

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini diterangkan cara pengambilan data di laboratorium yang akan digunakan untuk menentukan konstanta-konstanta mesin induksi tiga fasa rotor sangkar, sebagai parameter pendukung untuk mendapatkan nilai kapasitor yang digunakan sebagai proses berpenguatan, dan nilai kapasitor yang digunakan sebagai kompensasi tegangan akibat mesin dibebani.

4.1. Penentuan Konstanta-Konstanta Mesin Induksi.

Konstanta mesin induksi yang akan ditentukan dalam mendukung penentuan nilai kapasitor sebagai proses penguatan dan kompensasi drop tegangan adalah tahanan stator (R_1), tahanan rotor (R_2), reaktansi stator (X_1), reaktansi (X_2) dan reaktansi magnetisasi (X_m). Untuk menentukan nilai parameter-parameter tersebut dilakukan pengukuran sebagai berikut :

- Percobaan Beban Nol dilakukan dengan cara sebagai berikut :
Pengukuran tegangan diatur sehingga menghasilkan tegangan sebesar tegangan nominal mesin, kemudian harga-harga parameter mesin yang ditunjukkan oleh voltmeter, amperemeter, dan wattmeter dicatat. Dari percobaan ini diperoleh tegangan beban nol (V_{bn}), arus beban nol (I_{bn}), dan daya beban nol (P_{bn}). Dari parameter pengukuran ini akan diperoleh reaktans magnetisasi (X_m).

- Percobaan menentukan kurva magnetisasi dapat dilakukan percobaan seperti rangkaian gambar 2.6.

- Percobaan hubung singkat dilakukan dengan cara rotor ditahan sehingga tidak berputar, pengaturan tegangan sehingga arus yang terukur pada amperemeter mencapai harga arus nominal mesin, harga -harga parameter mesin ditunjukkan oleh voltmeter, amperemeter, dan wattmeter. Dari percobaan ini diperoleh tegangan hubung singkar (V_{hs}), Arus hubung singkat (I_{hs}), dan daya hubung singkat (P_{hs}).

Dari percobaan ihubung singkat ini akan diperoleh parameter mesin tahanan rotor (R_2), reaktansi stator (X_1) dan Reaktansi rotor (R_2), kemudian tahanan stator (R_1) dapat diukur dengan multimeter terminal antar fasanya.

Dari ketiga percobaan diatas, akan diperoleh nilai kapasitas kapasitor yang digunakan sebagai kompensasi jatuh tegangan saat dibebani.

4. 2. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan analisis dengan menggunakan suatu mesin induksi tiga fasa rotor sangkar yang mempunyai tegangan 220/380 Volt, putaran (n) 3000 rpm, tahanan stator $R_1 = 0,538 \Omega$, dan arus jangkar (I_a) = 1 Ampere.

Dari hasil pengukuran di Laboratorium Elektronika daya telah dilakukan pengukuran test beban nol dan hubung singkat serta kurva magnetisasi yang digunakan untuk menentukan nilai kapasitor minimum yang harus diberikan pada mesin induksi tiga fasa, agar mesin tersebut dapat membangkitkan tegangan yang diinginkan.

Berdasarkan test beban nol diperoleh parameter- parameter sebagai berikut :

Tegangan beban nol (V_{bn}) = 233,8 Volt, Arus beban nol (I_{bn}) = 0,197 A, daya beban nol (P_{bn}) = 35,33 Watt, dan $\cos \phi = 0,77$.

Dari data pengukuran beban nol ini akan dapat dihitung parameter mesin listrik yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu ;

$$Y_0 = \frac{I_{bn}}{V_{bn}} = \frac{0,197}{233,8} = 8,426 \times 10^{-4} \text{ mho}$$

dari data Y_0 tersebut maka diperoleh nilai dari reaktansi magnetisasi (X_m) sebagai berikut :

$$B_m = Y_0 \cdot \sin(\cos^{-1} 0,77) = 8,426 \times 10^{-4} \times 0,638 = 5,376 \times 10^{-4} \text{ mho}$$

$$X_m = \frac{1}{B_m} = 1860 \Omega$$

Dari persamaan (2-8), dapat ditentukan nilai kapasitansi minimal yang harus diberikan sebagai remanensi mesin induksi, sehingga mesin induksi dapat membangkitkan tegangan listrik seperti yang diinginkan.

Jadi besaran nilai kapasitansi yang dibutuhkan adalah :

$$C_{\min} = \frac{1}{\omega(X_m + X_l)}$$

$$C_{\min} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times (1860 + 130,415)}$$

$$C_{\min} = 1,6 \mu\text{F}$$

Dari hasil percobaan kuva magnetisasi diperoleh data sebagai berikut :

Hasil Pengukuran		Hasil Analisis		
I_m (mA)	V_{bn} (Volt)	Z (ohm)	X_m (ohm)	E (Volt)
0	0	0	0	0
95	39,2	412,63	282,18	26,807
182	74,8	410,98	280,58	51,065
267	104	389,51	259,08	69,174
372	153	411,290	281,18	91,945
491	207	421,589	290,88	142,822
550	246	447,273	316,88	174,284
661	304	459,909	329,48	217,786

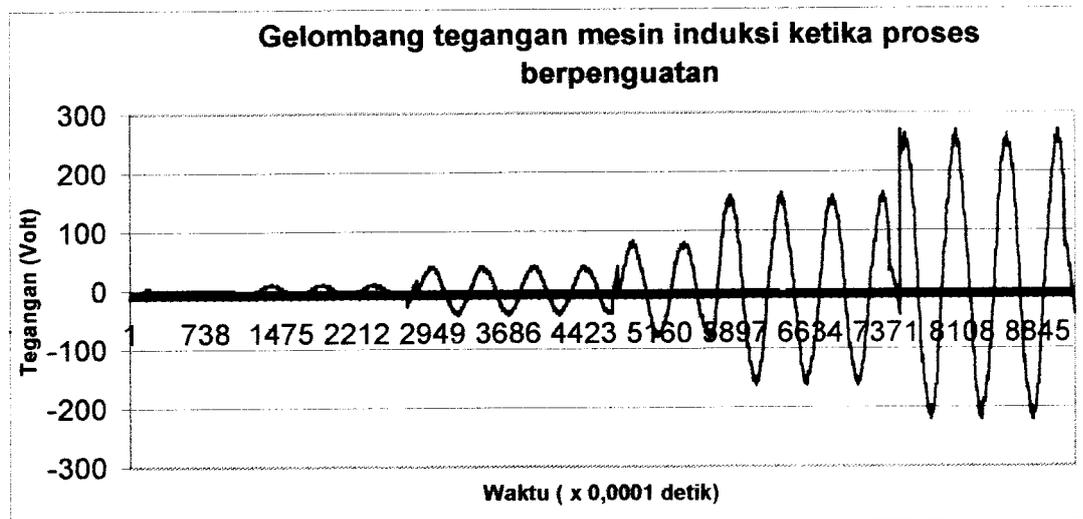
Dari tabel magnetisasi diatas nilai reaktansi minimum untuk mencapai tegangan nominal (X_m)= 329,48 ohm atau nilai kapasitansi magnetisasi minimal (C_m)= 9,66 μF

Dari data-data tersebut diatas, maka dilakukan percobaan mesin induksi tiga fasa berpenguatan sendiri melalui penambahan kapasitor di sisi terminal stator sebesar 12 μF , karena syarat untuk dapat membangkitkan tegangan pada generator induksi nilai reaktansi kapasitor sebagai proses penguatan tegangan listrik

disisi stator harus lebih besar dari nilai reaktansi magnetisasi mesin induksi. Sehingga dalam penelitian kapasitansi kapasitor yang digunakan dalam proses penguatan digunakan $12 \mu\text{F}/400 \text{ V}$, dan besar nilai $12 \mu\text{F}$ mudah diperoleh dipasaran.

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran respon tegangan mesin induksi tiga fasa rotor sangkar ketika proses berpenguatan, dan pengukuran respon tegangan ketika dihubungkan beban resistansi (R) = 110 ohm, dan proses pemberian beban disertai kompensasi kapasitor (C) = $22 \mu\text{F}$, dengan memakai alat ukur oscilloscope HAMEG. Kemudian hasil pengukuran diedit dengan menggunakan software EXCEL Versi 51.

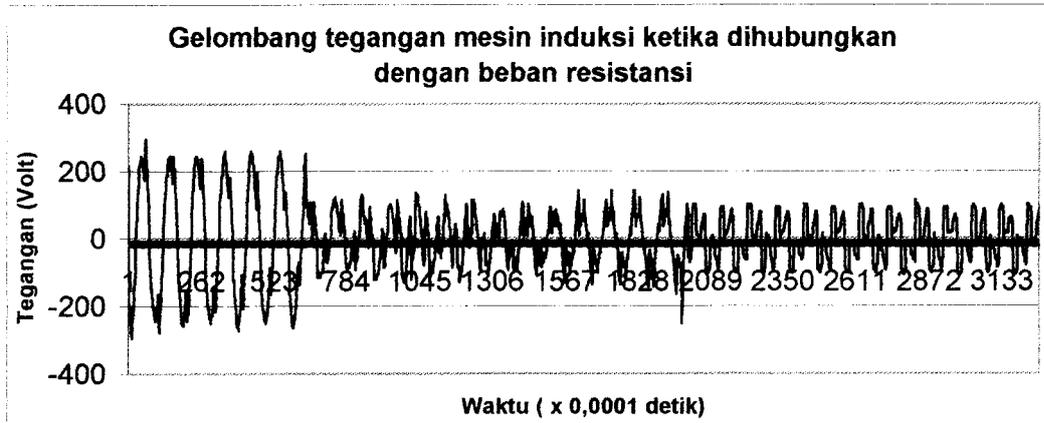
Adapun hasil pengukuran di Laboratorium maka diperoleh respon pembangkitan tegangan berpenguatan sendiri pada mesin induksi tiga fasa seperti terlihat pada gambar 5.1. dibawah ini :



Gambar 5.1. Respon Gelombang tegangan generator induksi tiga fasa ketika proses berpenguatan

Tegangan akhir untuk proses berpenguatan pada gambar 5.1 dicapai pada harga 270 Volt. Setelah tegangan mencapai harga 270 Volt tersebut, selanjutnya mesin induksi tiga fasa diberi beban resistive sebesar 110 ohm.

Pada saat mesin induksi diberi beban maka tegangan yang dihasilkan mesin induksi turun dengan dratis hingga turun sampai 100 Volt. Hasil pengukuran mesin induksi yang diberi beban resistansi diperlihatkan pada gambar 5.2. seperti dibawah ini:



Gambar 5.2. Respon tegangan mesin induksi ketika dihubungkan dengan beban resistansi 110 ohm.

Untuk menanggulangi jatuh tegangan yang terjadi tersebut, dalam penelitian ini terminal stator dari mesin tersebut dikompensasi dengan penambahan kapasitor disisi beban.

Berdasarkan data pengukuran hubung singkat maka diperoleh data-data sebagai berikut :

Tegangan hubung singkat (V_{hs}) = 217 Volt, arus hubung singkat (I_{hs}) = 0,76 Ampere, dan daya hubung singkat (P_{hs}) = 67,1 Watt. Dari data tersebut dapat ditentukan nilai parameter mesin listrik tahanan dan reaktans, dan impendansnya .

$$R_{hs} = \frac{P_{hs}}{I_{hs}^2} = \frac{67,1}{0,76^2} = 116,17\Omega$$

$$Z_{hs} = \frac{V_{hs}}{I_{hs}} = \frac{217}{0,76} = 285,53\Omega$$

$$X_{hs} = \sqrt{Z_{hs}^2 - R_{hs}^2} = \sqrt{285,53^2 - 116,17^2} = 260,83\Omega$$

dari parameter reaktansi tersebut diperoleh reaktansi untuk belitan stator (X_1) dan rotor (X_2) yang masing-masing nilai setengah dari nilai reaktansi hubung singkat, sehingga didapat reaktans untuk stator rotor sebagai berikut ;

$$X_1 = X_2 = \frac{X_{hs}}{2} = \frac{260,83}{2} = 130,415 \Omega$$

Kemudian untuk menentukan nilai parameter tahanan rotor (R_2) diperoleh berdasarkan formulasi sebagai berikut:

$$P_{hs} = I_{hs}^2 (R_1 + R_2)$$

$$R_2 = \frac{P_{hs}}{I_{hs}^2} - R_1$$

$$R_2 = \frac{67,1}{0,76^2} \Omega - 0,538 \Omega = 115,63 \Omega$$

dari data-data beban nol dan hubung singkat diatas, dapat diperoleh nilai kapasitor minimal untuk mengkompensasi jatuh tegangan akibat diberi beban. Adapun formulasi yang digunakan seperti pada persamaan (2-6)

$$C_{cs \min} = \frac{X_c (X_2 + X_m) - \frac{R_1^2}{s} (R_1 + X_m)}{\omega \cdot (K_1 - K_2 - K_3)}$$

Hasil percobaan dan pengukuran laboratorium yang dilakukan parameter mesin- mesin listrik diperoleh sebagai berikut:

$$R_1 = 0,538 \text{ ohm}$$

$$R_2 = 115,63 \text{ ohm}$$

$$X_1 = 130,415 \text{ ohm}$$

$$X_2 = 130,415 \text{ ohm}$$

$$X_c = 265,26 \text{ ohm}$$

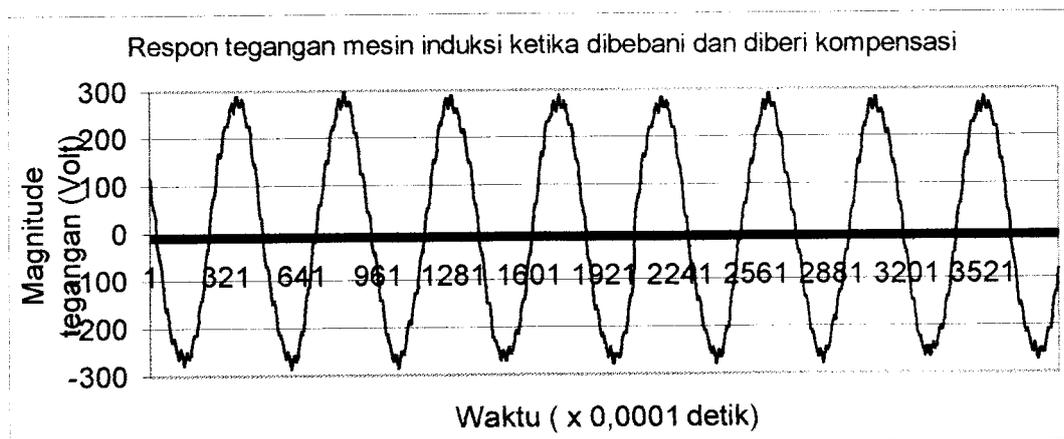
$$R_L = 110 \text{ ohm}$$

$$X_L = 0 \text{ ohm}$$

$$\omega = 100 \pi \text{ rad/detik}$$

$$s = 0,8$$

Dari data-data diatas, maka nilai kapasitor yang harus diberikan pada mesin induksi, agar jatuh tegangan tidak turun dengan dratis, adalah $(C_{csmin})= 22 \mu F$



Gambar 5.3. Respon tegangan mesin induksi tiga fasa ketika dihubungkan beban resistansi $(R) = 110\Omega$ dan ditambah kompensasi kapasitor $C = 22 \mu F$

Dari hasil ketiga gambar 5.1, dan gambar 5.2, serta gambar 5.3, menunjukkan respon tegangan untuk mesin induksi tiga fasa yang diajukan dalam penelitian ini. Ketiga gambar tersebut memperlihatkan respon tegangan yang terjadi saat berpenguatan, diberi beban, dan setelah diberi kompensasi kapasitor.

Dari gambar 5.1. menunjukkan bahwa dengan memberi kapasitor sebesar $12 \mu F$ disisi stator pada mesin induksi dapat digunakan sebagai fluksi awal, sehingga mesin induksi mampu membangkitkan tegangan mencapai 270 Volt.

Dari gambar 5.2. menunjukkan respon tegangan yang terjadi pada mesin induksi ketika dihubungkan beban resistans sebesar 110Ω , tegangan yang dibangkitkan mesin induksi turun dengan dratis mencapai 59,3 % dari sumber suplynya.

Dari gambar 5.3. menunjukkan respon tegangan mesin induksi ketika diberi kompensasi kapasitor $22 \mu F$ yang fungsinya untuk kompensasi tegangan jatuh akibat mesin dibebani. Akibat kompensasi, tegangan hanya turun sekitar 22,2 %