



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi¹

Secara umum motor listrik berfungsi untuk mengubah energy listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Pada motor DC energi listrik diambil langsung dari kumparan armatur dengan melalui sikat dan komutator. oleh karena itu, motor DC disebut motor konduksi. Lain hal nya dengan motor AC, kumparan rotor tidak menerima energi listrik secara langsung tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada kmparan tranformator. Oleh karena itu motor motor AC dikenal dengan motor induksi. Dilihat dari konsrtuksinya yang sederhana dan kuat, harganya yang relative murah, maka motor induksi tiga fasa ini sangatlah cocok dan aling banyak digunakan didalam bidang industry.

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan dikalangan industry, hal ini berkaitan dengan beberapa keuntungan dan kerugian.

Keuntungan motor induksi :

- a. Bentuknya sederhana dan konstruksinyan sangat kuat serta hampir tidak pernah mengalami kerusakan yang berarti.
- b. Harganya relative lebih murah dan perawatannya mudah.
- c. Mempunyai efisiensi yang tinggi.
- d. Tidak memerlukan srarting tambahan dan tidak harus sinkron.

Kekurangan motor induksi :

- a. Pengaturan kecepatan dari motor induksi sangat mempengaruhi efesiensinya.
- b. Kecepatnnya akan menurun seiring dengan bertambahnya beban.
- c. Kopel awal mutunya rendah jika dibandingkan degan motor DC.

¹ Wijaya, Mochtar. 2001: Dasar-dasar Mesin Listrik. Hal 58



2.2 Konstruksi Motor Induksi

Motor Induksi pada dasarnya mempunyai 3 bagian penting sebagai berikut:

1. Stator

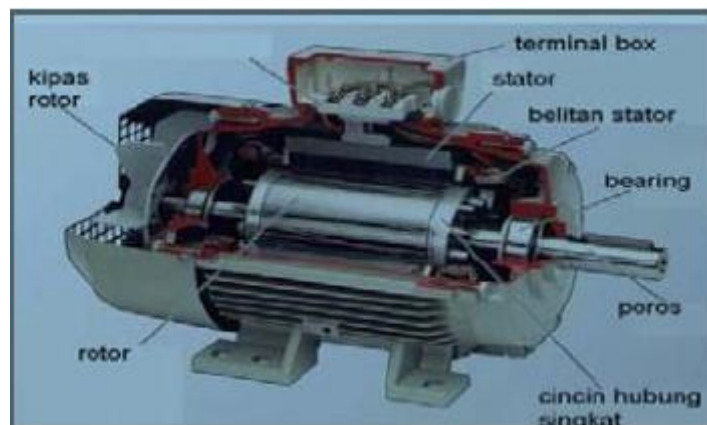
Merupakan bagian yang diam dan mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik kepada kumparan rotornya.

2. Celah

Merupakan celah udara, tempat berpindahnya energi dari stator ke rotor.

3. Rotor

Merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan kepada kumparan rotor.

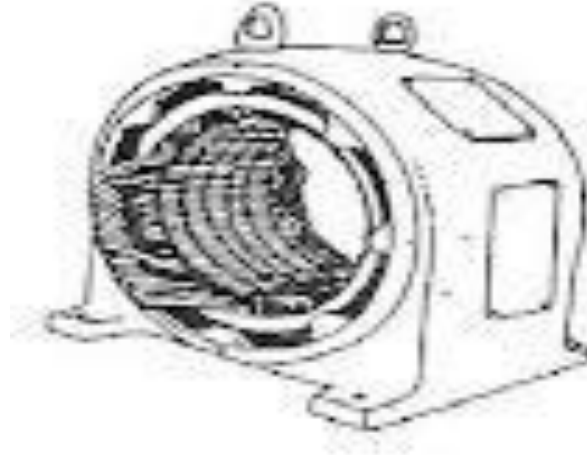


Gambar 2. 1. Konstruksi motor induksi

2.2.1 Stator

Stator adalah bagian dari mesin yang tidak berputar dan terletak pada bagian luar. Dibuat dari besi bundar dan mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan kumparan.

Stator terbuat dari sejumlah stamping (kaki) yang membentuk slot, tempat belitan-belitannya. Belitan pada stator adalah satu fasa yang dihubungkan dengan sumber satu fasa. Belitannya dibelitkan untuk sejumlah kutub tertentu, dimana jumlah pastinya ditentukan dari kecepatan yang dibutuhkan. Semakin besar jumlah kutub, kecepatan putarnya semakin berkurang dan sebaliknya.



Gambar 2.2. Stator

2.2.2 Rotor

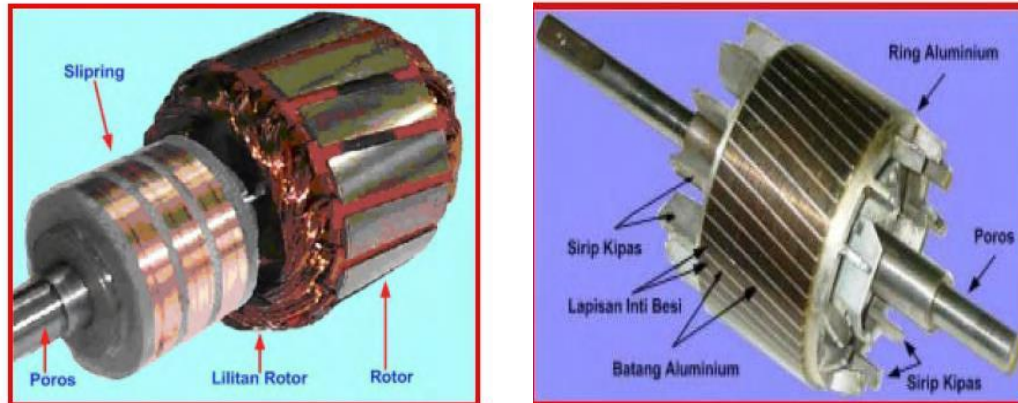
Berdasarkan jenis rotor yang digunakan, motor induksi dapat dibedakan menjadi dua type, yaitu :

1. Rotor belitan

Motor Induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti kumparan stator. Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama. Rotor yang mempunyai tiga belitan yang mirip dengan belitan stator. Ketiga belitan tersebut biasanya terhubung bintang. Ujung-ujung belitan tersebut dihubungkan dengan slipring yang terdapat pada poros rotor. Belitan-belitan tersebut dihubungkan singkat melalui sikat (brush) yang menempel pada slipring.

2. Rotor Sangkar

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa hingga menyerupai sangkar tupai. Rotor yang terdiri dari sederetan batang-batang penghantar yang terletak pada alur-alur sekitar permukaan rotor. Ujung-ujung batang penghantar dihubungkan singkat dengan menggunakan cincin hubung singkat. Maka jenis rotor belitan dan rotor sangkar dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



a. rotor belitan

b. rotor sangkar

Gambar 2. 3. Rotor belitan dan Rotor sangkar

2.3 Prinsip Kerja Motor Induksi²

Pada dasarnya ada beberapa prinsip penting pada motor induksi yaitu :

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator, maka pada kumparan tersebut akan timbul medan magnet putar dengan kecepatan.

$$N_s = \frac{120xf}{p} \text{ (rpm)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

N_s = Kecepatan sinkron

f = Frekuensi

p = Jumlah kutub

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.
3. Akibatnya pada kumparan rotor timbul gaya gerak listrik induksi (ggl) sebesar :

$$E_{2s} = 4,44 \cdot F_2 \cdot N_r \cdot \Phi_m \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

² Sumardjati, Prih. 2008. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3. 402



E_{2s} = Tegangan induksi pada rotor saat rotor dalam keadaan diam (Volt)

F_2 = Frekuensi rotor (50 hz)

N_r = Jumlah lilitan kumparan rotor

Φ_m = Fluks maksimum (Wb)

4. Karena rangkaian kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup, maka ggl (E) akan menghasilkan arus rotor (I_r).
5. Adanya arus didalam medan magnet putar, akan timbul gaya lorentz (F) pada rotor.
6. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memukul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
7. Seperti yang telah dijelaskan pada point (3) tegangan induksi rotor timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. artinya agar tegangan terinduksi diperlukan perbedaan relatif antara kecepatan putar medan stator (N_s) dengan kecepatan medan rotor (N_r).
8. Perbedaan kecepatan antara N_s dan N_r disebut slip (s).
9. Bila $N_r = N_s$, tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada rotor, dengan demikian tidak akan menghasilkan kopel.
10. Kopel motor akan timbul apabila N_r lebih kecil dari N_s .

2.4 Pengaturan Slip Motor Induksi

Motor induksi adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik engan menggunakan gandengan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor.

Untuk membangkitkan tegangan induksi E_{2s} agar tetap ada, maka diperlukan adanya perbedaan relative antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan rotor (n_r). Perbedaan antara kecepatan (n_r) dengan (n_s) disebut dengan slip (S) yang dinyatakan dengan persamaan :

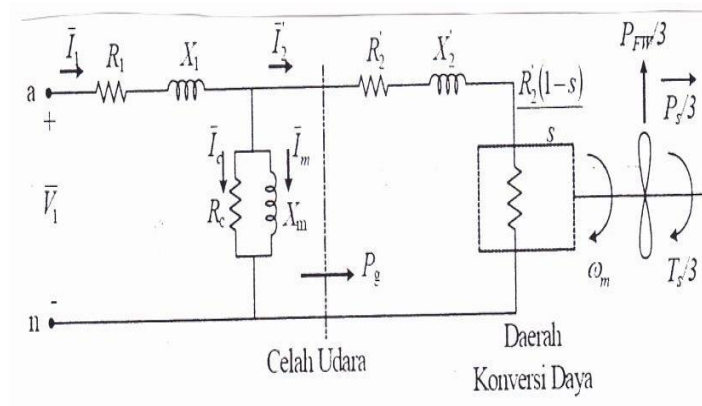
$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$



Jika $n_s = n_r$ tegangan akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada rotor, dengan demikian tidak ada torsi yang dapat dihasilkan. Torsi suatu motor akan timbul apabila $n_s \neq n_r$ dan dilihat dari cara kerjanya motor 3 fasa yang disebut juga dengan motor tak serempak (Asinkron).

2.5 Aliran Daya Pada Motor Induksi

Pada motor induksi tidak ada sumber tegangan yang langsung terhubung ke rotor, sehingga daya yang melewati celah udara sama dengan daya yang diinputkan ke rotor.



Gambar 2.4. Rangkaian ekivalen perphasa motor induksi 3 phasa

Dimana :

P_{FW} = Rugi-rugi gesek dan angin motor

P_s = Daya penggerak poros

T_s = Torsi penggerak poros

Model rangkaian ekivalen perphasa motor induksi 3 phasa pada gambar diatas menggambarkan proses perubahan daya elektromekanik pada motor induksi 3 phasa. Daya total yang diinputkan pada kumparan stator (P_1) dapat dirumuskan sebagai berikut :



$$P_1 = 3 V_1 I_1 \cos \theta \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

P_1 = Daya aktif (Watt)

V_1 = Tegangan sumber (Volt)

I_1 = Arus masukan (Amper)

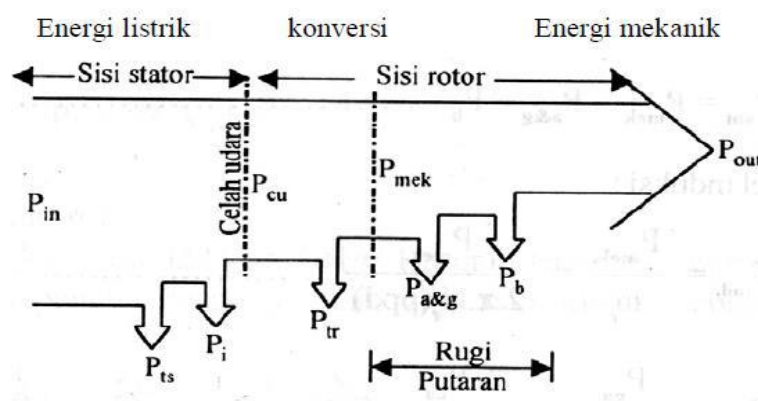
θ = Perbedaan susut fasa antara arus masukan dan tegangan arus sumber (Derajat)

Sebelum daya ditransfer melewati celah udara, motor induksi mengalami beberapa rugi-rugi tembaga stator ($3 I_1^2 R_1$) dan rugi-rugi inti stator ($3 E_1/RC$). Daya yang ditransfer melalui celah udara ($3 P_{AG}$) sama dengan penjumlahan rugi-rugi tembaga rotor ($3 P_{rcu}$) dan daya mekanik ($3 P_d$). Daya yang ditransfer melalui celah udara ini sering disebut juga dengan daya input rotor.

$$3 P_{AG} = 3 P_{rcu} + 3 P_{in}$$

$$3 (I_2)^2 = \frac{R_2}{s} = 3 (I_2)^2 R_2 + 3 (I_2)^2 \frac{1-s}{s} R_2 \dots\dots\dots (2.5)$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini yang menggambarkan diagram aliran daya pada motor induksi 3 fasa.



Gambar 2.5. Diagram aliran daya pada motor induksi 3 fasa



Hubungan antara rugi-rugi tembaga rotor dan daya mekanik dengan daya input rotor masing-masing dalam besaran perphasa dapat ditulis sebagai berikut :

$$P_{rcu} = (I_2^1)^2 R_2^1 = s P_{AG} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$P_d = (I_2^1)^2 \frac{(1-s)}{s} R_2^1 = (1-s) P_{AG} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa motor induksi juga mengalami rugi-rugi gesek dan angin (P_{FW}) sehingga daya out put mekanik yang merupakan daya penggerak poros (P_s) sama dengan daya mekanik total (3P_d) dikurangi rugi-rugi gesek dan angin (P_{FW}).

$$P_s = 3P_d - P_{FW} = T_s \omega_m \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

T_s = Torsi penggerak poros

ω_m = Kecepatan sudut poros

Untuk membuktikan bahwa torsi (Nm) bertambah, dan putaran (Rpm) pada motor induksi akan menurun, yaitu dengan rumus :

$$\tau = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

P = Daya input

τ = Torsi motor (Nm)

N = Putaran rotor (Rpm)



2.6 Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa

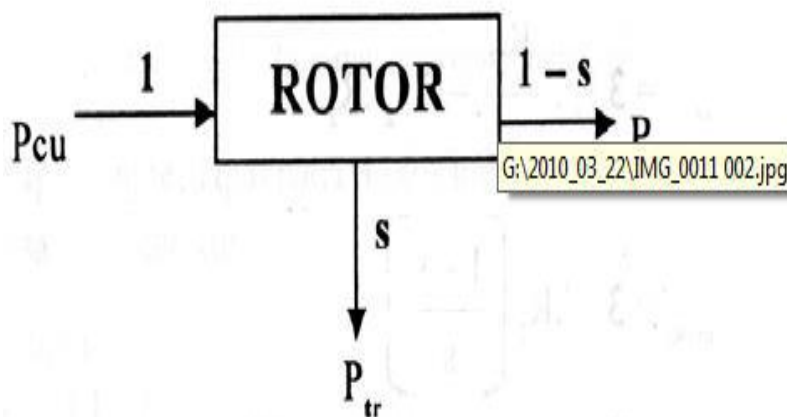
Efisiensi dari suatu motor induksi didefinisikan sebagai ukuran keefektifan motor induksi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang dinyatakan sebagai perbandingan/ rasio daya *output* (keluaran) dengan daya *input* (masukan), atau dapat juga dirumuskan dengan :

$$\eta(\%) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

$$P_{loss} = P_{in} + P_i + P_{tr} + P_{a\&g} + P_b \dots\dots\dots (2.11)$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1 \dots\dots\dots (2.12)$$

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa efisiensi motor tergantung pada besarnya rugi-rugi. Pada dasarnya metode yang digunakan untuk menentukan efisiensi motor induksi bergantung pada dua hal apakah motor itu dapat dibebani secara penuh atau pembebanan simulasi yang harus digunakan.



Gambar 2.6. Efisiensi pada motor induksi

Dimana:

P_{cu} = daya yang diinputkan ke rotor (Watt)

P_{tr} = rugi-rugi tembaga rotor (Watt)

P_{mek} = daya mekanik dalam bentuk putaran (Watt)



Efisiensi dari motor induksi dapat diperoleh dengan melakukan pengujian beban nol dan pengujian hubung singkat. Dari pengujian beban nol akan diperoleh rugi-rugi mekanik dan rugi-rugi inti. Rugi-rugi tembaga stator tidak dapat diabaikan sekalipun motor berbeban ringan maupun tanpa beban.

2.7 Perhitungan Torsi Pada Motor Induksi 3 Phasa

Torsi mekanik (T_d) dapat dihitung dengan membagi persamaan kecepatan sudut poros (ω_m).

$$T_d = \frac{Pd}{\omega_m} = \frac{(1-s)}{\omega_m} (121) \frac{R_2}{s} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$s = \frac{n_s - n_m}{n_s} = \frac{\omega_s - \omega_m}{\omega_s} = 1 - \frac{\omega_m}{\omega_s} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

ω_s = Kecepatan sudut sinkron (radian/detik)

ω_m = Kecepatan sudut poros rotor (radian/detik)

$\omega_m = (1-s) \omega_s$

Sehingga:

$$T_d = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

Rangkaian ekivalen pada gambar 2.8 Dapat disederhanakan menjadi rangkaian Thevenin. Dengan rangkaian ini harga arus rotor (I_2) dapat dihitung, sehingga persamaan torsi yang diinginkan dapat diperoleh.

$$V_{Th} = \frac{Z_m}{Z_m + Z_I} V_\phi$$

$$Z_m = \frac{R_c j X_m}{R_c + j X_m} ; Z_I = R_I + j X_I$$

$$Z_{Th} = R_{Th} + j X_{Th} = \frac{Z_I Z_m}{Z_I + Z_m}$$



Sehingga:

$$I_2' = \frac{V_{Th}}{Z_{Th} + Z_2} I_2' = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + \frac{R_2}{s} + jX_{Th} + jX_2} \dots\dots\dots (2.15)$$

Besar arus ini adalah:

$$|I_2'| = \frac{V_{Th}}{\sqrt{R_{Th} + \frac{R_2}{s} + jX_{Th} + jX_2}} \dots\dots\dots (2.16)$$

Substitusi persamaan (2.25) ke persamaan (2.24) dan pengalihan dengan 3 (untuk torsi 3 fasa) diperoleh persamaan torsi mekanik total :

$$T_{d3} \phi = \frac{3V_{Th}^2 \frac{R_2}{s}}{\omega_s [(R_{Th} + \frac{R_2}{s})^2 + (X_{Th} + X_2)^2]} \dots\dots\dots (2.17)$$

2.8 Parameter Motor Induksi Tiga Fasa

Parameter rangkaian ekivalen dapat dicari dengan melakukan pengukuran pada percobaan tahanan DC, percobaan beban nol, dan percobaan rotor tertahan block-rotor). Dengan penyelidikan pada setiap rangkaian ekivalen, percobaan beban nol motor induksi dapat disimulasikan dengan memaksimalkan tahanan rotor $\frac{R_2}{s}$. Hal ini bisa terjadi pada keadaan normal jika slip dalam nilai yang minimum. Slip yang mendekati nol terjadi ketika tidak ada beban mekanis, dan mesin dikatakan dalam keadaan ringan.

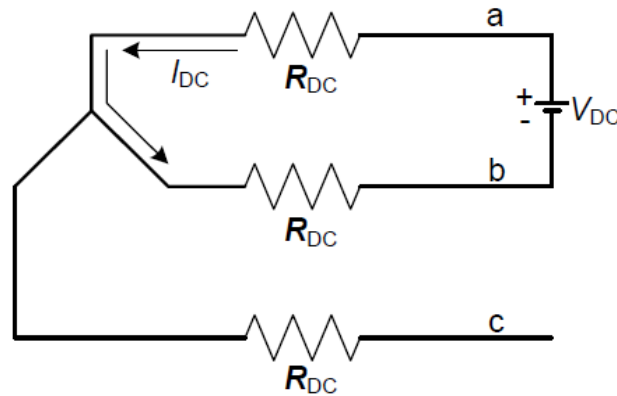
Pengukuran rotor tertahan dilakukan dengan menahan rotor tetap diam. Pada kondisi ini slip bernilai satu yang merupakan nilai slip tertinggi untuk kondisi motor, jadi nilai $\frac{R_2}{s}$ bernilai minimum. Untuk menentukan bentuk rangkaian ekivalen, pola fluksi dianggap sinusoidal, demikian juga rugi-rugi yang diukur proporsional terhadap fluksi utama, dan kejenuhan diabaikan.

2.8.1 Percobaan DC

Untuk memperoleh harga R_1 dilakukan dengan pengukuran DC yaitu dengan menghubungkan sumber tegangan DC (VDC) pada dua terminal input dan arus DC-nya (IDC) lalu diukur. Disini tidak mengalir arus rotor karena tidak ada tegangan yang terinduksi.



Gambar rangkaian ketika kumparan motor induksi tiga fasa terhubung Y, dan diberi suplai DC dapat dilihat pada Gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.7 Rangkaian fasa stator saat pengukuran dc hubungan bintang.

Harga R_{IDC} dapat dihitung, untuk kumparan dengan hubungan Y, adalah sebagai berikut :

$$R_{IDC} = \frac{1 V_{dc}}{2 I_{dc}} \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.18)$$

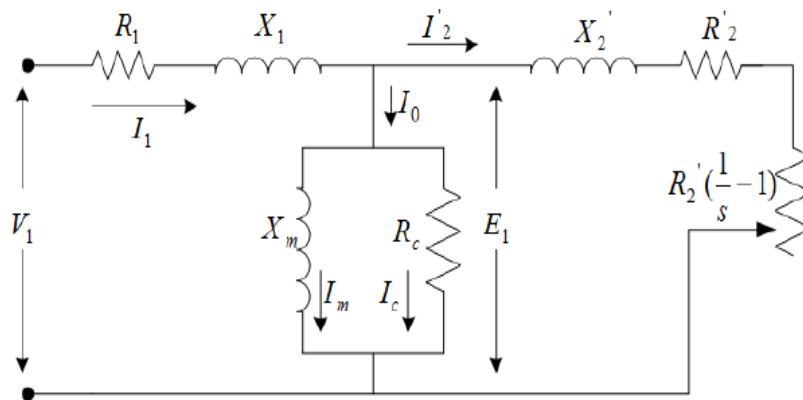
2.8.2 Percobaan Beban Nol

Motor induksi dalam keadaan beban nol dibuat dalam keadaan berputar tanpa memikul beban pada rating tegangan dan frekuensinya. Besar tegangan yang digunakan kebelitan stator perfasanya adalah V_1 (tegangan nominal), arus masukan sebesar I_0 dan dayanya P_0 . Nilai ini semua didapat dengan melihat alat ukur pada saat percobaan beban nol.

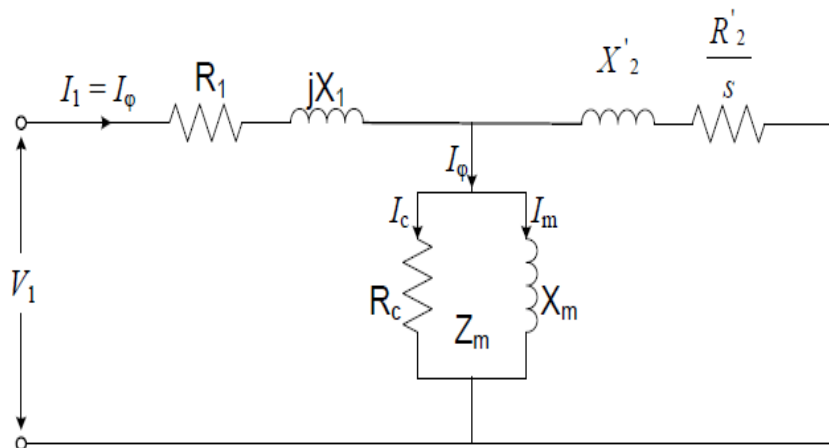
Dalam percobaan beban nol, kecepatan motor induksi mendekati kecepatan sinkronnya. Dimana besar $s \rightarrow 0$, sehingga $\frac{R_2}{s} \rightarrow \infty$ sehingga besar impedansi total bernilai tak terhingga yang menyebabkan arus I_2 pada Gambar 2.15 bernilai nol sehingga rangkaian ekuivalen motor induksi pada pengukuran beban nol ditunjukkan pada Gambar 2.13, namun karena pada umumnya nilai



kecepatan motor pada pengukuran ini n_{r0} yang diperoleh tidak sama dengan n_s maka slip tidak sama dengan nol sehingga ada arus I_2' yang sangat kecil mengalir pada rangkaian rotor, arus I_2' tidak diabaikan tetapi digunakan untuk menghitung rugi-rugi gesek + angin dan rugi-rugi pada percobaan beban nol. Pada pengukuran ini didapat data-data antara lain : arus input ($I_1 = I_0$), tegangan input ($V_1 = V_0$), daya input perphasa (P_0) dan kecepatan poros motor (n_{r0}). Frekuensi yang digunakan untuk eksitasi adalah frekuensi sumber f .



Gambar 2.8 Rangkaian pada saat beban nol



Gambar 2.9 Rangkaian ekivalen pada saat beban nol

Dengan tidak adanya beban mekanis yang terhubung ke rotor dan tegangan normal diberikan ke terminal, dari gambar 2.14 didapat besar sudut phasa antara arus antara I_0 dan V_0 adalah :

$$\theta_0 = \cos^{-1} \left(\frac{P_0}{P_{0,I_0}} \right) \dots\dots\dots (2.19)$$



Dimana : $P_0 = P_{nl}$ = daya saat beban nol perphasa

$V_0 = V_1$ = tegangan masukan saat beban nol

$I_0 = I_{nl}$ = arus beban nol

Dengan P_0 adalah daya input perphasa. Sehingga besar EI dapat dinyatakan dengan

$$EI = V_1 I \cos \theta - (I \sin \theta) (R_1 + jX_1) \text{ (Volt)} \dots\dots\dots (2.20)$$

n_{ro} adalah kecepatan rotor pada saat beban nol. Daya yang didissipasi oleh R_c dinyatakan dengan :

$$P_c = P_0 - I_0^2 R_1 \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.21)$$

R_1 didapat pada saat percobaan dengan tegangan DC.

Harga R_c dapat ditentukan dengan

$$R_c = \frac{E_2 I_1}{P_0} \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dalam keadaan yang sebenarnya R_1 lebih kecil jika dibandingkan dengan X_m dan juga R_c jauh lebih besar dari X_m , sehingga impedansi yang didapat dari percobaan beban nol dianggap jX_1 dan jX_m = yang diserikan.

$$|Z_{nl}| = \frac{V_1}{I_{nl} \sqrt{3}} = j(X_1 + X_m) \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.23)$$

Sehingga dapat

$$X_m = \frac{V_1}{I_{nl} \sqrt{3}} - X_1 \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.24)$$

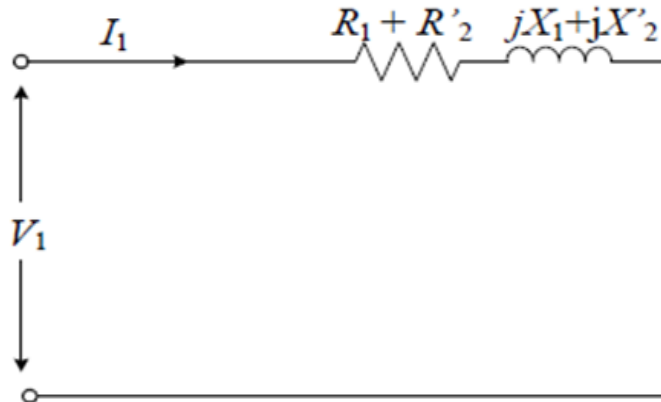
2.8.3 Percobaan Rotor Tertahan

Pada pengukuran ini rotor dipaksa tidak berputar ($n_r = 0$, sehingga $s = 1$) dan kumparan stator dihubungkan dengan tegangan seimbang. Karena slip $s = 1$,



maka pada Gambar 2.15, harga $\frac{R_2}{s} = R'_2$. Karena $|R'_2 + jX'_2| \ll |R_c // jX_m|$ maka arus yang melewati $|R_c // jX_m|$ dapat diabaikan.

Sehingga rangkaian ekivalen motor induksi dalam keadaan rotor tertahan atau hubung singkat seperti ditunjukkan pada Gambar 2.17.



Gambar 2.10 Rangkaian ekivalen pada saat rotor tertahan (S=1)

Impedansi perphasa pada saat rotor tertahan (Z_{BR}) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Z_{BR} = R_1 + R'_2 + j(X_1 + X'_2) = R_{BR} + jX_{BR} \text{ (Ohm)} \dots \dots \dots (2.25)$$

Pengukuran ini dilakukan pada arus mendekati arus rating motor. Data hasil pengukuran ini meliputi : arus input ($I_1 = I_{BR}$), tegangan input ($V_1 = V_{BR}$) dan daya input perphasa ($P_{BR} = P_{in}$). Karena adanya distribusi arus yang tidak merata pada batang rotor akibat efek kulit, harga R'_2 menjadi tergantung frekuensi. Maka umumnya dalam praktek, pengaturan rotor tertahan dilakukan dengan mengurangi frekuensi eksitasi menjadi f_{BR} untuk mendapatkan harga R'_2 yang sesuai dengan frekuensi rotor pada saat slip rating. Dari data-data tersebut, harga R_{BR} dan X_{BR} dapat dihitung :



$$R_{BR} = \frac{PBR}{I_{21}^2} \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$R_{BR} = R_1 + R'_2 \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$Z_{BR} = \frac{VBR}{I_{BR}} \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$X_{BR} = \sqrt{Z_{BR}^2 - R_{BR}^2} \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.29)$$

Untuk menentukan harga X_1 dan X_2 digunakan metode empiris berdasarkan IEEE standar 112, hubungan X_1 dan X_2 terhadap X_{BR} dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Distribusi empiris dari X_{BR} ⁵

Desain kelas motor	X_1	X'_2
A	0,5 X_{BR}	0,5 X_{BR}
B	0,4 X_{BR}	0,6 X_{BR}
C	0,3 X_{BR}	0,7 X_{BR}
D	0,5 X_{BR}	0,5 X_{BR}
Rotor Belitan	0,5 X_{BR}	0,5 X_{BR}

Di sini besar X_{BR} harus disesuaikan dahulu dengan frekuensi rating f .

$$X'_{BR} = \frac{f}{f_{BR}} X_{BR} \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.30)$$

$$X'_{BR} = X_1 - X'_2 \text{ (Ohm)} \dots\dots\dots (2.31)$$

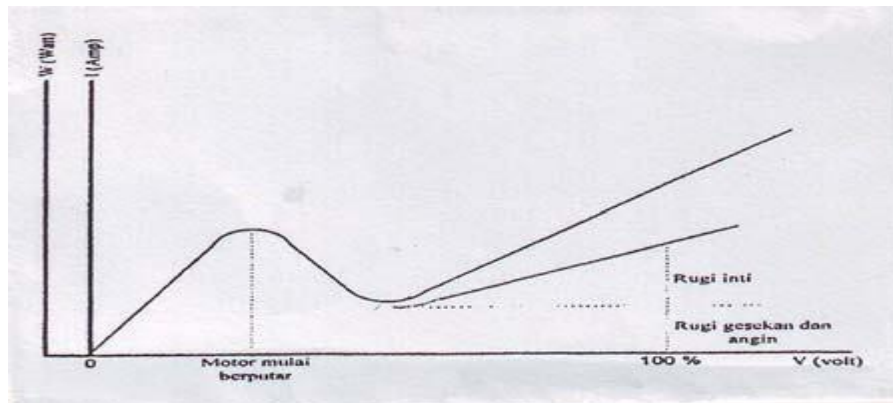
2.9 Karakteristik Motor Induksi

Secara umum motor induksi yang baik mempunyai standar bentuk karakteristik tertentu. yang menggambarkan hubungan antara suatu parameter dan mesin yang lain, yaitu :



a. Karakteristik Beban Nol

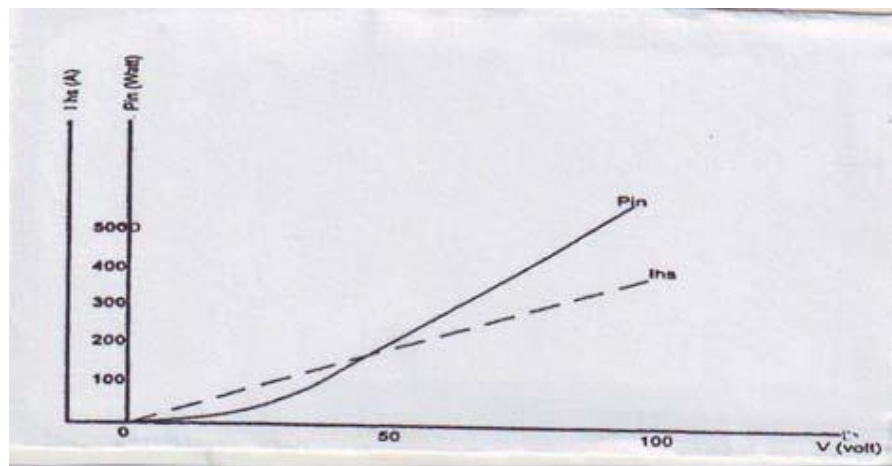
Karakteristik beban nol adalah karakteristik yang menggambarkan hubungan antara tegangan ke motor dengan arus daya $\cos \phi$ motor pada keadaan tanpa beban, jadi putaran mendekati sinkron atau sama.



Gambar 2.11 Karakteristik Beban Nol

b. Karakteristik Rotor yang diblok

Karakteristik motor yang diblok adalah karakteristik yang menggambarkan hubungan antara tegangan masuk dan arus yang masuk, $\cos \phi$, daya masuk.



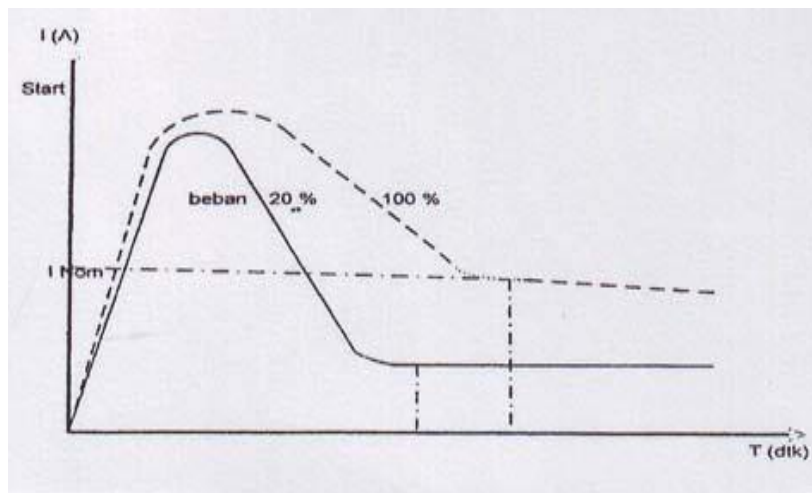
Gambar 2.12 Karakteristik Rotor yang Diblok

c. Karakteristik Start

Karakteristik start ini dipakai untuk menggambarkan hubungan antara waktu dan arus. Putaran untuk macam – macam beban pada tegangan masuk konstan. Dari gambar dibawah berikut (Gambar 2.18) dapat dijelaskan bahwa :



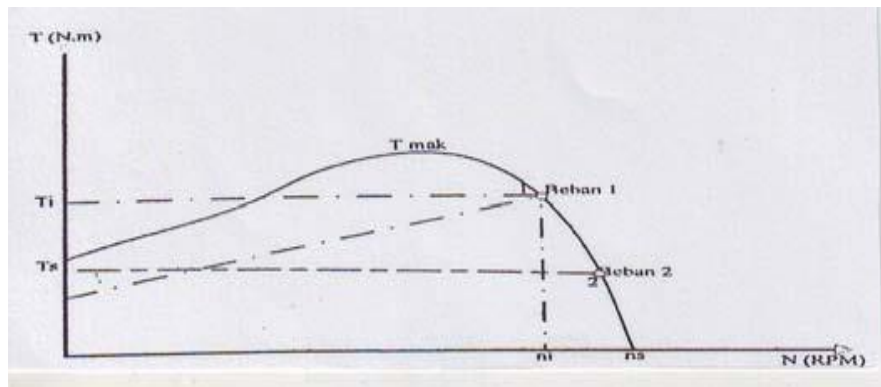
1. Jika waktu start dari motor induksi makin lama, maka pemanas pada belitan akan lebih besar pula pada elemen pengaman. Hal ini akan berpengaruh terhadap lifetime dari motor.
2. Arus akhir ke motor lebih tinggi.
3. Putaran akhir motor akan lebih rendah.



Gambar 2.13 Karakteristik start

d. Karakteristik Kopel dan Putaran

Daerah kerja motor terletak pada daerah perputaran mendekati n_s . Kopel lawan beban 1 dan 2 pada waktu start $< T_s$ maka motor dapat distart, masing-masing dengan titik kerja 1 (kopel kerja = T_1 dan putaran kerja n_1) dan titik kerja 2. Bila kopel lawan beban pada saat start $> T_s$ maka motor tidak dapat distart. Selama motor belum berputar, arus motor tingg



Gambar 2.14 Karakteristik Kopel dan Putaran

2.10 Program MATLAB³

MATLAB adalah kependekan dari matrix laboratory, dimana MATLAB merupakan perangkat lunak untuk komputasi teknis dan saintifik. MATLAB merupakan integrasi komputasi, visualisasi, dan pemrograman yang mudah digunakan.

MATLAB merupakan suatu sistem interaktif yang memiliki elemen data dalam suatu array sehingga tidak lagi kita dipusingkan dengan masalah dimensi. Hal ini memungkinkan kita untuk memecahkan banyak masalah teknis yang terkait dengan komputasi, khususnya yang berhubungan dengan matrix dan formula vektor, yang mana masalah tersebut merupakan sebuah ketakutan apabila kita harus menyelesaikannya dengan menggunakan bahasa level rendah seperti Pascall, C dan Basic. Sehingga MATLAB dapat bertindak sebagai :

➤ Kalkulator

Ketika bertindak sebagai kalkulator, MATLAB memberikan hasil seketika setelah perintah operasi diberikan.

➤ Bahasa Pemrograman

Perintah-perintah operasi dengan urutan dan logika tertentu, serta digunakan berulang-ulang dapat dibuat sebagai suatu program yang akan dijelaskan pada unit

³ Prasetyo, eko. 2010. Analisa Pengaruh jatuh tegangan Jala-Jala Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi Rotor Sangkar tupai. Hal 22



selanjutnya.

Sebagai kalkulator, MATLAB mempunyai berbagai fungsi umum yang penting untuk matematika, teknik, dan ilmu pengetahuan. Sebagai tambahan atas fungsi-fungsi tersebut, MATLAB juga menyediakan ratusan fungsi yang berguna untuk menyelesaikan permasalahan tertentu. Beberapa fungsi matematis yang tersedia antara lain fungsi trigonometri, fungsi eksponensial dan fungsi pembulatan.

Data dan variabel yang dibuat dalam command windows tersimpan dalam workspace MATLAB. Suatu runtun data yang banyak, sulit untuk diperiksa hanya dengan mengamati angka-angka yang ditampilkan. Penampilan data dalam bentuk grafik dapat memudahkan analisis.

2.10.1 Simulink MATLAB⁴

Simulink adalah sebuah kumpulan aplikasi dalam MATLAB untuk melakukan modeling, simulasi, dan untuk melakukan analisis dinamik pada suatu sistem. Dengan simulink kita dimudahkan untuk membuat sebuah simulasi secara lebih interaktif. Sehingga dengan simulink ini kita dapat lebih mudah atau dengan kata lain memperoleh sense atau taste dari suatu modelling atau simulasi.

a. Cara membuat suatu Simulink

Pertama-tama jalankan MATLAB, lalu akan muncul tampilan seperti pada gambar dibawah ini.

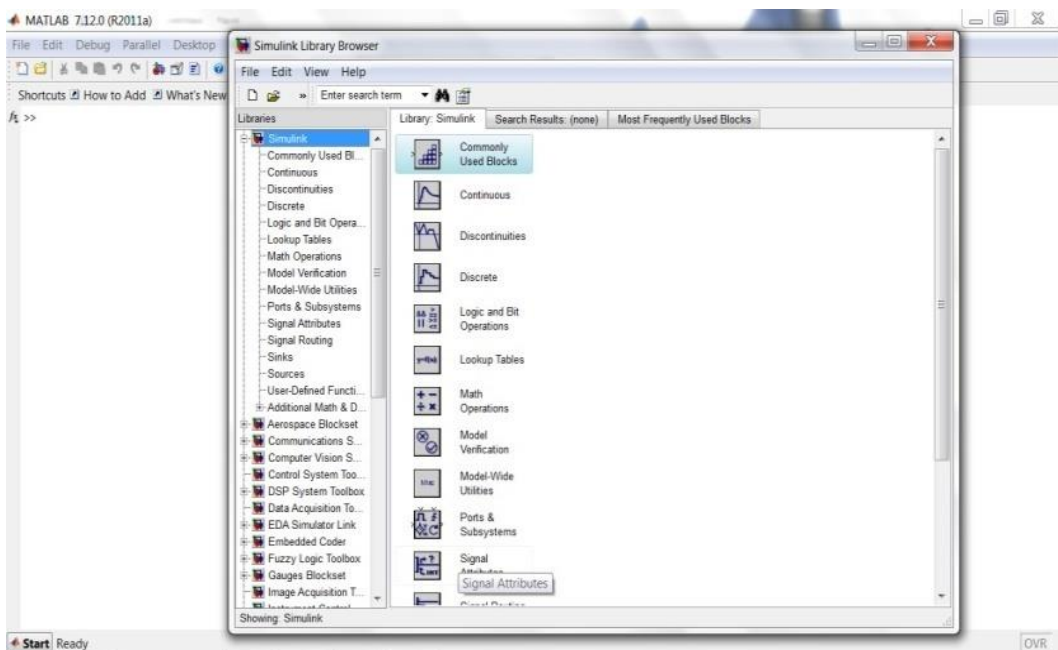
⁴ Prasetyo, eko. 2010. Analisa Pengaruh jatuh tegangan Jala-Jala Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi Rotor Sangkar tupai. Hal 24



Gambar 2.15 tampilan matlab

Kemudian klik ikon seperti yang ditunjukkan tanda panah pada gambar, sehingga akan ditampilkan simulink Simulink Library.

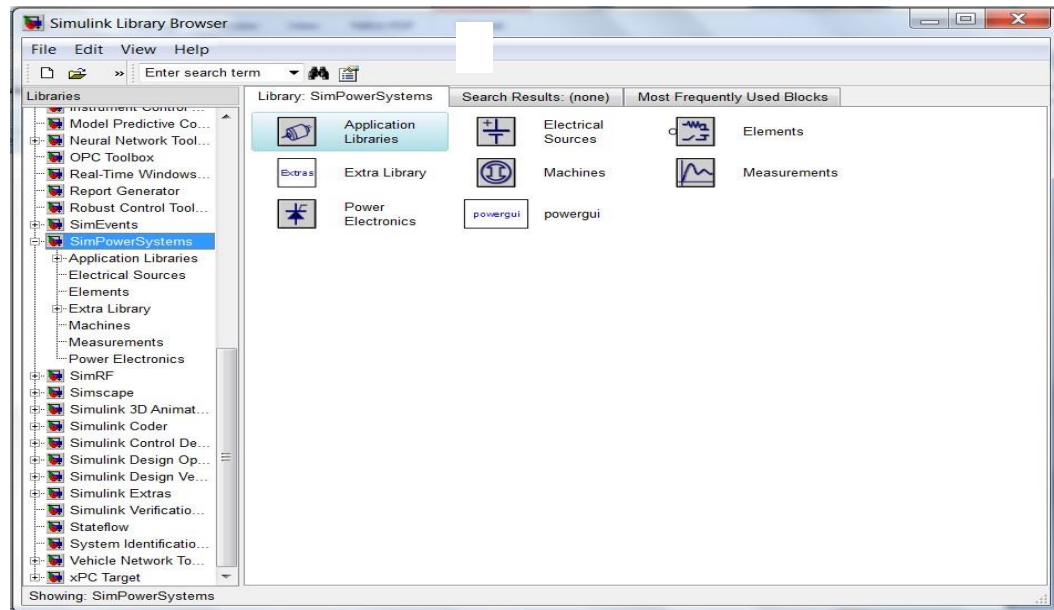
Browser seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.17 simulink library browser



Setelah muncul jendela simulink tersebut, selanjutnya pilih *SimPowerSystems* pada jendela simulink tersebut. *SimPowerSystems* adalah salah satu blok blok simulasi khusus untuk sistem tenaga listrik yang terdapat dalam toolbox aplikasi simulink.



Gambar 2.17 simpowersystem

