

**MENGUBAH KUMPARAN MOTOR TIGA PHASA  
SATU KECEPATAN MENJADI EMPAT KECEPATAN**

**MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR  
ARIF KURNIAWAN  
L2F301424**

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro Semarang  
2003

**A B S T R A K**

Motor induksi 3 fase merupakan motor yang paling luas digunakan dalam berbagai aplikasi dari industri berskala kecil sampai berskala besar, maka diperlukan penelitian mengenai motor induksi hingga diketahui karakteristik untuk kerjanya.

Dalam metode ini digunakan metode eksperimen yang diamati adalah motor induksi tiga fase rotor sangkar empat kecepatan dan tegangan 380 volt sehingga kecepatan dirubah menjadi 3 phase 4 kecepatan pada waktu kecepatan tinggi tersambung bintang-bintang pada kecepatan rendah delta.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Pendahuluan

Motor listrik merupakan mesin yang mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik banyak penggunaan motor listrik diindustri yang membutuhkan kecepatan putaran motor bervariasi.

Motor induksi tiga fase biasanya digunakan sebagai penggerak mesin industri maka dibutuhkan kecepatan lebih.

Sedangkan untuk jenis motor induksi dahlander dua kecepatan atau lebih untuk mendapatkan lebih sulit.

### 1.2 Tujuan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk

1. Mengubah kumparan strator menjadi 4 kecepatan.
2. Perbandingan kecepatan putaran motor pada kecepatan satu, kecepatan dua, kecepatan tiga, kecepatan empat.
3. Pengujian dan menganalisa motor 4 kecepatan

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini diberikan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Motor yang direncanakan adalah motor induksi tiga fase rotor sangkar yang bertegangan 380 volt 1,5 HP
2. Empat kecepatan torsi konstan dapat diuji dengan beban newton meter dan rpm
3. Penambahan kutub pada strator sebanyak 70 lilitan kali 2 sehingga menjadi 4 kecepatan yang berbeda

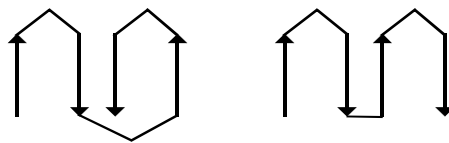
## II. DASAR TEORI

### 2.1 Motor listrik merupakan mesin yang mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik

#### 2.1.1 a. Motor induksi sering disebut motor tidak serempak

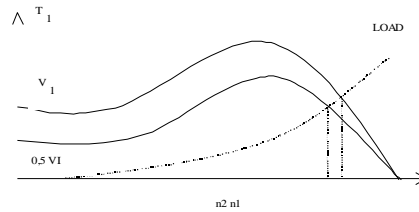
b.  $N_s = 120 F/p$

Perubahan jumlah kutub (p) akan mempengaruhi putaran jumlah kutub dapat dirubah dengan merencanakan kumpara stator dapat dilihat pada gambar 1



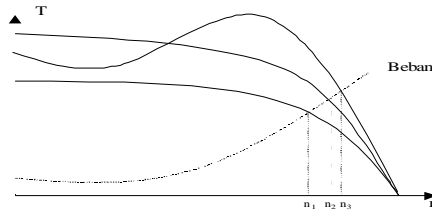
Gambar 2.1 : Posisi kumparan dua kutub dan empat kutub

- c. Kecepatan awal ( $n_1$ ) akan dirubah menjadi kecepatan akhir ( $n_2$ ) untuk tegangan masuk setengah tegangan semula



Gambar 2.2 : Karakteristik

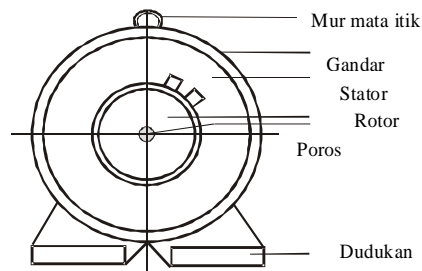
- d. Tahanan luar motor induksi rotor belitan dapat diatur dengan demikian dapat dihasilkan karakteristik kecepatan yang berbeda- 3 putaran akan berubah dari  $n_1$ , ke  $n_2$ , ke  $n_3$



Gambar 2.3 : Karakteristik Kecepatan

### 2.1.2 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fase

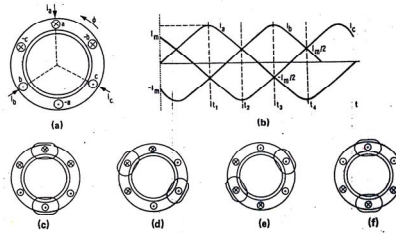
Pada umumnya motor induksi tiga fase terdiri dari



Gambar 2.4 : Konstruksi Motor Induksi Tiga Fase

### 2.1.3 Medan Putar Stator

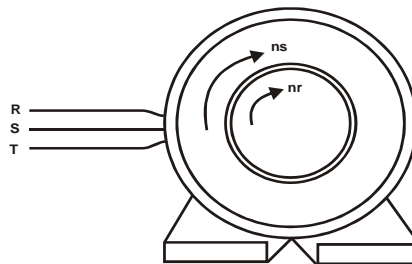
Perputaran motor arus bolak balik tiga fase ditimbulkan dengan adanya medan putar pada statornya. Terjadi apabila kumparan stator terhubung pada sumber tiga fase hubungan dapat berupa bintang atau segitiga



Gambar 2.5 : Timbulnya medan putar

#### 2.1.4 Prinsip Motor Induksi Tiga Fase

Apabila sumber tegangan tiga fase dihubungkan pada kumparan stator maka akan timbul medan putar stator dengan kecepatan  $N_s = 120 F/p$



Gambar 2.6 : Prinsip Kerja Motor Induksi

#### 2.1.5 Jenis-jenis motor induksi tiga fase

- a. Motor rotor serangkai
- b. Motor dan rotor lilit

#### 2.2 Motor Dahlander

2.2.1 Motor induksi tiga fase rotor sangkar yang mempunyai sangkar dengan dua kecepatan atau lebih

#### 2.2.2 Jenis motor dahlander

- a. Motor dahlander torsi konstan
- b. Motor dahlander Hp konstan
- c. Motor dahlander torsi variabel

#### 2.3 Teori menggulung ulang kumparan strator motor induksi tiga fase

##### 1. Langkah kumparan

$G_s \leq S/p \geq 180^\circ$  listrik

a. langkah kumparan dibuat  $180^\circ$  disebut langkah penuh

$Y_s = S/p$

b. dapat dibuat langkah kurang  $180^\circ$

$V_{is} = Y < S/p$

2. Model kumparan
  - a. Model kumpara penuh
  - b. Model kumparan setengah penuh
3. Polantas kumparan
  - a. model kumparan penuh
  - b. model kumparan setengah penuh
4. Menentukan jumlah kumparan dan jumlah group
 

$G = ph \times p \times m$   
 Jumlah kumparan  
 $C = S \times m$
5. Perhitungan lilitan
 

Menentukan lilitan motor  
 $Nb1 : P \text{ baru} / N \text{ lama} \times Nm$   
 Menghitung jumlah lilitan  
 $Vbs = Vb / V1 \times bbi$
6. Menentukan luas penampang kawat
 

Menentukan diameter kawat  
 $Ab = P1 / Pb \times A1$   
 Perubahan Tegangan diperhitungkan luas penampang kawat  
 $\frac{V1}{Vn}, \frac{A1}{Ab}$   
 $Ab = \frac{V1}{Vb} \times A1$   
 $d : \sqrt{\frac{A}{4n}}$

#### 2.4 Motor Empat Kecepatan

Motor tiga fase adalah motor induksi yang disebut motor tidak serempak, karena jumlah putaran rotor tidak sama dengan jumlah putaran medan magnet stator.

### III. PERENCANAAN MOTOR INDUKSI TIGA FASE 4 KECEPATAN

#### 3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperiment yang diberlakukan motor induksi tiga fasa 4 kelipatan dengan mengubah kumparan motor induksi tiga fasa rotor sangkar bertegangan 380 volt (segitiga/ bintang) menjadi motor 4 kecepatan

#### 3.2 Perencanaan

##### 3.1.1 Perhitungan kumparan

- a. Langkah kumparan 2/ 4
- b. Langkah kumparan 6/ 12
- c. Jumlah kumparan
- d. Jumlah group kumparan

##### 3.1.2 Perhitungan jumlah lilitan baru

- $Nb1 : Pbaru / Plama \times Nu$   
 $Nbi : 2/4 \times 20 = 40$  lilitan

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{220V}{380V} = \frac{40}{N_2}$$

$$N_2 = 69$$

### 3.1.3 Menentukan luas penampang kawat baru.

$$\frac{V \text{ lama}}{V \text{ baru}} = \frac{\Sigma A \text{ lama}}{\Sigma A \text{ baru}}$$

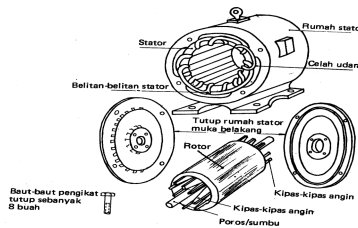
$$\frac{220}{380} = \frac{1/4\pi d^2}{1/4\pi 0,7^2}$$

$$0,579 = \frac{d_2^2}{0,7^2}$$

$$d_2 = \sqrt{0,579 \times 0,7^2}$$

$$= 0,53 \text{ dibulatkan } 0,5 \text{ mm}$$

### 3.3 Pembuatan Luas Penampang Kawat Baru Langkah-langkah mengubah adalah



Gambar 3.5 : Gambar bagian dari motor 4 kumparan

#### 3.4 Hasil Pembuatan

Setelah diganti dirubah lilitannya dengan mengubah jumlah kutub sehingga menjadi motor tiga fase motor 4 kecepatan

#### 3.5 Uji Laboratorium

Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dan perubahan kutub motor induksi tiga fasa 4 kecepatan

#### 3.6 Metode Penelitian

Menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui hasil perubahan motor induksi tiga fasa rotor sangkar menjadi motor 4 kecepatan

### 3.7 Rangkaian Penelitian

Pengujian Parameter motor 4 kecepatan

- a. hambatan
- b. tahanan isolasi
- c. pengujian sambungan kumparan stator motor 4 kecepatan torsi konstan

## IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Penelitian

1. Data penelitian parameter motor empat kecepatan

a. Hambatan kumparan stator induksi empat kecepatan

Penelitian hambatan kumparan stator ini digunakan sebagai pembanding nilai hambatan pada masing-masing kumparan satu dengan kumparan yang lainnya.

b. Penelitian tahanan isolasi

1) Penelitian tahanan isolasi antar kumparan stator satu dengan yang lainnya.

Penelitian isolasi ini digunakan untuk menentukan antara kumparan dengan kumparan yang lainnya motor berhubungan atau tidak.

2) Penelitian tahanan isolasi antar stator dan bodi motor.

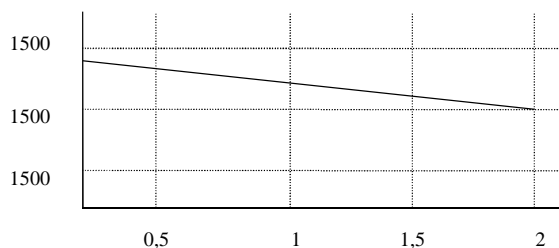
Penelitian tahanan isolasi ini digunakan untuk menentukan antara kumparan dengan bodi motor berhubungan atau tidak, kemudian antara kumparan satu dengan yang lain berhubungan atau tidak. Data penelitian sambungan kumparan stator motor empat kecepatan.

### 4.2. Pembahasan

Adalah pembahasan berdasarkan data yang didapatkan dari penelitian sebagai berikut :

1. Data Penelitian motor 3 phase kondisi awal sebelum dirubah kumparannya. melihat tabel di bawah ini :

No	Beban (Nm)	Arus Start (A)	Arus Nom (mA)	Daya (watt)	Teg (Volt)	Cos $\phi$	Putaran (rpm)
1	0	2,8 A	0,9 A	6,85	380	0,49	1490
2	0,5	2,9 A	1 A	6,97	380	0,49	1402
3	1	3,0 A	1,2 A	7,5	380	0,50	1473
4	1,5	3,1 A	1,52 A	725	380	0,53	1466
5	2	3,2 A	1,77 A	750	380	0,64	1420



Gambar : IV. Grafik Hasil Pembebanan pada Kecepatan Keadaan Kecepatan Awal Motor.

Keterangan : Gambar di atas merupakan hasil sambungan kumparan Stator awal kecepatan pada putaran fungsi beban

2. Hasil parameter motor empat kecepatan .

tabel IV.1. Tabel-tabel Data Penelitian Hambatan Kumparan Stator Motor Empat Kecepatan.

Group 1

No	Ujung Kumparan	Hambatan $\Omega$
1	T1 - T2	39,8
2	T2 - T3	39,7
3	T3 - T4	39,8
4	T4 - T5	39,6
5	T5 - T6	39,7
6	T6 - T1	39,6

Group 2

No	Ujung Kumparan	Hambatan $\Omega$
1	T1 - T2	39,7
2	T2 - T3	39,5
3	T3 - T4	39,6
4	T4 - T5	39,7
5	T5 - T6	39,6
6	T6 - T1	39,7

a. Tahanan isolasi

- 1) Tahanan isolasi antara kumparan stator satu dengan yang lainnya.

Tabel IV.2. Data Penelitian Hambatan Kumparan Stator Motor Empat Kumparan.

Group 1

No	Ujung Kumparan	Hambatan $\Omega$
1	T1 - T2	1000
2	T1 - T3	1000
3	T1 - T4	1000
4	T1 - T5	1000
5	T1 - T6	1000
6	T2 - T3	1000
7	T2 - T4	1000
8	T2 - T5	1000
9	T2 - T6	1000
10	T3 - T4	1000
11	T3 - T5	1000
12	T3 - T6	1000
13	T4 - T5	1000
14	T5 - T6	1000



Group 2

No	Ujung Kumparan	Hambatan $\Omega$
1	T1 - T2	1000
2	T1 - T3	1000
3	T1 - T4	1000
4	T1 - T5	1000
5	T1 - T6	1000
6	T2 - T3	1000
7	T2 - T4	1000
8	T2 - T5	1000
9	T2 - T6	1000
10	T3 - T4	1000
11	T3 - T5	1000
12	T3 - T6	1000
13	T4 - T5	1000
14	T5 - T 6	1000

2) Tahanan isolasi antar kumparan stator dengan bodi motor

tabel IV.3. Data Penelitian Tahanan Kumparan dengan Bodi Empat Kumparan.

Group 1

No	Ujung Kumparan	Ujung Lainnya	Tahanan Isolasi (M $\Omega$ )
1	T1 -	Bodi	1000
2	T2 -	Bodi	1000
3	T3 -	Bodi	1000
4	T4 -	Bodi	1000
5	T5 -	Bodi	1000
6	T6 -	Bodi	1000

Group 2

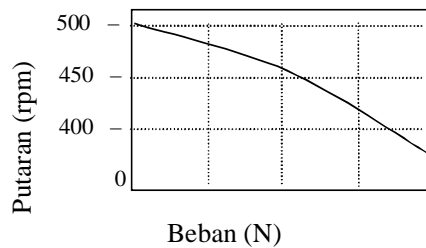
No	Ujung Kumparan	Ujung Lainnya	Tahanan Isolasi (M $\Omega$ )
1	T1 -	Bodi	1000
2	T2 -	Bodi	1000
3	T3 -	Bodi	1000
4	T4 -	Bodi	1000
5	T5 -	Bodi	1000
6	T6 -	Bodi	1000

3 Hasil sambungan kumparan stator motor empat kecepatan

a. Sambungan kumparan stator motor empat kecepatan pada kecepatan satu

Tabel IV.4. Data Penelitian Motor Empat Kecepatan Putaran satu.

No	Beban (N m)	Arus Start (A)	Arus Nom (mA)	Daya (Watt)	Teg. (Volt)	Cos $\phi$	Putaran (rpm)
1	0	0,5	455	115	380	0,15	497
2	0,5	0,6	476	127	380	0,19	495
3	1,0	0,7	486	175	380	0,2	487
4	1,5	0,9	511	225	380	0,28	479
5	2,0	1,1	525	235	380	0,35	450



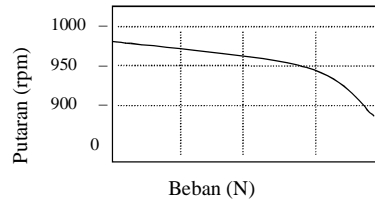
Gambar 4.1. Grafik hasil pembebanan pada penambah kecepatan Motor tahap I.

Keterangan : Gambar di atas merupakan hasil sambungan kumparan stator empat kecepatan pada putaran tiga putaran fungsi beban.

b. Sambungan kumparan stator motor empat kecepatan pada kecepatan dua

Tabel IV.5. Data Penelitian Motor Empat Kecepatan Putaran dua.

No	Beban (N m)	Arus Start (A)	Arus Nom (mA)	Daya (Watt)	Teg. (Volt)	Cos $\phi$	Putaran (rpm)
1	0	0,8	323	195	380	0,16	987
2	0,5	0,9	331	201	380	0,19	982
3	1,0	1,1	371	225	380	0,21	953
4	1,5	1,3	405	247	380	0,32	942
5	2,0	1,5	485	270	380	0,43	912



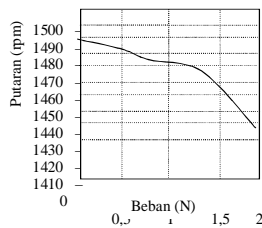
Gambar 4.2. Grafik hasil pembebanan pada pengubah kecepatan Motor tahap II.

Keterangan : Gambar di atas merupakan hasil sambungan kumparan stator empat kecepatan pada putaran empat putaran fungsi beban.

c. Sambungan kumparan stator motor empat kecepatan pada kecepatan tiga

Tabel IV.6. Data Penelitian Motor Empat Kecepatan Konstan Torsi Putaran Tiga.

No	Beban (N m)	Arus Start (A)	Arus Nom (mA)	Daya (Watt)	Teg. (Volt)	Cos $\phi$	Putaran (rpm)
1	0	1,2	923	202	380	0,3	1492
2	0,5	1,6	935	249	380	0,36	1484
3	1,0	1,75	961	313	380	0,44	1472
4	1,5	1,8	1010	396	380	0,53	1464
5	2,0	2	1140	530	380	0,64	1439

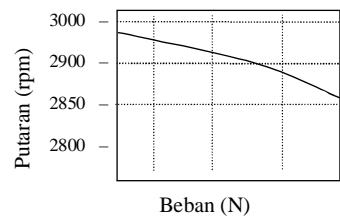


Keterangan : Gambar di atas merupakan hasil sambungan kumparan stator empat kecepatan pada putaran satu putaran fungsi beban.

a. Sambungan kumparan stator motor empat kecepatan pada kecepatan empat

Tabel IV.7. Data Penelitian Motor Empat Kecepatan Konstan Torsi Putaran Empat.

No	Beban (N m)	Arus Start (A)	Arus Nom (mA)	Daya (Watt)	Teg. (Volt)	Cos $\phi$	Putaran (rpm)
1	0	4	554	204	380	0,49	2988
2	0,5	4,4	585	240	380	0,55	2964
3	1,0	4,45	793	434	380	0,74	2929
4	1,5	4,6	984	587	380	0,87	2905
5	2,0	4,48	1230	760	380	0,84	2870



Gambar 4.4 : Grafik hasil pembebanan pada pengubah kecepatan motor tahap IV.

Keterangan : Gambar di atas merupakan hasil sambungan kumparan stator motor empat kecepatan pada putaran dua putaran fungsi beban.

## V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Komponen stator motor induksi tiga fase dengan tegangan awal 220/ 380Volt dirubah menjadi motor induksi tiga fase dengan tegangan 380Volt.  
Dengan melakukan peningkatan jumlah lilitan dari 70 lilitan menjadi 280 lilit dengan diameter kawat diperkecil dari 0,70 mm menjadi 0,5 mm hingga menghasilkan empat kecepatan.
2. Nilai hambatan stator motor induksi 3 fase ini cukup baik karena nilai masing-masing kumparan terjadi selisih yang kecil, hingga tingkat perbedaan antara nilai hambatan kumparan satu dengan yang lainnya kecil
3. Nilai tahanan isolasi antara kumparan satu dengan kumparan yang lain ini cukup baik karena nilai hambatan kumparan satu dengan kumparan yang lain tidak ada hubungan singkat antar kumparan stator dengan body Motor.
4. Dengan membandingkan kondisi awal motor sebelum dirubah kecepatannya terjadi torsi konstan yang kecepatannya sama dan terjadi variabel HP yang kecil perbedaannya
5. Motor ini mempunyai empat kecepatan dengan melakukan perubahan kutub, dua empat, enam dan dua belas kutup

## 5.2 Saran

1. Dalam melakukan motor induksi tiga fase empat kecepatan sebaiknya dibebani dengan beban penuh pada kondisi tersebut faktor bekerjanya baik.
2. Motor induksi tiga fase empat kecepatan sebaiknya dipergunakan pada mesin bubut, frais dan mesin skrap.
3. Dalam merangkai pengawatan motor induksi 3 fase ini sebaiknya menggunakan kabel jumper tusuk supaya lebih mudah cara menghubungkan dan tidak terjadi hubungan singkat antara terminal yang satu dengan yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Zuhal, 1982, *Dasar Tenaga Listrik*, Bandung : ITB
- Fitz gerald, Alih Bahasa Djoko Achyanto, 1990, *Mesin-mesin Listrik*, Jakarta Erlangga.
- Hamzah Berahim, 1992, *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*, Yogyakarta : Andi Offset.
- Kismed Fadillah. 1997, *Instalasi Motor-motor Listrik*, Bandung, Angkasa
- BLPT 1982, *Hand Out Rotasi Mesin Listrik*, Semarang, Balai Latihan dan Pendidikan Teknik.
- Robert Rosenberg B.S, 1985, *Elektro Motor Repair*, Rin Chart Company, Inc, New York.
- PT PLN (Persero) Diklat 1984, *Mesin Listrik*, Unit Diklat : Semarang
- General Elekrtric, 1987, *Prevention and Repair*, General Electric Company Apparatus Service Department, New York.