

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN ARUS EKSITASI TERHADAP TEGANGAN KELUARAN DAN DAYA REAKTIF DI PLTG GILIMANUK

Agi Tama¹, Erik Agustian Yulanda², Sunardi³,
Komang Adi Wirakusuma⁴, Pranoto Budi Laksono⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pamulang
^{1,2,3,4,5}Jalan Raya Puspitek, Buaran, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹dosen02635@unpam.ac.id

²dosen02636@unpam.ac.id

³dosen00856@unpam.ac.id

⁴adiwirakusuma86@gmail.com

⁵dosen02629@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 20-03-2024
revisi : 26-04-2024
diterima : 22-05-2024
dipublish : 30-06-2024

ABSTRAK

Salah satu komponen terpenting dari pembangkit tenaga listrik adalah generator, perubahan suatu beban akan mempengaruhi tegangan generator. sistem eksitasi juga memiliki tugas untuk memantau dan mengontrol tegangan keluaran generator, oleh karena itu generator harus mampu membangkitkan daya listrik sesuai dengan besarnya beban yang diberikan. Tujuan dengan melakukan perbandingan antara hasil pengukuran EDS dengan hasil perhitungan yang didapat, yang akan dianalisis dengan tujuan untuk meminimalisir terjadinya gangguan yang disebabkan eksitasi dan daya reaktif pada generator. Analisis menunjukkan arus eksitasi paling besar terdapat pada jam 21:00 pengaturan arus eksitasi sebesar 868 A, tegangan yang dihasilkan sebesar 16,0 kV, sedangkan dari hasil perhitungan sebesar 15,8 kV, dari perbandingan pengukuran dengan perhitungan memiliki 0,2 kV atau 200 V. Pada jam 09:00 dengan besar arus eksitasi 778 A, dengan arus jangkar 7,9 kA daya reaktif yang dihasilkan sebesar 25 MVAR, sedangkan pada perhitungan daya reaktif yang didapat sebesar 24,6 MVAR, pada pengukuran dengan perhitungan memiliki selisih 0,4 MVAR atau 400 kVAR. Pada jam 22:00 diperoleh daya reaktif sebesar 15 MVAR sehingga menghasilkan faktor daya sebesar 0,96. Dapat disimpulkan semakin besar arus eksitasi maka tegangan keluaran generator akan besar, jika arus eksitasi besar maka daya reaktif ikut besar juga jika daya reaktif besar akan menimbulkan cosphi yang menurun dikarenakan daya reaktif berbanding terbalik dengan cosphi yang nantinya akan menimbulkan rugi-rugi daya.

Kata kunci: Generator; arus eksitasi; daya reaktif; cosphi

ABSTRACT

One of the most important components of a power plant is the generator, the change in a load will affect the voltage of the generator. The excitation system also has the task of monitoring and controlling the output voltage of the generator, therefore the generator must be able to generate electrical power in accordance with the amount of load given. The purpose is to compare the results of EDS measurements with the results of the calculations obtained, which will be analyzed with the aim of minimizing the occurrence of interference with excitation and reactive power in the generator. The analysis shows that the largest excitation current is found at 21:00 setting the excitation current by 868 A, the resulting voltage is 16.0 kV, while from the calculation results of 15.8 kV, from the comparison of measurements with calculations having 0.2 kV or 200 V. At 09:00 with an excitation current of 778 A, with an anchor current of 7.9 kA the reactive power produced is 25 MVAR, while in the calculation of the reactive power obtained at 24.6 MVAR, in the measurement with the calculation has a difference of 0.4 MVAR or 400 kVAR. At 22:00 it gets a reactive power of 15 MVAR so that it produces a power factor of 0.96, while in the cosphi calculation which is obtained at 0.95. It can be concluded that the greater the excitation current, the generator output voltage will be large, if the excitation current is large, the reactive power will also be large, if the reactive power is large, it will cause cosphi to decrease because the reactive power is inversely proportional to cosphi which will later cause power losses.

Keywords: Generator; excitation current; reactive power; cosphi

PENDAHULUAN

Seperti kondisi saat ini, sangat sulit untuk menghindari kebutuhan energi listrik pada generasi digital atau milenial. Karena keberadaan energi listrik dapat mencakup hampir seluruh aspek kehidupan manusia. Oleh karena itu banyak pembangkit listrik yang dibangun dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Dari sekian banyak pembangkit listrik yang ada, hanya fokus pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Listrik yang dihasilkan merupakan hasil proses mengubah gaya mekanis berupa putaran turbin menjadi gaya gerak listrik (GGL). Tenaga penggerak didukung oleh motor generator sinkron (Farhan, 2021). Salah satu komponen terpenting dari sistem energi listrik ialah generator, yang bertugas sebagai sumber

utama energi listrik. energi mekanik generator umumnya diperoleh dari turbin serta diubah menjadi energi listrik (Azis et al., 2019). Sistem eksitasi merupakan bagian penting dari generator. Tujuan dari sistem eksitasi adalah untuk menghasilkan arus DC untuk disalurkan ke Gulungan medan generator. Selain itu, sistem eksitasi juga memiliki tugas buat memantau serta mengontrol tegangan keluaran generator sebagai pengendali utama generator, sistem eksitasi secara langsung mempengaruhi stabilitas dan keandalan generator (Puspitaputri et al., 2021).

Penelitian ini akan memfokuskan Analisis pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Tegangan Keluaran dan Daya Reaktif Generator Pembangkit di PLTG Gilimanuk. Tugas akhir ini bertujuan untuk

melakukan perbandingan data yang didapat dari pengukuran EDS (*Energy Delivery System*). Dengan metode perhitungan lalu dianalisa. Dengan harapan mampu melakukan efektifitas pengaturan antara sistem eksitasi dengan daya reaktif pada generator untuk meminimalisir terjadinya gangguan yang disebabkan eksitasi dan daya reaktif pada generator.

TEORI

Generator Sinkron

Generator merupakan sumber energi listrik utama dalam sistem tenaga, oleh karena itu kinerja dari generator mempengaruhi operasi jaringan listrik. Konversi energi elektromagnetik adalah konversi energi mekanik menjadi energi listrik berdasarkan induksi magnetik. Elemen terpenting untuk produksi listrik dengan induksi medan magnet, penghantar (kumparan) dan kecepatan putar relatif. Generator sinkron, juga disebut alternator, terdiri dari dua bagian: stator dan rotor. Stator berasal dari generator sinkron tetap dan stator menghasilkan tegangan induksi. Rotor adalah bagian dari generator sinkron yang berputar secara mekanis yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet dan menginduksi tegangan di sekitar belitan stator (Farhan, 2021).

Jenis Beban Generator Sinkron

1. Beban Resistif

Beban resistif ialah beban yang disebabkan oleh perangkat listrik alami seperti elemen pemanas atau bola lampu. Beban seperti itu bersifat pasif. artinya, tidak bisa menghasilkan energi listrik serta mengkonsumsi energi listrik. Beban resistif juga bisa mengubah energi listrik menjadi panas, sebab resistansi menghalangi sirkulasi elektron serta

mengurangi tegangan yang mengalir. hambatan pun tidak akan mengganti sifat arus listrik bolak – balik yang mengalirinya.

2. Beban Induktif

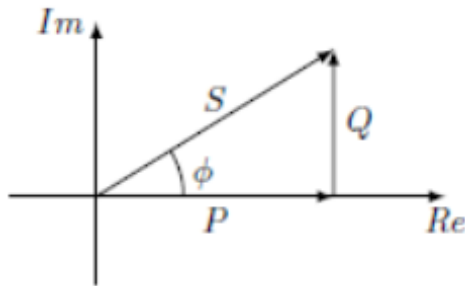
Beban induktif dihasilkan oleh peralatan listrik yang menggunakan belitan, contoh peralatan listrik yang termasuk beban induktif seperti transformator, motor induksi, dll. Sifat belitan adalah untuk mencegah perubahan nilai arus yang terdiri dari arus bolak-balik karena arusnya mengalir naik dan turun.

3. Beban Kapasitif

Beban kapasitif beban menggunakan kapasitansi. Kapasitansi merupakan kemampuan untuk menyimpan energi dengan melepaskan atau mengisi daya dalam suatu rangkaian, serta arus yang mengakibatkan tegangan ditimbulkan oleh komponen tersebut. Arus normal merupakan situasi dimana sudut fasa arus negatif terhadap tegangan dan arus mendahului tegangan. Beban kapasitif menyerap daya aktif serta memancarkan daya reaktif,

Daya 3 Fasa

Konsumsi daya total terdiri dari daya reaktif, daya semu, serta daya aktif. buat beban 3 fasa simetris, jumlah daya tiga fasa merupakan tiga kali daya satu fasa. Bentuk hubungan antara daya – daya tersebut di atas bisa dinyatakan dengan merepresentasikan daya – daya tersebut menjadi vektor yang disebut menggunakan representasi segitiga daya,



Gambar 1. Segitiga daya

Segitiga daya merupakan hubungan antara daya reaktif (Q), daya semu (S), serta daya aktif (P). hubungan antara ketiga gaya tersebut bisa dinyatakan dalam bentuk vector.

1. Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan suatu daya rugi – rugi dengan kata lain ialah suatu yang tidak diinginkan dan semaksimal mungkin dapat dihindari. energi ini berasal dari komponen reaktif serta mempunyai satuan VAR. daya reaktif ini ialah perkalian antara tegangan efektif dengan arus eksitasi serta nilai sin Secara sistematis.(Harahap, 2021). Menggunakan persamaan sebagai :

$$Q = V \cdot I \cdot \sin\phi \quad (1)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin\phi \quad (2)$$

2. Daya semu/tampak

Daya semu ialah daya nyata, dengan istilah lain Daya semu ini merupakan daya yang sebenarnya didapatkan oleh generator. Daya semu ialah penjumlahan daya aktif serta daya reaktif. Daya semu ini mempunyai satuan VA. di bawah ini merupakan persamaan sistem daya semu (*apparent power*). (Shintawaty, 2013).

$$S = V \cdot I \quad (3)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (4)$$

3. Daya aktif

Daya nyata adalah daya yang digunakan untuk energi nyata. Dengan kata lain, daya ini dikonsumsi. Daya aktif ini adalah daya yang tertera pada kWh meter rumah, dan daya ini merupakan daya yang harus dibayar pelanggan. Satuan untuk daya aktif ini sendiri adalah watt (W). Di bawah ini adalah persamaan sistem untuk daya aktif. (active power):

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (5)$$

$$P = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (6)$$

Faktor Daya

Faktor daya merupakan ukuran dari kualitas sistem tenaga listrik yang digunakan. Faktor daya (pf) didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif (kW) dengan daya nyata / daya semu (kVA). Dalam kondisi ideal dimana V dan I hanya terdiri dari komponen-komponen frekuensi fundamental (misalnya 50 Hz), sesuai dengan persamaan (Burhanuddin et al., 2022)

$$\cos\phi = \frac{P}{S} \quad (7)$$

$$\sin\phi = \frac{Q}{S} \quad (8)$$

$$\tan\phi = \frac{Q}{P} \quad (9)$$

Faktor daya (power factor) penting dalam jaringan AC, baik jaringan tiga fasa atau satu fasa.

Sifat Faktor Daya

pada suatu sistem tenaga listrik memiliki 3 jenis faktor daya yaitu daya unity, faktor daya mendahului (leading) dan faktor daya terbelakang (lagging) yang ditemukan oleh jenis beban pada sistem tenaga listrik (Burhanuddin et al., 2022),

1. Faktor Daya Unity

Faktor daya unity adalah keadaan saat nilai $\cos\phi$ adalah satu dan tegangan sefasa dengan arus. Faktor daya unity

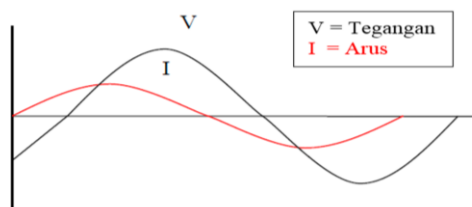
akan terjadi jika jenis beban adalah resistif murni.



Gambar 2. Arus se-fase dengan tegangan

2. Faktor Daya Mendahului (*leading*)

Faktor daya mendahului (*leading*) merupakan keadaan faktor daya saat memiliki kondisi beban atau peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif.

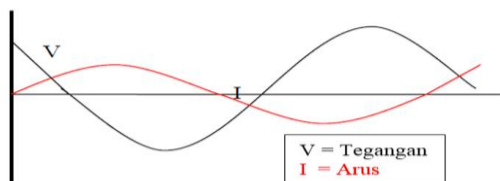


Gambar 3. Arus mendahului tegangan

terlihat bahwa arus mendahului tegangan maka daya reaktif tertinggal dari daya semu, berarti beban memberikan daya reaktif kepada sistem.

3. Faktor Daya Terbelakang (*lagging*).

Faktor daya terbelakang (*lagging*) merupakan keadaan faktor daya ketika memiliki kondisi beban atau peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif. jika tegangan mendahului arus maka faktor daya ini dikatakan lagging.



Gambar 4. Arus tertinggal oleh tegangan

terlihat bahwa arus tertinggal oleh tegangan maka daya reaktif mendahului daya semu, berarti beban membutuhkan

atau mendapatkan daya reaktif dari sistem.

Sistem Eksitasi

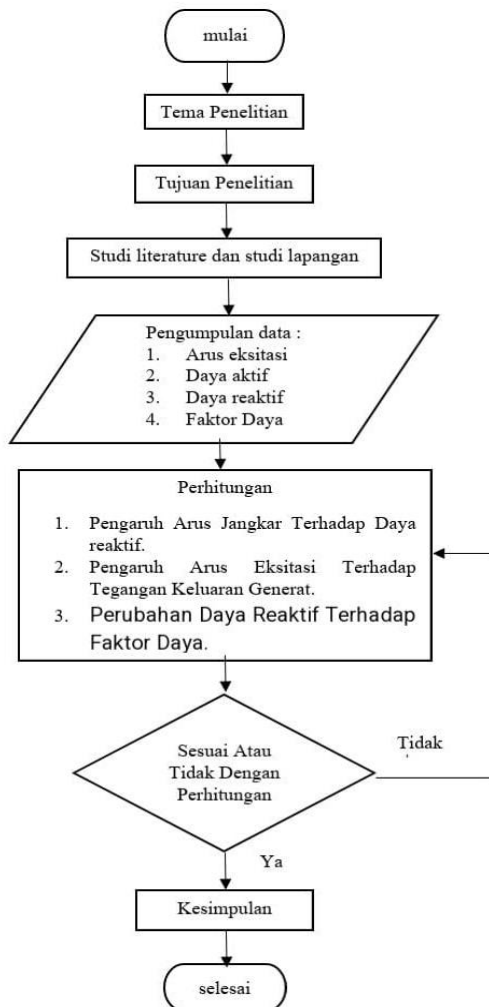
Sistem eksitasi generator sinkron adalah proses peningkatan medan dengan mengalirkan arus searah (DC) ke belitan medan yang terdapat di dalam rotor. Prinsip elektromagnet, yaitu ketika arus searah mengalir melalui kumparan rotor, maka kumparan tersebut menjadi magnet hingga menghasilkan fluks magnet. (Ramadhan et al., 2021)

Pengaruh Beban Pada Sistem Eksitasi

Ketika generator sinkron bekerja atau keadaan diam, tidak ada arus yang mengalir pada belitan jangkar stator, sehingga hanya fluks medan rotor yang mengalir melalui celah udara. tidak sama dengan saat generator dioperasikan menggunakan beban, arus jangkar mengalir serta menghasilkan fluksi jangkar mempengaruhi arus sehingga nantinya mengakibatkan nilai tegangan akhir generator sinkron berubah. Reaksi ini dianggap reaksi jangkar. Arus jangkar menyebabkan dampak seperti penyimpangan, penguatan atau pelemahan magnetisasi serta demagnetisasi. pengaruh arus jangkar tergantung pada beban dan juga pada faktor daya beban (Burhanuddin et al., 2022).

METODOLOGI

Flowchart Penelitian



Gambar 1. Tahapan penelitian

Tahapan Penelitian

1. Kajian Pustaka.

Supaya melangkah lebih jauh dibutuhkan kajian pustaka dalam penelitian ini, sebaiknya melakukan pencarian tentang teori – teori yang sesuai tentang penelitian ini. Teori – teori tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber antara lain buku, jurnal dan lain – lain.

2. Pengumpulan Data.

Data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah data arus eksitasi, daya reaktif, daya aktif, tegangan keluaran generator dan $\cos\phi$ melalui aplikasi EDS (Energy Delivery System), dengan sistem HMI (Human Machine Interface) dan Spesifikasi dari generator yang digunakan.

3. Perhitungan.

Dari data – data yang telah didapat, data tersebut akan dilakukan perhitungan arus eksitasi terhadap tegangan keluaran generator, arus eksitasi terhadap daya reaktif dan daya reaktif terhadap $\cos\phi$, yang terdapat pada generator tersebut.

4. Studi Analisis

Setelah mengetahui hasil perhitungan yang didapat, maka akan dilakukan analisis dari perhitungan yang sudah dibuat agar dapat membandingkan hasil dari data asli dari generator dengan perhitungan menggunakan rumus yang sudah ditentukan.

5. Kesimpulan.

Setelah melakukan analisa akan mendapatkan kesimpulan dari hasil yang didapat dari penelitian yang sudah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Operasi Generator Pembangkit

menampilkan data operasi generator yang diambil saat kondisi generator berbeban. Tabel 1 memperlihatkan data yang diambil dalam penelitian yaitu daya aktif (MW), daya reaktif (MVAR), arus eksitasi (A), arus jangkar (KA), V_{out} generator (KV), factor daya ($\cos\phi$).

Tabel 1. Data Operasi Harian Generator PLTG Gilimanuk

Jam	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (MVAR)	Arus Eksitasi (A)	Arus Jangkar (kA)	Vout Generator (kV)	Faktor Daya (cos φ)
01:00	85	5	618	2,2	15,5	1,00
02:00	85	5	604	2,2	15,5	0,99
03:00	80	7	589	3,1	15,4	0,99
04:00	85	15	614	4,8	15,3	0,98
05:00	85	9	711	3,9	15,5	0,99
06:00	85	11	681	4,7	15,5	0,99
07:00	85	5	688	2,2	15,6	1,00
08:00	85	10	712	4,3	15,7	0,99
09:00	110	25	778	7,9	15,8	0,98
10:00	130	18	878	7,9	15,5	0,99
11:00	130	16	880	7,1	15,5	0,99
12:00	130	16	880	7,1	15,5	0,99
13:00	100	3	720	1,3	15,7	1,00
14:00	85	24	756	5,2	16,0	0,96
15:00	100	5	720	2,3	15,6	1,00
16:00	100	9	749	3,9	15,8	1,00
17:00	100	3	770	1,1	15,7	1,00
18:00	115	3	864	1,3	15,7	1,00
19:00	120	3	784	1,3	15,7	1,00
20:00	120	15	780	6,6	15,7	0,99
21:00	130	15	868	6,5	16,0	0,99
22:00	50	15	622	3,3	15,8	0,96

Tabel 2. Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Tegangan Keluaran Generator

Jam	Arus Eksitasi (A)	Ohm (Ω)	Vout (kV)	
			Generator (kV)	Perhitungan (kV)
01:00	618	0,025	15,5	15,45
02:00	604	0,025	15,5	15,1
03:00	589	0,026	15,4	15,314
04:00	614	0,024	15,3	14,736
05:00	711	0,021	15,5	14,931
06:00	681	0,022	15,5	14,982
07:00	688	0,022	15,6	15,136
08:00	712	0,022	15,7	15,664
09:00	778	0,020	15,8	15,56
10:00	878	0,017	15,5	14,926
11:00	880	0,017	15,5	14,96
12:00	880	0,017	15,5	14,96
13:00	720	0,021	15,7	15,12
14:00	756	0,021	16,0	15,876
15:00	720	0,021	15,6	15,12
16:00	749	0,021	15,8	15,729
17:00	770	0,020	15,7	15,4
18:00	864	0,018	15,7	15,552
19:00	784	0,020	15,7	15,68
20:00	780	0,020	15,7	15,6
21:00	868	0,018	16,0	15,624
22:00	622	0,025	15,8	15,55

Pada Tabel 2 data yang dihitung sehingga mendapatkan hasil perbedaan antara data dari generator dengan hasil dari perhitungan, pada data arus eksitasi(A) dapat dari hasil pengukuran generator, sedangkan hambatan(Ω) merupakan perhitungan antara arus eksitasi dengan tegangan keluaran generator. Berdasarkan hasil dari pengukuran dan perhitungan pada

Tabel 2 memperoleh grafik antara arus eksitasi dengan tegangan keluaran generator seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan arus eksitasi terhadap tegangan keluaran

Sesuai dengan Tabel 2 pengaruh arus eksitasi terhadap tegangan keluaran generator dapat di hitung sebagai berikut :

Data terendah :

$$\begin{aligned} \text{Arus Eksitasi} &= 614 \text{ A} \\ R \text{ (hambatan)} &= 0,024 \Omega \\ V &= I.R \\ &= 614 \times 0,024 \\ &= 14,736 \text{ kV} \end{aligned}$$

Data tertinggi :

$$\begin{aligned} \text{Arus Eksitasi} &= 868 \text{ A} \\ R \text{ (hambatan)} &= 0,018 \Omega \\ V &= I.R \\ &= 868 \times 0,018 \\ &= 15,624 \text{ kV} \end{aligned}$$

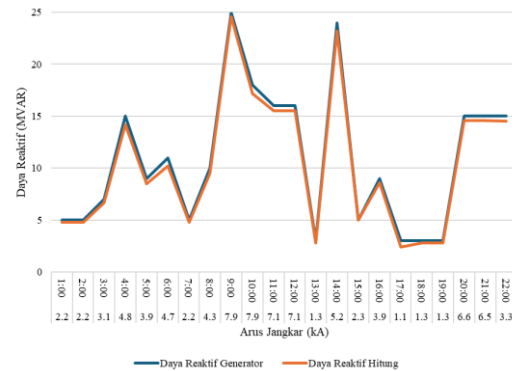
Gambar 6 Pada saat pengukuran dengan pengaturan arus eksitasi sebesar 614 A tegangan keluaran yang pada hasilkan sebesar 15,3 kV, sedangkan pada perhitungan arus eksitasi 614 A yang didapat dari hasil perhitungan sebesar 14,736 kV, dan tegangan dari hasil pengukuran dengan perhitungan memiliki selisih 0,6 kV atau 600 V, hal ini disebabkan karena pengaruh dari komponen atau perubahan beban. Perubahan tegangan

disebabkan oleh beban yang berubah secara signifikan maka dari itu arus eksitasi sangat penting untuk mengatur tegangan generator supaya tidak terjadi kerusakan pada belitan/kumparan rotor dan komponen lainnya.

Tabel 3. Pengaruh Arus Jangkar Terhadap Daya Reaktif.

Vout Generator (kV)	Arus Eksitasi (A)	Arus Jangkar (kA)	Daya Reaktif (MVAR)	
			Generator	Hitung
15,5	618	2,2	5	4,8
15,5	604	2,2	5	4,8
15,4	589	3,1	7	6,7
15,3	614	4,8	15	14,2
15,5	711	3,9	9	8,5
15,5	681	4,7	11	10,2
15,6	688	2,2	5	4,8
15,7	712	4,3	10	9,5
15,8	778	7,9	25	24,6
15,5	878	7,9	18	17,2
15,5	880	7,1	16	15,5
15,5	880	7,1	16	15,5
15,7	720	1,3	3	2,8
16,0	756	5,2	24	23,2
15,6	720	2,3	5	5
15,8	749	3,9	9	8,6
15,7	770	1,1	3	2,4
15,7	864	1,3	3	2,8
15,7	784	1,3	3	2,8
15,7	780	6,6	15	14,6
16,0	868	6,5	15	14,6
15,8	622	3,3	15	14,5

Pada Tabel 3 Menunjukkan data hasil pengukuran dan perhitungan antara tegangan keluaran generator dengan arus jangkar diperoleh hubungan grafik seperti Gambar 2. data yang dihitung sehingga mendapatkan hasil perbedaan antara data dari pengukuran EDS dengan hasil dari perhitungan, pada data arus eksitasi(A) dapat dari hasil pengukuran generator, dan data arus jangkar (kA) didapat hasil dari pengukuran, tegangan(V) didapat dari hasil pengukuran EDS yang akan dihitung untuk mencari daya reaktif.



Gambar 2. Hubungan arus jangkar terhadap daya reaktif

Sesuai dengan Tabel 3. pengaruh arus jangkar terhadap daya reaktif generator dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui Data terendah :

$$Q = V \times I \times \sin \phi$$

$$I_f = 770 \text{ A}$$

$$V_{out} = 15,7 \text{ Kv}$$

$$I_a = 1,1 \text{ kA}$$

$$\begin{aligned} \sin \phi &= 8,1^\circ \\ &= 15,7 \times 1,1 \times \sin (8,1^\circ) \\ &= 2,4 \text{ MVAR} \end{aligned}$$

Diketahui Data tertinggi :

$$Q = V \times I \times \sin \phi$$

$$I_f = 778 \text{ A}$$

$$V_{out} = 15,8 \text{ Kv}$$

$$I_a = 7,9 \text{ kA}$$

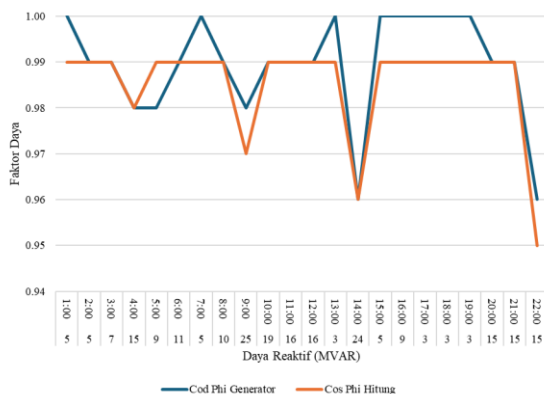
$$\begin{aligned} \sin \phi &= 11,4^\circ \\ &= 15,8 \times 7,9 \times \sin (11,4^\circ) \\ &= 24,6 \text{ MVAR} \end{aligned}$$

Gambar 2. Pada saat pengukuran dengan pengaturan arus eksitasi sebesar 770 A, dengan arus jangkar yang didapat sebesar 7,9 kA serta daya reaktif yang dihasilkan sebesar 25 MVAR, sedangkan pada perhitungan dengan arus jangkar 7,9 kA yang didapat daya reaktif dari hasil perhitungan sebesar 24,6 MVAR, daya reaktif dari hasil pengukuran dengan perhitungan mempunyai selisih 0,4 MVAR atau 400 kVAR,

Tabel 4. Pengaruh Perubahan Daya Reaktif Terhadap Faktor Daya.

Jam	Daya Reaktif (MVAR)	Daya Aktif (MW)	Sudut Phi	Cos Phi	
				Generator	Hitung
01:00	5	85	3,319	1,00	0,99
02:00	5	85	3,319	0,99	0,99
03:00	7	80	4,972	0,99	0,99
04:00	15	85	10,004	0,98	0,98
05:00	9	85	6,039	0,98	0,99
06:00	11	85	7,373	0,99	0,99
07:00	5	85	3,319	1,00	0,99
08:00	10	85	6,707	0,99	0,99
09:00	25	110	12,879	0,98	0,97
10:00	19	130	7,879	0,99	0,99
11:00	16	130	7,012	0,99	0,99
12:00	16	130	7,012	0,99	0,99
13:00	3	100	1,718	1,00	0,99
14:00	24	85	15,764	0,96	0,96
15:00	5	100	2,862	1,00	0,99
16:00	9	100	5,142	1,00	0,99
17:00	3	100	1,718	1,00	0,99
18:00	3	115	1,489	1,00	0,99
19:00	3	120	1,432	1,00	0,99
20:00	15	120	7,125	0,99	0,99
21:00	15	130	6,771	0,99	0,99
22:00	15	130	16,699	0,96	0,95

Pada Tabel 4 menunjukkan data hasil pengukuran dan perhitungan antara daya aktif dan daya reaktif dengan tujuan membandingkan cosphi dari generator dengan hasil perhitungan, diperoleh hubungan grafik antara daya reaktif dengan faktor daya seperti Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan daya reaktif terhadap faktor daya

Perhitungan pengaruh beban daya reaktif sesuai dengan dengan persamaan 7 sampai 9 dengan data Tabel 4 dari jam

01.00 sampai dengan jam 22.00 dapat di hitung sebagai berikut :

Data Cos ϕ Tertinggi :

$$Q = 15 \text{ MVAR}$$

$$P = 50 \text{ MW}$$

$$\tan \phi = Q/P$$

$$= 15/50 = 0,3$$

$$\phi = [\tan]^{(-1)} 0,3$$

$$= 16,699^\circ$$

$$\cos \phi = 0,95$$

Data Cos ϕ Terendah :

$$Q = 3 \text{ MVAR}$$

$$P = 120 \text{ MW}$$

$$\tan \phi = Q/P$$

$$= 3/120 = 0,025$$

$$\phi = [\tan]^{(-1)} 0,025$$

$$= 1,432^\circ$$

$$\cos \phi = 0,99$$

Gambar 3. Ketika pengukuran dengan daya reaktif sebesar 15 MVAR, dengan daya aktif sebesar 50 MW kemudian faktor daya yang dihasilkan sebesar 0,96 , sedangkan pada perhitungan dengan daya reaktif sebesar 15 MVAR, yang didapat faktor daya dari hasil perhitungan sebesar 0,95, daya reaktif pada generator sangat berpengaruh terhadap faktor daya, meningkatnya daya reaktif mengakibatkan faktor daya menjauhi 1 yang mengakibatkan rugi-rugi daya pada generator.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat beberapa kesimpulan, pertama Pengaturan arus eksitasi pada generator mempengaruhi nilai tegangan keluaran generator. Dikarenakan semakin besar arus eksitasi yang diberikan kepada generator semakin besar tegangan yang dihasilkan generator, dalam perhitungan memiliki selisih 0,6kV disebabkan komponen atau perubahan beban yang diberikan kepada

generator. Perubahan besarnya arus eksitasi berbanding lurus dengan arus jangkar namun kemunculan arus jangkar disebabkan ketika generator diberikan beban perubahan daya reaktif disebabkan oleh perubahan arus jangkar yang mengingkat. Besar kecilnya nilai faktor daya dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai daya reaktif dari generator. faktor daya hasil dari generator dengan hasil perhitungan memiliki selisih yang terbilang sedikit namun sangat berpengaruh terhadap daya aktif yang dihasilkan yang nantinya berdampak kepada distribusi generator.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, H., Pawenary, P., & Sitorus, M. T. B. (2019). Simulasi Pemodelan Sistem Eksitasi Statis pada Generator Sinkron terhadap Perubahan Beban. *Energi & Kelistrikan*, 11(2), 46–54. <https://doi.org/10.33322/energi.v11i2.483>
- Burhanuddin, B., Haddin, M., & Nugroho, A. A. (2022). Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Daya Output Generator PLTG 1.1 Blok I Tambak Lorok Semarang. *Cyclotron*, 5(01), 29–34. <https://103.114.35.30/index.php/cyclotron/article/view/9507>
- Perawati, P. (2020). Karakteristik Generator Sinkron Yang Berbeban Berat Dan Tidak Konstan. *Jurnal Ampere*, 2(2), 115. <https://doi.org/10.31851/ampere.v2i2.1775>
- Puspitaputri, G. Y., Priananda, C. W., & Syahbana, D. F. (2021). Automatic Voltage Regulator (AVR) Generator dengan Mikrokontroler Menggunakan Metode Hill Climbing. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 171–176. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.67421>
- Putra, S. A., & Santoso, D. B. (2022). Analisis Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator Sinkron Unit 3 Plta Ubrug. *Jurnal DISPROTEK*, 13(2), 113–122. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v13i2.3160>
- Farhan, M. (2021). Simulasi Pemodelan Sistem Eksitasi Statis pada Generator Sinkron terhadap Perubahan Beban. *JURNAL SIMETRIK*, 11(1), 398. <https://doi.org/10.31959/js.v11i1.653>
- Ramadhan, Zondra, E., & Halilintar, M. P. (2021). Analisis Eksitasi Generator Unit 3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Teluk Lembu PT . PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Pekanbaru. *Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri*, 6(1), 32–38. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i1.7318>
- Harahap, M. (2021). Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator. *Teknik Elektro*, 3(2), 71–76.
- Manangka, R., Mangindaan, G. C., & Tumaliang, H. (2022). Analisa Pengaruh Perubahan Beban terhadap Efisiensi Generator Sinkron 3 Fasa di PLTP Lahendong Unit 3. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Sam Ratulung*, 1–7.
- Shintawaty, L. (2013). Peranan Daya Reaktif Pada Sistem Kelistrikan. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 1(2), 109–128.