

ANALISIS ARUS MOTOR INDUKSI ROTOR SANGKAR DENGAN MENGUBAH JUMLAH KUTUB

Yusmartato, Ramayulis Nasution, Armansyah

Staf Pengajar Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara

yusmartato@ft.uisu.ac.id; ramayulis@ft.uisu.ac.id; armansyah@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Dalam dunia industri pemakain energi listrik sudah merupakan sesuatu yang wajib, karena zaman sekarang semua sudah serba listrik dan membutuhkan energi yang sangat besar di mana perkembangannya semakin meningkat. Untuk itu banyak dipergunakan motor-motor listrik yang sangat banyak penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Motor listrik adalah mesin yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sesuai dengan pengertian di atas maka yang dihasilkan motor listrik adalah putaran. Putaran pada motor dipengaruhi oleh frekwensi (f) dan jumlah kutub (p) yang terdapat pada motor. Motor listrik mempunyai dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Lilitan stator dapat dirancang sedemikian sehingga dengan melakukan perubahan sederhana pada hubungan kumparan, jumlah kutub dapat diubah dengan perbandingan 2 : 1.

Kata-Kata Kunci : Motor Listrik, Frekuensi, Jumlah Kutub,

I. Pendahuluan

Pemakaian motor listrik saat ini tidak luput dari kebutuhan kelompok masyarakat industri, karena kebutuhan kelompok masyarakat industri semakin meningkat sesuai dengan kemajuan perkembangan teknologi, misalnya untuk mesin-mesin pengangkat, pemotong, pendorong, penggerak dan lain-lain sebagainya yang cenderung digunakan pada pabrik yang menggunakan motor listrik. Meningkatnya kebutuhan kelompok masyarakat industri dengan motor listrik pada zaman teknologi modren dapat terpenuhi didasarkan pada satu kapasitas yang mudah dalam pengoperasian dan murah dalam perawatan.

Makin tinggi bobot yang akan dikendalikan atau dibebankan pada suatu motor listrik dan kapasitas daya maupun energi maka diperlukan penanganan masalah pengoperasian yang baik, sehingga dapat mencapai hasil yang optimal dan handal tanpa mengganggu atau merusakkan kepada motor listrik maupun bobot yang dikendalikan.

Motor induksi rotor sangkar misalnya sebagai salah satu jenis motor induksi yang banyak penggunaannya. Motor induksi rotor sangkar ini dioperasikan pada dua putaran yaitu pada putaran cepat dan lambat yangmana kumparan stator motor induksi rotor sangkar telah terhubung segitiga (Δ)

II. Tinjauan Pustaka

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling banyak digunakan. Penamaan berasal dari kenyataan bahwa arus rotor bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan akibat fluks magnet di celah udara antara stator dan rotor dan apabila rotor bergerak relatif terhadap fluks tersebut, dalam belitan rotor akan mengalir arus. Arus pada rotor ini timbul akibat imbas, bukan karena pengaliran.

Motor induksi adalah mesin listrik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik arus bolak-balik

menjadi energi mekanik. Dan pada umumnya digunakan sebagai motor-motor penggerak didalam industri.

Untuk daya yang lebih besar dari 1 HP biasanya digunakan dengan sumber daya tiga fasa atau dengan perkataan lain motor induksi tiga fasa.

Yang menjadi dasar utama dari pemilihan tersebut dikarenakan motor induksi mempunyai keuntungan sebagai berikut :

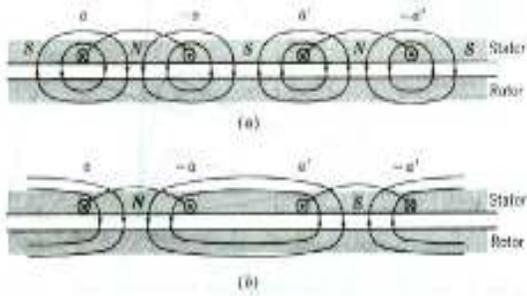
- Mempunyai konstruksi yang sederhana dan kokoh
- Murah, dibandingkan dengan motor-motor lainnya.
- Efisiensi tinggi dalam keadaan normal, tidak memerlukan sekat dan rugi-rugi gesekan dapat dikurangi.
- Mudah dalam pemeliharaan.

Pengaturan Kecepatan Putar Dengan Mengubah Jumlah Kutub

Lilitan stator dapat dirancang sedemikian sehingga dengan melakukan perubahan sederhana pada hubungan kumparan, jumlah kutub dapat diubah dengan perbandingan 2 lawan 1. Dapat dipilih diantara dua kecepatan serempak. Rotor yang dipergunakan adalah sangkar. Suatu lilitan sangkar selalu bereaksi dengan menghasilkan suatu medan rotor yang mempunyai jumlah kutub yang sama seperti medan stator imbas. Bila dipergunakan suatu rotor terlilit, akan terdapat kerumitan lain, karena lilitan rotor juga harus ditata kembali bagi perubahan kutub. Dengan menggunakan dua himpunan lilitan stator yang bebas, yang masing-masing ditata bagi perubahan kutub, dapat diperoleh sebanyak empat macam kecepatan serempak pada suatu motor sangkar, misalnya, 600, 900, 1200, 1800 putaran/menit.

Prinsip dasar dari lilitan pengubahan kutub diperlihatkan pada gambar 2.13a dimana aa dan a'a' merupakan dua buah kumparan yang menjadi bagian dari lilitan stator fasa –a. Tentu saja, lilitan yang

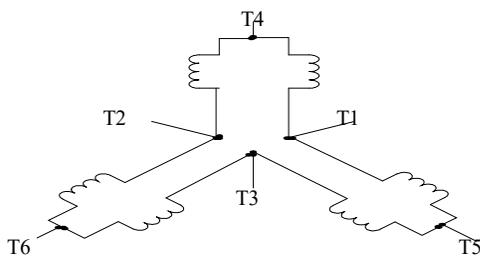
sebenarnya seharusnya terdiri atas beberapa kumparan pada masing-masing kelompok. Pada Gambar 1a kumparan dihubungkan untuk menghasilkan suatu medan 4-kutub, pada Gambar 1b arus dikumparan a'a' telah dibalik arahnya dengan suatu pengatur, yang menghasilkan suatu medan 2-kutub. Pada saat yang sama ketika pengatur membalik kumparan a'a', hubungan dari kedua kelompok kumparan dapat diubah dari seri keparalel dan hubungan diantara fasa-fasa dari Y - Δ, atau sebaliknya.



Gambar 1. Prinsip dari lilitan perubahan kutub

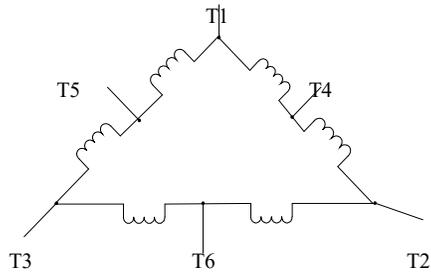
Dengan cara tersebut kerapatan fluks celah udara dapat diatur untuk menghasilkan karakteristik kecepatan-momen-kakas dari kedua hubungan tersebut. Gambar 2.11 memperlihatkan tiga kemungkinan dan karakteristik kecepatan-momen-kakas-nya bagi tiga buah motor yang mempunyai karakteristik yang identik pada hubungan kecepatan-tinggi. Gambar 2.11a memberikan hasil momen-kakas maksimum yang kira-kira sama pada kedua kecepatan dan dapat diterapkan pada penggerak-penggerak yang memerlukan momen-kakas yang kira-kira sama pada kedua kecepatan. Gambar 2.11b menghasilkan kira-kira dua kali momen-kakas pada kecepatan rendah dan dapat diterapkan pada penggerak-penggerak yang memerlukan daya yang kira-kira tetap besarnya. Gambar 2.11c menghasilkan momen-kakas maksimum yang jauh lebih kecil pada kecepatan rendah dan dapat diterapkan pada penggerak-penggerak yang memerlukan momen-kakas yang lebih kecil pada kecepatan rendah.

(a) Momen-kakas tetap



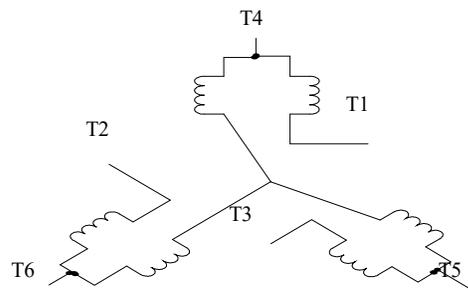
Kecepatan	Jala - jala			
	L1	L2	L3	
Rendah	T4	T5	T6	T1-T2-T3 Bersama-sama
Tinggi	T1	T2	T3	T4,T5,T6 terbuka

(b) Daya-kuda tetap

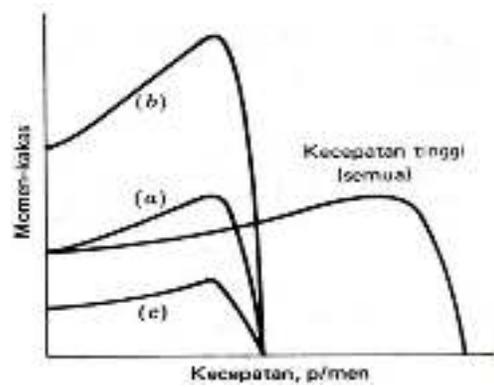


Kecepatan	Jala - jala			
	L1	L2	L3	
Rendah	T1	T2	T3	T4,T5,T6 terbuka
Tinggi	T4	T5	T6	T1-T2-T3 Bersama-sama

(c) Momen-kakas berubah-ubah



Kecepatan	Jala- jala			
	L1	L2	L3	
Rendah	T1	T2	T3	T4,T5,T6 Terbuka
Cepat	T4	T5	T6	T1-T2-T3 Bersama-sama



Gambar 2. Hubungan dan kurva kecepatan-momen kakas bagi tiga jenis motor induksi perubahan kutub

III. Analisa Dan Pembahasan

Dalam memperoleh hasil analisa perhitungan dalam mendapatkan arus motor induksi rotor sangkar terlebih dahulu dilakukan pengukuran pada motor tersebut.

Pengukuran yang dilakukan pada motor tersebut terdiri dari tahanan kumparan motor, pengukuran besar arus motor pada beban nol motor empat kutub dan dua kutub. Pengukuran ini dilakukan guna mendapatkan berapa besar nilai hambatan perkumparan dan berapa selisih arus pada dua kondisi kutub berdasarkan analisa perhitungan.

Pada pengukuran salah satu kumparan tersebut dinyatakan sebagai mewakili kumparan yang lain. Pengukuran tahanan kumparan tersebut dilakukan dengan menggunakan sumber daya data dari name plat pada Bab 3 sebelumnya.

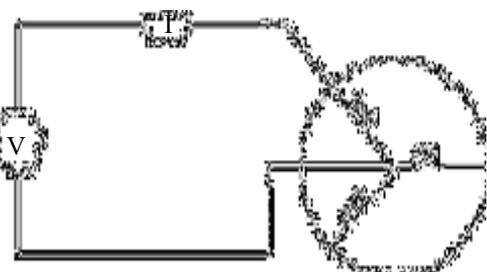
3.1. Pengukuran Motor

Pengukuran tahanan motor dengan sumber dc

Dari data pengujian di dapat data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{dc} &= 45 \text{ Volt} \\ I_{dc} &= 2,87 \text{ Amp} \end{aligned}$$

Gambar 3. berikut adalah gambar rangkaian pengujian :



Gambar 3. Rangkaian pengujian tahanan kumparan dengan tegangan dc.

Pengukuran arus beban nol untuk motor empat kutub

$$\begin{aligned} V_{L-L} &= 380 \text{ Volt} \\ I_A, I_B, I_C &= 12 \text{ Amp} \\ \text{Putaran} &= 1.500 \text{ Rpm} \\ \text{Daya} &= 5.500 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Pengukuran besar arus pada beban nol motor dua kutub

Dari hasil pengujian di dapat data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{L-L} &= 380 \text{ Volt} \\ I_A, I_B, I_C &= 20,89 \text{ Amp} \\ \text{Putaran} &= 3000 \text{ Rpm} \\ \text{Daya} &= 5.500 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3.2. Perhitungan Arus Motor

Perhitungan tahanan motor dengan sumber dc

Dari data pengujian di dapat data sebagai berikut

$$V_{DC} = 45 \text{ Volt}$$

$$I_{DC} = 2,8 \text{ Amp}$$

Sehingga besar tahanan pada kumparan tersebut adalah:

$$\begin{aligned} R &= \frac{V_{DC}}{I_{DC}} \\ R &= \frac{45}{2,8} \\ &= 15,83 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

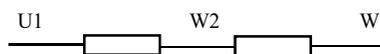
Perhitungan arus beban nol motor 4 kutub

Dari hasil pengujian didapat data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{L-L} &= 380 \text{ Volt} \\ I_A, I_B, I_C &= 12 \text{ Amp} \\ \text{Putaran} &= 1.500 \text{ Rpm} \\ \text{Daya} &= 5.500 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan berapa besar nilai tahanan pada motor empat kutub, maka yang dilakukan adalah menghitung besar tahanan pada hubungan segi-tiga.

Seperti pada penjelasan sebelumnya, pada prinsipnya motor ini menggunakan hubungan segitiga-bintang, dengan pengertian dimana motor empat kutub menggunakan hubungan segitiga dan motor dua kutub menggunakan hubungan bintang, bila diuraikan akan menjadi menjadi seperti Gambar 4.



Gambar 4. Kumparan dengan tahanan 2 buah seri

Sehingga dapat diperoleh tahanan (R) pada satu belitan dengan berdasarkan pada pengukuran dc dengan analisa sebagai berikut :

$$R = 15,83 \text{ Ohm}$$

Maka besar tahanan dalam satu kumparan adalah penjumlahan dari dua buah tahanan, hal ini karena kumparan pada hubungan segitiga terdiri dari dua buah belitan yang dihubungkan seri sehingga :

$$R_T = R_1 + R_2$$

Dalam hal ini nilai dari R_1 dan R_2 adalah sama Sehingga,

$$R_T = 15,83 + 15,83 = 31,7 \text{ Ohm}$$

Pada plat name tertera bahwa pada motor empat kutub dengan hubungan segitiga menyerap besar arus sampai dengan 12 ampere dengan $\cos\phi$ 0,69 sesuai

dengan output daya motor tersebut sebesar 5.500 Watt

Hal ini dapat dibuktikan pada pembahasan berikut, dimana nilai R total pada hubungan segitiga = 31,7 ohm, sehingga :

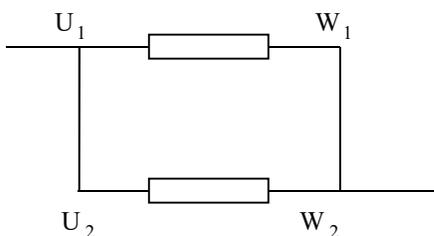
$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \cdot I^2 \cdot R \cdot \cos\phi \\
 I^2 &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot R \cdot \cos\phi} \\
 I^2 &= \frac{5500}{\sqrt{3} \cdot 31,7 \cdot 0,69} \\
 I^2 &= \frac{5500}{1,73 \cdot 31,7 \cdot 0,69} \\
 I^2 &= \frac{5500}{37,84} \\
 &= 145,34 \\
 I &= \sqrt{145,34} = 12,05 \text{ Amp}
 \end{aligned}$$

Perhitungan arus beban nol untuk motor dua kutub

Dari data pengujian diperoleh hasil sebagai berikut :

- V_{L-L} = 380 Volt
- I_A, I_B, I_C = 20,8 Amp
- Putaran = 3000 Rpm
- Daya = 5.500 Watt

Sehingga, untuk mendapatkan berapa besar nilai tahanan pada motor ber kutub dua buah, maka yang dilakukan adalah menghitung besar tahanan pada hubungan bintang . Seperti pada Gambar 4 sebelumnya bentuk kumparan tersebut bila diuraikan akan diperoleh seperti Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Kumparan dengan tahanan 2 buah paralel

Tabel 1. Hasil Pengukuran Motor

Pengukuran	V_{L-L} (volt)	I_A, I_B, I_C (volt)	Putaran (rpm)	Daya (watt)
Motor 4 kutub	380	12	1500	5.500
Motor 2 kutub	380	20,8	3000	5.500

Tabel 2. Analisis Perhitungan Motor

Analisis	V_{L-L} (volt)	I_A, I_B, I_C (volt)	Putaran (rpm)	Daya (watt)	Tahanan Kumparan (ohm)

Motor 4 kutub	380	12,055	1.500	5.500	31,7
Motor 2 kutub	380	20,892	3.000	5.500	10,56

Dari Tabel 2. di atas dapat kita simpulkan bahwa besarnya arus yang mengalir pada motor berbanding terbalik dengan besar tahanan kumparan motor, sedangkan yang mempengaruhi putaran motor adalah banyaknya jumlah kutub yang terdapat pada motor tersebut.

IV. Kesimpulan

Dari uraian ataupun perhitungan yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Terjadinya perubahan kutub akan dapat mempengaruhi arus motor induksi yang mana semakin besar jumlah kutub nilai arus yang diperoleh semakin kecil.
2. Perbedaan besar arus pada hubungan bintang dan segitiga terletak pada penyambungan belitan pada kumparan yang mempengaruhi besar tahanan. Sedangkan yang mempengaruhi kecepatan adalah banyaknya kutub yang dibentuk pada motor tersebut.

Pada motor 2 kutub, 3000 rpm I = 20,8 Amp

Pada motor 4 kutub, 750 rpm I = 12 Amp

Sedangkan tahanan total pada hubungan delta untuk motor empat kutub sebesar 31,7 ohm, besar tahanan pada hubungan bintang untuk motor dua kutub sebesar 10,5 ohm.

Daftar Pustaka

- [1] Abdul Khadir, 1980. *Mesin Arus Searah*. Djambatan
- [2] A, E. Fitzgerald, Charles Kingsely, Jr, Steven. D. Umans.1986. *Mesin-Mesin Listrik*
- [3] Lister, 1993, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Erlangga Jakarta
- [4] Muslimin Marappung, 1983, *Teori dan Soal Penyelesaian Teknik Tenaga Listrik*. Bandung : Armico
- [5] R. W. Van Hoek, L. Scheltinga, Bambang Warsito Kusumoyudi, 1980, *Teknik Elektro Untuk Ahli Bagian Mesin*. Bandung Bina Cipta.
- [6] Sumanto. J. Chapman, 1985, *Mesin Arus Searah*. Yogyakarta : Andi Offset
- [7] Zuhail, 1990, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta, PT. Gramedia.