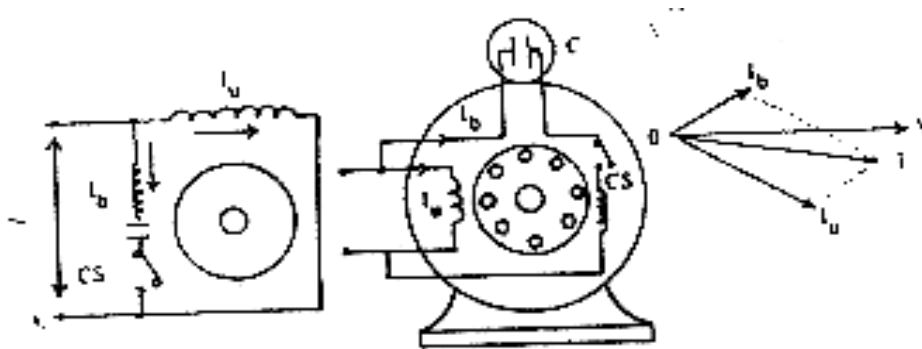


Gambar 4.2 Bentuk fisik motor kapasitor

Berdasarkan penggunaan kapasitor pada motor kapasitor, maka motor kapasitor ini dapat dibagi dalam hal sebagai berikut di bawah ini.

1. Motor kapasitor start (*capacitor start motor*)

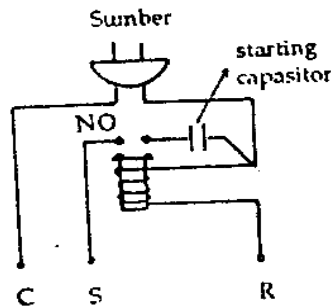
Pada motor kapasitor, pergeseran fase antara arus kumparan utama (I_u) dan arus kumparan bantu (I_b) didapatkan dengan memasang sebuah kapasitor yang dipasang seri terhadap kumparan bantu seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.3 Bagan rangkaian motor kapasitor dan diagram vektor I_u dan I_b

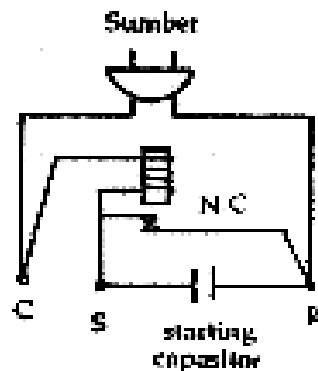
Kapasitor yang digunakan pada umumnya adalah kapasitor elektrolitik yang pemasangannya tidak permanen pada motor (sebagai bagian yang dapat dipisahkan). Kapasitor start direncanakan khususnya untuk waktu pemakaian yang singkat, sekitar 3 detik, dan tiap jam hanya 20 kali pemakaian. Bila saat start dan setelah putaran motor mencapai 75% dari kecepatan penuh, saklar sentrifugal

(CS) otomatis akan terbuka untuk memutuskan kapasitor dari rangkaian, sehingga yang tinggal selanjutnya hanya kumparan utama saja.. Pada sebahagian motor ini ada yang menggunakan rele sebagai saklar sentrifugalnya. Ada 2 bentuk pemasangan rele yang biasa digunakan yaitu penggunaan rele arus dan rele tegangan seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.4 dan gambar 4.5.



Gambar 4.4 Bentuk penggunaan rele arus dalam rangkaian

Arus *start* yang dihasilkan pada gambar 4.4 cukup besar sehingga medan magnet yang dihasilkan oleh rele sanggup untuk menarik kontak NO (normally open) menjadi menutup (berhubungan), setelah motor berjalan dan mencapai kecepatan 75% kecepatan nominalnya, maka arus motor sudah turun menjadi kecil kontak NO yang terhubung tadi terlepas kembali karena medan magnet yang dihasilkan tidak sanggup untuk menarik kontak NO sehingga kapasitor dilepaskan lagi dari rangkaian.

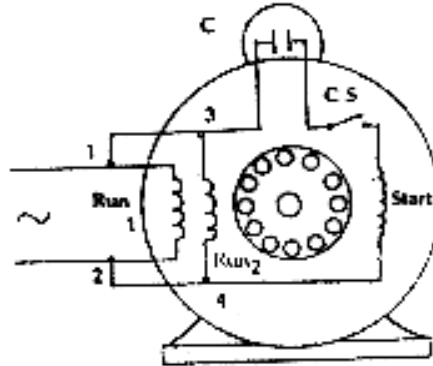


Gambar 4.5 Bentuk penggunaan rele tegangan dalam rangkaian

Tegangan awal saat *start* yang dihasilkan pada rele gambar 4.5 masih kecil sehingga medan magnet yang dihasilkan oleh rele tidak sanggup untuk menarik kontak NC (normally close) menjadi terbuka (memisah), setelah motor berjalan dan mencapai kecepatan 75% kecepatan nominalnya, maka tegangan pada rele

sudah naik menjadi normal sehingga kontak NC yang terlepas tadi terhubung karena medan magnet yang dihasilkan rele sanggup untuk menarik kontak NC menjadi terbuka sehingga kapasitor dilepaskan lagi dari rangkaian.

Disamping itu, penggunaan kapasitor start pada motor kapasitor dapat divariasikan misalnya dengan tegangan tegangan ganda seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.6.

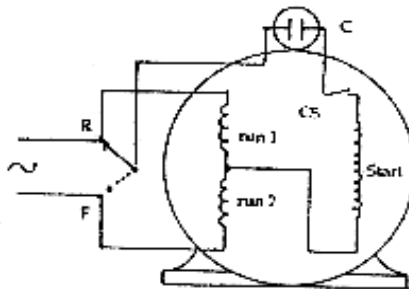


Gambar 4.6 Motor kapasitor start tegangan ganda, putaran satu arah.

Untuk penggunaan tegangan rendah pada gambar 4.6, kumparan utama I dan kumparan utama II diparalel dengan cara terminal 1 dikopel dengan 3, terminal 2 dikopel dengan 4, kemudian terminal 1 dan 2 diberikan untuk sumber tegangan. Untuk tegangan tingginya, kumparan utama I dan kumparan utama II dihubungkan secara seri, kemudian terminal 1 dikopel dengan 4 dan terminal 3 dan 2 untuk sumber tegangan.

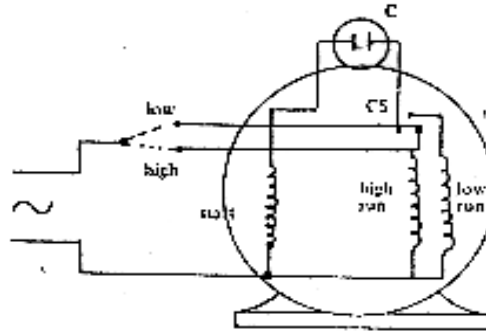
Motor kapasitor start yang sederhana juga dapat dilengkapi dengan pengaturan kecepatan dan pembalik arah putaran seperti berikut ini.

- a. Motor kapasitor start dengan 3 ujung dengan arah putaran yang dapat dibalik (*three leads reversible capacitor start motor*) diperlihatkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.7 Motor kapasitor start dengan 3 ujung dengan pembalik arah putaran

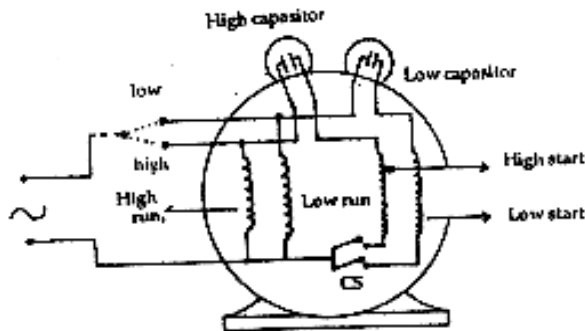
- b. Motor kapasitor start 2 kecepatan seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Motor kapasitor start 2 kecepatan

Bila saklar diatur pada posisi low pada gambar 4.8, motor berputar lambat, sedangkan bila saklar diatur pada posisi high, motor berputar lebih cepat, karena kumparan cepat (high run) mempunyai jumlah kutub sedikit sedangkan kumparan lambat (low run) mempunyai jumlah kutub yang lebih banyak.

- c. Motor kapasitor start dengan 2 kumparan dan menggunakan 2 buah kapasitor seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Motor kapasitor start dengan 2 kecepatan dan menggunakan 2 buah kapasitor

2. Motor kapasitor start dan jalan (*capacitor start-capacitor run motor*)

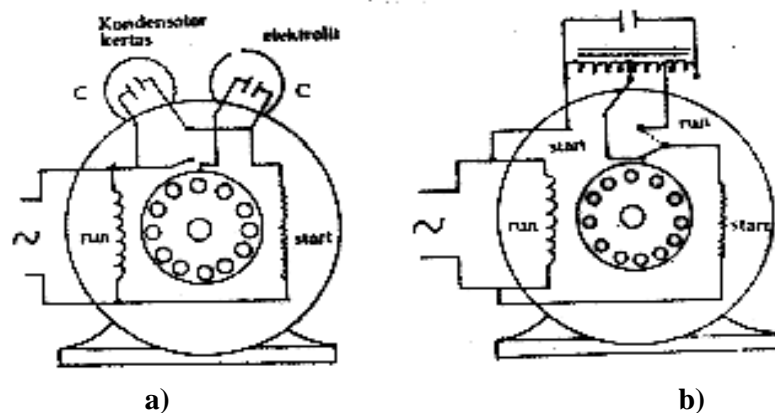
Pada dasarnya motor ini sama dengan kapasitor start motor, hanya saja pada motor jenis ini kumparan bantu mempunyai 2 macam kapasitor dan salah satu kapasitornya selalu dihubungkan dengan sumber tegangan (tanpa saklar otomatis). Motor ini menggunakan nilai kapasitansi yang berbeda untuk kondisi start dan jalan. Dalam susunan pensaklaran yang biasa, kapasitor start yang seri dengan saklar start dihubungkan secara paralel dengan kapasitor jalan dan kapasitor yang diparalelkan itu diseri dengan kumparan bantu.

Penggunaan kapasitor start dan jalan yang terpisah memungkinkan perancangan motor memilih ukuran optimum masing-masing, yang menghasilkan kopel start yang sangat baik dan prestasi jalan yang baik. Tipe kapasitor yang digunakan pada motor kapasitor ini adalah tipe elektrolit dan tipe berisi minyak. Rancangan motor ini biasanya hanya digunakan untuk penggunaan motor satu fasa yang lebih besar dimana khususnya diperlukan untuk kopel start yang tinggi. Keuntungan dari motor jenis ini adalah :

1. Mempertinggi kemampuan motor dari beban lebih.
2. Memperbesar $\cos \phi$ (faktor daya).
3. Memperbesar torsi start,
4. Motor bekerja lebih baik (putaran motor halus).

Motor jenis ini bekerja dengan menggunakan kapasitor dengan nilai yang tinggi (besar) pada saat startnya, dan setelah rotor berputar mencapai kecepatan 75% dari kecepatan nominalnya, maka kapasitor startnya dilepas dan selanjutnya motor bekerja dengan menggunakan kapasitor jalan dengan nilai kapasitor yang lebih rendah (kapasitas kecil) agar motor dapat bekerja dengan lebih baik. Bentuk gambaran motor jenis ini diperlihatkan pada gambar 4.10. Pertukaran harga kapasitor dapat dicapai dengan dua cara sebagai berikut.

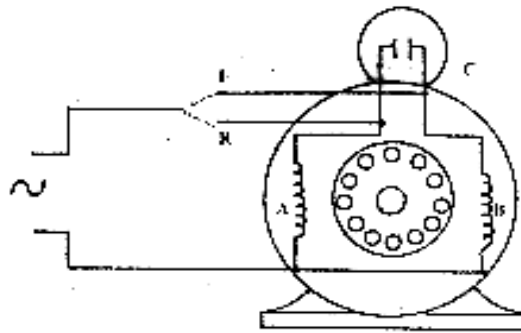
- a) Dengan menggunakan dua kapasitor yang dihubungkan secara paralel pada rangkaian bantu, kemudian setelah saklar otomatis bekerja maka hanya sebuah kapasitor yang terhubung secara seri dengan kumparan bantu (gambar 4.10a)
- b) Dengan memasang sebuah kapasitor yang dipasang secara paralel dengan ototransformator step up (gambar 4.10b).



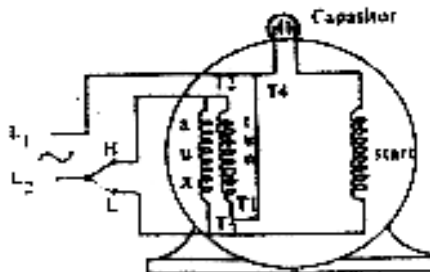
Gambar 4.10 Cara mendapatkan pertukaran harga kapasitor

3. Motor kapasitor jalan (*capacitor run motor*).

Motor ini mempunyai kumparan bantu yang disambung secara seri dengan sebuah kapasitor yang terpasang secara permanen pada rangkaian motor. Kapasitor ini selalu berada dalam rangkaian motor, baik pada waktu start maupun jalan, sehingga motor ini tidak memerlukan saklar otomatis. Oleh karena kapasitor yang digunakan tersebut selalu dipakai baik pada waktu start maupun pada waktu jalan maka harus digunakan kapasitor yang memenuhi syarat tersebut yaitu kapasitor yang berjenis kondensator minyak, atau kondensator kertas minyak. Pada umumnya kapasitor yang digunakan berkisar antara 2 sampai $20\mu\text{F}$. Bentuk hubungannya kapasitor pada rangkaian motor diperlihatkan pada gambar 4.11 dengan jenis dua arah putaran, dan pada gambar 4.12 dengan jenis 2 variasi kecepatan yang berbeda.



Gambar 4.11 Motor kapasitor jalan yang bekerja dengan 2 arah putaran (maju dan mundur) dengan kumparan utama sama dengan kumparan bantu.



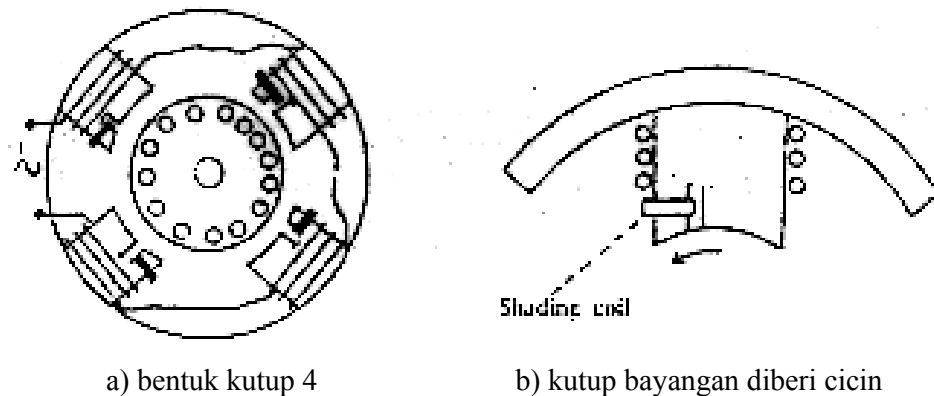
Gambar 4.12 Motor kapasitor jalan dengan 2 variasi kecepatan.

Pada gambar 4.11, waktu putaran kanan, kumparan A diseri dengan kapasitor dan kumparan B bertindak sebagai kumparan utama, sedangkan pada waktu putaran kiri, kumparan B diseri dengan kapasitor dan berfungsi sebagai

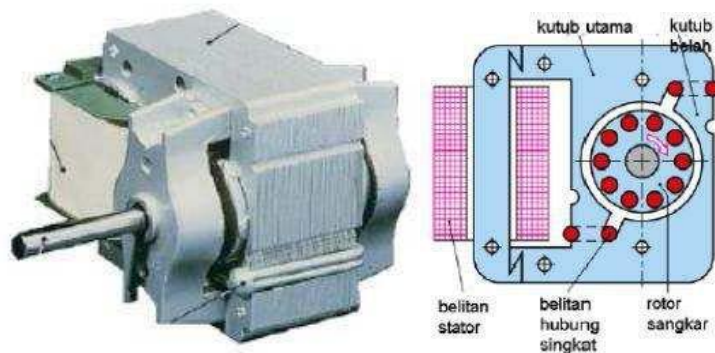
kumparan bantu, sehingga kumparan A sekarang berfungsi sebagai kumparan utama. Selanjutnya pada gambar 4.12 diperlihatkan contoh penerapan motor kapasitor jalan yang dapat diatur kecepatannya yang biasa diterapkan pada kipas angin.

4.3 Motor Kutub Bayangan

Motor kutub bayangan (*Shaded pole*) ini menggunakan kutub magnet stator yang dibelah dan diberi cincin pada bagian kutub yang kecil yang disebut kutub bayangan, dan sisi kutub yang besar disebut kutub pokok (*Un shaded pole*) dengan rotor yang biasa digunakan adalah rotor sangkar tupai seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.12. Motor kutub bayangan ini biasanya diterapkan untuk kapasitas yang kecil dan sering dijumpai pada motor-motor kipas angin yang kecil.



Gambar 4.13 Kutub utama dan kutub bayangan motor kutub bayangan

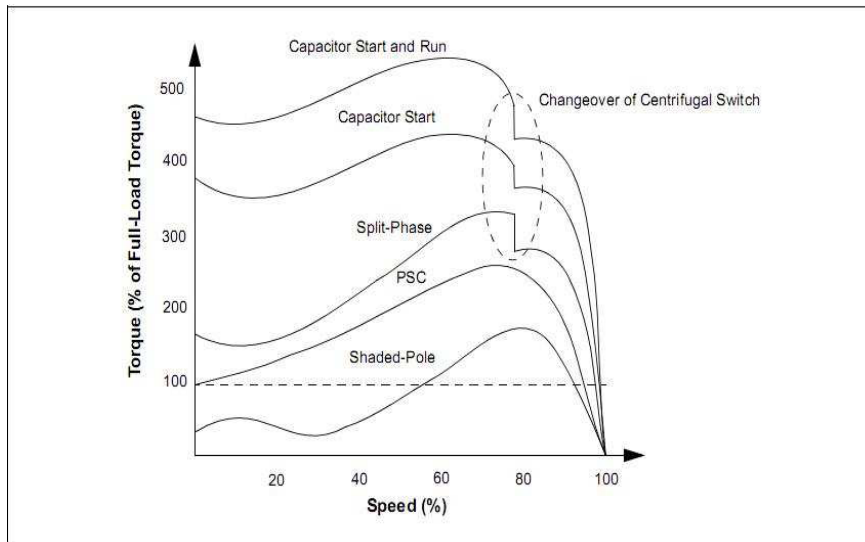


Gambar 4.14 Bentuk fisik motor kutub bayangan

Gambar 4.13b menunjukkan sebuah kutub dari motor kutub bayangan, kira-kira 1/3 dari kutub diberi alur yang selanjutnya dilingkari (diberi cincin) dengan satu lilitan hubung singkat (*CU Coil*) dan dikenal dengan kumparan bayangan (*shading coil*). Kutub yang diberi cincin ini dikenal dengan nama kutub

bayangan, dan bagian lainnya yang besar dikenal dengan kutup bukan bayangan (*Un shaded pole*). Medan putar yang dihasilkan pada motor jenis ini adalah karena adanya induksi pada cincin hubung singkat yang terdapat pada kutub bayangan yang berasal dari pengaruh induksi magnet pada kutub yang lainnya, sehingga motor ini menghasilkan fluks magnet yang berputar. Contoh bentuk fisik motor kutup bayangan diperlihatkan pada gambar 4.14.

Dibawah ini pada gambar 4.15 diperlihatkan gambar perbandingan karakteristik motor motor induksi satu fasa sesuai dari cara kerjanya.



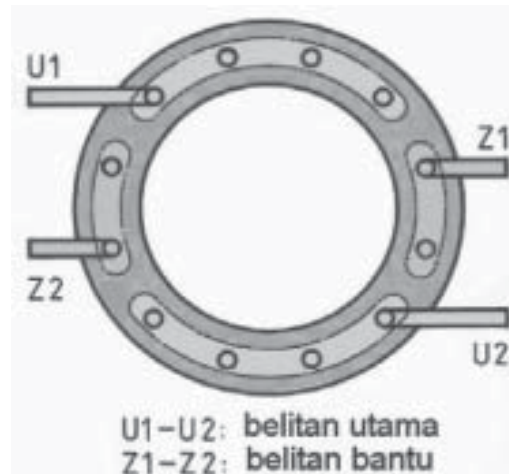
Gambar 4.15 Kurva perbandingan karakteristik motor motor induksi 1-fasa

4.4 Medan Putar pada Motor induksi 1-fasa

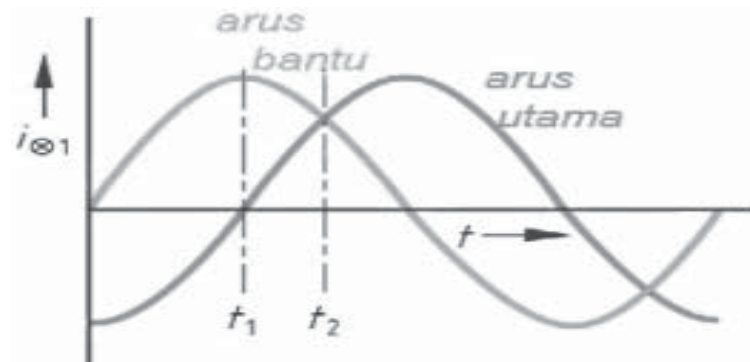
Motor Induksi satu fasa berbeda cara kerjanya dengan motor induksi tiga fasa. Pada motor induksi tiga fasa, kumparan stator mempunyai tiga belitan yang sedemikian berbeda fasa 120^0 listrik. Perbedaan ini akan menghasilkan medan putar pada stator yang dapat memutar rotor.. Pada motor induksi 1-fasa hanya memiliki dua belitan / kumparan stator, yaitu kumparan utama (belitan U1-U2) dan kumparan bantu (belitan Z1-Z2), seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.16.

Kumparan utama pada motor induksi 1-fasa ini menggunakan penampang kawat tembaga lebih besar sehingga memiliki impedansi lebih kecil. Sedangkan kumparan bantu dibuat dari tembaga berpenampang kecil dan jumlah belitannya

lebih banyak, sehingga impedansinya lebih besar dibanding impedansi kumparan utama. Arus kumparan bantu dan arus kumparan bantu akan berbeda fasa sebesar ϕ , karena perbedaan besarnya impedansi kedua motor. Perbedaan fasa arus ini akan menghasilkan torsi pada motor yang dapat memutar rotor motor induksi 1-fasa. Bila rotor telah berputar, maka kumparan motor dapat diaktifkan hanya satu saja yaitu kumparan utama saja. Jika diinginkan dengan kinerja motor yang lebih, maka dapat dirancang untuk mengaktifkan kedua kumparan saat start dan saat jalan, seperti yang diterapkan pada motor kapasitor. Gambaran bentuk perbedaan fasa antara arus kumparan bantu dan kumparan utama diperlihatkan pada gambar 4.17.



Gambar 4.16 Bentuk hubungan sederhana belitan / kumparan pada motor induksi 1-fasa



Gambar 4.17 Gelombang arus kumparan bantu dan kumparan utama