

# PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP ARUS EKSITASI PADA GENERATOR SINKRON

Angga Cahya Putra, Agus Jamal, Anna Nur Azilah Chamim  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Kasihan,  
Bantul, Yogyakarta 55183  
Email: [anggaacahyaid@gmail.com](mailto:anggaacahyaid@gmail.com)

---

## Intisari

Generator sinkron atau biasa disebut dengan mesin sinkron adalah sebuah alat yang memiliki fungsi untuk mengkonversikan tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Mesin sinkron bekerja berdasarkan kaidah kerja induksi elektromagnetik atau fluks dan kemudian mengubah energi listrik. Eksitasi atau penguatan medan adalah proses pemberian arus listrik untuk menimbulkan medan magnet pada generator. Besarnya energi listrik yang dihasilkan bergantung pada besarnya eksitasi yang diberikan. Saat beban berubah-ubah, akan mempengaruhi nilai tegangan terminal pada alternator. Agar tegangan terminal tersebut tetap pada nilai yang diinginkan, maka akan dilakukan pengaturan eksitasi. Pada saat pengaturan eksitasi, akan terjadi fluktuasi di mana nilai tegangan terminal tidak sesuai dengan nilai eksitasi. Untuk mengetahui jenis beban yang sedang dilayani, maka digunakan regulasi tegangan. Dengan maksud untuk mengetahui berapa besar *drop* tegangan yang terjadi. Metode yang digunakan adalah pengambilan data dengan rentang waktu 3x24 jam, dengan mengambil data operasi harian generator PLTA UP Mrica unit 1 berupa tegangan keluaran generator ( $V_t$ ), arus eksitasi ( $I_f$ ), arus beban atau arus jangkar ( $I_a$ ), beban aktif (MVA) dan beban reaktif (MVAR).

PLTA UP Mrica menggunakan sistem eksitasi statis yang menggunakan peralatan eksitasi yang tidak bergerak. Biasa disebut *self excitation*, dimana sumber penguatannya didapat dari keluaran generator itu sendiri. Dan juga menggunakan generator dengan bantuan sikat arang sebagai penghantar untuk mengalirkan arus eksitasi. PLTA UP Mrica tegangan tercatat mengalami fluktuasi serta memiliki nilai prosentase regulasi tegangan sebesar -3% hingga +0,7%.

Kata Kunci: Performa generator, Generator, *Output*

---

## 1. PENDAHULUAN

Unit Pembangkitan (UP) Mrica adalah pembangkit yang mengoperasikan Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) yang berlokasi di Banjarnegara, Jawa Tengah. Dimana memiliki 15 sub Unit yang dikelola oleh UP Mrica, yaitu PLTA Wonogiri, PLTA Sempor, PLTA Wadaslintang, PLTA Kedungombo, PLTA Jelok, PLTA Timo, PLTA Garung, PLTA Ketenger, PLTA Klambu, PLTA Pejengkolan, PLTA

Sidorejo, PLTA Tapen, PLTA Siteki dan PLTA Plumbungan dengan total kapasitas terpasang sebesar 310 MW. Oleh sebab itu, generator yang dioperasikan harus mampu bekerja secara andal dan optimal agar dapat menanggung beban yang besar, sehingga alternator dapat bekerja dengan baik.

PLTA UP Mrica dalam mengatur sistem eksitasi menggunakan pengaturan otomatis berupa AVR yang mana alat tersebut lama-kelamaan dapat

mengalami kerusakan. Saat AVR tersebut dalam pergantian atau perbaikan, hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan ataupun perbandingan untuk perusahaan dalam mengatur eksitasi secara manual

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Generator

Generator adalah alat untuk membangkitkan tenaga listrik. Bagian utama dari generator sendiri yaitu stator, rotor dan celah udara. Prinsip kerja generator berdasarkan induksi elektromagnetik yaitu rotor diputar oleh penggerak mula (*prime over*) dengan demikian kutub-kutub yang ada pada rotor akan berputar. Jika kumparan kutub disuplai oleh tegangan searah (DC) maka pada permukaan kutub akan timbul medan magnet yang berputar kecepatannya sama dengan putaran kutub.

Berdasarkan Hukum Faraday apabila lilitan penghantar atau konduktor diputar memotong garis-garis gaya magnet maka pada penghantar tersebut timbul EMF (*Electro Motive Force*) atau GGL (Gaya Gerak Listrik) atau tegangan induksi. GGL yang dibangkitkan penghantar jangkar adalah tegangan bolak-balik (AC).

### 2.2 GGL Induksi pada Alternator

#### a. Tanpa Beban

GGL induksi ( $E_a$ ) pada alternator akan terinduksi pada kumparan jangkar alternator bila rotor diputar di sekitar stator. Besarnya kuat medan pada rotor dapat diatur dengan cara mengatur arus medan ( $I_f$ ) yang diberikan pada rotor. Besarnya GGL induksi internal ( $E_a$ ) yang dihasilkan kumparan jangkar alternator ini dapat dibuatkan dalam bentuk rumus sebagai berikut.

$$E_a = C n \phi$$

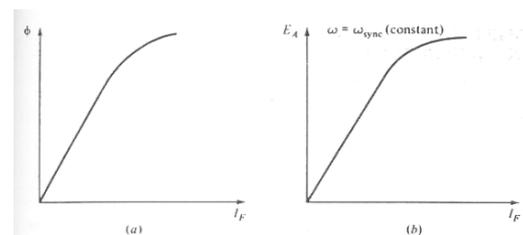
Dimana :

$E_a$  : GGL Induksi (V)

$n$  : putaran sinkron (rpm)

$\phi$  : fluks magnetik (weber)

Tegangan Internal yang dihasilkan  $E_a$  akan berbanding lurus dengan fluks dan terhadap kecepatan, akan tetapi fluks itu sendiri tergantung pada arus yang mengalir dalam rangkaian medan rotor. Semakin besar arus searah yang diberikan kedalam rangkaian medan rotor, maka semakin besar pula fluks yang dihasilkan. Hubungan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 1 Karakteristik hubungan pengaruh arus medan terhadap fluks dan GGL pada generator sinkron

#### b. Berbeban

Saat keadaan berbeban, reaksi jangkar akan terjadi karena arus jangkar. Reaksi jangkar yang terjadi mempunyai sifat reaktif, dan dikatakan menjadi reaktansi, serta dikatakan reaktansi magnetansi yang disebabkan oleh pengaruh reaktansi jangkar ( $X_a$ ). Di generator sinkron kutub silindris, besar medan yang terjadi akan sama di sekitar permukaan kutub hingga mempengaruhi kepada kumparan jangkar. Akibat kuat medan yang sama, akibatnya reaktansi jangkar ( $X_a$ ) dapat dijumlah dengan reaktansi fluks bocor ( $X_L$ ) pada belitan jangkar dimana disebut reaktansi sinkron ( $X_s$ ). Hubungan besar tegangan eksitasi yang dihasilkan oleh generator sinkron ( $E_a$ ) kepada reaktansi sinkron ini dan tegangan terminal generator sinkron dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$E_a = I_a \cdot (R_a + jX_s) + V\phi$$

$$X_s = X_L + X_a$$

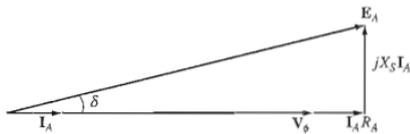
Dimana :

- Ea : GGL Induksi (Volt)
- Ia : Arus Jangkar (A)
- Ra : Reaktansi Jangkar
- Xs : Reaktansi sinkron
- XL : Reaktansi Bocor
- Xa : Reaktansi Jangkar

### 2.3 Diagram Fasor Generator Sinkron

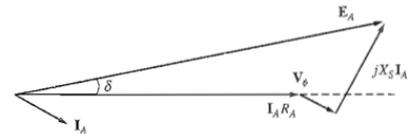
#### a. Kutub Silindris

Fasor digunakan untuk melukiskan hubungan antara tegangan arus AC. Gambar 2 menunjukkan hubungan di antara tegangan arus AC tersebut ketika generator menyuplai beban resistif murni (faktor daya 1). Total tegangan induksi berbeda dari tegangan terminal alternator, karena adanya tegangan jatuh resistif dan induktif. Semua tegangan direferensikan terhadap tegangan alternator yang diasumsikan bersudut 0°.

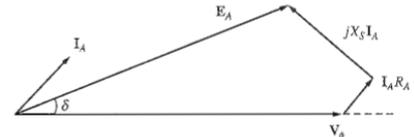


Gambar 2 Diagram Fasor untuk Faktor Daya 1 (Bersifat Resistif)

Gambar 3 dan gambar 4 di bawah, menggambarkan diagram fasor untuk generator yang bekerja pada faktor daya *leading* dan *lagging*. Pada arus jangkar dan tegangan fasa yang sama, beban *lagging* butuh tegangan induksi E<sub>a</sub> yang lebih besar daripada beban *leading*. Oleh karena itu, beban *lagging* membutuhkan arus jangkar yang lebih besar untuk mendapatkan tegangan terminal alternator yang sama dengan beban *leading*. Untuk arus medan dan besar arus beban yang sama, tegangan terminal untuk beban *lagging* lebih kecil daripada beban *leading*.



Gambar 3 Diagram Fasor untuk Faktor Daya Lagging (Bersifat Induktif)



Gambar 4 Diagram Fasor untuk Faktor Daya Leading (Bersifat Kapasitif)

Dari diagram diatas, dapat dibuat:

1. Untuk faktor daya Unity

$$E_a =$$

$$\sqrt{(V_\phi + I_a \cdot R_a)^2 + (V_\phi + I_a \cdot X_s)^2}$$

2. Untuk faktor daya *lagging*

$$E_a =$$

$$\sqrt{(V_\phi \cdot \cos\theta + I_a \cdot R_a)^2 + (V_\phi \cdot \sin\theta + I_a \cdot X_s)^2}$$

3. Untuk faktor daya *leading*

$$E_a =$$

$$\sqrt{(V_\phi \cdot \cos\theta + I_a \cdot R_a)^2 + (V_\phi \cdot \sin\theta - I_a \cdot X_s)^2}$$

#### b. Kutub Menonjol

Alternator kutub menonjol memiliki permukaan kutub yang tidak sama dengan kutub silindris. Dari kasus ini, maka terjadilah medan magnet yang kurang merata pada rotor, dikarenakan terdapat celah di antara dua kutub rotor yang mengakibatkan kuat medan yang tidak sama di antara ujung kutub rotor dan celah udara antara dua kutub rotor. Rotor yang menginduksikan fluks magnet akan memberikan pengaruh yang tidak merata terhadap tegangan induksi yang dihasilkan jangkar.

Dikarenakan pengaruh medan yang berbeda di generator kutub menonjol, maka reaktansi sinkron yang dibangkitkan pada rangkaian ekuivalen

generator sinkron akan berubah, seperti:

$$X_S = X_d + jX_q$$

dimana:

$X_d$  = Reaktansi sinkron di arah sumbu d

$X_q$  = Reaktansi sinkron di arah sumbu q

Nilai  $E_a$  yang dihasilkan alternator selanjutnya berubah menjadi persamaan dibawah.

$$E_a = V + I_a R_a + jI_d X_d + jI_q X_q$$

dimana :

$$I_a = I_d + jI_q$$

$$I_d = I_a \sin \theta$$

$$I_q = I_a \cos \theta$$

a. untuk factor daya tertinggal :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(V_T \sin \varphi + I_a X_q)}{(V_T \cos \varphi + I_a R_a)}$$

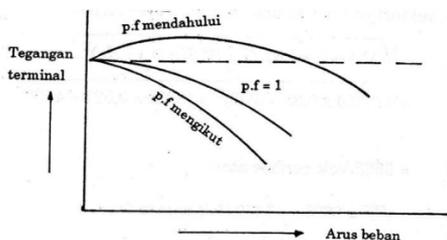
b. untuk factor daya mendahului :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(-V_T \sin \varphi + I_a X_q)}{(V_T \cos \varphi + I_a R_a)}$$

## 2.4 Regulasi Tegangan

Prosentase besar kecilnya drop tegangan, yang terjadi diantara tegangan keluaran generator ( $V_t$ ) dengan tegangan yang dibangkitkan ( $E_a$ ) disebut Regulasi Tegangan seperti yang diperlihatkan dibawah ini.

$$VR = \frac{V_{nl} - V_{fl}}{V_{fl}} \times 100\%$$

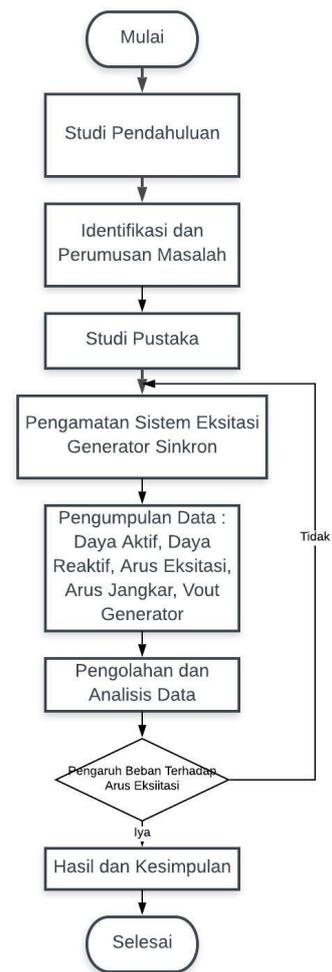


Gambar 5 Karakteristik Tegangan Terminal ( $V_t$ ) terhadap Beban ( $I_a$ ) dengan Berbagai Faktor Beban

## 3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Dimana metode kuantitatif merupakan salah satu metode yang menjawab masalah penelitian yang berkaitan dengan data berupa angka dan statistik. Pada metode kuantitatif terdapat tahapan-tahapan kegiatan sebagai yaitu studi literatur, pengambilan data, dan konsultasi.

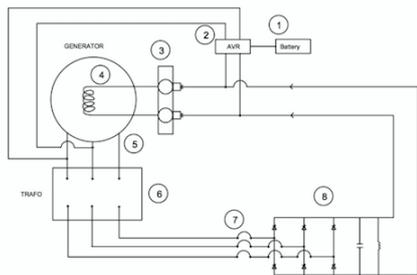
Langkah – langkah analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Arus Eksitasi Generator Sinkron ditunjukkan dalam diagram alir pada gambar 3.



Gambar 6 Flowchart

## 4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Sistem Eksitasi pada Generator Sinkron unit 1 UP Mrica



Gambar 7 Sistem Eksitasi PLTA UP Mrica Unit 1

#### 4.2 GGL Induksi

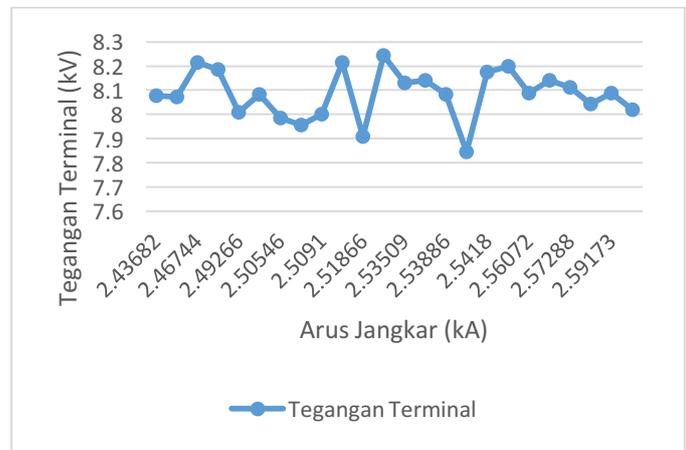
Untuk menentukan tegangan terinduksi atau GGL alternator, kenali terlebih dahulu karakteristik dari generator tersebut. Pada PLTA UP Mrica, digunakan generator sinkron dengan tipe kutub menonjol karena kecepatan putar dari generator sinkron PLTA UP Mrica yang rendah, yakni hanya 388 rpm. Karakteristik generator sinkron kutub menonjol sendiri adalah memiliki kecepatan 119-399 rpm dan biasa dipakai pada PLTA. Lalu, pada *nameplate* generator menunjukkan bahwa alternator memiliki tegangan tertinggal (*lagging*) dan memiliki hubungan Y.

Waktu	V <sub>out</sub> Generator (kV)	Arus Jangkar (A)	Arus Eksitasi (A)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (MVAR)	GGL Induksi (kV)
00.00	13.99	2436.82	949.25	58.09	10.01	8.45580776
01.00	13.98	2442.54	949.09	58.01	9.90	8.451438274
02.00	14.00	2497.48	966.65	58.99	10.02	8.48064883
03.00	13.86	2509.10	917.12	59.19	5.33	8.364572383
04.00	13.87	2492.66	917.09	59.13	5.37	8.365211856
05.00	13.78	2507.64	919.49	59.43	6.00	8.326677401
06.00	13.70	2518.66	905.06	59.45	4.79	8.275010598
07.00	13.83	2505.46	911.03	59.05	5.38	8.347643174
08.00	13.59	2540.61	907.65	59.38	5.51	8.229567976
09.00	14.10	2570.98	1055.25	58.88	19.92	8.643882429
10.00	14.05	2572.88	1062.91	58.96	20.35	8.620678215
11.00	14.01	2591.73	1055.25	58.95	20.34	8.606890936
12.00	14.20	2553.67	1065.43	59.18	19.95	8.690316614
13.00	14.01	2560.72	1037.84	58.91	18.79	8.582701029
14.00	13.89	2595.54	1035.25	59.09	18.45	8.529217546
15.00	13.93	2580.14	1033.18	58.89	17.97	8.541156832
16.00	14.00	2538.86	1033.12	58.94	18.21	8.564091108
17.00	14.08	2535.09	1037.87	59.27	18.15	8.604588804
18.00	14.10	2537.19	1028.25	58.99	17.68	8.613286552
19.00	14.16	2541.80	1045.65	59.11	18.82	8.655864725
20.00	14.18	2473.70	1033.03	57.47	18.33	8.640470467
21.00	14.23	2467.44	1037.74	57.62	18.41	8.665457288
22.00	14.23	2517.56	1045.5	59.04	18.34	8.680875819
23.00	14.28	2530.80	1055.38	59.22	19.11	8.718330816

Tabel 1 Data Operasi Harian PLTA UP Mrica unit 1 dan GGL Induksi

#### 4.3 Analisis Pengaruh Beban terhadap Tegangan Terminal

Naik turunnya beban yang dikehendaki oleh konsumen, dapat mempengaruhi tegangan terminal ( $V_t$ ) pada generator. Perubahan tersebut dapat dibuatkan grafik seperti di bawah.



Grafik 1 Pengaruh Beban terhadap Tegangan Terminal

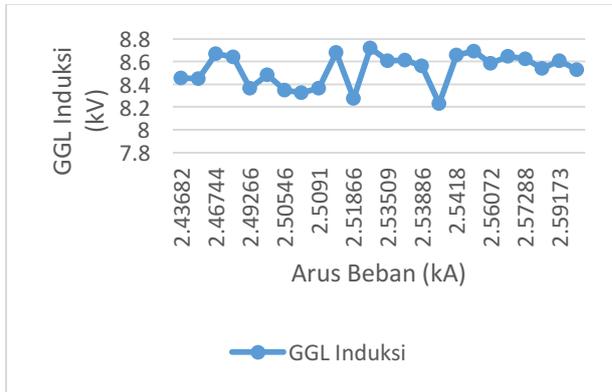
Dari data di atas menunjukkan bahwa naik turunnya beban dapat mempengaruhi nilai tegangan terminal ( $V_t$ ) atau tegangan *output* generator. Semakin tinggi nilai pembebanan atau naiknya tegangan *output* akan menjadi rendah. Begitu pula sebaliknya, apabila nilai pembebanan semakin kecil atau turunnya permintaan konsumen, maka tegangan *output* pada generator akan naik.

Semakin besar permintaan beban ( $I_a$ ) maka, semakin besar *drop* tegangan yang terjadi semakin tinggi, sehingga saat beban naik, tegangan terminal akan turun.

#### 4.4 Analisis Pengaruh Beban terhadap GGL Induksi

Berubah-ubahnya beban setiap waktu menyebabkan perubahan arus yang mengalir pada kumparan jangkar. Dimana perubahan arus stator atau arus jangkar ( $I_a$ ) dapat mempengaruhi nilai dari GGL induksi. Dari pengaruh

perubahan ini, dapat dibuatkan hubungan antara beban (arus jangkar) terhadap GGL induksi ( $E_a$ ) melalui grafik dibawah.

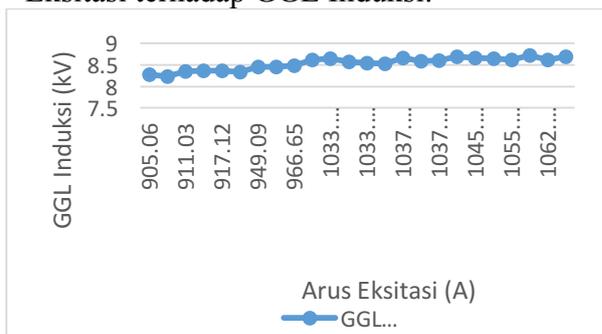


Grafik 2 Pengaruh Beban terhadap GGL Induksi

Saat nilai beban semakin besar, maka GGL Induksi ( $E_a$ ) juga semakin besar. Saat arus beban ( $I_a$ ) naik, tegangan terminal ( $V_t$ ) turun. Untuk menjaga kestabilan tegangan terminal, maka tegangan terinduksi ( $E_a$ ) naik. Begitu pula sebaliknya.

#### 4.5 Analisis Pengaruh Arus Eksitasi terhadap GGL Induksi

Berubah-ubahnya GGL Induksi akibat beban yang terjadi, dapat mempengaruhi nilai tegangan terminal ( $V_t$ ). Untuk menjaga nilai tegangan terminal tersebut dalam keadaan konstan, maka diatur nilai arus eksitasi ( $I_f$ ) untuk mengubah nilai GGL Induksi ( $E_a$ ) dan tegangan terminal ( $V_t$ ). Maka akan dibuatkan grafik hubungan antara Arus Eksitasi terhadap GGL Induksi.

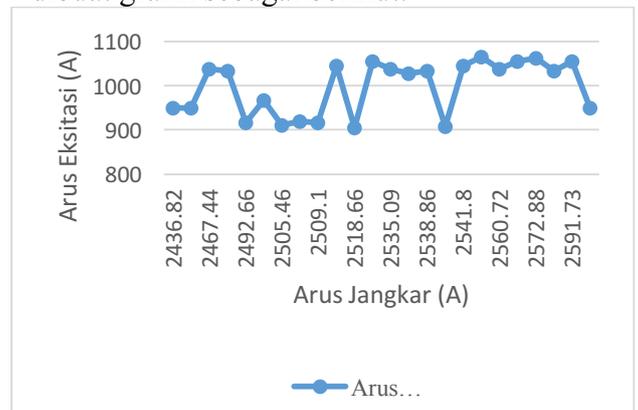


Grafik 3 Pengaruh Arus Eksitasi terhadap GGL Induksi

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa semakin besar arus eksitasi maka semakin besar pula GGL induksi yang dihasilkan. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga tegangan terminal ( $V_t$ ) tetap pada nilai yang diinginkan. GGL induksi ( $E_a$ ) akan berbanding lurus dengan fluks, dan fluks itu sendiri bergantung pada arus searah atau arus eksitasi yang dialirkan pada rotor. Semakin besar arus eksitasi yang diberikan pada rotor, maka semakin besar fluks yang dihasilkan.

#### 4.6 Hubungan Arus Jangkar terhadap Arus Eksitasi

Berubahnya beban dari waktu ke waktu dapat mempengaruhi nilai dari tegangan terminal ( $V_t$ ) dan juga GGL Induksi. Sedangkan arus eksitasi ( $I_f$ ) dapat mempengaruhi nilai GGL Induksi yang terjadi. Akibatnya terdapat hubungan antara arus beban ( $I_a$ ) terhadap arus eksitasi ( $I_f$ ). Dari dua nilai ini, dapat dibuat grafik sebagai berikut.



Grafik 4 Hubungan Arus Jangkar terhadap Arus Eksitasi

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa semakin besar arus jangkar ( $I_a$ ) maka semakin besar pula arus eksitasinya ( $I_f$ ). Di mana saat terjadi pembebanan yang besar, maka AVR secara otomatis menaikkan arus eksitasi agar tegangan keluaran ( $V_t$ ) tetap konstan. Sama halnya apabila beban yang dilayani turun, maka AVR akan mengatur arus eksitasi menjadi rendah.

Pada grafik di atas juga dapat dilihat fluktuasi atau terjadinya

ketidakstabilan. Ada beberapa kemungkinan yang dapat dianalisis dari peristiwa tersebut, yakni :

1. Point pertama terjadinya perubahan tarikan beban akibat starting mesin berputar yang bersifat sesaat dan memiliki nilai signifikan.
2. Point kedua adanya reaksi jangkar yang terjadi pada generator. Untuk menentukan reaksi jangkar yang terjadi.
3. Dan point terakhir lantaran terjadinya kejenuhan inti besi saat diberikan arus eksitasi berlebih, di mana meskipun nilai arus eksitasi dinaikkan nilai tegangan terinduksi tidak mampu naik lagi karena inti besi yang jenuh.

#### 4.7 Tegangan Regulasi

Berubah-ubahnya tegangan terminal ( $V_t$ ) dapat dipengaruhi oleh beban yang berubah-ubah. Agar tegangan keluaran ( $V_t$ ) mendekati ideal, maka diaturlah arus eksitasi ( $I_f$ ). Untuk mengetahui nilai prosentase tegangan regulasi pada generator sinkron PLTA UP Mrica unit 1, maka digunakan rumus regulasi tegangan sebagai berikut.

$$VR = \left( \frac{V_{nl} - V_{fl}}{V_{fl}} \times 100\% \right)$$

$$V_{nl} = \sqrt{(V + I R_a)^2 + (I X_s)^2}$$

$$I = \frac{\text{daya (VA)}}{\text{tegangan (V)}}$$

Vt Tanpa Beban (V)	Vt Berbeban (V)	Prosentase Regulasi (%)
13881,4698	13990	-0.775770149
13881,4698	13980	-0.704794305
13881,4698	14000	-0.846644599
13881,4698	13860	0.154904446
13881,4698	13870	0.082694709
13881,4698	13780	0.73635527

13881,4698	13700	1.32459676
13881,4698	13830	0.372160204
13881,4698	13590	2.144736984
13881,4698	14100	-1.549859885
13881,4698	14050	-1.199503515
13881,4698	14010	-0.917417872
13881,4698	14200	-2.243170731
13881,4698	14010	-0.917417872
13881,4698	13890	-0.061412843
13881,4698	13930	-0.348386532
13881,4698	14000	-0.846644599
13881,4698	14080	-1.410015936
13881,4698	14100	-1.549859885
13881,4698	14160	-1.967021496

Dari tabel di atas, dapat dilihat prosentase nilai regulasi tegangan pada generator sinkron PLTA UP Mrica unit 1. Dari nilai prosentase regulasi tegangan di atas, didapat nilai antara -3% hingga 0,7%. Saat tegangan regulasi (VR) bernilai negatif (-) menandakan beban bersifat kapasitif di mana tegangan terminal ( $V_t$ ) melebihi tegangan tanpa beban ( $V_{nl}$ ). Untuk beban kapasitif, maka arus akan mendahului tegangan sebesar  $90^\circ$ . Fluksi yang dihasilkan oleh arus jangkar akan searah dengan fluksi arus medan sehingga reaksi jangkar yang terjadi akan *magnetising* artinya reaksi jangkar akan menguatkan fluksi arus medan. Dengan terjadinya penguatan fluksi medan di kumparan medan generator, maka akan terjadinya kenaikan tegangan terminal generator ( $V_t$ ). Untuk menjaga agar tegangan agar tegangan terminal generator ini stabil pada nilai yang telah ditentukan, maka arus eksitasi yang diinjeksikan ke kumparan medan di rotor akan dikurangi.

Sedangkan saat tegangan regulasi (VR) bernilai (+) menandakan beban

bersifat induktif di mana tegangan terminal ( $V_t$ ) kurang dari tegangan tanpa beban ( $V_{nl}$ ). Untuk beban induktif, arus akan tertinggal  $90^\circ$  dari tegangan. Hal ini menyebabkan fluksi yang dihasilkan oleh arus jangkar akan melawan fluksi arus medan. Dengan kata lain, reaksi jangkar akan *demagnetizing*, artinya pengaruh reaksi jangkar akan melemahkan fluksi arus medan. Agar tegangan keluaran generator ( $V_t$ ) menjadi stabil, maka dilakukan pembahan arus eksitasi yang diinjeksikan ke kumparan medan.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Sistem eksitasi pada PLTA UP Mrica menggunakan sistem eksitasi dengan sikat (*brush excitation*) yang menggunakan sikat arang dengan tipe generator kutub menonjol yang memiliki kecepatan putar rendah (388 rpm). Dan sistem eksitasinya menggunakan *self excitation* yang awalnya menggunakan baterai hingga terpenuhi tegangannya, lalu menggunakan tegangan *output* generator itu sendiri sebagai penguatan kembali untuk eksitasinya. Jadi tidak diperlukan generator tambahan untuk eskitasinya.
2. Berubah-ubahnya beban dapat mempengaruhi sistem eksitasi. Naiknya beban ( $I_a$ ) menyebabkan turunnya tegangan terminal ( $V_t$ ) pada generator, di mana untuk menjaga tegangan terminal tetap konstan maka AVR secara otomatis akan menaikkan arus eksitasi ( $I_f$ ) untuk menaikkan kembali tegangan terminal tersebut. Jadi, apabila beban naik maka sistem eksitasi akan naik. Begitu pula sebaliknya, apabila beban turun maka sistem eksitasi akan menurunkan arus eksitasinya. Di mana beban ( $I_a$ ) berbanding lurus dengan eksitasi ( $I_f$ )
3. Fluktuasi yang terjadi biasanya diakibatkan oleh beberapa faktor, yakni terjadinya perubahan tarikan beban akibat *starting* mesin berputar yang

bersifat sesaat dan memiliki nilai signifikan, adanya reaksi jangkar, terjadinya kejenuhan inti besi saat diberikan arus eksitasi berlebih.

4. Regulasi tegangan yang terjadi pada generator unit 1 PLTA UP Mrica berkisar di antara  $-3\%$  hingga  $+0,7\%$ . Saat regulasi tegangan (VR) bernilai negatif maka beban bersifat kapasitif, sedangkan saat regulasi tegangan (VR) bernilai positif (+) maka beban bersifat induktif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bandri, Sepannur; (2013). *Analisa Pengaruh Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron (Aplikasi PLTG Pauh Limo Padang)*. Padang.
- Basofi, (2014). *Studi Arus Eksitasi pada Generator Sinkron yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya*. Sumatera Utara
- Chapman, S.J; (2005). *Electric Machinery Fundamentals fifth Edition*. New Delhi: The McGrowth Hill Company.
- Cory, B.J; Wendy B.M; Jenkins N; Ekanayake J.B; Strbac G; (1998). *Electric Power Systems Fifth Edition*. London: Imperial College.
- Fitzgerald, A.E; Kingsley Charles; Umans S.D; (2002). *Electric Machinery Sixth Edition*. Cambridge, MA.
- Marda, Bindar; (2016). *Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Keluaran Daya Reaktif Generator Sinkron 13,8 kV 67 MVA*. Yogyakarta.
- Riduan. (2017). *Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator Sinkron di PLTD Merawang Kabupaten Bangka Induk Sungaliat*. Bangka Belitung: Universitas Bangka Belitung.
- Ridzki, Imron. (2013) *Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator*
- Rudi, Syahputra, (2012). *Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap*

*Tegangan Keluaran Generator Sinkron.* Aceh

Say, M.G; (1976). *Alternating Current Machines.* Great Britain: Pitman Press, Bath.

Sen, P.C; (1996). *Principles of Electric Machines and Power Electronics second Edition.* Canada: John Wiley & Sons.

Theraja, B.L; Theraja, B.L; Tarnekar, S.G; (2005). *A Textbook of Electrical Technology in S.I Units Volume I: Basic Electrical Engineering.* New Delhi: S Chand & Company Ltd.

Theraja, B.L; Theraja, B.L; Tarnekar, S.G; (2005). *A Textbook of Electrical Technology in S.I Units Volume II: AC & DC Machines.* New Delhi: S Chand & Company Ltd.