

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Daya

Daya adalah kelanjutan pelaksanaan usaha dan diukur dalam satuan

watt :

$$\text{Daya} = \frac{\text{usaha yang dilakukan}}{\text{waktu yang dibutuhkan}} \text{ (Watt)} \quad (2.1)$$

Dalam satu rangkaian listrik,

$$\text{Daya} = \text{tegangan} \times \text{ arus} \text{ (Watt)} \quad (2.2)$$

Sedangkan dari hukum ohm

$$\text{Tegangan} = I \times R \quad (2.3)$$

$$\text{Arus} = \frac{V}{R} \text{ (Ampere)} \quad (2.4)$$

Dengan mensubstitusi persamaan (2.3) ke persamaan (2.2) kita peroleh

$$\text{Daya} = (I \times R) \times \text{ arus} = I^2 \times R \text{ (Watt)} \quad (2.5)$$

Dan substitusi (2.4) ke persamaan (2.2) kita peroleh:

$$\text{Daya} = \text{tegangan} \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} \text{ (Watt)} \quad (2.6)$$

Kita dapat mencari daya dari suatu rangkaian dengan menggunakan formula berikut:

$$P = V \times I,$$

$$P = I^2 \times R,$$

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ (Trevor Linsley, 2004)}$$

## 2.2. Energi

Energi adalah suatu konsep yang sering digunakan para insinyur dan ilmuwan dalam menggambarkan ketersediaan untuk melakukan usaha pada suatu rangkaian atau sistem:

$$\text{Energi} = \text{Daya} \times \text{Waktu} \quad (2.7)$$

Tetapi, karena daya = tegangan x arus, maka :

$$\text{Energi} = \text{tegangan} \times \text{arus} \times \text{waktu} \quad (2.8)$$

Satuan SI untuk energi adalah joule dan waktu diukur dalam detik, untuk rangkaian instalasi listrik praktis satuan ini sangat kecil sehingga kilo Watt jam (kWh) digunakan untuk perumahan dan instalasi komersial. Meter pengukur mengukur ‘satuan’ dari energi listrik, di mana setiap ‘unit’nya adalah 1 kWh, Sehingga:

$$\text{Energi} = \text{tegangan} \times \text{arus} \times \text{waktu} \quad (2.9)$$

Energi dalam satuan joule

Waktu dalam satuan detik

$$\text{Energi} = \text{kW} \times \text{waktu} \quad (2.10)$$

Energi dalam satuan kWh

Waktu dalam satuan jam (Linsley, 2004).

## 2.3. Dua efek dari arus listrik

Ketika arus listrik mengalir dalam suatu rangkaian, arus itu memberikan satu atau lebih dari dua efek berikut ini :

### **2.3.1. Efek pemanasan**

Gerakan elektron dalam sebuah konduktor yaitu aliran arus listrik menyebabkan peningkatan temperatur dalam konduktor, besarnya panas yang dihasilkan dari arus ini tergantung pada tipe dan dimensi konduktor dan kualitas dari arus yang mengalir, dengan mengubah variable ini konduktor dapat menjadi panas dan digunakan sebagai elemen pemanas dalam perapian atau dapat menjadi dingin dan digunakan sebagai konduktor instalasi listrik.

### **2.3.2. Efek magnetis**

Setiap arus yang mengalir dalam suatu konduktor, maka medan magnet dapat terbentuk disekitar konduktornya, hal ini sebagai kelanjutan dari sifat isolatornya. Medan magnet membesar dengan meningkatnya arus dan hilang bila arus diputuskan. Suatu konduktor yang membawa arus dan digulung menjadi solenoid menghasilkan medan magnet yang sangat mirip dengan magnet permanen, selain itu, memiliki keunggulan berupa dapat dinyalakan dan dimatikan dengan sembarang saklar yang mengontrol rangkaian arus. Efek magnetik dari arus listrik merupakan prinsip dasar kerja bel listrik relay, instrumen, motor dan generator. (Linsley, 2004).

## **2.4. Penghantar**

Menurut jenisnya banyak penghantar arus kuat yang telah diproduksi oleh pabrik. Pemakaian yang sering dijumpai atau yang paling banyak

digunakan adalah jenis NYA, NYM, NYY. Penghantar jenis tersebut umumnya dibuat dari bahan tembaga atau aluminium.

Menurut konstruksinya inti kabel dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu yang pertama kabel bagian inti pejal dan yang kedua dengan inti serabut. Kemampuan hantar arus dapat didefinisikan sebagai alih arus yang dapat disalurkan pada kondisi tertentu oleh suatu penghantar, tanpa menimbulkan penambahan suhu dari suhu yang tetap yang telah ditentukan.

Faktor- faktor yang menentukan besarnya ukuran kabel penghantar yang digunakan adalah :

1. Kuat arus yang dibutuhkan beban yang mengalir pada kabel penghantar tersebut.
2. Jenis kabel / macam isolasi yang dipakai, kemampuan mengalirkan arus, yang besarnya tergantung dari jenis kabel / macam isolasi yang dipakai dan ukuran kabel yang dipakai.
3. Kerugian daya dan kerugian tegangan maksimum yang diperkenankan.

Untuk perhitungan arus nominal yang mengalir pada penghantar digunakan persamaan :

$$\text{Arus nominal (In)} = \frac{P(\text{watt})}{Vx \cos \vartheta} \quad (2.11)$$

Secara umum perhitungan luas penampang penghantar berdasarkan jarak dan beban adalah sebagai berikut :

Untuk beban 1 fasa

$$A = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{x \cdot \Delta V} \quad (2.12)$$

Keterangan :

- A : Luas penampang (mm<sup>2</sup>)  
 l : Panjang penghantar (m)  
 I : Arus beban (A)  
 x : Dari penghantar (untuk tembaga adalah 56)  
 $\Delta V$  : Drop tegangan yang diijinkan ( $\leq 5\%$ )  
 Cos  $\phi$  : Faktor daya

Tabel 2.1. KHA Terus Menerus Kabel Instalasi Berisolasi dan Berselubung PVC dengan Penghantar Tembaga (NYM dsb) dan Kabel Fleksibel serta Pengamannya Pada Suhu Keliling 30<sup>o</sup>C dengan Suhu Penghantar Maksimum 70<sup>o</sup>C (Badan Standarisasi Nasional, 2000)

Luas Penampang mm <sup>2</sup>	KHA Kabel A	Nominal Pengaman A
1,5	18	10
2,5	26	20
4	34	25
6	44	35
10	61	50
16	82	63
25	108	80
35	135	100
50	168	125
70	207	160
95	250	200
120	292	250
150	335	250
185	382	315
240	453	400
300	504	400

## 2.5 Arus bolak-balik melalui induktansi (L)

Bila arus bolak-balik mengalir pada induktansi, maka akan timbul

GGL induksi yang besarnya :

$$E = L \frac{di}{dt} \quad (2.13)$$

Bila  $V = E_m \sin \omega t$ , maka:

$$E_m \sin \omega t = L \frac{di}{dt} \quad (2.14)$$

Penyelesaian akan didapat :

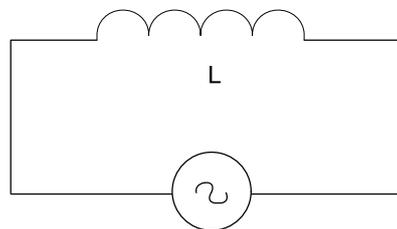
$$E = E_m \cdot \sin \omega t \, dt$$

$$I = I_m \cdot \sin (\omega t - 90^\circ)$$

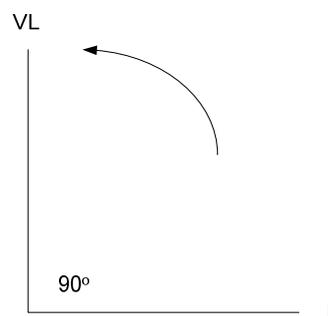
$$I = \frac{E_m \sin \omega t \, dt}{\omega L}$$

$$= \frac{E_m \sin (\omega t - 90^\circ)}{\omega L}$$

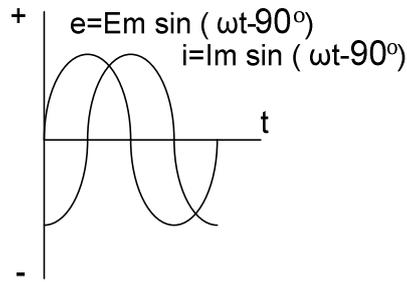
$$I_m = \frac{E_m}{\omega L} \quad (2.15)$$



Gambar 2.1 Rangkaian induktansi



Gambar 2.2 Vektor arus dan tegangan



Gambar 2.3 Gelombang arus dan tegangan

$I = I_m \sin(\omega t - \pi/2)$  dan  $v = V_m \sin \omega t$ . Hal ini berarti antara arus dan tegangan berbeda fasa sebesar  $\pi/2 = 90^\circ$  dan arus tertinggal (lag) dari tegangan sebesar  $90^\circ$ .

$\omega L = X_L$  yang dikenal dengan reaktansi induktif, satuannya ohm. Sedangkan  $L$  adalah induktansi dengan satuan Henry, Karena  $\omega$  merupakan kecepatan sudut listrik yang besarnya tergantung kepada frekuensi listriknya, maka besarnya  $\omega = 2 \pi f L$ .

Bentuk gelombang arus dan tegangan akan ditunjukkan gambar 2.3 dan vector arus dan tegangan ditunjukkan gambar 2.2 (Kismet, Murdono dan Chaerudin, 1997)

## 2.6. Dasar-dasar penentuan starting

Salah satu faktor yang menentukan dalam pemilihan bentuk starting adalah motor itu sendiri, baik jenis dan tipe motor, konstruksi maupun karakteristik motor.

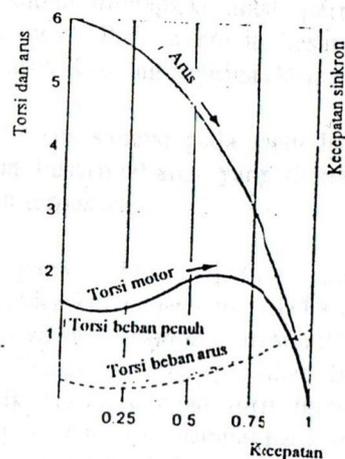
Ditinjau dari faktor ini jelas bahwa bentuk starting motor induksi rotor sangkar berbeda dengan motor induksi rotor belitan, untuk motor induksi rotor sangkar setiap penurunan arus masuk pada motor, secara

otomatis turut memperkecil daya. Hal ini disebabkan setiap penurunan arus masuk motor dicapai dengan menurunkan tegangan input motor. Sedangkan daya motor berbanding langsung dengan kuadrat tegangan. Hal ini dapat dituliskan dengan rumus:

$$T \approx U^2 \quad (2.16)$$

Jadi kalau tegangan diperkecil 50% dari tegangan penuh, daya motor akan turun sampai dengan 25 % kali daya beban penuh.

Hal ini tidak baik untuk motor listrik dengan beban yang besar misalnya motor untuk ban berjalan (Conveyor). Untuk mendapatkan daya yang cukup besar pada waktu start dapat dilakukan dengan starting langsung atau yang lebih dikenal dengan istilah DOL Starting (Direct on Line Starting). Daya starting yang dicapai dengan cara kira – kira sama dengan 1,5 kali daya beban penuh dan daya maksimum sama dengan 2 kali beban penuh. Perhatikan lengkung karakteristik daya dan arus sebagai fungsi kecepatan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Lengkung karakteristik daya dan arus sebagai fungsi kecepatan untuk motor induksi rotor sangkar dengan DOL starting

Dari lengkung karakteristik diatas terlihat bahwa pada waktu start dimana kecepatan masih sama dengan nol, motor akan mengambil arus start yang sama dengan 6 kali arus beban penuh. Kemudian dengan bertambahnya percepatan motor arus berkurang sampai pada suatu harga arus yang sama dengan arus harga terpasang. Ini tercapai pada waktu motor mencapai suatu harga putaran sama dengan harga slip yang telah ditentukan untuk motor beroperasi.

Demikian juga dengan daya motor, pada waktu start daya motor sama dengan 1.5 kali daya beban penuh. Kemudian dengan bertambahnya percepatan motor sampai pada suatu harga slip tertentu daya motor mencapai suatu harga maksimum kira-kira samadengan 2 kali daya beban penuh.

Setelah itu daya motor akan berkurang sesuai dengan penambahan percepatan motor sampai pada suatu titik pertemuan lengkung karakteristik daya beban dengan daya motor. Hal ini terjadi pada waktu kecepatan motor sesuai dengan harga slip yang sudah ditetapkan untuk motor running.

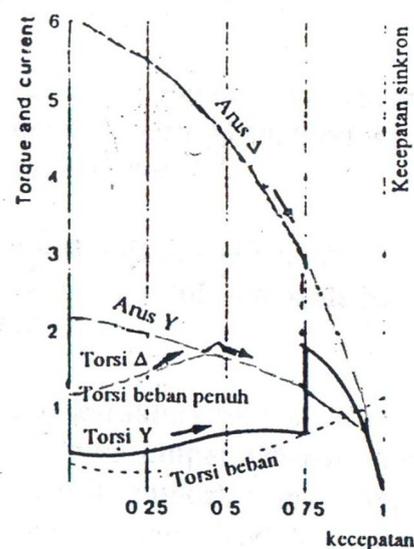
Hal ini cocok untuk motor induksi rotor sangkar yang menggerakkan mesin-mesin dengan tipe sentrifugal dimana penambahan daya beban lawan sama dengan kuadrat kali kecepatan mesin. Dengan persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$T = k \cdot S^2 \quad (2.17)$$

Menjalankan motor dengan starting ini adalah sangat sederhana karena langsung menghubungkan motor pada tegangan penuh jala-jala.

Hal yang kurang menguntungkan untuk starting motor system DOL adalah adanya arus starting yang cukup tinggi, sehingga mengganggu sistem dimana motor itu terpasang. Arus starting ini menyebabkan drop tegangan pada jaringan sehingga mengganggu sistem yang lain. Oleh sebab itu, DOL starting hanya digunakan untuk motor-motor induksi rotor sangkar 3 fasa yang mempunyai daya yang kecil.

Untuk mengatasi kenaikan arus pada waktu start, biasanya digunakan metode starting yang lain, untuk menjalankan motor yaitu dengan meredus tegangan masuk motor pada waktu start. Hal ini dicapai dengan menggunakan Starter Bintang Segitiga, Starter Primary Resistance serta Starter dengan Autotrafo, semua metode ini efektif untuk memperkecil arus start yang besar pada waktu starting. Tetapi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa tegangan motor ikut turun sesuai dengan kuadrat penurunan tegangan. Perhatikan lengkung karakteristik gambar 2.5.



Gambar 2.5 Lengkung karakteristik daya dan arus sebagai fungsi kecepatan untuk motor induksi rotor sangkar 3 fasa dengan starting Bintang Segitiga.

Lengkung karakteristik diatas merupakan referensi lengkung karakteristik, sistem Starting DOL. Dari bentuk karakteristik yang diperlihatkan pada gambar ini ternyata pada waktu motor-motor dijalankan (start) dalam hubungan bintang, arus turun kira-kira 1/3 kali besarnya arus jika motor dijalankan (start) sebagai DOL starting. Kemudian motor dipercepat sampai pada harga kecepatan yang sudah ditetapkan untuk perpindahan Bintang ke Segitiga (Change Over). Pada waktu itu besar arus motor sebanding dengan arus running segitiga (Motor running).

## **2.7. Penentuan waktu starting (Run Up time)**

Jika momen inersia dari bagian-bagian yang berputar baik motor maupun beban itu besar, maka waktu starting yang diambil oleh motor itu besar.

Perlu diingat bahwa harga  $GD^2$  untuk setiap harga output motor adalah merupakan harga maksimum. Pemilihan harga  $GD^2$  tidak boleh melewati harga yang sudah ditentukan oleh tabel, jika motor - motor yang sering diasut (starting) berulang kali,  $GD^2$  harus dibuat khusus kecil, kalau tidak kenaikan suhu menjadi tinggi dan membahayakan isolasi kumparan.

Dalam hal pengantar tegangan diturunkan seperti halnya pengasutan Bintang/segitiga, karena kopel start (asut) berkurang, maka harus diperhatikan dan diperhitungkan benar-benar kejadian ini.

Jadi kesimpulannya bahwa:

- Jika momen inersia dari bagian-bagian yang berputar baik motor dan beban terlalu besar, maka waktu starting yang diambil oleh motor terlalu lama dan

menyebabkan pemanasan pada kumparan motor. Pemasangan yang berlebihan merusak isolasi kumparan motor itu sendiri.

- Waktu starting ditentukan oleh :
  - a. Daya rata-rata yang dihasilkan oleh motor selama percepatan.
  - b. Daya rata-rata yang diperlukan beban selama percepatan.
  - c. Daya percepatan yaitu selisih daya motor dan daya beban selama percepatan.
  - d. Inersia dari bagian – bagian yang berputar baik motor maupun beban.
  - e. Daya output motor.
  - f. Kecepatan sinkron/kecepatan akhir yang dicapai.

Salah satu kegagalan dalam menjalankan motor dengan menggunakan tahapan starting adalah ketidak tepatan dalam menentukan waktu starting. Waktu starting sangat ditentukan oleh momen inersia (J) dari bagian-bagian yang berputar termasuk beban dan motor dimana  $J = \frac{1}{4} GD^2$  (kg m<sup>2</sup>)

Bila GD besar karena asutan (starting) sering dilakukan, pengasutan harus diselesaikan dalam waktu yang tak dapat mempengaruhi untuk kumparan motor. Waktu starting yang berhubungan dengan motor inersia atau GD<sup>2</sup> dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$t = \frac{100}{T_m - T_l} \times \frac{GD^2 \left[ \frac{N_o}{100} \right]^2}{K_w} \times 2,74 \text{ (S)} \quad (2.18)$$

Dimana:

T<sub>m</sub> = Kopel rata – rata dihasilkan oleh motor selama percepatan (%)

T<sub>l</sub> = Daya rata - rata yang diperlukan beban selama percepatan (%)

$GD^2 = GD^2$  dalam term poros motor, termasuk nilai keduanya beban dan motor ( $\text{kg m}^2$ )

$N_o$  = Kecepatan sinkron motor (ppm)

$K_w$  = Daya output motor (Kw)

Sebagai contoh: sebuah motor asinkron 1,5 Kw yang menjalankan kipas angin dengan propeler terbuka dengan data lain yang diperlukan untuk menghitung waktu starting sebagai berikut :

$T_M = 275$  % untuk motor 1,5 Kw

$T_I = 20$  % dengan katub pelepas dari kipas angin propeler terbuka.

$GD^2 = 11 \text{ kg}^2$  nilai maksimum yang diperbolehkan untuk motor 1,5 Kw, 4

Kutub

$N_o = 1500$  ppm untuk 50 Hz 4 kutub

$K_w = 1,5$  Kw

Maka :

$$t = \frac{100}{T_m - T_I} \times \frac{GD^2 \left[ \frac{N_o}{100} \right]^2}{K_w} \times 2,74 \text{ (S)}$$

$$t = \frac{100}{T_m - T_I} \times \frac{11^2 \left[ \frac{1500}{100} \right]^2}{1,5} \times 2,74 = 17,75 \text{ detik}$$

Jadi waktu starting yang diperlukan untuk motor ini adalah 17,7 detik (Mamesah,1995).

## 2.8. Induktansi kumparan solenoida

Induktansi sebuah kumparan solenoida, dengan panjang  $l$ , jumlah

lilitan  $N$ , luas penampang inti  $A$ , dan Permeabilitas inti  $\frac{\mu H}{m}$

Dimana:

$$\text{Induktansi} = L = \frac{N \cdot \phi}{I} \quad (2.22)$$

$$\text{Fluks total } \phi = NBA \quad (2.23)$$

$$\text{Rapat fluksi} = B = \mu \frac{NI}{l} \quad (2.24)$$

Dari persamaan (2.22), (2.23) dan (2.24) diperoleh induktansi solenoid:

$$L = \frac{\mu AN^2}{l} \text{ (Henry)} \quad (2.25)$$

Dengan  $\mu_0\mu_r$  = Permeabilitas inti (H/m)

$$\mu_0 = \text{Permeabilitas ruang vakum/udara} = 12,57 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$A = \text{luas penampang inti (m}^2\text{)}$$

$$N = \text{Jumlah lilitan Solenoida}$$

$$l = \text{Panjang Solenoida (m) (Efendi, Syamsudin, Sinambela dan Soemarto, 2007)}$$

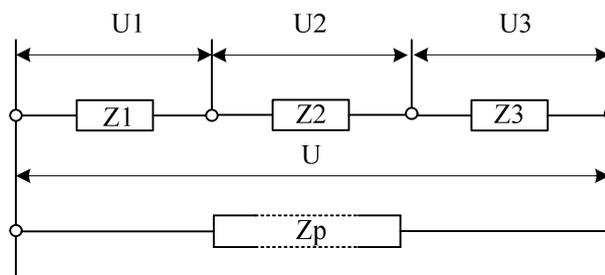
## 2.9. Hubungan deret dan impedansi-impedansi

Tiga buah impedansi masing-masing :  $Z_1 = R_1 + jX_1$

$$Z_2 = R_2 + jX_2$$

$$Z_3 = R_3 + jX_3$$

Dihubungkan pada tegangan U gambar 2.6



Gambar 2.6. Deret impedansi yang dihubungkan pada tegangan

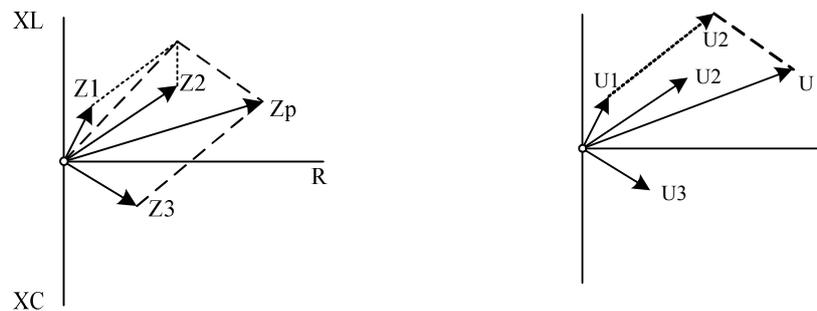
Besarnya impedansi pengganti  $\bar{Z}_p = \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3$  vektoris atau dengan kompleks  $Z_p = (R_1 + R_2 + R_3) + j(X_1 + X_2 + X_3)$  arus yang mengalir pada tiap-tiap impedansi ialah :

$$I = \frac{U}{Z_p} \text{ atau } Z_p = R_p + jX_p \quad (2.26)$$

Tegangan tiap-tiap impedansi :  $U_1 = I \cdot Z_1$  ;  $U_2 = I \cdot Z_2$  ;  $U_3 = I \cdot Z_3$

Tegangan  $U = U_1 + U_2 + U_3$  vektoris. Bila dilukiskan, vektor tegangan dan vektor impedansi adalah pada gambar 2.7

Besarnya faktor daya atau  $\cos \varphi = \frac{R_p}{Z_p}$



Gambar 2.7. Vektoris faktor daya  
(Afandi, ponidjo, 1978)

## 2.10. Pengertian starting

Peralatan mula jalan sering juga disebut sebagai starting motor, alat starter motor adalah suatu komponen kontrol yang digunakan untuk menjalankan motor listrik. Mengoperasikan motor (starting) yang baik dan sempurna tergantung pada perencanaan starter yang baik.

Starting merupakan masalah penting dalam mengoperasikan motor listrik. Perhitungan starting yang tepat dapat mengurangi atau mengatasi kegagalan pada waktu menjalankan motor. Oleh sebab itu dalam memilih

starter motor yang baik tergantung pada ketepatan dalam perhitungan starter motor.

Faktor yang sangat menentukan dalam pemilihan sebuah starter motor yang baik:

1. Tipe motor listrik yang dipakai.
2. Jenis dan karakteristik motor
3. Batas kemampuan nominal (rating ) motor
4. Sistem pengoperasian motor
5. Karakteristik beban yang digerakkan oleh motor
6. Tipe starting yang dipakai

Berdasarkan faktor tersebut diatas jelas sekali perbedaan antara starter motor AC dengan starter motor DC, starter motor sangkar dengan starter motor slipring atau starter motor asynkron dengan starter motor sinkron, dapat juga dikatakan starter motor daya kecil dengan starter motor daya besar.

Besar dan lama arus starting sangat menentukan perencanaan starter yang baik. Ada dua cara dalam menjalankan (starting) motor listrik yaitu:

1. Tanpa memperkecil (mereduca) tegangan masuk pada motor. Cara ini pada umumnya dikenal dengan sebutan Direct on Line (DOL) starting.
2. Dengan mereduca (memperkecil) tegangan masuk pada motor. Cara ini kita kenal beberapa bentuk starting yakni :
  - a. Starting Bintang / Segitiga

- b. Starting dengan menggunakan Primary Resistance yaitu pengasutan dengan menggunakan tahanan pada rangkaian primer (stator).
- c. Starting dengan menggunakan Autotransformer. Cara pengasutan ini adalah dengan memasang Autotrafo yang ditempatkan pada rangkaian utama atau rangkaian primer (Stator).
- d. Starting dengan menggunakan secondary resistance yaitu pengasutan dengan menggunakan tahanan pada sekunder (rotor). Cara pengasutan ini khusus hanya digunakan untuk motor rotor lilit (motor slipring/ syncroun).

Cara pengasutan tersebut diatas untuk point a, b dan c di atas ini digunakan untuk mengasut motor rotor sangkar 3 fasa.

Uraian diatas ternyata untuk menjalankan (starting motor Asyncroun) motor induksi 3 fasa, hal ini merupakan masalah yang tidak sederhana, sebab banyak yang menyepelkan atau mengabaikan persoalan starting ini. Ada lagi yang menjalankan motor asal jalan yang tidak memperhitungkan keamanan dan kelangsungan pemakaian motor serta peralatannya (Mamesah,1995)

### **2.11. Medan magnet dan induktansi**

Apabila elektron mengalir pada suatu konduktor, Medanmagnet akan dihasilkan disekitar konduktor tersebut, maka efek ini disebut dengan elektromagnetik. Medan magnet mempengaruhi kesejajaran letak dari elektron pada atom, dan dapat menimbulkan Gaya fisik yang dihasilkan diantara atom-atom di ruang bebas, seperti Gaya yang ditimbulkan oleh

Medan listrik diantara partikel yang bermuatan, hal ini seperti pada Medan listrik Medan magnet dapat menempati ruang hampa, dan mempengaruhi suatu benda dalam jarak tertentu.

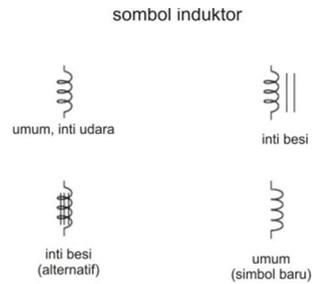
Besaran Medan magnet ada dua macam yaitu: Gaya Medan dan Fluks Medan. Gaya Medan adalah jumlah “tekanan” yang dilakukan medan dalam jarak tertentu, sedangkan fluks Medan adalah jumlah total, atau efek, dari medan yang ada di ruang bebas. Gaya dan fluks Medan (secara berturut-turut) adalah mirip dengan tegangan (“tekanan”) dan arus (aliran) pada suatu konduktor, hanya saja fluks Medan bisa eksis di ruang hampa (tanpa ada gerakan partikel seperti elektron), sedangkan arus hanya bisa eksis apabila ada elektron yang bergerak pada suatu konduktor. Fluks Medan magnet yang ada di ruang bebas dapat dihambat bagaikan arus listrik yang bisa dihambat oleh resistans, Nilai fluks Medan magnet yang dihasilkan di ruang bebas adalah berbanding lurus dengan nilai gaya Medan, dan berbanding terbalik dengan “penghambat” fluks. Sama seperti bahan konduktor yang memiliki spesifikasi nilai resistansi tertentu dalam menghambat arus listrik, nilai penghambat fluks Medan magnet (reluktansi) ditentukan oleh jenis bahan yang ditempatkan pada suatu ruang yang mengandung Gaya medan magnet.

Fluks medan listrik yang ada diantara dua konduktor menyebabkan terkumpulnya elektron bebas yang bermuatan diantara dua konduktor itu, sedangkan fluks medan magnet menyebabkan suatu

“inersia/kelembaman” dalam mengumpulkan aliran elektron pada suatu konduktor yang menghasilkan medan magnet.

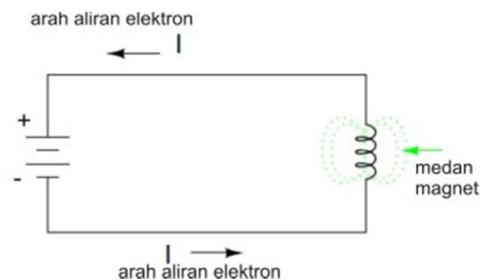
Induktor adalah komponen yang dibuat dengan tujuan untuk menghasilkan suatu induksi, hal ini disebabkan oleh medan magnet. Fenomena ini dengan membentuk kawat konduktif yang lurus menjadi bentuk kumparan (berupa lilitan-lilitan kawat). Bentuk ini dapat menghasilkan Medan magnet yang lebih kuat dari pada medan magnet yang dihasilkan oleh kawat yang lurus, Induktor dibentuk hanya berupa belitan kawat saja tetapi ada juga induktor dibentuk dari kawat yang dibelitkan pada suatu bahan padat, bahan padat ini sebagai inti dari induktor, macam induktor ini ada tiga yaitu bentuk lurus, lingkaran serta persegi panjang sehingga fluks magnetik dapat dilingkupi secara maksimum, bentuk ini memberikan efek terhadap karakteristik dan kemampuan dari induktor.

Simbol skematik untuk induktor sangat sederhana berupa simbol gulungan yang menunjukkan gulungan kawat dari induktor itu, seperti gambar 2.8 Walaupun bentuk gulungan sederhana ini adalah simbol umum untuk suatu induktor, induktor yang memiliki inti terkadang dibedakan dengan cara menambahkan garis paralel sejajar dengan simbol gulungan itu dan simbol induktor yang lebih baru yaitu berupa “barisan gunung”.



Gambar 2.8. Simbol induktor

Konsentrasi kuat fluksi Medan disekitar kumparan dihasilkan arus listrik, karena konsentrasi ini merupakan energi yang tersimpan, maka Energi yang tersimpan seperti energi kinetik dari gerakan elektron yang melewati kumparan, jadi semakin besar arus yang mengalir kumparan semakin kuat Medan Magnet yang akan dihasilkan, maka semakin banyak energi yang tersimpan, hal ini dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9 Konsentrasi medan magnet di sekitar kumparan

Karena induktor menyimpan energi kinetik dari elektron yang bergerak dalam bentuk Medan magnet, induktor ini memiliki sifat berbeda dengan resistor (resistor akan menyerap energi menjadi panas) pada suatu rangkaian, energi yang tersimpan pada sebuah induktor merupakan fungsi dari nilai arus, kemampuan induktor dalam menyimpan energi adalah

fungsi arus yang dapat menghasilkan energi kinetik, karena induktor berfungsi untuk mempertahankan nilai arus yang melewatinya atau induktor cenderung untuk menahan perubahan nilai arus. Ketika nilai arus yang melewati suatu induktor bertambah atau berkurang, akibatnya induktor itu menahan (*resist*) perubahan energi kinetik yang dibangkitkan oleh pengaruh tegangan diantara kedua terminal.

Untuk menyimpan energi pada suatu induktor nilai arus yang melewatinya harus naik, Ini artinya Medan magnet yang dihasilkan harus bertambah kuat, dan perubahan dari kekuatan Medan ini akan menghasilkan suatu tegangan berdasarkan prinsip induksi diri (self induction) pada electromagnet, Sebaliknya untuk melepaskan energi dari suatu induktor, arus yang melewati induktor itu harus berkurang. Ini artinya, medan magnet pada induktor itu harus bertambah lemah, perubahan kuat Medan ini menghasilkan drop tegangan pada induktor itu berdasarkan teori induksi diri (self induction) tetapi polaritasnya kebalikan saat induktor menyimpan energi.

Seperti hukum gerak Newton yang pertama (“suatu benda yang sedang bergerak cenderung untuk mempertahankan gerakannya itu, sedangkan benda yang diam cenderung tetap diam”) mendiskripsikan kecenderungan dari suatu benda untuk melawan perubahan kecepatan, hal ini kita dapat juga menyatakan bahwa kecenderungan induktor untuk melawan perubahan nilai arus dapat dinyatakan seperti berikut:

Elektron yang bergerak pada induktor cenderung dapat menahan gerakan elektron, maka elektron yang diam cenderung untuk tetap diam. Secara hipotesa, suatu induktor seakan akan menjadi “short circuit” untuk menahan laju nilai arus yang melewatinya tanpa ada bantuan dari luar, fenomena ini dapat dilihat seperti gambar 2.10 dibawah ini.

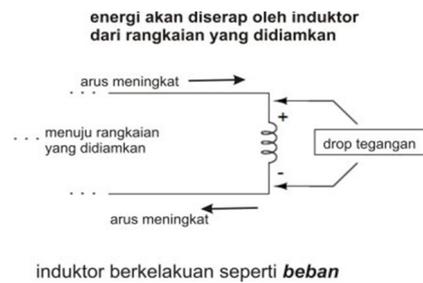


Gambar 2.10 Induktor seakan-akan jadi short circuit

Namun pada prakteknya kemampuan induktor untuk menahan arus sendirian ini tidak mungkin, hanya mungkin dilakukan oleh induktor yang terbuat dari kawat superkonduktif (yang punya nilai resistansi nol ohm) karena kawat pada induktor ini sudah pasti memiliki nilai resistansi, maka arus yang melewati induktor pasti cepat lenyap (karena diserap panas oleh faktor resistansi kawatnya) apabila sumber energi eksternal yang terhubung pada induktor dilepas.

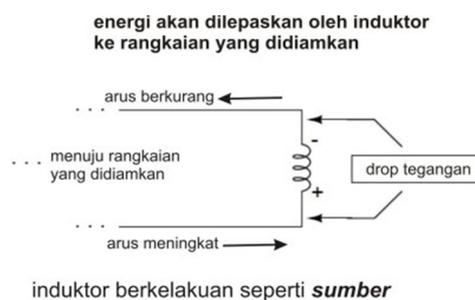
Ketika arus yang melewati induktor bertambah terjadi drop tegangan mempunyai polaritas yang berlawanan arah dengan arah pergerakan elektron, induktor bertindak seperti beban. Kondisi ini induktor dikatakan mengalami charging karena pertambahan energi yang tersimpan pada medan magnet. Hal ini seperti pada gambar 2.11 bahwa polaritas dari

tegangan berlawanan dengan arah arus elektron (berarti mempunyai arah yang sama dengan arah arus konvensional):



Gambar 2.11 Induktor berkelakuan sebagai beban

Kebalikannya, ketika arus yang melewati induktor berkurang, maka drop tegangan pada induktor memiliki polaritas yang sama dengan arah arus elektron (berkebalikan dengan arah arus konvensional), induktor ini bertindak sebagai sumber. Seperti gambar 2.12 pada kondisi ini induktor dikatakan mengalami discharging, karena energi yang tersimpan pada medan berkurang dan dilepaskan menuju rangkaian yang diam (rangkaiian yang tidak punya sumber). Polaritas dari tegangan terhadap arah arus elektron (arah arus elektron berkebalikan dengan arah arus konvensional):



Gambar 2.12 induktor berkelakuan sebagai sumber

Apabila suatu sumber tegangan tiba-tiba dihubungkan ke induktor yang tidak termagnetisasi, induktor ini awalnya menahan (*resist*) aliran elektron dengan menurunkan penuh nilai tegangan pada kedua terminal induktor, nilai tegangan pada induktor yang langsung besarnya identik dengan nilai tegangan pada sumber, sehingga seakan-akan elektron susah untuk bergerak. Begitu nilai arus yang melewati induktor mulai meningkat, maka besar medan magnet yang dihasilkan semakin kuat karena induktor ini menyerap energi dari sumber tegangan. Begitu arus yang mengalir di induktor mencapai level maksimum, nilai arus ini akan berhenti. Pada titik maksimum induktor berhenti menyerap energi dari sumber dan drop tegangan pada kedua terminal mencapai level minimum, sedangkan arus yang mengalirinya mencapai level maksimum, karena induktor menyimpan lebih banyak energi, arus yang mengalirinya bertambah besar, sementara tegangannya semakin berkurang. Sifat induktor ini berkebalikan dengan kapasitor (pada kapasitor: semakin banyak energi yang tersimpan diantara kedua pelatnya, maka semakin besar tegangan diantara kedua pelat itu). Kapasitor menyerap energi dengan mempertahankan tegangan diantara kedua pelatnya, tetapi induktor menyerap energi dengan mempertahankan arus yang mengalir di kawat kumparnya.

Jenis bahan kawat pada induktor berpengaruh besar terhadap kekuatan fluks medan magnet yang dihasilkan (nilai energi yang tersimpan) untuk nilai arus tertentu yang mengalir di gulungannya. Induktor yang menggunakan inti dari bahan ferromagnetic mampu menghasilkan

fluks medan yang lebih kuat dari pada menggunakan inti dari bahan udara atau aluminium.

Pada induktor yang menyimpan energi dalam besaran nilai arus listrik disebut induktansi, tetapi kemampuan menyimpan ini adalah suatu ukuran dari kekuatan intensitas induktor untuk melawan perubahan nilai arus atau lebih tepatnya seberapa besar tegangan yang dihasilkan dari proses induksi diri atau self inductance dari perubahan nilai arus tertentu. Simbol Induktansi dengan huruf kapital “L” dan satuannya adalah Henry disingkat “H”.

Nama kuno dari induktor adalah choke, diberi nama demikian karena penggunaan umumnya untuk menahan/ngeblok (“*choke*”) sinyal frekuensi tinggi AC pada rangkaian radio. Nama lain dari induktor, tetapi masih digunakan di jaman sekarang ini adalah “*reactor*”, khususnya pada penggunaan daya besar. Nama ini akan menjadi familiar setelah anda belajar tentang teori rangkaian alternating current (AC), khususnya prinsip reaktansi induktif (Rakyat Belajar, 2011).