

STUDI SISTEM EKSTIASI PADA GENERATOR SINKRON PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP UNIT 3 DAN 4 DI PJB UP GRESIK

Rizky Catur Pamungkas

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jln. Lingkar Selatan, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Jawa Tengah, Indonesia.
rizkycatur21@gmail.com

INTISARI

Generator atau alternator merupakan suatu alat listrik yang memiliki peranan untuk mengkonversi atau mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Proses pembangkitan energi listrik terdapat proses pemberian penguatan berupa arus eksitasi kepada kumparan medan yang ada pada generator sinkron. Arus eksitasi yang mengalir pada kumparan medan ini akan menimbulkan adanya fluks magnet.

Generator sinkron PLTU unit 3 dan 4 PJB UP Gresik menggunakan sistem eksitasi dengan tipe eksitasi statis, yaitu pada tipe eksitasi ini menggunakan media *carbon brush* untuk menghantarkan arus eksitasi, sistem eksitasi ini memanfaatkan keluaran dari generator sinkron yang ada. Dalam prakteknya arus eksitasi yang ada pada PLTU unit 3 dan 4 harus selalu diperhatikan agar sistem berjalan dengan baik dan gangguan berupa *under excitation* dan *over excitation* dapat dicegah.

Langkah yang dilakukan dalam menghindari kerusakan generator sinkron yang disebabkan oleh arus eksitasi tersebut yaitu dengan cara memahami karakteristik pengaturan sistem eksitasi meliputi arus eksitasi, arus jangkar, tegangan generator, dan pembebanan. Nilai pembebanan yang ada sangat mempengaruhi nilai dari arus eksitasi yang diinjeksikan, penginjeksian arus eksitasi ini berfungsi untuk menjaga kestabilan dari tegangan terminal generator sinkron agar tetap pada kondisi nominalnya.

Kata Kunci : Generator Sinkron, Arus Eksitasi, Sistem Eksitasi, *Over Excitation*, *Under Excitation*.

ABSTRACT

Generator or alternator is a device that has a function to convert or transform mechanic energy to electricity. Electricity conversion need process with giving strengthening with excitation current to coil magnetic field that placed on sync generator. Excitation current that flows on magnetic field coil will cause magnetic flux.

Generator sync on PLTU unit 3 and 4 PJB UP Gresik use excitation system with excitation static type, this type of excitation it uses carbon brush as a media to conduct excitation current, this excitation system use the output of sync generator. In reality this excitation current which exist on PLTU unit 3 and 4 have to should always be taken care so the system can operate normally and commonly the fault that happened is under excitation and over excitation so it can be prevent.

Step taken to avoid damaging the generator sync that caused by excitation current, steps that have to be taken are understanding the characteristic of system excitation setting, anchor current, voltage generator, and loading. The value of loading is very affecting the value of excitation current that injected to generator, the purpose of this process of excitation current injection is to maintain the stability from sync generator voltage so that the condition is staying on its normal condition.

Keywords : Sync Generator, Excitation Current, Excitation System, *Over Excitation*, *Under Excitation*.

I. PENDAHULUAN

Generator atau disebut juga alternator merupakan suatu mesin listrik yang berfungsi sebagai alat untuk membangkitkan energi listrik dengan cara mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Kumparan medan pada rotor generator sinkron diberi arus pengutan (eksitasi) untuk membangkitkan GGL induksi. Eksitasi pada generator sinkron tersebut merupakan pemberian arus searah pada belitan medan yang ada pada rotor, dengan adanya arus tersebut maka akan menimbulkan fluksi magnetik.

Gangguan yang sering terjadi pada generator meliputi gangguan pada stator, gangguan pada rotor (sistem eksitasi), dan *back up* instalasi yang ada diluar generator. Salah satu gangguan yang sering terjadi pada generator adalah gangguan pada bagian sistem penguat atau sistem eksitasi, hal ini dapat berakibat fatal pada generator yang mengakibatkan generator tersebut trip dan membuat penyediaan listrik ke konsumen terganggu.

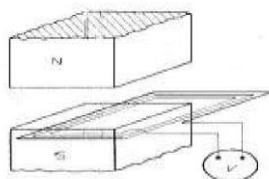
Berdasarkan permasalahan yang tersebut diatas maka penulis tertarik untuk mengkaji sistem eksitasi serta karakteristik generator sinkron yang ada pada PLTU unit 3 dan 4 di PT PJB UP Gresik. Dengan mengetahui sistem eksitasi dan karakteristiknya, maka dimungkinkan untuk menghindari kerusakan pada generator akibat dari eksitasi yang berlebihan atau kekurangan.

II. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Generator

Generator arus bolak-balik memiliki nama lain yang biasa disebut dengan alternator ataupun generator sinkron, dimana generator ini memiliki peranan yang penting dalam proses mengubah energi menjadi bentuk energi yang bermanfaat.

Generator sinkron merupakan suatu mesin listrik yang memiliki fungsi untuk menghasilkan energi listrik dengan cara mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik (Armansyah,2016). Generator bekerja berdasarkan hukum faraday yang secara garis besar menyatakan besar dari gaya listrik yang diinduksikan akan berbanding lurus dengan nilai laju perubahan jumlah dari garis gaya yang melalui kumparan.



Gambar 2.1 GGL yang diinduksikan setiap lilitan kumparan

Kecepatan putaran rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar memiliki kecepatan yang sama dengan medan putar stator, hal menjadi sumber dari kecepatan sinkron pada generator itu sendiri. Rotor generator erdiri dari belitan medan yang disuplai oleh arus searah dan akan menghasilkan medan magnet yang memiliki kecepatan serta arah putar yang sama dengan putaran dari rotor tersebut. Hubungan antara medan magnet mesin dengan frekuensi listrik generator dapat dijelaskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$f = \frac{n.p}{120} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana: f = Frekuensi listrik (Hz)

n = Kecepatan putar rotor atau kecepatan putar medan magnet (rpm)

p = Jumlah kutub

2.2 Sistem Eksitasi pada Generator Sinkron

Sistem eksitasi merupakan suatu sistem penguatan yang terdapat pada generator, dengan cara memberikan arus penguat pada kumparan medan generator yang muncul karena adanya medan magnet yang disebabkan oleh bantuan arus searah.

Arus eksitasi sendiri adalah suatu arus yang yang diberikan pada kutub magnetik, dengan mengatur besar kecil dari nilai arus eksitasi tersebut maka dapat memperoleh nilai tegangan output generator yang diinginkan serta daya reaktifnya (Basofi, 2014).

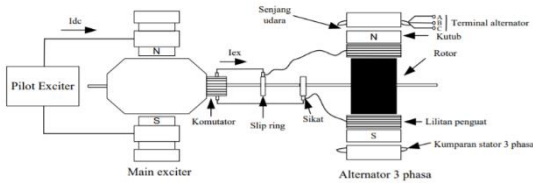
Sistem eksitasi sendiri dibagi menjadi dua tipe yaitu sistem eksitasi dengan *brush* dan tanpa *brush* (*brushless excitation*).

1. Sistem eksitasi dengan *brush*

Sistem eksitasi dengan *brush* ini sendiri terbagi menjadi 2 tipe yaitu sistem eksitasi dinamik dan sistem eksitasi statis.

a. Sistem eksitasi dinamik

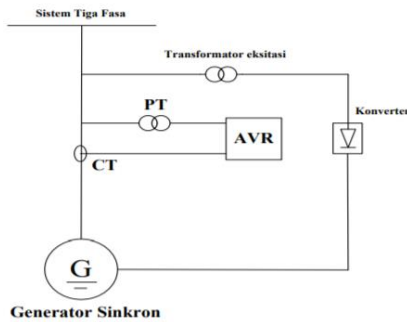
Sistem eksitasi dinamik merupakan sistem eksitasi yang arus eksitasinya disuplai oleh mesin eksiter (mesin penggerak). Pada sistem eksitasi ini dapat menggunakan generator DC ataupun generator AC tetapi terlebih dahulu disearahkan oleh *rectifier* karena arus yang digunakan pada sistem eksitasi merupakan arus searah. Arus tersebut akan disalurkan ke slipring kemudian disalurkan ke medan penguat generator kedua.



Gambar 2.2 Sistem Eksitasi Dinamik (Basofi, 2014)

b. Sistem eksitasi statis

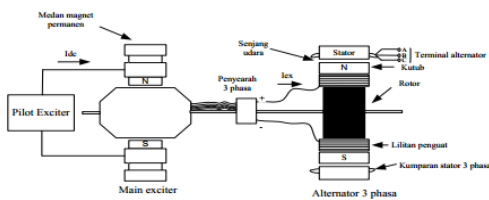
Sistem eksitasi statis ini juga disebut sebagai *self excitation* karena sistem eksitasi ini disuplai dari generator sinkron itu sendiri tetapi perlu disearahkan oleh *rectifier* terlebih dahulu. Pada rotor terdapat sedikit medan magnet yang tersisa dan akan menimbulkan tegangan pada stator. Tegangan tersebut selanjutnya akan dimasukkan kembali ke rotor dimana sebelumnya telah disearahkan oleh *rectifier*, akibatnya medan magnet yang dihasilkan semakin besar dan membuat tegangan terminal yang ada ikut naik.



Gambar 2.3 Sistem Eksitasi Statis (Irnani, 2012)

2. Sistem eksitasi tanpa brush

Sistem eksitasi ini mengutamakan kinerja dari *pilot exciter* serta sistem yang akan menyalurkan arus eksitasi pada generator utama. *Pilot exciter* terdiri dari generator arus bolak-balik yang memiliki kumparan tiga fasa pada stator serta medan magnet yang terpasang pada poros rotor. Berikut gambar diagram prinsip kerja pada eksitasi system tanpa *brush* :



Gambar 2.4 Sistem eksitasi tanpa brush (Ridzki, 2013)

2.3 Efek Pengaturan Eksitasi pada Generator Sinkron

Sistem eksitasi yang diubah-ubah maka akan mempengaruhi nilai dari fluks magnetic (ϕ) seiring dengan naiknya nilai dari arus eksitasi tersebut. Hal ini diperjelas dalam persamaan berikut :

$$E = Cn\phi \dots \dots \dots (2.2)$$

Arus eksitasi yang diatur pada generator yang bekerja secara paralel dimana kondisi dari putaran (n) tetap maka nilai dari fluks magnetik akan naik serta daya reaktif yang dibutuhkan juga akan mengalami kenaikan namun nilai dari daya aktif yang tidak akan berubah sehingga akan mempengaruhi nilai dari factor daya.

Generator yang bekerja paralel (G1 dan G2) akan memasok masing-masing setengah beban dari daya reaktif, jadi tiap generator akan memasok arus sebesar nilai I jadi arus yang harus dipasok pada sistem generator yang bekerja secara paralel adalah senilai $2I$.

Pada generator yang bekerja paralel dan salah satu penguatan generator dinaikkan (misalnya G1), maka akan terjadi kenaikan nilai dari tegangan induksi generator 1 (E_1) yang membuat $E_1 > E_2$ hal ini akan mengakibatkan adanya arus sirkulasi (I_s).

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan ini merupakan tahapan awal dalam metodologi penulisan tugas akhir. Pada bagian ini dilakukan pengamatan secara langsung mengenai kondisi tempat penelitian dan pengambilan data dalam hal ini adalah PT PJB UP Gresik.

3.2 Perumusan dan Identifikasi Masalah.

Setelah melakukan studi pendahuluan maka dilakukan pengidentifikasian masalah yang ada pada lokasi penelitian. Kemudian penyebab dari permasalahan tersebut dapat ditindaklanjuti dengan cara pengamatan langsung ataupun dengan tahapan wawancara. Pada penelitian tugas akhir ini diangkat masalah mengenai sistem eksitasi yang ada pada PLTU unit 3 dan 4 di PT PJB UP Gresik.

3.3 Studi Pustaka Dan Dasar Teori.

Langkah selanjutnya adalah dilakukan studi pustaka dan dasar teori yang bertujuan untuk mencari referensi (informasi) yang dapat digunakan sebagai dasar atau sebagai parameter dalam menyelesaikan masalah yang diangkat dalam penelitian tugas akhir. Studi pustaka ini dapat bersumber dari jurnal-jurnal, buku, dan sumber-sumber lainnya.

Nilai tegangan terminal yang merupakan output generator PLTU unit 3 dan 4 adalah sebesar 15 KV 3 fasa, tegangan terminal output dari generator sinkron ini terlebih dahulu perlu diturunkan nilainya menggunakan transformer *step down* eksitasi hingga diperoleh tegangan sebesar 790 VAC 3 fasa. Tegangan keluaran dari transformator *step down* eksitasi ini dengan nilai 790 VAC 3 fasa selanjutnya akan disearahkan dan diturunkan lagi nilainya hingga menghasilkan tegangan searah dengan nilai sebesar 110 VDC

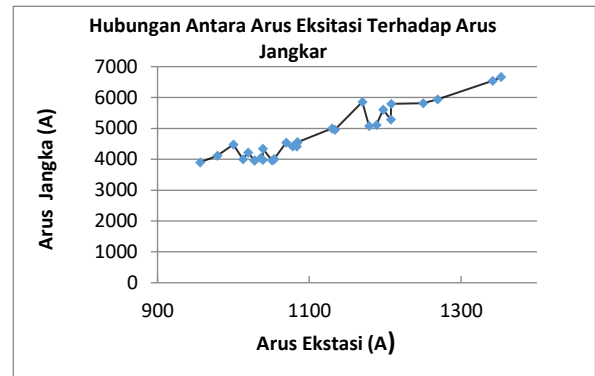
4.2 Analisis Terhadap Karakteristik Sistem Eksitasi Generator Sinkron pada PLTU Unit 3 dan 4 di PT PJB UP Gresik

Tabel 4.1 Operasi Harian PLTU Unit 3 dan 4 PT PJB UP Gresik Tanggal 1-30 September 2017

Waktu Penelitan	Vout Generator (KV)	Frekuensi (Hz)	Daya Reaktif (MVAR)	Daya Aktif (MW)	Arus Jangkar (A)	Arus Eksitasi (A)	Tegangan Eksitasi (V)	Faktor Daya
1	15.02	49.99	7.17	112.72	4480.43	1000	166.4	0.99
2	15.15	49.99	7.04	112.83	4216.09	1019.13	170.87	0.99
3	15.16	51.95	7.72	106.43	4119.57	978.61	163.61	0.99
4	15.16	49.98	20.68	99.78	3963.04	1027.83	172.09	0.97
5	15.08	50.02	23	115.65	4534.78	1069.57	180.87	0.98
6	15.06	50.01	25.21	111.96	4417.39	1077.83	181	0.97
7	15.12	50.03	26.36	100	3956.52	1050.87	176.65	0.96
8	15.14	50.01	24.77	100	3980.43	1038.70	173.52	0.96
9	15.15	50.02	15.68	102.61	4002.17	1012.61	168.91	0.98
10	15.09	50.01	6.08	100	3900	956.09	153.26	0.99
11	15.01	50.01	16.08	151.43	5852.17	1170	199.65	0.99
12	15.05	50.02	23.73	128.69	4995.65	1129.57	190.56	0.98
13	15.11	50.03	27.60	100	4000	1053.48	177.39	0.96
14	14.98	49.98	28.26	110.67	4413.33	1083.33	183	0.96
15	15.01	49.98	40.22	146.61	5813.04	1250	213.47	0.96
16	15.08	50.03	37.75	116.18	4550	1084.09	182.36	0.97
17	15.11	50.03	37.30	100	4000	1053.48	177.39	0.96
18	15.16	49.98	37.50	99.78	3963.04	1027.83	172.09	0.97
19	15.10	50.02	28.36	143.63	5604.55	1197.27	203.59	0.98
20	15.03	49.99	28.59	148.18	5795.45	1207.73	204.45	0.98
21	15.08	50.03	23.54	116.18	4550	1084.09	182.36	0.97
22	15.09	50.01	38.86	151.13	5940.91	1269.09	215.91	0.96
23	15.11	49.99	41.86	171	6660.87	1352.61	230.65	0.97
24	15.14	49.99	20.81	103.75	4040.63	1035.63	173.12	0.98
25	14.99	50.01	19.18	110.25	4337.5	1038.75	176.81	0.98
26	15.04	50.03	29.64	125.71	4957.14	1133.57	191.78	0.97
27	15.07	50.01	37.5	134.54	5286.36	1207.27	203.68	0.96
28	15.02	49.95	39.81	126.59	5081.82	1178.64	200.64	0.95
29	15.05	50.01	38.91	127.83	5108.70	1188.26	201.17	0.96
30	15.03	50.03	47.66	164	6540	1341.33	229.73	0.96

Pada tabel 4.11, nilai Vout generator, frekuensi, daya aktif, daya reaktif, arus jangkar, arus eksitasi, tegangan eksitasi, dan faktor daya merupakan nilai rata-rata tiap jamnya dalam 1 hari.

4.3 Analisis Hubungan Arus Eksitasi Terhadap Arus Jangkar



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Arus Eksitasi dengan Arus Jangkar pada Generator Sinkron PLTU Unit 3 dan 4

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara arus eksitasi dengan arus jangkar yang ada pada PLTU unit 3 dan 4, pada grafik tersebut terlihat bahwa nilai dari arus eksitasi (If) sebanding dengan nilai dari arus jangkar (Ia) yang ada pada generator sinkron, dengan kata lain bahwa semakin besar nilai dari arus eksitasi yang diinjeksikan maka akan membuat nilai dari arus jangkar pada generator sinkron akan semakin besar. Nilai arus jangkar tersebut berubah-ubah sesuai dengan besar nilai dari arus eksitasi yang diinjeksikan menuju kumparan rotor yang terdapat pada generator sinkron PLTU unit 3 dan 4.

4.4 Analisis Pengaruh Fluktuasi Tegangan pada Generator Sinkron

Berdasarkan nilai spesifikasi generator serta data operasi harian PLTU unit 3 dan 4 pada tabel operasi harian, maka nilai Ea pada generator sinkron dapat diketahui. Berikut adalah data spesifikasinya :

$$X_s = 1.5 \text{ pu}$$

$$V = 15 \text{ KV} = 15000 \text{ V}$$

$$I = 9623 \text{ A}$$

Data diatas dapat digunakan dalam menentukan nilai Zbase (impedansi) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Z_{base} = \frac{V_{base}\sqrt{3}}{I_{base}} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$= \frac{15000}{\frac{\sqrt{3}}{9623}} = 0.9$$

$$X_s \text{ (dalam Ohm)} = 1.5 \times 0.9 = 1.35 \Omega$$

Dari data dan perhitungan diatas maka nilai E_a sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Data hari ke-1 : } \quad V_t &= 15.02 \text{ KV} \\ &= 15020 \text{ V} \\ I_a &= 4480.43 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka diperoleh nilai :

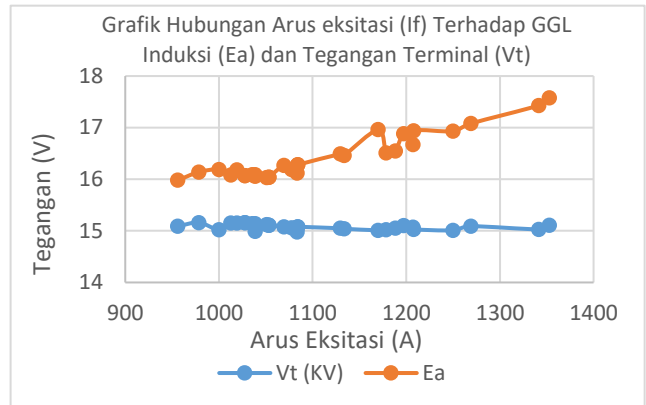
$$\begin{aligned} E_a &= 15020 + (jI_a X_s) \\ &= 15020 + (j4480.43 \times 1.35 \Omega) \\ &= 16192,15 \angle 21,93^\circ \\ &= 16.19 \text{ KV} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai ggl induksi (E_a) pada hari ke-2 dan seterusnya dengan menggunakan rumus yang sama dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 4.2 Nilai Hasil Perhitungan GGL Induksi pada Generator Sinkron PLTU Unit 3 dan 4 PJB UP Gresik

Waktu Penelitian Hari ke-	V Out Generator (KV)	Arus Jangkar (A)	Arus Eksitasi (A)	E_a (KV)	Tegangan Eksitasi (V)
1	15.02	4480.43	1000	16.19	166.4
2	15.15	4216.09	1019.13	16.18	170.87
3	15.16	4119.57	978.61	16.14	163.61
4	15.16	3963.04	1027.83	16.07	172.09
5	15.08	4534.78	1069.57	16.27	180.87
6	15.06	4417.39	1077.83	16.19	181
7	15.12	3956.52	1050.87	16.03	176.65
8	15.14	3980.43	1038.70	16.06	173.52
9	15.15	4002.17	1012.61	16.08	168.91
10	15.09	3900	956.09	15.98	153.26
11	15.01	5852.17	1170	16.96	199.65
12	15.05	4995.65	1129.57	16.49	190.56
13	15.11	4000	1053.48	16.04	177.39
14	14.98	4413.33	1083.33	16.12	183
15	15.01	5813.04	1250	16.93	213.47
16	15.08	4550	1084.09	16.28	182.36
17	15.11	4000	1053.48	16.04	177.39
18	15.16	3963.04	1027.83	16.07	172.09
19	15.10	5604.55	1197.27	16.88	203.59
20	15.03	5795.45	1207.73	16.94	204.45
21	15.08	4550	1084.09	16.28	182.36
22	15.09	5940.91	1269.09	17.08	215.91
23	15.11	6660.87	1352.61	17.58	230.65
24	15.14	4040.63	1035.63	16.09	173.12
25	14.99	4337.5	1038.75	16.09	176.81
26	15.04	4957.14	1133.57	16.46	191.78
27	15.07	5286.36	1207.27	16.67	203.68
28	15.02	5081.82	1178.64	16.51	200.64
29	15.05	5108.70	1188.26	16.55	201.17
30	15.03	6540	1341.33	17.43	229.73

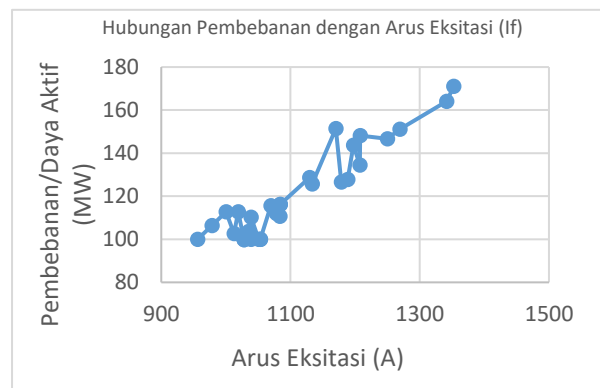
Dari tabel hasil perhitungan diatas maka dapat dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara arus eksitasi yang diinjeksikan terhadap tegangan terminal serta GGL induksi (E_a). Grafik tersebut sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara Arus Eksitasi (I_f) dengan GGL Induksi (E_a) serta Tegangan Terminal (V_t) pada Generator Sinkron PLTU Unit 3 dan 4

Dari gambar grafik diatas dapat diamati mengenai pengaruh dari arus eksitasi (I_f) terhadap GGL induksi (E_a) serta tegangan terminal (V_t) pada generator sinkron PLTU unit 3 dan 4 di PJB UP Gresik. Grafik menunjukkan bahwa semakin besar nilai dari arus eksitasi yang diinjeksikan ke generator sinkron maka akan membuat nilai dari GGL induksi yang ada cenderung meningkat. Terbukti pula bahwa kenaikan dari tegangan terminal (V_t) pada generator sinkron diakibatkan oleh naiknya nilai dari arus eksitasi (I_f) yang diinjeksikan, hal ini bertujuan untuk menjaga kestabilan dari tegangan terminal (V_t) generator sinkron, jadi tegangan terminal yang awalnya rendah dikarenakan adanya perubahan atau kenaikan beban, maka dapat distabilkan lagi dengan cara menambah arus eksitasi yang diinjeksikan guna memperkuat arus penguatan medan yang ada pada generator sinkron.

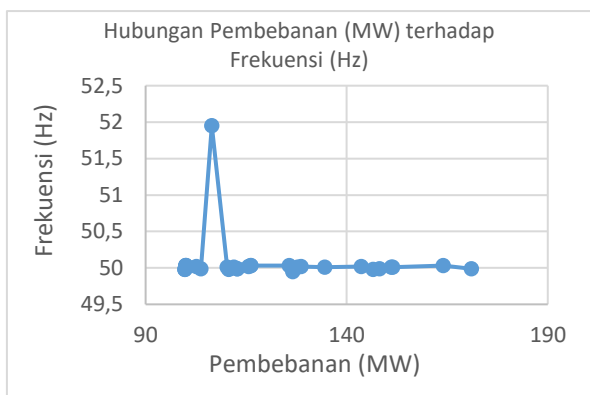
4.5 Analisis Hubungan Pembebanan Terhadap Nilai Arus Eksitasi



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Pembebanan dengan Arus Eksitasi pada Generator Sinkron PLTU Unit 3 dan 4

Grafik gambar 4.5 menunjukkan bahwa semakin besar nilai dari pembebanan yang ada pada PLTU unit 3 dan 4 PJB UP Gresik maka nilai dari arus eksitasi (I_f) yang diinjeksikan pada generator sinkron yang ada ikut meningkat, hal ini bertujuan untuk menjaga kestabilan dari tegangan terminal pada generator sinkron PLTU unit 3 dan 4 tersebut. Prinsipnya adalah ketika nilai dari pembebanan naik maka akan mengakibatkan nilai dari tegangan jaringan menurun, hal ini membuat nilai dari tegangan terminal juga akan menurun. Sehingga untuk mengatasi hal ini maka dibutuhkan penambahan nilai arus eksitasi yang diinjeksikan ke generator sinkron.

PLTU unit 3 dan 4 di PJB UP Gresik juga menjaga nilai dari frekuensi generator sinkron agar tetap konstan yaitu berada di kisaran 50 Hz. Hal tersebut dapat dilihat dari grafik sebagai berikut :



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Pembebanan terhadap Arus Eksitasi pada PLTU Unit 3 dan 4 PJB UP Gresik

Grafik gambar grafik diatas terdapat adanya fluktuasi hingga nilai 52 Hz, hal ini dapat terjadi dikarenakan perubahan nilai pembebanan yang ada pada sistem jaringan, saat pembebanan turun cukup drastis maka akan membuat frekuensi dari generator naik seketika. Kondisi 52 Hz ini hanya berlangsung sesaat (3 detik), karena apabila melebihi setting waktu yang ada maka akan mengakibatkan sistem menjadi trip.

Pada grafik-grafik diatas menunjukkan adanya kondisi fluktuasi, hal ini bisa disebabkan karena saat sistem sudah disinkronkan dengan jaringan maka sistem yang ada akan melayani permintaan pembebanan.

Dengan mengetahui karakteristik pada sistem eksitasi generator sinkron ini, kerusakan pada generator tersebut yang bisa saja disebabkan oleh *under excitation* ataupun *over excitation* dapat dihindari.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Sistem eksitasi yang digunakan pada PLTU unit 3 dan 4 di PJB UP Gresik merupakan sistem eksitasi statis. Sstem eksitasi statis tersebut merupakan sistem eksitasi yang memanfaatkan tegangan keluaran dari generator sinkron itu sendiri untuk memperoleh arus eksitasi.
2. Arus eksitasi (I_f) mempengaruhi nilai dari arus jangkar (I_a) yang ada pada generator sinkron di PLTU unit 3 dan 4. Pengaruh yang dimaksud adalah nilai dari Arus eksitasi (I_f) sebanding dengan nilai arus jangkar (I_a).
3. Analisa yang dilakukan menjelaskan bahwa nilai arus eksitasi (I_f) mempengaruhi nilai fluktuasi tegangan keluaran pada generator sinkron di PLTU unit 3 dan 4, yaitu bahwa nilai arus eksitasi (I_f) sebanding dengan nilai ggl induksi (E_a) serta tegangan keluaran generator (V_t).
4. Pembebanan yang ada pada PLTU unit 3 dan 4 di PJB UP Gresik berubah-ubah, hal ini disesuaikan pada kebutuhan jaringan dan konsumen.
5. Perubahan tegangan terminal (V_t) generator sinkron di PLTU unit 3 dan 4 di PJB UP Gresik bersifat konstan, yaitu berada di kisaran 14.98 KV hingga 15.16 KV dari tegangan nominal yang ada yaitu 15 KV.
6. Kondisi dari sistem eksitasi pada PLTU unit 3 dan 4 PJB UP Gresik dapat dikatakan dalam kondisi yang baik. Hal ini dikarenakan sistem eksitasi yang ada berhasil menjaga kestabilan dari tegangan terminal generator sinkron yaitu stabil berada di kisaran 15 KV.

5.2 Saran

1. Peralatan-peralatan yang berhubungan dengan sistem eksitasi PLTU unit 3 dan 4 PJB UP Gresik sebaiknya tetap dijaga dan rutin dalam *maintenance*-nya, agar sistem eksitasi yang ada tetap berfungsi dengan baik
2. Proses sistem eksitasi di PLTU unit 3 dan 4 PJB UP Gresik dalam praktiknya harus selalu diperhatikan, karena dalam sistem pembangkitan yang ada sistem eksitasi merupakan salah satu komponen yang penting
3. Penelitian yang dilakukan ini masih hanya terbatas dalam 1 jenis sistem eksitasi saja, yaitu sistem eksitasi statis. Kedepannya dapat dilakukan penelitian dan analisa mengenai tipe sistem eksitasi yang lain, sehingga dapat menjadi parameter perbandingan antara sistem eksitasi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandri, Sepannur. 2013. *Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron*. Padang: Institut Teknologi Padang.
- Basofi, Syamsul Amien. 2014. *Studi Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- D. Jolevski. 2009. *Excitation System of Synchronous Generator*. Split: University of Split.
- Jerkovic, dkk. 2010. *Excitation System Models Of Synchronous Generator*. Osijek: University of Osijek
- Kurniawan, Aditia. 2015. *Analisa Pengaruh Arus Eksitasi Generator Terhadap Pembebanan Pada PLTA Cirata Unit 2*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Priyadi, Irnanda. 2014. *Terhadap Efek Harmonisa Pada Hubungan Belitan Generator Sinkron Dengan Beban LHE*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Ridzki, Imron. 2013. *Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator*. Malang: Politeknik Negeri Malang
- Septian, Dwi. 2016. *Studi Sistem Eksitasi Pada Generator Sinkron Di Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Musi Bengkulu*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Sunarlik, Wahyu. 2013. *Prinsip Kerja Generator Sinkron*. Diunduh pada tanggal 15 November 2017. Pukul 20.40 WIB., dari <http://updkediri.ac.id/wp-content/uploads/2014/06/Prinsip-Kerja-Generator-Sinkron.pdf>.
- Syahputra, R. 2012. *Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY.
- Syahputra, R. 2016. *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY.
- Syahputra, R. 2015. *Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik*. Yogyakarta: LP3M UMY.
- Terimanda, Nasrun Hariyanto, Syahril. 2016. *Studi Pengaturan Arus Eksitasi untuk Mengatur Tegangan Keluaran Generator di PT Indonesia Power UBP Kamojang Unit 2*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Tiantoro, Feliks. 2009. *Analisis Sistem Eksitasi Pada Generator Sinkron Tiga Fasa 67 MVA Di PT Indonesia Power PLTA Panglima Besar Soedirman Unit Bisnis Pembangkit Mica Banjarnegara*. Purwokerto: Universitas Jendral Soedirman