

ANALISIS KINERJA GENERATOR INDUKSI 3 FASA BERDASARKAN REGULASI TEGANGANNYA

Rachmat Sutjipto¹⁾, Heri Sungkowo²⁾, Epiwardi Epiwardi³⁾
Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
Jalan Soekarno Hatta No 9 Malang

¹⁾mamat101963@gmail.com,

²⁾heri.sungkowo@polinema.ac.id

³⁾epiwardi@polinema.ac.id

Abstrak

Generator induksi 3 fasa bisa digunakan sebagai generator cadangan dari operasi generator sinkron 3 fasa. Generator induksi 3 fasa dapat dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa atau motor sangkar 3 fasa untuk generator induksi SEIG (Self Excited Induction Generator). Motor induksi slip ring 3 fasa berfungsi sebagai generator induksi setelah belitan rotornya disuplai sumber DC dan diputar menggunakan *prime mover*, sedangkan pada generator SEIG, tegangan listrik dihasilkan dengan bantuan 3 kapasitor yang terhubung delta. Permasalahan yang muncul dalam pengoperasian adalah timbulnya rugi tegangan saat dilaksanakan variasi pembebanan. Untuk menjawab permasalahan tersebut maka diadakan 3 jenis pengetesan (*DC Test, Open Circuit Test dan Load Test*) pada kedua generator tersebut. Setelah semua percobaan dilaksanakan dan dianalisa maka diketahui bahwa besarnya tegangan output dari generator induksi 3 fasa dipengaruhi oleh besarnya kecepatan generator dan besarnya arus eksitasi. Proses eksitasi dari kedua generator tersebut berbeda, eksitasi dari generator SEIG ditentukan besar dan jenis hubungan kapasitor eksitasi sedangkan generator induksi lainnya ditentukan oleh besarnya tegangan DC yang disuplaikan ke belitan rotor. Tegangan output dari kedua generator induksi juga dipengaruhi oleh besar dan jenis bebannya. Diketahui pula bahwa generator induksi SEIG mempunyai rugi tegangan dan % regulasi tegangan yang lebih besar dikarenakan harga parameter belitannya lebih besar. Untuk menstabilkan tegangan output generator maka dapat dilaksanakan dengan mengatur besarnya arus eksitasi dan kecepatan dari kedua generator induksi tersebut, dengan tetap memperhatikan kemampuan belitan eksitasi dan frekuensi yang dibutuhkan oleh beban serta kesediaan kapasitor untuk generator SEIG.

Kata kunci : generator induksi 3 fasa, tegangan output, % regulasi tegangan

1. PENDAHULUAN

Energi listrik sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam kegiatan sehari-hari secara umum baik industri, perkantoran, maupun konsumen rumah tangga. Untuk menghasilkan energi listrik biasanya menggunakan generator yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, maka dari itu generator merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik karena berperan dalam penyediaan energi listrik yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat.

Untuk kebutuhan listrik yang berkesinambungan (kontinu) maka diperlukan sumber energy listrik yang handal dan bisa bekerja secara terus menerus. Dalam proses penyaluran energy listrik, saat terjadi kerusakan atau adanya *maintenance and repair (M&R)* dari generator maka sebaiknya terdapat generator cadangan (*backup*) agar proses penyaluran energi listrik ke beban tidak terputus. Dalam skala kecil dan berdasarkan pertimbangan ekonomis maka generator induksi bisa digunakan sebagai generator cadangan yang nantinya hanya digunakan untuk beban-beban prioritas (*essential*) pada system tersebut. Pada umumnya motor induksi 3 fasa digunakan sebagai generator induksi dengan menggunakan beberapa modifikasi konstruksi maupun modifikasi operasinya sehingga merubah fungsinya dari motor menjadi generator penghasil

tenaga listrik. Terdapat bermacam-macam jenis dari generator induksi dan pada penelitian ini digunakan 2 jenis generator untuk dianalisa yaitu generator induksi yang dibuat dari sebuah motor slip ring 3 fasa dan generator yang dibuat dari motor induksi sangkar yang ditambahkan kapasitor sebagai alat bantu eksitasi (SEIG).

Pada penelitian-penelitian yang lalu, telah dilaksanakan pengetesan pada 2 jenis generator induksi seperti tersebut di atas . Kedua jenis generator induksi dites dengan beberapa macam test antara lain

- a. Test Open Circuit,
- b. Test Pembebanan (Load Test).
- c. DC Test.

Diharapkan dari semua test yang telah dilaksanakan akan dapat diketahui dan dianalisa seberapa efektif kinerja dari semua generator induksi 3 fasa yang diujicoba ditinjau dari regulasi tegangannya. Regulasi tegangan digunakan sebagai tolok ukur dalam penelitian ini dikarenakan regulasi tegangan bisa digunakan sebagai salah satu faktor dalam penentuan generator induksi yang yang paling tepat untuk sebagai generator cadangan. Hal ini dikarenakan saat dilaksanakan variasi besar dan jenis beban pada suatu generator maka tegangan output dari generator akan langsung terpengaruhi dan untuk

itu diperlukan suatu cara atau metode untuk menjaga kestabilan dari tegangan output tersebut.

Regulasi tegangan dari generator dapat ditentukan dengan menggunakan formula sebagai berikut [1] : (Chapman 2012:216):

$$\% V_{reg} = \frac{V_{nl} - V_l}{V_l} \times 100 \%$$

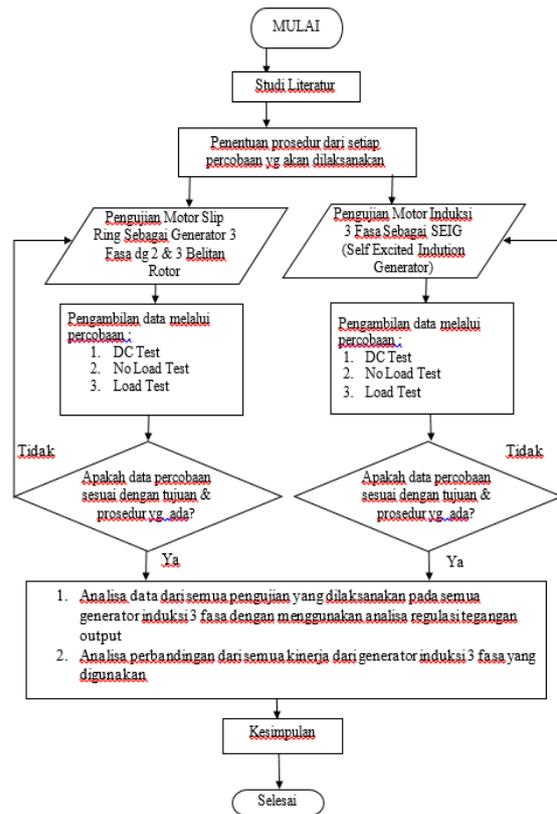
(1)

Analisa tentang regulasi tegangan diperlukan agar diketahui secara pasti bagaimana kinerja tegangan output generator induksi saat dibebani sehingga diketahui seberapa stabil tegangan dari generator saat dilaksanakan variasi besar dan jenis pembebanan generator.

Secara umum penelitian ini merupakan kelanjutan dari 2 penelitian sebelumnya yaitu penelitian yang dikerjakan pada tahun 2020 dengan judul Analisa Kelayakan Penggunaan Motor Induksi Slip Ring 3 Fasa 1500 W Sebagai Generator 3 Fasa dan penelitian pada tahun 2014 tentang Kajian Pengaruh Penggunaan Kapasitor Terhadap Tegangan Output Pada SEIG (*Self-Excited Induction Generator*). Dari kedua penelitian dapat diketahui proses pembangkitan tegangan pada kedua generator induksi dan diketahui pula beberapa karakteristik kerja dari kedua generator tersebut. Karakteristik-karakteristik tersebut khususnya regulasi tegangan dianalisa dan dibandingkan untuk menentukan kinerja dari tegangan output generator induksi. Hasil dari analisa setiap generator induksi dan perbandingan kinerjanya akan digunakan dalam penentuan generator cadangan dari generator sinkron 3 fasa.

2. METODE PENELITIAN

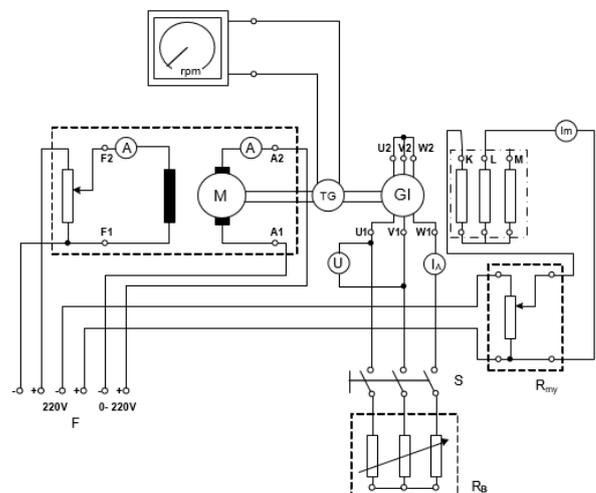
Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Lab. Mesin Listrik Politeknik Negeri Malang dan langkah-langkah penelitian seperti pada diagram alir sebagai berikut:



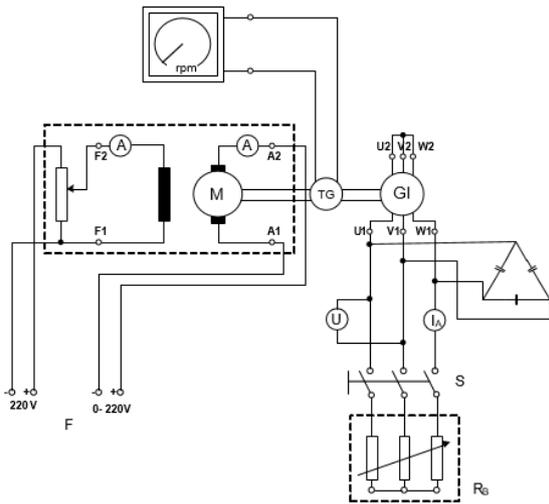
Gambar 2.1. Flow Chart Penelitian

2.1 Rangkaian Pengujian

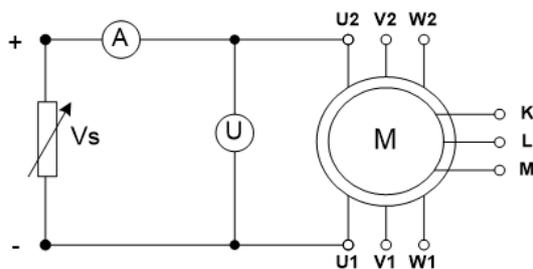
Gambar semua rangkaian percobaan yang dilaksanakan berdasarkan petunjuk percobaan yang ada di buku TERCO Electrical Machines, Laboratory Experiments Part 1 [6] dan dari beberapa penelitian sebelumnya, untuk kemudian dimodifikasi sesuai kebutuhan percobaan.



Gambar 2.2 Rangkaian Pengujian Motor Slip Ring Sebagai Generator 3 Fasa dengan 2 Belitan Rotor [2]



Gambar 2.3 Rangkaian Pengujian Motor Induksi Sebagai SEIG (Self Excited Induction Generator) [5]



Gambar 2.4 Rangkaian Percobaan DC Test [2]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Pembangkitan Tegangan Output Pada Generator Induksi.

Seperti generator listrik pada umumnya kedua jenis generator induksi baik generator induksi yang terbuat dari motor induksi slip 3 fasa maupun generator SEIG (*Self Excited Induction Generator*) pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang sama yaitu menggunakan persamaan [1] : (Chapman,2012:197) :

$$e = c.n \phi (2)$$

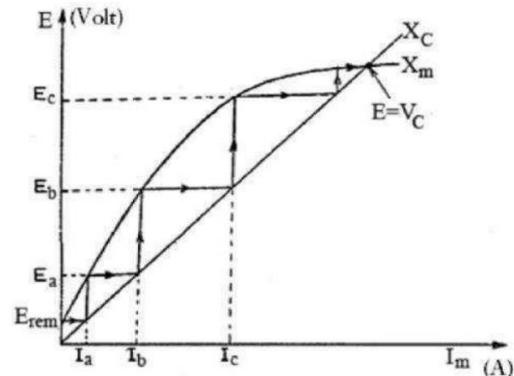
, dimana besarnya GGL yang dibangkitkan sebanding dengan besarnya kecepatan *prime mover* dan besarnya fluksi eksitasi yang diaplikasikan pada rotor (belitan medan) dari generator tersebut.

Perbedaan utama dari kedua generator tersebut adalah pada proses eksitasinya, dimana pada generator SEIG, arus eksitasi ditimbulkan dengan bantuan kapasitor eksitasi sedangkan pada generator yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa, proses eksitasi dilaksanakan dengan menginjeksi sumber DC ke belitan rotor dari generator untuk menghasilkan fluksinya.

Pada motor slip ring 3 fasa difungsikan sebagai generator 3 fasa, tegangan output akan timbul di belitan stator setelah belitan rotor (2

belitan atau 3 belitan) dari generator tersebut diputar dengan prime mover & diberikan tegangan DC. Dikarenakan pada rotor sudah menjadi suatu rangkaian tertutup sehingga arus eksitasi akan mengalir pada belitan rotor dan jika belitan rotor tersebut diputar maka akan menimbulkan tegangan seperti tersebut pada persamaan di atas.

Untuk generator SEIG, proses pembangkitan tegangannya dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Grafik Proses Pembangkitan Tegangan SEIG

Sesuai dengan grafik 3.1 di atas, ketika generator induksi pertama kali diputar, maka remanensi magnet (magnet sisa pada kumparan medan) yang ada pada rotor akan membentuk ggl induksi awal (E_{rem}) pada belitan stator. Timbulnya E_{rem} ini memicu kapasitor untuk mengalirkan arus reaktif kapasitif sebesar I_a dan akan menghasilkan fluksi celah udara. Fluksi ini kemudian menambah jumlah fluksi yang sudah ada, sehingga menghasilkan ggl induksi di stator yang lebih besar lagi yaitu sebesar E_a . Tegangan E_a hasil dari induksi ini akan memicu kembali kapasitor mengalirkan arus kapasitif yang semakin besar pula yaitu sebesar I_b yang kemudian akan menambah jumlah fluksi celah udara, sehingga dihasilkan ggl induksi yang lebih besar lagi yaitu E_b . E_b ini kemudian menghasilkan arus I_c , dan kemudian membentuk ggl induksi E_c dan seterusnya sampai mencapai titik kesetimbangan dimana $E = V_c$.

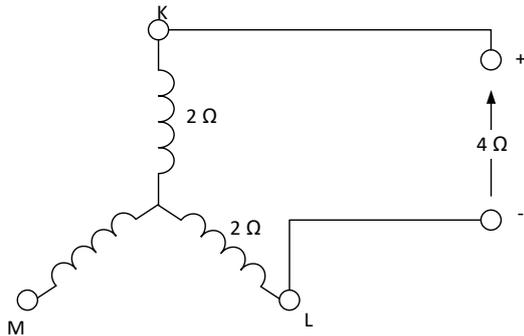
3.2. Analisa Pengujian Penentuan Parameter Generator

Hasil pengukuran pengujian DC Test dari generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa, adalah sebagai berikut :

TABEL 3.1 DATA PERCOBAAN DC TEST, UNTUK GENERATOR INDUKSI YANG DIBUAT DARI MOTOR INDUKSI SLIP RING 3 FASA

Stator			Rotor				
Terminal	V dc (Volt)	I dc (Amp)	Ra (Ω)	Terminal	V dc (Volt)	I dc (Amp)	Rm (Ω)
U1 - U2	2,2	1	2,2	LM	4,4	1	4,4
V1 - V2	2,2	1	2,2	KL	4,4	1	4,4
W1 - W2	2,2	1	2,2	KM	4,4	1	4,4

Berdasarkan table 3.1 di atas maka dapat diketahui bahwa generator induksi dalam kondisi seimbang baik belitan stator maupun belitan rotornya. Hal ini dikarenakan besarnya setiap tahanan statornya mempunyai tahanan yang sama sebesar 2,2 Ω. Untuk tahanan rotor yang diukur diantara terminal K-L, L-M dan M-K, diketahui bahwa hasil pengukuran diketahui sebesar 4,4 Ω dan dikarenakan tahanan yang terukur adalah tahanan diantara 2 belitan maka besarnya tahanan setiap belitannya adalah sebesar 2,2 Ω, seperti terlihat di gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.2 : Rangkaian Konfigurasi 2 Belitan Rotor

Sedangkan besarnya reaktansi sinkron dari generator induksi melalui percobaan Tanpa Beban & Hubung Singkat diketahui sebesar

$$X_s = \frac{127}{1,31} = 96,95 \Omega / \text{phasa}$$

TABEL 3.2 DATA PERCOBAAN DC TEST & AC TEST, UNTUK GENERATOR INDUKSI SEIG

No	Terminal	U (V)	I (A)	Ra
1	U1 - U2	5,8	1	5,8
2	V1 - V2	5,8	1	5,8
3	W1 - W2	5,8	1	5,8

Dari percobaan DC test di atas, maka dapat diketahui besarnya parameter Ra dari stator generator SEIG yang akan digunakan untuk analisa rugi-rugi generator SEIG.

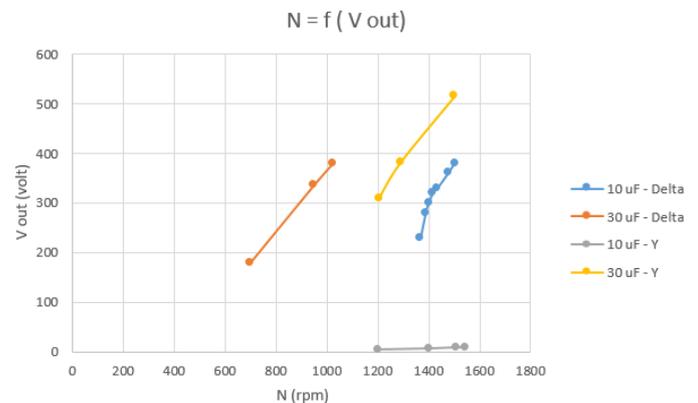
3.3. Analisa Perbandingan Kondisi Tanpa Beban (No Load) dari 2 Jenis Generator Induksi

Seperti terlihat pada tabel 3.1 diketahui bahwa dalam kondisi tanpa beban (No Load) besarnya tegangan yang dibangkitkan dari generator SEIG tergantung oleh :

- Besarnya kecepatan prime over, dimana semakin cepat kecepatan generator maka tegangan yang dibangkitkan akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan persamaan $e = c.n \phi$
- Besar & jenis hubungan kapasitor. Diketahui dari hasil percobaan bahwa semakin besar kapasitor maka semakin besar tegangan yang dibangkitkan karena semakin besarnya fluksi eksitasi yang dibangkitkan pada generator induksi. Selain itu diketahui juga bahwa kapasitor terhubung delta akan menghasilkan tegangan yang lebih besar dibandingkan kapasitor terhubung bintang (Y).

TABEL 3.3 PENGUJIAN TANPA BEBAN PADA GENERATOR INDUKSI SEIG DENGAN VARIASI KAPASITOR

No	Kapasitor (μF)	N (rpm)	V out (Volt)	Hubungan Kapasitor
1	10	1368	230	D
		1388	280	
		1400	300	
		1417	320	
		1435	330	
		1477	360	
2	30	1502	380	D
		700	180	
		950	336	
3	10	1025	380	Y
		1200	4	
		1400	6	
		1507	8	
4	30	1545	8	Y
		1204	309	
		1291	382	
		1501	515	

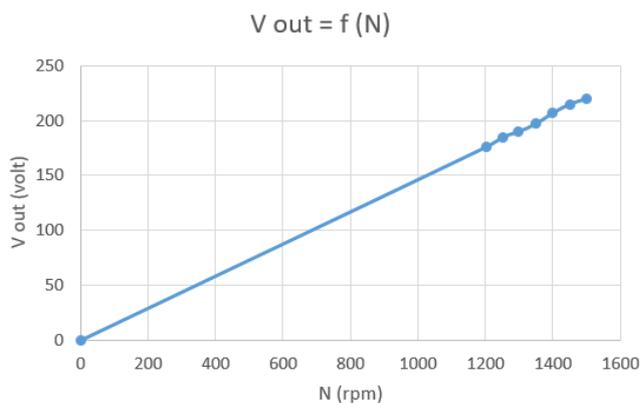


Gambar 3.3. Grafik $N = f(V \text{ out})$ pada Generator SEIG Dengan Variasi Besar dan Jenis Kapasitor

TABEL 3.4 DATA PERCOBAAN NO LOAD DENGAN IM KONSTAN & KECEPATAN KONSTAN DARI GENERATOR

INDUKSI YANG DIBUAT DARI MOTOR INDUKSI SLIP RING 3 FASA

Im konstan = 1,83A		Kecepatan Konstan = 1500 rpm			
Nr (rpm)	V out (volt)	Vdc (V)	Im (A)	Vout (V)	T (Nm)
0	0	0	0	1,5	0,2
1202	176	2,5	0,35	40	0,2
1251	185	3	0,46	53	0,21
1299	190	3,5	0,56	67	0,21
1349	197	4	0,68	81	0,22
1400	207	5	0,9	107	0,3
1450	215	6	1,02	135	0,31
1500	220	7	1,36	166	0,39
		8	1,57	190	0,4
		9,2	1,84	220	0,41



Gambar 3.4. Grafik $V_{out} = f(Nr)$ dengan I_m Konstan (1,83 A)

Dari tabel 3.2 dapat diketahui bahwa dengan memvariasikan tegangan DC dengan kecepatan konstan atau memvariasikan kecepatan dengan arus eksitasi yang konstan (gambar 3.4) maka dapat diketahui bahwa pengaturan tersebut akan menghasilkan tegangan output dari generator induksi yang bervariasi & hal ini sesuai dengan persamaan 2 yaitu :

$$e = c.n \phi.$$

Dari kedua tabel tersebut di atas maka sesuai dengan prinsip kerja dari masing-masing generator diketahui bahwa perbedaan dari kedua generator tersebut adalah proses pengaturan arus eksitasinya dimana untuk generator induksi SEIG menggunakan pengaturan dari besar, jenis dan hubungan dari kapasitor yang digunakan untuk menghasilkan arus eksitasi. Sedangkan pengaturan eksitasi dari generator induksi yang dibuat dari motor slip ring 3 fasa dilaksanakan dengan pengaturan tegangan DC untuk belitan rotor yang berakibat perubahan arus eksitasi DC.

3.4. Analisa Perbandingan Kondisi Berbeban dari 2 Jenis Generator Induksi.

3.4.1. Analisa Perbandingan Saat Generator Induksi Berbeban Resistif

TABEL 3.5. DATA PERCOBAAN PEMBEBANAN RESISTIF DARI GENERATOR INDUKSI YANG DIBUAT DARI MOTOR INDUKSI SLIP RING 3 FASA

Beban Resistif				
Im = 1,83 A & N = 1500 rpm				
Ia (A)	% Load (%)	Tin (Nm)	Vout (V)	% Reg (%)
0	0,00%	0,4	220	0
0,35	26,48%	1,2	205	6,82%
0,47	35,55%	1,4	200	9,09%
0,72	54,47%	1,7	184	16,36%
0,88	66,57%	1,76	155	29,55%
1,1	83,21%	1,62	130	40,91%

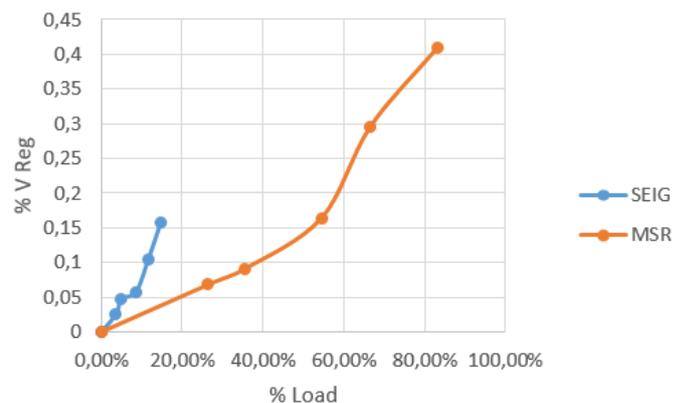
TABEL 3.6. DATA PERCOBAAN PEMBEBANAN RESISTIF DARI GENERATOR INDUKSI SEIG DENGAN KAPASITOR 10 uF & I NOMINAL = 3,8 A

Beban Resistif					
C = 10 uF & N = 1500 rpm					
No	C (uF)	V out (volt)	Ia (A)	% Load (%)	V reg (%)
1	10 uF	380	0	0,00%	0
2		370	0,18	3,67%	2,63%
3		362	0,24	4,90%	4,74%
4		358	0,42	8,57%	5,79%
5		340	0,57	11,63%	10,53%
6		320	0,72	14,69%	15,79%

Dari kedua tabel di atas dapat diketahui bahwa semakin besar beban yang diaplikasikan pada kedua generator di atas maka arus jangkar akan semakin besar dan berimbang tegangan output akan semakin turun. Hal ini dikarenakan semakin besar beban maka rugi-rugi yang ditimbulkan pada kedua generator tersebut di atas.

$$\% \text{ Load} = f(\% \text{ V Reg})$$

Beban Resistif



Gambar 3.3. Grafik $\% V_{reg} = f(\% \text{ Load})$

Dari grafik data di atas juga diketahui bahwa saat kedua generator tersebut dibebani beban resistif maka terjadi perbedaan rugi tegangan diantara kedua generator tersebut. Dari grafik diketahui juga besarnya % regulasi dari generator SEIG lebih kecil dibandingkan % regulasi dari generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa. Hal ini disebabkan karena rugi tegangan dari generator SEIG lebih kecil saat berbeban resistif sehingga % regulasinya lebih besar. Meskipun begitu, generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa lebih mampu dibebani dibandingkan generator SEIG karena saat generator SEIG dibebani melebihi 21 % dari beban nominalnya maka rugi tegangan dari generator SEIG akan sangat besar sehingga diperlukan penggantian kapasitor

Perbedaan rugi tegangan tersebut timbul karena adanya perbedaan besarnya harga parameter dari kedua generator tersebut sehingga rugi-rugi tegangannya juga berbeda tegangan output yang dihasilkannya. Perbedaan ini timbul karena adanya perbedaan parameter dari setiap generator seperti terlihat pada tabel 4.2, dimana tahanan belitan dari generator SEIG relatif lebih kecil dibandingkan dengan generator induksi yang terbuat dari motor induksi slip ring 3 fasa dikarenakan adanya tambahan rugi-rugi pada belitan rotor sehingga menimbulkan rugi tegangan yang lebih besar. Selain itu ditinjau dari kecepatannya maka generator induksi yang dibuat dari motor slip ring 3 fasa mempunyai kecepatan yang lebih stabil dibandingkan generator SEIG sehingga akan berimbang pada frekuensi dari tegangan output yang dihasilkan.

3.4.2. Analisa Perbandingan Saat Generator Induksi Berbeban Induktif

TABEL 3.7. DATA PERCOBAAN PEMBEBANAN INDUKTIF DARI GENERATOR INDUKSI YANG DIBUAT DARI MOTOR INDUKSI SLIP RING 3 FASA

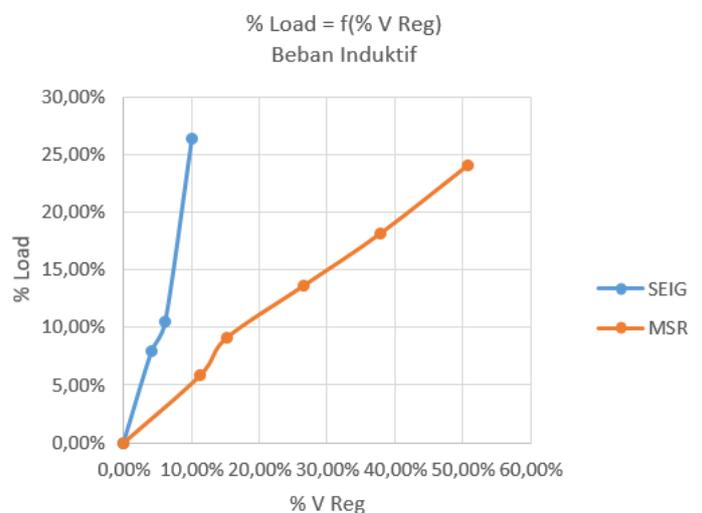
Beban Induktif				
Im = 1,83 A & N = 1500 rpm				
Ia (A)	% Load	Tin (Nm)	Vout (V)	V reg
(A)	(%)	(Nm)	(V)	(%)
0	0,00%	0,4	220	0
0,15	11,35%	0,4	207	5,91%
0,2	15,13%	0,4	200	9,09%
0,35	26,48%	0,4	190	13,64%
0,5	37,82%	0,4	180	18,18%
0,67	50,68%	0,4	167	24,09%
0,85	64,30%	0,4	152	30,91%

TABEL 3.8. DATA PERCOBAAN PEMBEBANAN INDUKTIF DARI GENERATOR INDUKSI SEIG

Beban Induktif					
C = 10 uF & N = 1500 rpm					
No	C (uF)	V out (volt)	Ia (A)	% Load (%)	V reg (%)
1	10 uF	380	0	0,00%	0,00%
2		350	0,2	4,08%	7,89%
3		315	0,3	6,12%	17,11%
4		220	0,49	10,00%	42,11%

Dari kedua tabel & gambar grafik di atas, dapat diketahui bahwa kondisi yang terjadi saat berbeban resistif juga terjadi saat berbeban induktif dimana semakin besar beban diaplikasikan pada kedua generator induksi tersebut maka akan terjadi penurunan tegangan output. Diketahui juga bahwa penurunan tertinggi terjadi pada generator induksi SEIG karena dengan kenaikan beban yang relatif lebih kecil maka terjadi rugi tegangan yang cukup besar sehingga berimbang pada besarnya % regulasi tegangan. Hal ini dikarenakan generator induksi SEIG mempunyai tahanan Ra lebih besar dibandingkan generator induksi yang dibuat dari motor induksi 3 fasa.

Selain itu diketahui pula bahwa pembebanan generator induksi SEIG lebih kecil dibandingkan generator induksi yang dibuat motor induksi slip ring 3 fasa karena tegangan output akan menjadi 0 volt jika generator induksi SEIG dibebani melebihi 10 % dari beban nominalnya sehingga perlu diadakan penggantian besar kapasitor eksitasi untuk memperbesar eksitasinya. Perbandingan karakteristik dari kedua generator selengkapny dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Grafik % V reg = f (% Load) Beban Induktif dari 2 Jenis Generator Induksi

3.5. Analisa Penstabilan Tegangan dari Generator Induksi 3 Fasa

Diketahui dari gambar 3.5 dan analisa di atas bahwa rugi tegangan di generator induksi SEIG relative lebih kecil dibandingkan rugi tegangan dari generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa saat kedua generator induksi tersebut di bebani. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan rugi-rugi dari generator induksi yang disebabkan adanya perbedaan parameter dari kedua generator induksi tersebut.

Dari analisa kedua jenis generator induksi di atas dapat diketahui bahwa untuk proses penstabilan tegangan output dari generator induksi dapat digunakan cara mengatur besarnya kecepatan dari generator dan mengatur besarnya fluksi generator dengan mengatur eksitasi dari generator induksi tersebut, dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Untuk generator induksi SEIG maka penstabilan tegangan output dengan mengatur besarnya kapasitor yang dipakai dalam proses eksitasi seperti terlihat pada tabel 3.3. Jika penggunaan variasi kapasitor kurang praktis & kurang memungkinkan maka dapat dilaksanakan pengaturan kecepatan generator dengan mempertimbangkan frekuensi yang diinginkan oleh beban. Hal ini dikarenakan besar frekuensi dari generator ditentukan oleh kecepatan dari generator tersebut.
2. Untuk generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa maka penstabilan tegangan output generator dilaksanakan dengan mengatur besarnya kecepatan generator dan atau besarnya tegangan DC eksitasi yang diinputkan ke belitan rotor dari generator dengan memperhatikan kemampuan arus dari belitan rotor dan frekuensi yg dibutuhkan oleh beban resistif seperti terlihat pada tabel 3.9. Dari tabel tersebut diketahui bahwa jika beban dinaikkan maka terjadi penurunan tegangan output dari generator induksi. Seperti persamaan no 2 maka untuk menaikkan tegangan output dari generator induksi diperlukan menaikkan tegangan DC eksitasi. Dengan naiknya tegangan DC eksitasi maka akan menaikkan arus eksitasi I_m yang berakibat naiknya kembali tegangan output dari generator induksi dan tegangan output menjadi stabil lagi.

TABEL 3.9. DATA PERCOBAAN PENSTABILAN TEGANGAN BEBAN RESISTIF DARI GENERATOR INDUKSI YANG DIBUAT DARI MOTOR INDUKSI SLIP RING 3 FASA

No	Tap Beban	Kondisi Awal				Proses Penstabilan			
		Ia	Vout	V dc	Im	V dc	Im	Ia	Vout
1	0	0	220	9,7	1,83				
2	1	0,05	208	9,7	1,85	9,8	1,85	0,05	220
3	2	0,125	207	9,8	1,85	10	1,9	0,125	220
4	3	0,27	203	10	1,9	10,2	1,95	0,27	220

4. KESIMPULAN

Dari analisa yang telah dilaksanakan maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses pembangkitan tegangan dari kedua generator induksi seperti tersebut di atas mengikuti formula $e = c.n.\phi$. Hanya saja proses pembentukan fluksi dari generator induksi berbeda diantara kedua generator induksi dimana untuk generator induksi SEIG proses eksitasi dilaksanakan oleh kapasitor eksitasi sedangkan untuk generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa proses eksitasi dilaksanakan dengan menginputkan tegangan DC ke belitan rotor dari generator induksi tersebut.
2. Dari data percobaan pembebanan dapat diketahui bahwa tegangan output akan mengalami penurunan tegangan saat dilaksanakan pembebanan dengan variasi besar dan jenis beban. Pada umumnya generator SEIG mempunyai rugi tegangan yang lebih besar & % regulasi tegangan yang lebih besar dibandingkan generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa dikarenakan generator SEIG mempunyai harga parameter belitan yang lebih besar.
3. Jika diinginkan adanya penstabilan tegangan output dari kedua generator induksi tersebut maka dapat dilaksanakan dengan mengatur besarnya arus eksitasi dan atau mengatur kecepatan dari generator induksi dengan memperhatikan kemampuan belitan eksitasi dan frekuensi yang dibutuhkan oleh beban. Untuk mengatur arus eksitasi, generator SEIG dilaksanakan dengan menggunakan variasi jenis, besar dan hubungan dari kapasitor, sedangkan untuk generator induksi yang dibuat dari motor induksi slip ring 3 fasa dilaksanakan dengan pengaturan tegangan DC eksitasi sehingga arus eksitasi akan bervariasi pula.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stephen J. Chapman, "Electric Machinery Fundamental", 5th ed, Singapore : McGraw-Hill Book Co, 2012, pp 197-218
- [2] R. Sutjipto, S. Syah Wibowo, D Dhesah Kharisma, "Analisa Kelayakan Penggunaan Motor Induksi Slip Ring 3 Fasa 1500 W Sebagai Generator 3 Fasa, Prosiding Nasional Teknologi Elektro Terapan, Vol. 04,2020, pp 64-70

- [3] Ayman Y. Al-Rawashdeh, "Investigation of an Induction Wound Rotor Motor to Work as a Synchronous Generator", *Engineering, Technology & Applied Science Research*, Vol. 9, No. 2, 2019, 4071-4074
- [4] Srikanth B.S1 , Associate Prof. Anguraja R2 , Pooja Rani Khatei, "Experimental Investigation on an Induction Motor to Work as an Alternator", Vol 4, Issue 5, 2013, pp 129-132
- [5] R. Sutjipto, H. Mukti K, A. Dasa Novfowan, "Kajian Pengaruh Penggunaan Kapasitor Terhadap Tegangan Output Pada SEIG (*Self-Excited Induction Generator*)", *Jurnal Teknik : Ilmu dan Aplikasi* 1, 2014
- [6] TERCO, 1979, *Electrical Machines, Laboratory Experiments*, Part 1