

PENGUJIAN *PERFORMANCE* MOTOR LISTRIK AC 3 FASA DENGAN DAYA 3 HP MENGGUNAKAN PEMBEBANAN GENERATOR LISTRIK

Zainal Abidin, Tabah Priangkoso*, Darmanto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
Jl. Menoreh Tengah X/22 Semarang

*Email: tabah@ymail.com

Abstrak

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja”nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri. Pengujian *performance* motor listrik tiga fasa ini bertujuan untuk memperoleh kurva *performance* daya, torsi dan efisiensi. Bahan/alat uji yang diteliti adalah motor listrik tiga fasa dengan beban lampu pada generator sebanyak 2500 watt dan dihubungkan dengan regulator yang dinaikkan secara bertahap mulai dari 0 watt sampai 250 dengan asumsi untuk mengetahui perbedaan terhadap torsi, daya dan kecepatan. Langkah pengujian *performance* motor listrik tiga fasa ini dimulai dari menyiapkan mesin/alat uji, pemanasan mesin selama lima menit, menghidupkan beban, menaikkan regulator dari 0 watt sampai 250 watt, mencatat semua hasil percobaan, mengolah hasil pengujian dan menganalisis data hasil pengujian. Hasil yang diperoleh dari pengujian adalah Daya maksimal diperoleh pada putaran 2846 Rpm sebesar 1032,08 Watt. Torsi maksimal diperoleh pada putaran 2846 Rpm sebesar 3,464 Nm dan efisiensi maksimal diperoleh pada putaran 2941 Rpm sebesar 72,68 %. Untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi dalam penggunaan motor listrik tiga fasa, diusahakan agar tegangan sumber yang masuk sesuai dengan kapasitas tegangan maksimum motor.

Kata kunci: *performance*, motor AC tiga fasa, daya, torsi, efisiensi

PENDAHULUAN

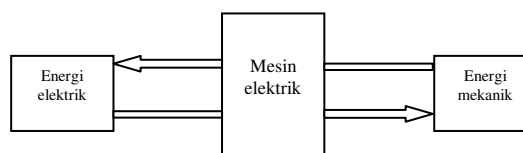
Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja”nya industri. Diperkirakan motor-motormenggunakan sekitar 70% total energi listrik di industri (Dodot, 2009).

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan oleh dunia industri karena memiliki beberapa keuntungan. Keuntungan yang dapat diperoleh dalam pengendalian motor–motor induksi tiga fasa yaitu, struktur motor induksi tiga fasa lebih ringan (20% hingga 40%) dibandingkan motor arus searah (DC) untuk daya yang sama, harga satuan relatif lebih murah, dan perawatan motor induksi tiga fasa lebih hemat.

Motor listrik dikategorikan sebagai mesin elektrik merupakan suatu alat konversi energi yang berputar, yang mengubah tenaga magnetik menjadi tenaga elektrik atau sebaliknya

mengubah tenaga elektrik menjadi tenaga mekanik. Bila energi mekanik diubah menjadi energi elektrik, maka mesin bekerja sebagai generator, sebaliknya bila energi elektrik diubah menjadi energi mekanik, maka mesin bekerja sebagai motor (Soebagio, 2008).

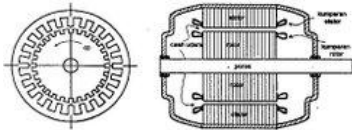
Pada dasarnya energi elektrik dan mekanik mempunyai sifat yang berbeda. Energi elektrik berhubungan dengan tegangan dan arus listrik, sedangkan energi mekanik berhubungan dengan torsi (torque) dan kecepatan berputar.



Gambar 1. Konversi energi elektrik ke mekanik, atau sebaliknya (Soebagio, 2008)

Secara umum mesin elektrik mempunyai konstruksi yang terdiri dari dua silinder yang konsentrik yang terbuat dari bahan ferromagnetik (lihat Gambar 1.2). Silinder yang di luar dalam keadaan diam dan karenanya disebut stator, sedangkan silinder bagian dalam

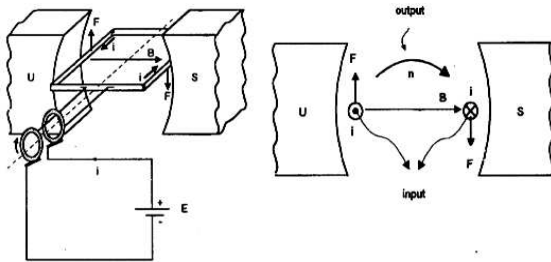
pada keadaan berputar disebut rotor. Gambar 2 Konstruksi dari mesin elektrik (Soebagio, 2008)



Gambar 2. Konstruksi mesin elektrik (Soebagio, 2008)

Konsep Dasar Motor Elektrik

Fenomena pembentukan gaya memberi dasar konsep dari motor elektrik. Bila konduktor-konduktor membentuk suatu kumparan, yang dialiri oleh arus (I) dan ditempatkan dalam medan magnet antara kutub utara dan selatan, maka sisi-sisi kumparan tersebut mengalami gaya yang berlawanan, sehingga terbentuklah torka yang akan memutar kumparan tersebut. Kondisi ini digambarkan pada Gambar 3. Jadi dengan memberikan energi elektrik pada kumparan, dihasilkan energi mekanik berupa putaran.



Gambar 3. Konsep dasar motor listrik (Soebagio, 2008)

Prinsip Kerja Motor Induksi

Prinsip kerja motor induksi secara sederhana adalah apabila sumber tegangan 3 fasa dipasang pada kumparan stator, timbullah medan putar dengan kecepatan tertentu. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor sehingga menimbulkan tegangan induksi gaya gerak listrik.

Rangkaian tertutup kumparan motor sebagai akibat ggl akan menghasilkan arus listrik. Arus listrik dalam medan magnet menimbulkan gaya pada rotor.

Jika kopel mula yang dihasilkan oleh gaya tersebut pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.

Besarnya daya input dihitung menggunakan persamaan; (Zuhail, 1998)

$$P_1 = \sqrt{3} V i \cos \varphi \quad (1)$$

dimana:

P_1 = daya input

V = tegangan input

i = arus input

$\cos \varphi = 0,7$

Efisiensi motor induksi merupakan perbandingan antara daya input dan daya yang diberikan oleh motor sebagai penggerak, sebesar

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

P_1 = daya input

P_2 = daya output

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mencari hubungan daya dengan putaran.
2. Mencari hubungan torsi dengan putaran.
3. Mencari hubungan efisiensi dengan putaran.

METODE PENELITIAN

Benda Uji

1. Motor Induksi tiga fasa

Merk : Wipro
Type : Y90L-2
Daya : 3 HP
Pole : 4
Tegangan : 380V
Arus : 4,8 A
 $\cos \varphi$: 0,7

Frekuensi : 50 Hz

Putaran : 2864 RPM

Berat : 22 Kg

2. Generator Listrik sebagai beban

Generator : Generator listrik sinkron AC, 1 fasa

Merk : SHODA (*made in China*)

Type : ST-3

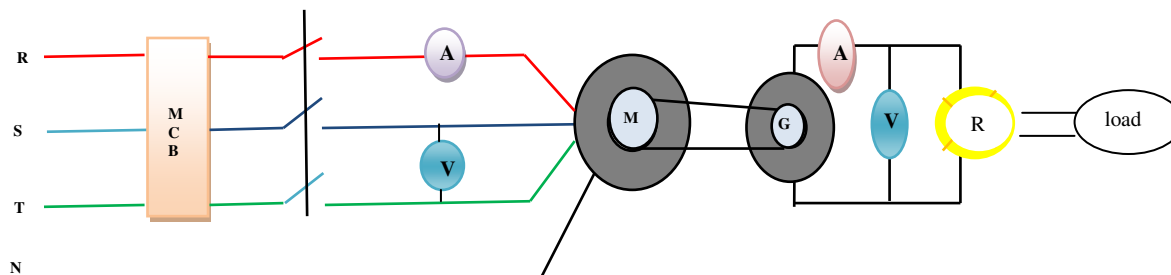
Daya : 3 KW

Arus : 13,6 A

Tegangan : 220 V

Frekuensi : 50 Hz

Putaran : 1500 RPM



Gambar 4. Rangkaian pengujian (R,S,T,N: sumber tegangan PLN; MCB; *main circuit breaker*; A: ampermeter; V: voltmeter; M: motor uji; G: generator beban; R: regulator tegangan; load: lampu beban).



Gambar 5. Alat uji

Prosedur pengujian

Agar dalam pengujian tidak terjadi kesalahan dalam pengukuran maupun pengamatan, maka harus mengikuti langkah-langkah percobaan. Langkah pengujian motor induksi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menghubungkan rangkaian dengan sumber tegangan.
2. Mengatur beban motor induksi tiga fasa sebesar 2000 watt yang dihubungkan untuk membebani Generator AC yang di kopel ke motor induksi 3 fasa.
3. Menyalakan motor induksi tiga fasa dengan menggunakan saklar penghubung.
4. Mengamati pengukuran atau pengujian arus input (I_{in}), daya input (P_{in}), dan mengukur besar kecepatan putar rotor pada saat dibebani dengan menggunakan tachometer (N).
5. Melaksanakan pengujian sebanyak 10 kali dengan beban yang berbeda, dan masing-masing beban dilaksanakan 5 kali.
6. Mencatat hasil pengukuran atau pengujian pada tabel percobaan.
7. Mengolah hasil pengujian.
8. Analisis pengambilan data hasil pengujian.

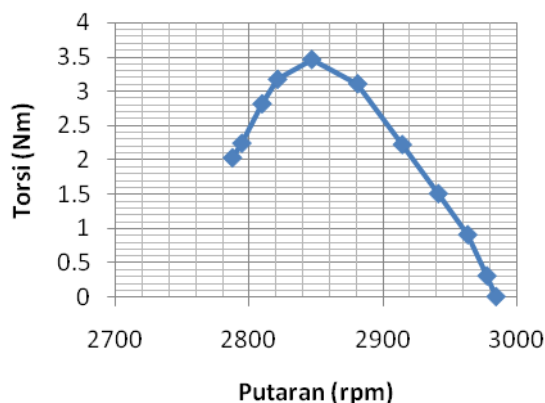
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata dari kelima pengujian dapat dilihat seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Motor Induksi Tiga Fasa

No	Motor Listrik			Generator Listrik			Regulator
	rpm	V	A	rpm	V	A	
1	2984.6	360	0	1802.4	0	0	0
2	2977.8	360	1	1794.2	29	3.26	25
3	2963.4	360	1	1780.4	57	4.92	50
4	2941.4	360	1.46	1757.2	83	5.58	75
5	2914.4	360	2.48	1728.2	110	6.16	100
6	2881.0	360	3.7	1673.4	125	7.5	125
7	2846.6	360	4.3	1607.6	133	7.76	150
8	2821.0	360	5	1549	124	7.56	175
9	2809.4	360	5.58	1472.2	117	7.08	200
10	2794.2	360	6.1	1421.2	105	6.24	225
11	2787.2	360	6.2	1393.6	97	6.1	250

Dari hasil pengujian terhadap *performance* mesin motor listrik, beban, daya, torsi, efisiensi, dan grafik data dalam pengujian motor induksi tersebut, maka unjuk kerja motor induksi tiga fasa dapat dijelaskan berikut ini.



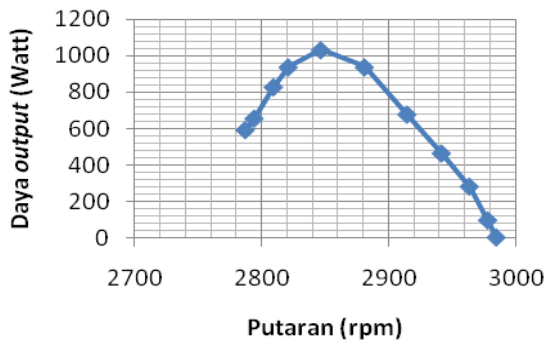
Gambar 6. Hubungan antara torsi dengan putaran

Tabel 2. Hasil Analisis Data

No	Motor Listrik				Generator Listrik				Torsi (Nm)	Efisiensi (%)
	Putaran (rpm)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya(In) (Watt)	Putaran (rpm)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya(Out) (Watt)		
1	2787,2	360	6,2	2706,156	1393,6	97	6,1	591,7	2,028	21,864
2	2794,2	360	6,1	2662,508	1421,2	105	6,24	655,2	2,24	24,608
3	2809,4	360	5,58	2435,54	1472,2	117	7,08	828,36	2,817	34,011
4	2821	360	5	2182,384	1549	124	7,56	937,44	3,174	42,954
5	2846,6	360	4,3	1876,85	1607,6	133	7,76	1032,08	3,464	54,99
6	2881	360	3,7	1614,964	1673,4	125	7,5	937,5	3,108	58,05
7	2914,4	360	2,48	1082,462	1728,2	110	6,16	677,6	2,221	62,598
8	2941,4	360	1,46	637,256	1757,2	83	5,58	463,14	1,504	72,677
9	2963,4	360	1	436,476	1780,4	57	4,92	280,44	0,904	64,25
10	2977,8	360	1	436,476	1794,2	29	3,26	94,54	0,303	21,659
11	2984,6	360	0	0	1802,4	0	0	0	0	0

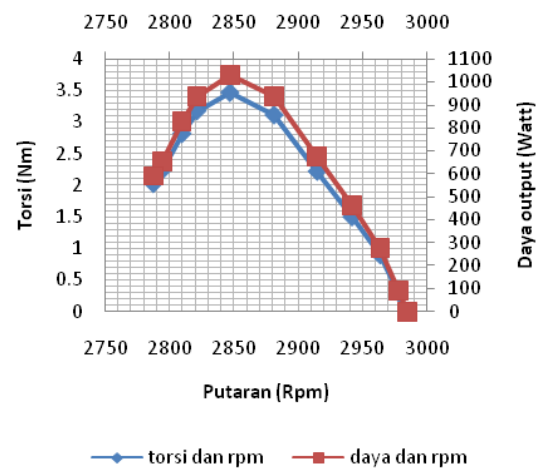
Dari Gambar 6 diketahui bahwa torsi akan meningkat hampir linear hingga putaran 2846 rpm, dengan torsi maksimum 3,464 Nm. Peningkatan putaran menyebabkan turunnya torsi secara linear. Untuk keperluan-keperluan yang membutuhkan torsi besar, maka motor harus dioperasikan pada putaran di sekitar 2846 rpm.

Berdasarkan Gambar 7 diketahui, pada putaran awal 2977 rpm, daya outputnya sebesar 94,54 Watt. Daya output tertinggi adalah 1032 Watt yang diperoleh pada putaran 2846rpm, kemudian semakin turun ketika putaran meningkat. Daya maksimal yang dapat dihasilkan oleh motor listrik ini adalah 1032 W pada putaran 2846 rpm.



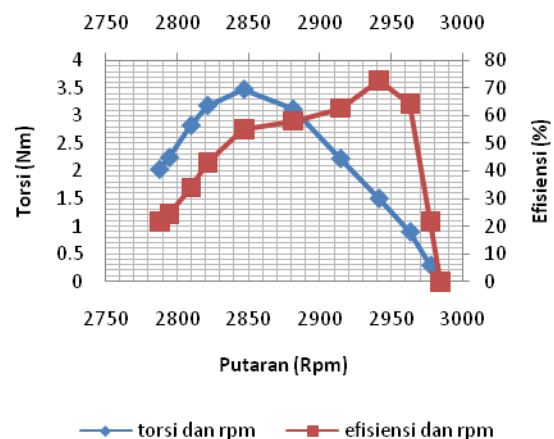
Gambar 7. Hubungan antara daya dengan putaran

Puncak torsi dan daya pada motor listrik tercapai pada putaran yang sama, yaitu pada 2846 rpm. Torsi maupun daya pada awalnya meningkat seiring dengan kenaikan putaran poros motor listrik hingga 2846 rpm dengan torsi 3,464 Nm dan daya 1032,08 W, namun kemudian menurun secara terus menerus sesuai peningkatan putaran.



Gambar 8. Hubungan antara torsi, daya dan putaran

Pada Gambar 8 dapat dilihat pada kurva antara torsi dan daya sangat mirip. Torsi dan daya besarnya sama pada saat pertama naik sampai pada putaran 2984rpm, kemudian turun kembali.



Gambar 9. Hubungan antara torsi, efisiensi dan rpm

Dilihat dari sisi efisiensi, capaian keluaran daya dan torsi maksimum tidak memberikan efisiensi maksimum. Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa puncak efisiensi sebesar 72,68% diperoleh pada putaran yang lebih tinggi yaitu 2941 rpm, dengan torsi sebesar 1,504 Nm dan daya 463,14 W, sedangkan pada torsi dan daya maksimal pada putaran 2846 rpm memiliki efisiensi 54,99%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian dan analisis data serta pembahasan tentang pengujian motor listrik 3 fasa pada rangkaian star, maka dapat diambil kesimpulan bahwa keluaran daya dan torsi maksimal diperoleh pada putaran 2846 rpm, yaitu masing-masing 1032 W dan 3,464 Nm. Pengoperasian motor pada putaran daya dan torsi maksimal tidak

memberikan efisiensi maksimal. Efisiensi yang dapat diperoleh pada torsi dan daya maksimal adalah 54,99%, sedangkan efisiensi puncak dapat dicapai pada putaran 2941 rpm sebesar 72,68% dengan keluaran torsi dan daya masing-masing sebesar 1,504 Nm dan 463,14 W.

DAFTAR PUSTAKA

- Dodot. 2009. *Motor Listrik Arus Bolak-balik*. [Http://masdodod.files.wordpress.com/2009/03/02-bab-05-motor-listrik-ac.pdf](http://masdodod.files.wordpress.com/2009/03/02-bab-05-motor-listrik-ac.pdf). Diakses 12 Maret 2012.
- Soebagio, 2008. *Teori Umum Mesin Elektrik*. Surabaya
- Zuhal. 1988. *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.