

ANALISA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR LISTRIK DENGAN MERUBAH KUTUB

Ujang Wiharja¹, Geri Priyandi²
ujangwiharja@unkris.ac.id

Abstrak : Dengan kemajuan teknologi yang begitu pesat banyak inovasi baru dalam menambah kinerja motor. Dengan kebutuhan perusahaan yang menginginkan pengaturan kecepatan motor yang bisa diatur, adapun sistem pengaturan kecepatan motor yang diatur melalui gulungan pada motor atau melalui penambahannya inverter. Pada umumnya motor listrik menggunakan satu kecepatan, akan tetapi berbeda setelah saya mengubah motor yang tadinya satu kecepatan kini menjadi dua kecepatan. Pada motor menggunakan kecepatan 1 dan kecepatan 2, arus yang lebih kecil adalah ketika menggunakan kecepatan 2 yaitu mengalirkan arus sebesar 0,6 A. Pada kecepatan 1 motor menghasilkan arus sebesar 1 A. Putaran motor yang lebih efisien yakni menggunakan motor dengan kecepatan 2. Sebab putaran motor tersebut menghasilkan 2978 Rpm. Jelas ini sangat menguntungkan untuk penggunaan motor listrik. Pada daya motor yang lebih menguntungkan yaitu dengan menggunakan motor dengan kecepatan 1. Sebab motor ini menghasilkan daya sebesar 520 W. Semakin besar daya yang dihasilkan maka semakin besar pula kekuatan kapasitas kinerja motor.

Abstract : With technological advances so rapidly add many new innovations in motor performance. With the needs of companies that want to control the motor speed can be regulated, while the motor speed regulation system which is set through the windings of the motor or through the addition inverter. In general, the electric motor uses one speed, but different after I change the speed of the motor that had now become two speeds. In the motor using speed 1 and speed 2, the current is smaller when using speed 2 that a current of 0.6 A. At first speed motors result in a current of 1 A. Rotation of the motor is more efficient that using a motor with a speed of 2. Because the motor rotation produces 2978 rpm. Obviously this is very advantageous to use an electric motor. On a more profitable motor power is by using a motor with a speed of 1. Because the motor is generating power of 520 W. The greater the power generated, the greater the capacity of the power of the motor performance.

Keywords : setting the speed of the electric motor, the speed of electric motor

I. Pendahuluan

Sesuai dengan fungsinya, umumnya motor listrik dioperasikan secara berkesinambungan. Didalam pengoperasian dan perawatan peralatan, seringkali motor listrik tersebut mengalami kerusakan baik mekanik maupun elektrik, dan yang lebih buruk lagi adalah jika kumparan motor listrik tersebut terbakar. Kerusakan ini tentunya akan menyebabkan kerugian baik dari segi ekonomi maupun secara sistematis. Dengan kerusakan tersebut, maka kerja motor listrik tersebut tidaklah maksimal dalam tugasnya. Dengan kebutuhan setiap harinya maka harus ada perubahan pada sistem kerja motor listrik

tersebut agar dapat bekerja seperti sebelumnya.

Dalam kebutuhan dunia industri, kerja sebuah motor listrik sangatlah berperan penting dalam hasil sebuah perusahaan. Oleh karena itu, kerja motor listrik sangat diandalkan dalam kebutuhan perusahaan tersebut.

Kebutuhan kecepatan pada sebuah motor listrik yang bisa diatur manual menjadi sebuah point plus dalam hasil sebuah perusahaan.

II. Teori Singkat

2.1 Prinsip Kerja Motor Listrik 3 Fasa

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Bila kumparan stator motor induksi 3-fasa yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan 3-fasa, maka kumparan stator akan menghasilkan medan – magnet yang berputar. Garis – garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul emf (ggl) atau tegangan induksi. Karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor.

Pada rangka stator terdapat kumparan stator yang ditempatkan pada slot – slotnya yang dililitkan pada sejumlah kutub tertentu. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan berputarnya medan stator yang terjadi yang diinduksikan ke rotornya. Makin besar jumlah kutub akan mengakibatkan makin kecilnya kecepatan putar medan stator dan sebaliknya. Kecepatan berputarnya medan putar ini disebut kecepatan sinkron. Besarnya kecepatan sinkron ini adalah sebagai berikut :

$$\omega_{\text{sink}} = 2\pi f \text{ (listrik, rad/dt)} = 2\pi f / P \text{ (mekanik, rad/dt)}$$

atau:

$$N_s = \frac{60 \times f}{p}$$

Dimana :

f = frekuensi (Hz)

p = jumlah pasang kutub

N_s dan ω_{sink} = kecepatan putaran sinkron medan magnet stator

2.2 Perencanaan Pengaturan Kecepatan melalui merubah kutub motor

2.2.1. Definisi pengaturan kecepatan motor

Sering kali kita dengar pengaturan kecepatan motor melalui sebuah inverter, karena daya yang dipakainya cenderung lebih sedikit. Tetapi pengaturan kecepatan

sebenarnya tidak selalu bergantung pada sebuah inverter saja. Melalui gulungan pada sebuah motor pun bisa terjadi perubahan kecepatan pada kinerja motor. Adapun contoh gambar yang ditunjukkan dibawah ini :



Gambar.1 Bentuk stator Rpm 1500 – 3000

Pada dasarnya perubahan kecepatan motor melalui gulungan ialah perubahan terhadap kisar pada motor itu tersebut, semakin panjangnya sebuah kisar pada sebuah motor maka akan semakin tingginya sebuah kecepatan putaran motor itu sendiri. Namun harus diperhatikan pula apakah jumlah slot motor tersebut masih mungkin bisa untuk dirubahnya.

Adapun spesifikasi motor yang akan dirubah seperti tabel berikut :

Tabel.1 Data Name Plate pada motor

TECO 3 PHASE INDUCTION MOTOR			
CODE	AEEBKBB - -		
4 POLE		FRAME SIZE	80
1	HP	Δ	Y
0.75	KW	220 V	380 V
50	HZ	3.32 A	1.92 A
1405	RPM		

Sebelum melakukan perubahan pada kecepatan motor, perlu diketahui data – data motor sebelum merubah. Adapun data – data motor yang sebelum dirubah, yaitu :

1) Lilitan (N)

Lilitan pada motor ini adalah berjumlah 65 lilit single layer. Lilitan berpengaruh pada hasil ampere yang didapat untuk menentukan berapa besar torsi yang

dapat dikeluarkan oleh motor tersebut.

2) Diameter kawat (\emptyset)

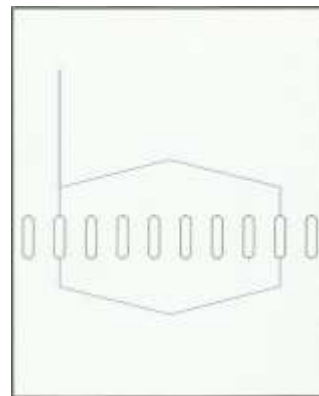
Diameter kawat pada motor ini adalah 0,40 \emptyset . Diameter kawat juga berpengaruh untuk menentukan ampere dan torsi motor. Semakin besarnya sebuah ukuran kawat maka semakin besar pula arus (A) yang mengalir pada kawat tersebut. Sebaliknya semakin kecil ukuran kawat yang digunakan maka akan semakin kecil pula arus (A) yang mengalir pada kawat tersebut. Adapun gambar diameter kawat sebagai berikut :



Gambar .2 Bentuk nyata ukuran kawat
 Dari gambar diatas menunjukkan bahwa ukuran kawat adalah 0,45 mm, sebenarnya kawat yang diukur adalah 0,40 mm. Mengapa gambar tersebut menunjukkan ukuran 0,45, sebab ketebalan isolasi kawat adalah 0,05 mm. Namun perlu diperhatikan pula merk kawatnya, setiap merk kawat memiliki ketebalan isolasinya masing – masing tetapi perbedaan selisih isolasi tidak terlalu jauh antara 1 : 2 saja.

3) Langkah (span)

Span pada motor ini adalah 1 – 7. Kebanyakan produksi pabrik memakai span 1 – 7 karena untuk memudahkan bila ada kegagalan produksi tidak memakan waktu lama untuk memperbaikinya. Adapun gambar bentuk span motor sebagai berikut :



Gambar.3 Bentuk wiring span / langkah pada stator

4) Group (spool)

Jumlah spool pada motor ini adalah berjumlah 6 spool, untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan pada gambar sebagai berikut ini :



Gambar.4 bentuk nyata 1 spool

5) Serie

Jumlah serie pada gulungan motor ini adalah 3. Untuk lebih jelasnya tentang serie dapat diperhatikan pada gambar berikut ini :



Gambar .5 bentuk serie dalam sebuah gulungan

6) Bentuk gulungan

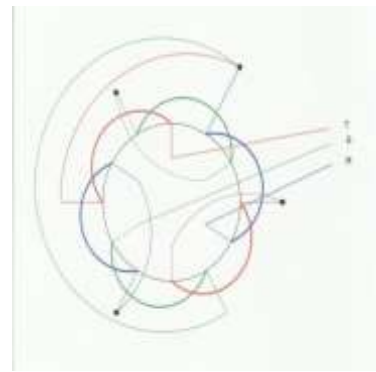
Bentuk gulungan pada motor ini adalah gulungan block bila penamaan kata dilapangan. Bila penamaan dalam teori adalah gulungan setengah gelung. Untuk tidak bertanya – tanya seperti apa bentuk gulungannya, bisa diperhatikan pada gambar berikut ini :



Gambar .6 bentuk wiring gulungan Rpm 1500

7) Sambungan (connect)

Sambungan adalah bentuk yang paling diperhatikan dalam kinerja motor, bila salah menyambung kabel dapat merugikan pada kinerja pada motor tersebut. Dalam menyambung perlu diperhatikan akan dibuat seperti apa kinerja motor tersebut, apakah akan membuat motor tersebut ingin torsi yang tinggi atau ingin membuat torsi yang rendah. Bentuk sambungan pada motor ini adalah ujung – pangkal dalam penamaan dilapangan. Untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan pada gambar seperti berikut ini :



Gambar.7 bentuk sambungan dalam keadaan posisi pada stator motor

2.2.2 Tahap Merubah Kecepatan Motor

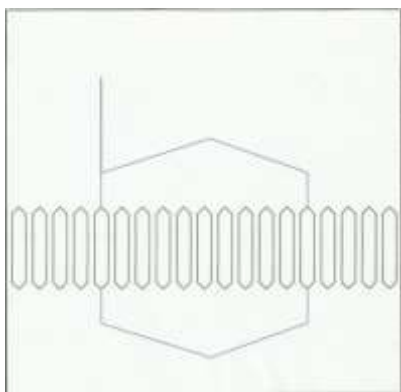
Untuk memaksimalkan merubah kecepatan pada sebuah motor terdiri dari beberapa tahap seperti berikut ini :

1) Langkah (span)

Dalam merubah kecepatan sebenarnya yang perlu dilakukan hanyalah merubah span. Semakin banyak span yang ditambahkan maka semakin tinggi pula putaran kecepatan pada motor tersebut. Sebaliknya semakin sedikit span yang digunakan maka semakin lambat pula putaran pada motor listrik tersebut. Pada awalnya jumlah span pada motor ini adalah 1 – 7. Untuk merubah kecepatan yang tadinya hanya satu kecepatan yaitu rpm 1500, bila ingin dirubah menjadi dua kecepatan yaitu rpm 1500 – 3000 maka dapat ditambahkan sebanyak 30 %. Adapun rumus yang biasa saya gunakan dilapangan yakni sebagai berikut :

$$\text{Span} = \text{Span awal} + 30 \%$$

Setelah ditambahkan jumlah span sebanyak 30% maka akan ada perubahan putaran kecepatan pada motor tersebut. Akan tetapi harus dibuat pula rangkaian kontrol khusus untuk motor dua kecepatan. Adapun bentuk gambar span yang dirubah seperti berikut ini :



Gambar 3.8 bentuk span 1 – 10 pada stator motor

2) Lilitan

Lilitan berpengaruh pada ampere yang dibutuhkan. Untuk menyetabilkan dengan ampere sebelumnya perlu dilakukan percobaan dengan menggunakan perhitungan yang biasa saya gunakan dilapangan sebagai berikut :

$$I = \frac{\text{jumlah lilitan awal} \times 6}{380} \text{ atau } I = \frac{380}{Z}$$

Setelah mendapatkan hasil ampere, dapat dilakukan dengan tahap berikutnya yakni menghitung jumlah lilitan yang dibutuhkan. Adapun rumus untuk menentukan jumlah lilitan sebagai berikut :

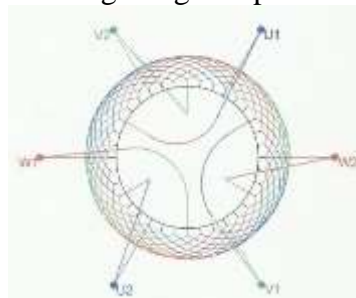
$$N = \text{jumlah lilitan awal} \times 2$$

Setelah didapat jumlah lilitan, perlu diperhatikan ketika mengemal lilitan jangan sampai melebihi dari hasil perhitungan. Sebab bila melebihi dari hasil perhitungan dapat menyebabkan ampere menurun karena lilitan semakin panjang bila lilitan lebih dari perhitungan.

3) Bentuk Gulungan

Tipe menggulung motor ini adalah gulungan gelung, sebelumnya gulungan awal ialah gulungan tipe setengah gelung. Jika tidak dirubah tipe gulungannya maka akan menyebabkan tidak menemukan tahanan (Ω) per phasa nya. Bila

tidak bertemu setiap phasanya akan menyebabkan ampere tidak stabil. Adapun gambar yang menunjukkan bentuk gulungan seperti berikut ini :



Gambar 3.9 gulungan pada bentuk posisi stator motor

4) Serie

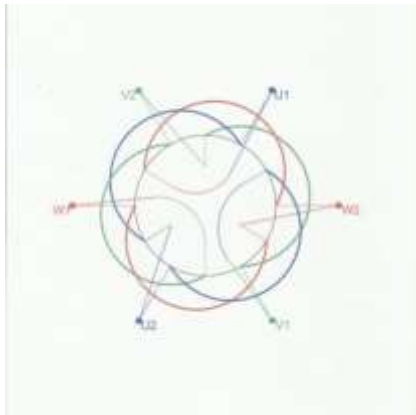
Jumlah serie pada gulungan sebelumnya adalah 3, untuk tipe gulungan gelung maka jumlah serie yang digunakan adalah 6. Sebab jumlah group pada gulungan ini adalah 6, jika jumlah groupnya adalah 12 maka digunakan serie yang berjumlah 6. Adapun gambar seperti berikut ini :



Gambar 3.10 bentuk 6 serie pada 1 spool gulungan

5) Sambungan (connect)

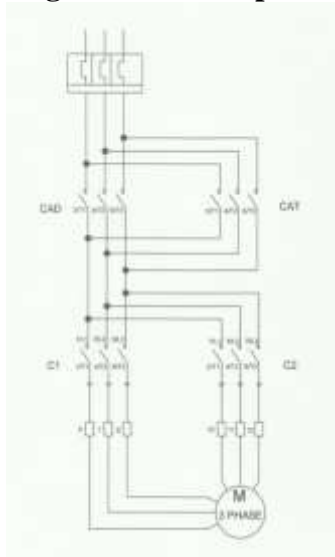
Sambungan pada motor kecepatan 1500 – 3000 adalah menggunakan sambungan khusus. Untuk lebih jelasnya saya jelaskan melalui gambar seperti berikut ini :



Gambar .11 bentuk sambungan pada Rpm 1500 – 3000

Setelah melakukan perubahan pada gulungan motor, selanjutnya harus dibuat pula rangkaian kontrol terhadap sistem kerja motor tersebut

2.2.3. Rangkaian kontrol pada motor



Gambar .12 rangkaian kontrol terhadap motor

Pada gambar diatas menunjukkan rangkaian wirring untuk pengendali terhadap motor, akan tetapi gambar diatas hanya sebatas untuk menggabungkan kabel yang keluar dari stator motor. Pengendalinya yakni melalui sebuah handle yang telah dijelaskan pada gambar sebelumnya. Pada rangkaian sambungan motor mengeluarkan 6 kabel, pada 6 kabel tersebut dibagi menjadi 2 pembeda kecepatan yaitu untuk kecepatan Rpm 1500 ditandai dengan kabel U1, V1, W1 dan untuk kecepatan Rpm 3000

ditandai dengan kabel U2, V2, W2. Untuk kabel Rpm 1500 dihubungkan pada terminal no 10, 11, dan 12 di box panel kontrol. Untuk kabel Rpm 3000 dihubungkan pada terminal no 6, 7, dan 8 di box panel kontrol. Bila putaran motor terbalik bisa diubah posisi jalur kabel pada terminal, jika semula yang seharusnya posisi penghubungan pada terminal yakni U V W bisa diubah dengan U W V. Posisi tersebut unruk menentukan kemana arah putaran pada rotor tersebut berputar. Adapun data sebelum merubah gulungan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel.2 Data sebelum merubah gulungan

No	Lilitan	Span	Bentuk gulungan	serie	koneksi
1	65	1 – 7	Tingkat	3	Bintang (Y)

Setelah itu dapat disimpulkan pada tabel berikut apa saja yang dirubah pada gulungan motor :

Tabel.3 data setelah melakukan perubahan pada gulungan

No	Lilitan	Span	Bentuk gulungan	serie	koneksi
1	130	1 – 10	Sisir gelung	6	Khusus 1500-3000

4.1 Pengambilan data



Gambar 13. motor beban dengan prony-break

Setelah melakukan pengujian dengan prony-break yang menggunakan berat bandul berbeda - beda seperti pada gambar diatas di Lab Fakultas Teknik Elektro Universitas Krisnadwipayana,

adapun hasil yang didapat dari pengujian tersebut antara lain sebagai berikut :

Tabel 4 Pengujian pada motor kecepatan 1

NO	(V)	(I)		(Hz)	(gr)	(Rpm)	(P)
		S	R				
1	350 V	0,7 A	0,3 A	50 Hz	0	1492 Rpm	520 W
2	350 V	0,9 A	0,3 A	50 Hz	100	1492 Rpm	520 W
3	350 V	1,1 A	0,7 A	50 Hz	200	1493 Rpm	520 W
4	350 V	1,3 A	1 A	50 Hz	500	1489 Rpm	520 W

Ket : S = Arus Starting (I) R = Arus Running (I)

Tabel 5 Pengujian pada motor kecepatan 2

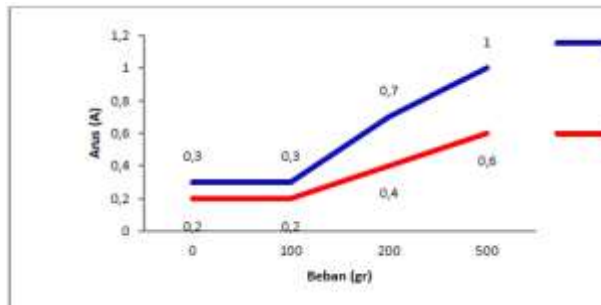
NO	(V)	(I)		(Hz)	(gr)	(Rpm)	(P)
		S	R				
1	350 V	0,4 A	0,2 A	50 Hz	0	2986	110 W
2	350 V	0,7 A	0,2 A	50 Hz	100	2986	110 W
3	350 V	1 A	0,4 A	50 Hz	200	2983	110 W
4	350 V	1,1 A	0,6 A	50 Hz	500	2978	110 W

Ket : S = Arus Starting (I) R = Arus Running (I)

4.2 Pengolahan data

1. Pengaruh beban pada arus

Setelah mendapatkan data dari pengujian, dilanjutkan dengan membuat grafik pengaruh beban pada arus motor, antara lain :



Gambar 14. Grafik perbandingan arus pada motor dua kecepatan

Bila dilihat dari grafik diatas, terlihat pada setiap kecepatan memiliki selisih arus yang signifikan. Ketika motor pada kecepatan 1 sebelum diberi beban, motor teraliri arus sebesar 0,3 A sama dengan motor ketika diberi beban sebesar 100 gr mengalir arus sebesar 0,3 A.

Maka dari itu motor tidak menunjukkan perbedaan arus yang mengalir ketika motor tanpa beban dan ketika berbeban 100 gr. Akan tetapi ketika motor

bebannya dinaikan sampai beban puncak yakni 500 gr, motor mengalami kenaikan arus sebesar 20%. Tidak berbeda dengan motor pada kecepatan 2 ketika motor tanpa beban menunjukkan arus yang mengalir sebesar 0,2 A, dan ketika motor berbeban sebesar 100 gr motor pun tidak menunjukkan kenaikan arus. Dapat disimpulkan bahwa motor sebelum berbeban dan ketika berbeban 100 gr, berat beban sebesar 100 gr tidak ada pengaruh pada motor. Namun berbeda ketika motor diberi beban maksimal yakni 500 gr, kinerja motor semakin berat dan menunjukkan kenaikan arus sebesar 20%. Dari pengujian yang telah dilakukan, arus yang terlihat lebih menguntungkan yaitu pada motor dengan menggunakan kecepatan 2.

2. Pengaruh beban terhadap putaran motor

Setelah mendapatkan data dari pengujian, dilanjutkan dengan membuat grafik pengaruh beban pada putaran motor, antara lain :



Gambar 15. Grafik perbandingan putaran pada motor dua kecepatan

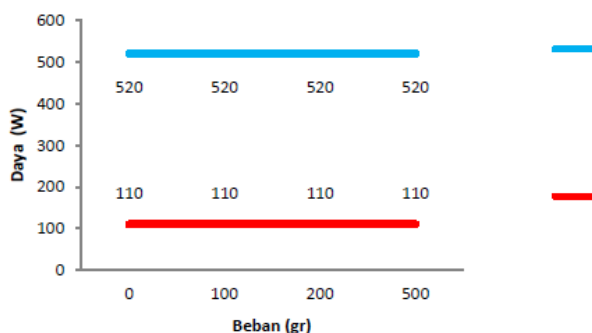
Bila dilihat pada gambar diatas, terlihat bahwa ketika motor kecepatan 1 sebelum diberi beban menunjukkan 1492 Rpm. Dan terlihat pula ketika motor tersebut diberi beban seberat 100 gr, motor tersebut tidak menunjukkan bahwa motor tersebut perputarannya semakin melambat. Namun berbeda ketika motor tersebut menerima beban maksimum yaitu 500 gr, motor tersebut mengalami penurunan kecepatan. Hal ini disebabkan bahwa berat beban pada motor ini berpengaruh karena semakin

bebannya semakin berat maka gesekan pulley pada panbel pun semakin rapat.

Tidak berbeda pula pada motor dengan menggunakan kecepatan 2, pada kecepatan 2 motor ini menunjukkan putaran sebesar 2986 Rpm sebelum diberi beban. Namun ketika motor ini diberi beban sebesar 100 gr, motor ini tidak menunjukkan putarannya yang semakin melambat, bahkan putarannya sama ketika motor ini sebelum diberi beban yakni 2986 Rpm. Namun ketika motor ini diberi beban maksimal yakni seberat 500 gr, kali ini motor menunjukkan putarannya yang semakin menurun. Hal ini disebabkan ketika beban yang semakin berat otomatis gesekan pulley pada panbell pun semakin merapat. Bahkan yang tadinya motor ketika diberi beban 100 gr menunjukkan putaran sebesar 2986 Rpm, pada beban maksimal motor menunjukkan putaran sebesar 2978 Rpm.

3. Pengaruh beban terhadap daya motor

Setelah mendapatkan data dari pengujian, dilanjutkan dengan membuat grafik pengaruh beban pada daya motor, antara lain :



Gambar 16. Grafik perbandingan daya pada motor dua kecepatan

Dari bentuk grafik diatas menunjukkan perbedaan pengaruh daya terhadap beban maksimal sebesar 500 gr. Pada kecepatan 1 motor menghasilkan daya yang stabil yakni sebesar 520 W. Ketika motor menggunakan kecepatan 2 motor menghasilkan daya sebesar 110 W. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan daya pada motor dengan menggunakan kecepatan 1 adalah 520 W

dan ketika motor menggunakan kecepatan 2 adalah 110 W berarti selisih daya antara kecepatan 1 dan kecepatan 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Untuk memperhatikan perbandingan motor berkutub 2 dan berkutub 4 dengan frekuensi nominal 50 Hz dengan keluaran nominal yang berbeda pada motor kecepatan 1 sebesar 0.52 kW dan pada motor kecepatan 2 sebesar 0.11 kW.

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan menganalisa data yang didapat, maka dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut :

1. Motor listrik yang awalnya hanya mempunyai satu kecepatan saja yakni rpm 1500, kini setelah melakukan perubahan pada motor dapat disimpulkan bahwa motor kini mempunyai dua tipe kecepatan yakni kecepatan 1 dengan kecepatan maksimum 1410 Rpm dan kecepatan 2 dengan kecepatan maksimum sebesar 2820 Rpm.
2. Pada motor menggunakan kecepatan 1 dan kecepatan 2, arus yang lebih kecil adalah ketika menggunakan kecepatan 2 yaitu mengalirkan arus sebesar 0,6 A. Pada kecepatan 1 motor menghasilkan arus sebesar 1 A.
3. Putaran motor yang lebih efisien yakni menggunakan motor dengan kecepatan 2. Sebab putaran motor tersebut menghasilkan 2978 Rpm. Jelas ini sangat menguntungkan untuk penggunaan motor listrik.
4. Pada daya motor yang lebih menguntungkan yaitu dengan menggunakan motor dengan kecepatan 1. Sebab motor ini menghasilkan daya sebesar 520 W. Semakin besar daya yang dihasilkan maka semakin besar pula kekuatan kapasitas kinerja motor.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prof. Ir. Abdul Kadir, Mesin Tak Serempak, Penerbit : Djembatan IKAPI, Jakarta 1981

2. H. M. Rusli Harahap, Mesin Listrik : Mesin Arus Searah, Penerbit : PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1996
3. Ir. Ujang Wiharja, MT : Bahan ajar Mesin Tak Serempak – Fakultas Teknik Elektro Universitas Krisnadwipayana 2015
4. <http://dunia-listrik-88.blogspot.com/2014/03/motor-listrik-ac-3-fasa-19.html>. Diunduh pada tanggal 03-05-2015 pada jam 17.00 wib. Diposting oleh Beni Irawan
5. <http://smart-chameleon.blogspot.com/2013/10/motor-induksi-3-phase.html>. Diunduh pada tanggal 17-05-2015 pada jam 14.54 wib. Diposting oleh FZR Rahman
6. <https://rekayasalistrik.wordpress.com/2013/08/13/bagian-dan-cara-kerja-motor-induksi/>. Diunduh pada tanggal 17-05-2015 pada jam 14.58 wib. Diposting oleh Rekayasa Listrik in Motor.