

Pengaruh Penurunan Efisiensi Generator Sinkro 3 Fasa Akibat Fluktuatif Temperatur Belitan Stator Pada Unit PLTMG Baubau 30 Mw

Muhamad Yusuf ^{1*)}; Ibnu Hajar ²

1. Alumni Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi PLN
2. Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi PLN

^{*)Email:} yusuf1711253@itpln.ac.id

Received: 6 April 2022 | Accepted: 8 Agustus Mei 2022 | Published: 1 Januari 2023

Abstract

Gas engine power plant is one type of power plant that uses two fuels or better known as dual fuel, where the fuel is natural gas and diesel oil. PLTMG Baubau 30 MW has four generators, each generator has an installed capacity of 9780 kW, at the time of operation of a generator it will certainly result in an increase in temperature, an increase in temperature caused by the current flowing in the stator copper conductor during the loading process, as well as the presence of between the rotor and the air. Basically, the increase in temperature on the side of the stator winding will cause several losses, namely: copper losses, mechanical losses, stray losses and iron core losses. The losses on the generator side will affect the value of the output power efficiency, therefore it is necessary to analyze the generator efficiency value whether the generator can work optimally or less than optimally. By applying quantitative methods, this research can determine the correlation between several variables which then analyze the results, the data collection process from April 1, 2021 to April 20, 2021, the average efficiency of the 3-phase synchronous generator unit Baubau PLTMG 30 MW is 98.28% with the average total losses on the side of the synchronous generator, which is 107,743 kW, this shows that the generator is still in an optimal state and has the power to generate electricity.

Keywords: PLTMG, Synchronous Generator, Winding temperature, Efficiency

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga mesin gas merupakan salah satu jenis pembangkit yang memakai dua bahan bakar atau lebih dikenal dengan *dual-fuel*, dimana bahan bakar tersebut yaitu *natural gas* dan *diesel oil*. PLTMG Baubau 30 MW memiliki empat generator yang masing-masing generator memiliki kapasitas terpasang sebesar 9780 kW, pada saat pengoperasian suatu generator tentunya akan menghasilkan kenaikan suhu, kenaikan suhu tersebut diakibatkan oleh adanya arus yang mengalir pada penghantar tembaga stator pada saat proses pembebanan, serta adanya gesekan antara rotor dengan udara. Pada dasarnya kenaikan temperature pada sisi belitan stator akan menimbulkan beberapa kerugian, yaitu: rugi- rugi tembaga, rugi-rugi mekanik, rugi-rugi stray dan rugi-rugi inti besi. Rugi-rugi pada sisi generator tersebut akan mempengaruhi nilai efisiensi daya keluaran, oleh karena itu perlu dilakukan analisa terhadap nilai efisiensi generator apakah generator dapat bekerja optimal atau kurang optimal. Dengan menerapkan metode kuantitatif maka penelitian ini dapat menentukan korelasi antara beberapa variable yang kemudian dilakukan analisa hasilnya, proses pengambilan data mulai dari tanggal 1 april 2021 hingga 20 April 2021 didapatkan rata-rata efisiensi generator sinkron 3 fasa unit PLTMG Baubau 30 MW sebesar 98,28% dengan rata-rata rugi-rugi total pada sisi generator sinkron yaitu sebesar 107,743 kW, hal ini menunjukkan bahwa generator masih dalam keadaan optimal serta memiliki keandalan yang baik dalam penghasil daya listrik.

Kata kunci: PLTMG, Generator sinkron, Temperature belitan, Efisiensi

1. PENDAHULUAN

PLTMG Baubau 30 MW merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan dua bahan bakar atau disebut *dual-fuel*. Kontribusi PLTMG Baubau 30 MW dalam sistem ketenagalistrikan Kota Baubau mencapai 65% perharinya, dengan kontribusi yang sangat besar PLTMG Baubau dapat dikatakan sebagai sentral sistem kelistrikan Kota Baubau dalam meningkatkan kualitas pasokan daya listrik untuk disalurkan kepada masyarakat khususnya Kota Baubau. Terdapat beberapa perangkat yang memiliki peran penting dalam proses pembangkitan tenaga listrik, yaitu generator sinkron 3 fasa. Generator sinkron merupakan suatu mesin listrik yang dapat mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik akibat perubahan fluks pada suatu medan magnet. Prinsip kerja dari generator sinkron sesuai dengan hukum faraday yaitu apabila suatu kawat penghantar yang bermuatan listrik dalam medan magnet yang mengalami pergerakan secara berubah-ubah, maka akan mengakibatkan perbedaan tegangan di kedua ujung sisi penghantar listrik tersebut sehingga menimbulkan GGL induksi [1].

Pada sebuah generator terdapat dua bagian penting yaitu stator dan rotor, stator merupakan suatu perangkat pada generator yang berbentuk kawat silinder ditandai dengan lilitan kawat di tiap bagian yang memiliki fungsi sebagai bagian yang menerima induksi magnetik dari rotor, serta sebuah stator terbentuk dari bahan *ferromagnetik* yang memiliki karakteristik resistivitas serta permeabilitas yang baik. Rotor ialah merupakan bagian generator yang berputar dan mampu menimbulkan medan magnet sehingga dapat membangkitkan tegangan yang kemudian akan di induksikan ke stator [2].

Pada saat generator sinkron tiga fasa beroperasi maka terdapat bagian-bagian pada generator sinkron yang mengalami kenaikan temperatur, seperti pada belitan stator. Suhu pada suatu generator sangat berpengaruh terhadap timbulnya keausan pada generator, yang kemudian akan mengakibatkan penyusutan mekanis berupa gejala kimia yang ditandai dengan pengrapuhan pada generator. Hal ini akan menimbulkan rugi-rugi pada sisi generator sehingga menimbulkan penurunan nilai efisiensi sehingga daya keluaran yang dihasilkan oleh generator sinkron tersebut menjadi tidak maksimal [3]. Oleh sebab itu maka perlu diterapkannya sistem pendingin.

Sistem pendinginan yang diterapkan pada suatu generator berfungsi untuk menyerap panas yang ditimbulkan oleh generator pada saat *running* sehingga mampu memaksimalkan kinerja dari generator tersebut [4]. Jika kenaikan suhu yang ditimbulkan oleh generator tidak ditanggulangi dengan cepat maka akan menimbulkan turunnya sifat konduktivitas penghantar serta akan mempersingkat usia pakai generator. Generator memiliki beberapa media yang digunakan untuk menyerap panas yang ditimbulkan generator, hingga membuang panas tersebut pada saat generator beroperasi, yaitu melalui media udara, gas, hydrogen, dan air.

Permasalahan dalam penelitian ini yaitu peneliti ingin mengetahui seberapa besar pengaruh dari kenaikan temperatur belitan stator sehingga dapat menimbulkan rugi-rugi pada sisi generator sinkron tiga fasa dan dapat mempengaruhi efisiensi generator serta menurunkan kualitas suplay daya listrik ke beban [5].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan oleh penulis pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan suatu metode penelitian yang berupa kajian yang bersifat ilmiah dengan menentukan beberapa variable berupa data yang kemudian dianalisis hasilnya [6]. Metode kuantitatif mampu menjabarkan korelasi antara beberapa *variable*. Pada penelitian ini, terdapat beberapa parameter yang memiliki korelasi satu dan lain misalnya hubungan antara kenaikan temperature belitan stator yang dapat menimbulkan rugi-rugi pada sisi generator sinkron tiga fasa, ketika terjadi kenaikan temperature pada sisi belitan stator yang diakibatkan oleh beberapa faktor seperti adanya arus yang mengalir pada penghantar tembaga pada saat proses pembebanan, besarnya arus yang mengalir pada penghantar tersebut sama dengan panas yang timbul pada penghantar tersebut. Dampak yang diakibatkan oleh panas tersebut dapat menimbulkan rugi-rugi pada generator, sehingga dapat menurunkan nilai efisiensi daya keluaran yang akan disuplay oleh generator ke beban.

Metode kuantitatif baik diterapkan pada penelitian yang memiliki variable yang luas dengan mengutamakan objektivitas beberapa data dalam mengkaji suatu permasalahan penelitian. terdapat beberapa data penunjang yang mampu membantu peneliti dalam mengkaji permasalahannya [7], data-data tersebut antara lain yaitu data resistansi belitan stator, resistansi belitan medan, tegangan generator, arus generator, data daya aktif, dan temperature belitan stator fasa r, s, dan t.

Tabel. 1. Spesifikasi Generator sinkron 3 fasa unit PLTMG Baubau 30 MW

Output	:	12225 KVA
Voltage	:	11000 V
Current	:	642 A
Power factor	:	0.80
Frequency	:	50 Hz
Speed	:	700 rpm
Overspeed	:	900 rpm
Stator winding	:	0,0321 Ω
Field winding	:	0,9853 Ω
Exciter Field	:	8,3 A
Excitation winding	:	5,7 Ω
Applicable standard	:	IEC 60034-1
Insulation class	:	F

Tabel. 2. Data Temperatur belitan stator 1 April – 20 April 2021

		PT. PLN (Persero) PLTMG Baubau				
Data Temperatur belitan stator 1 April – 20 April 2021						
No	Tanggal	Temperature Winding (°C)			Daya Aktif (kW)	Persentase Beban (%)
		R	S	T		
1	1 April 2021	90.025	92.779	89.829	6190.662	63.2992
2	2 April 2021	96.691	99.762	96.433	7309.322	74.73744
3	3 April 2021	82.391	83.05	82.079	4392.667	44.9148
4	4 April 2021	87.495	88.012	86.762	6030.942	61.66607
5	5 April 2021	88.691	89.266	87.950	6228.615	63.68727
6	6 April 2021	89.733	90.191	88.904	6327,59	64.69928
7	7 April 2021	121.188	88.925	87.641	6088.019	62.24968
8	8 April 2021	89.170	89.6	88.258	6510.96	66.57423
9	9 April 2021	91.562	94.292	91.295	5844.94	59.76421
10	10 April 2021	86.554	87.129	86.004	5515.115	56.39177
11	11 April 2021	91.704	94.483	91.425	6458.405	66.03686
12	12 April 2021	87.325	87.8	86.454	6612.754	67.61507
13	13 April 2021	90.054	91.095	88.733	5832.738	59.63945
14	14 April 2021	90.487	93.295	90.166	6548.093	66.95392
15	15 April 2021	91.05	93.858	90.733	6527.278	66.74108
16	16 April 2021	80.858	81.562	80.466	5750.846	58.80211
17	17 April 2021	88.612	88.983	87.762	6462.503	66.07876
18	18 April 2021	84.795	85.225	84.070	5873.759	60.05889
19	19 April 2021	87.895	88.370	87.062	6411.235	65.55455
20	20 April 2021	86.192	86.658	85.470	6017.294	61.52652

Kenaikan temperatur pada belitan stator dapat menimbulkan rugi-rugi pada sisi generator sinkron yang meliputi rugi-rugi kumparan jangkar, rugi-rugi tembaga kumparan medan, rugi-rugi stray, dan rugi-rugi mekanik [8]. Dari beberapa rugi-rugi yang timbul akibat kenaikan temperatur belitan stator tersebut maka secara tidak langsung akan mempengaruhi nilai efisiensi dari sebuah generator sinkron tiga fasa sehingga daya keluran yang akan di salurkan ke beban menjadi tidak maksimal.

1. Rugi-rugi tembaga

suatu bentuk rugi-rugi yang nilainya sebanding dengan arus yang mengalir pada kawat tembaga. Apabila resistansi pada kedua kumparan pada generator sebesar R_a dan R_f dialiri arus sebesar I_a dan I_f maka akan timbul panas yang mengakibatkan kerugian pada generator sinkron yang dituliskan dalam persamaan [9] sebagai berikut:

$$P_{scl} = 3 \times I_a^2 \cdot R_a \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$P_{rcl} = 3 \times I_f^2 \cdot R_f \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana

P_{scl} = Rugi-rugi tembaga kumparan Jangkar (watt) P_{rcl} = Rugi-rugi tembaga kumparan Medan (watt) I_a = Arus kumparan jangkar (Ampere)

I_f = Arus kumparan medan (Ampere) R_a = Resistan kumparan jangkar (ohm) R_f = Resistan kumparan medan (ohm)

2. Rugi-rugi mekanik

Rugi-rugi mekanik merupakan suatu fenomena pada suatu generator yang timbul akibat hilangnya rotasional beban akibat efek mekanis dari generator [9].

$$P_{mechanicallosses} = 0.01 \times P_{in} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$P_{in} = P_{out} + P_{cu} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$P_{cu_{total}} = P_{scl_R} + P_{scl_s} + P_{scl_T} + P_{rcl} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana

$P_{mechanicallosses}$ =Rugi-rugi mekanik (watt)

0.01 =1% Persen dari beban maksimum

P_{in} =Daya masukan Generator sinkron (watt)

P_{out} =Daya keluaran Generator sinkron (watt)

P_{cu} =Rugi-rugi tembaga total (watt)

3. Rugi-rugi stray

Rugi-rugi stray merupakan Suatu kerugian pada sisi generator sinkron yang timbul akibat pemberian arus yang tidak sama pada inti besi dan juga pada sisi tembaga yang mengakibatkan gangguan pada fluks magnetik generator [9].

$$P_{stray} = 0.01 \times P_{scl} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana

P_{stray} = Rugi-rugi stray (watt)

0.01 = 1% dari beban maksimum

P_{scl} = Rugi-rugi tembaga kumparan jangkar (watt)

4. Efisiensi Generator sinkron

Efisiensi generator sinkron merupakan perbandingan antara antara daya output terhadap daya input pada suatu generator sikron tiga phase, meningkatnya daya listrik yang dihasilkan oleh sebuah generator berbanding lurus dengan kinerja dari sebuah rotor, oleh karena itu putaran generator perlu disesuaikan dengan daya keluaran yang dibutuhkan [10].

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

$$P_{in} = P_{out} + \sum rugi - rugi total \dots\dots\dots (8)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum rugi - rugi total} \times 100 \% \dots\dots\dots (9)$$

Dimana

η =Efisiensi Generator sinkron (%)

P_{in} =Daya masukan generator sinkron (watt)

P_{out} =Daya Keluaran generator sinkron (watt)

$\sum rugi - rugi total$ =Jumlah rugi-rugi generator sinkron (watt)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Rugi-Rugi Generator Sinkron

Degan melihat indeks kenaikan temperatur belitan stator serta beberapa parameter yang terdapat pada spesifikasi generator diikuti dengan data daya aktif mulai dari tanggal 1 April 2021 hingga 20 April 2021, maka akan didapatkan beberapa nilai rugi-rugi generator sinkron mulai dari rugi-rugi tembaga kumparan jangkar, nilai rugi-rugi kumparan medan, rugi-rugi stray, hingga rugi-rugi mekanik.

Tabel. 3. Rugi rugi total generator sinkron 3 fasa unit PLTMG Baubau

No.	Tanggal	P_{scl} (kW)			P_{rcl} (kW)	P_{stray} (kW)			$P_{mekanik}$ (kW)	$P_{rugi\ total}$ (kW)
		R	S	T		R	S	T		
1	1 April 2021	14.49237	15.55341	15.56826	0.2036	0.144924	0.155534	0.155683	62.36507	108.639
2	2 April 2021	20.61848	22.14593	22.14593	0.2036	0.206185	0.221459	0.221459	73.74463	139.508
3	3 April 2021	7.124691	7.59786	7.650932	0.2036	0.071247	0.075979	0.076509	44.15271	66.9535
4	4 April 2021	13.64665	14.54609	14.6358	0.2036	0.136466	0.145461	0.146358	60.74001	104.2
5	5 April 2021	14.60999	15.57587	15.66855	0.2036	0.1461	0.155759	0.156686	62.747	109.264
6	6 April 2021	15.12659	16.12031	16.21855	0.2036	0.151266	0.161203	0.162185	63.75286	111.897
7	7 April 2021	15.36356	14.86484	14.95482	0.2036	0.153636	0.148648	0.149548	61.33433	107.173
8	8 April 2021	15.9881	17.03751	17.13769	0.2036	0.159881	0.170375	0.171377	65.61354	116.482
9	9 April 2021	12.98021	13.92914	13.94105	0.2036	0.129802	0.139291	0.139411	58.86021	100.323
10	10 April 2021	11.37869	12.13086	12.2102	0.2036	0.113787	0.121309	0.122102	55.51065	91.7912
11	11 April 2021	15.85438	17.01619	17.0275	0.2036	0.158544	0.170162	0.170275	65.08534	115.686
12	12 April 2021	16.3982	17.47673	17.57893	0.2036	0.163982	0.174767	0.175789	66.64438	118.816
13	13 April 2021	12.86589	13.73574	13.77352	0.2036	0.128659	0.137357	0.137735	58.73344	99.7159
14	14 April 2021	16.23687	17.42896	17.43616	0.2036	0.162369	0.17429	0.174362	65.99426	117.811
15	15 April 2021	16.16187	17.34804	17.35574	0.2036	0.161619	0.17348	0.173557	65.78374	117.362
16	16 April 2021	12.15225	12.96155	13.04653	0.2036	0.121522	0.129615	0.130465	57.89237	96.6379
17	17 April 2021	15.72404	16.7525	16.85766	0.2036	0.15724	0.167525	0.168577	65.12068	115.152
18	18 April 2021	12.83587	13.67835	13.76611	0.2036	0.128359	0.136783	0.137661	59.1427	100.029
19	19 April 2021	15.44104	16.45643	16.55516	0.2036	0.15441	0.164564	0.165552	64.59918	113.74
20	20 April 2021	13.52977	14.41954	14.51071	0.2036	0.135298	0.144195	0.145107	60.59985	103.688

3.2. Hasil Pengujian Efisiensi Generator Sinkron Tiga Fasa

Nilai efisiensi suatu generator sinkron dihasilkan dari perbandingan antara daya output terhadap daya keluaran pada suatu pembangkit tenaga listrik. Nilai efisiensi tersebut sangat dipengaruhi oleh besarnya rugi-rugi daya yang timbul pada suatu generator sinkron, semakin besar nilai rugi-rugi generator sinkron yang timbul maka efisiensi dari generator sinkron tersebut semakin berkurang demikian pula sebaliknya jika semakin kecil nilai rugi-rugi generator sinkron yang timbul maka nilai efisiensi dari generator tersebut akan semakin besar, hal ini disebabkan oleh banyaknya energi yang terbuang pada saat proses pembangkitan energi tersebut atau dalam kata lain timbulnya rugi-rugi pada sisi generator sinkron tiga fasa pada saat proses pembebanan.

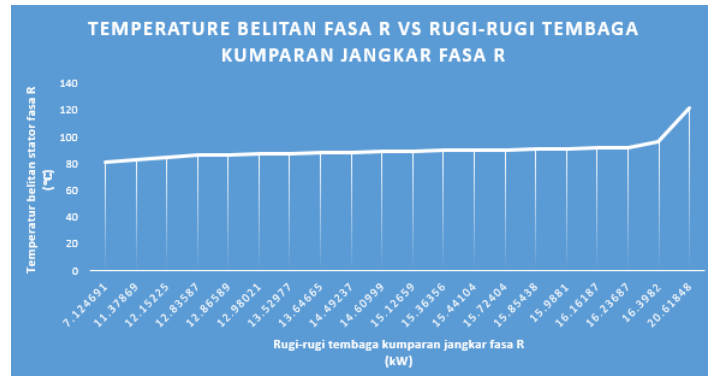
Tabel. 4. Efisiensi Generator sinkron 3 fasa

No	Tanggal	Efisiensi (%)
1	1 April 2021	98.27538
2	2 April 2021	98.12712
3	3 April 2021	98.49867
4	4 April 2021	98.30158
5	5 April 2021	98.27602
6	6 April 2021	98.26234
7	7 April 2021	98.27006
8	8 April 2021	98.24243
9	9 April 2021	98.31256
10	10 April 2021	98.36289
11	11 April 2021	98.24027
12	12 April 2021	98.23494
13	13 April 2021	98.31915
14	14 April 2021	98.23263
15	15 April 2021	98.23374
16	16 April 2021	98.34736
17	17 April 2021	98.24935
18	18 April 2021	98.32553
19	19 April 2021	98.25685
20	20 April 2021	98.30602

3.3. Kurva Hubungan Rugi-Rugi Dan Efisiensi Generator Sinkron Tiga Fasa

Pada hasil pembahasan kurva disini menjelaskan hubungan antara beberapa parameter yaitu kenaikan temperatur belitan stator terhadap rugi-rugi generator sinkron tiga fasa, serta nilai daya aktif terhadap rugi-rugi generator sinkron tiga fasa, dan perbandingan nilai efisiensi generator sinkron tiga fasa terhadap rugi-rugi total generator sinkron tiga fasa.

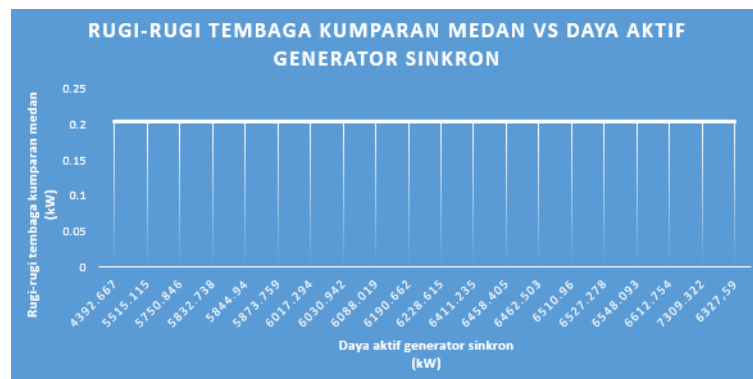
3.3.1. Kurva hubungan temperatur belitan stator terhadap rugi-rugi tembaga kumparan jangkar.



Gambar. 1. Kurva Hubungan temperatur belitan stator terhadap rugi-rugi tembaga kumparan jangkar

Kurva diatas menjelaskan hubungan antara kenaikan temperature belitan stator dengan rugi-rugi tembaga kumparan jangkar, pada saat nilai temperature belitan stator fasa r dikisaran 96,691°C maka akan mengakibatkan timbulnya rugi-rugi tembaga kumparan jangkar sebesar 20,61848 kW, nilai rugi-rugi tembaga kumparan jangkar tersebut secara tidak langsung akan mempengaruhi daya keluaran yang akan disuplay oleh generator sinkron tersebut.

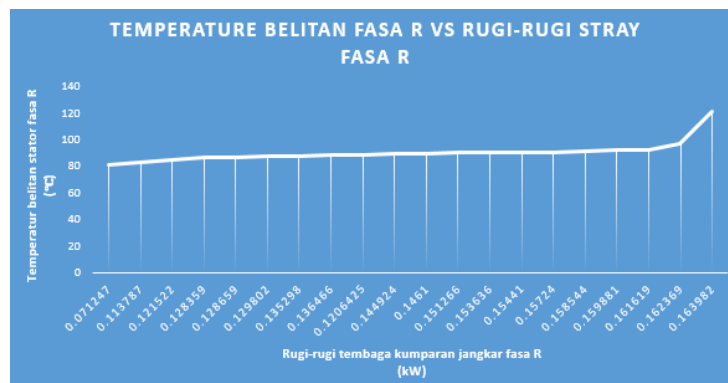
3.3.2. Kurva hubungan daya aktif terhadap Rugi-rugi tembaga kumparan medan



Gambar. 2. Kurva hubungan antara daya aktif terhadap rugi-rugi tembaga kumparan medan

Kurva diatas menunjukan hubungan antara rugi-rugi tembaga kumparan medan dengan daya keluaran pada generator sinkron 3 fasa, pada saat nilai daya keluaran generator sinkron 3 fasa 7309,322 kW, rugi-rugi tembaga yang timbul pada kumparan medan berada di nilai 661.1352 kW hal ini disebabkan oleh kenaikan temperature belitan pada sisi stator yang secara tidak langsung akan mempengaruhi distribusi flux sehingga menurunkan nilai efisiensi dari generator sinkron 3 fasa tersebut.

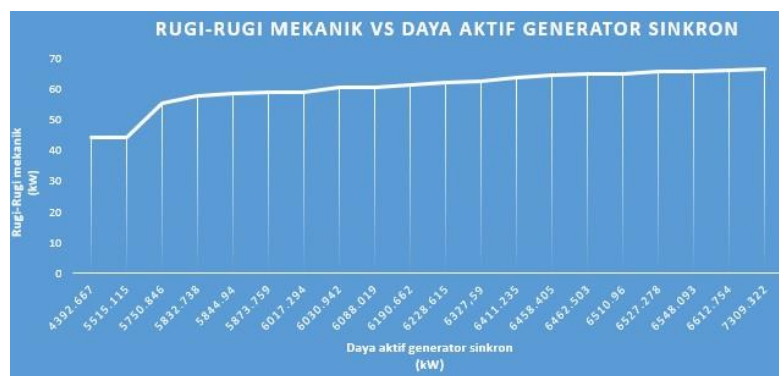
3.3.3. Kurva hubungan temperatur belitan stator terhadap rugi-rugi stray



Gambar. 3. Kurva hubungan temperatur belitan stator terhadap rugi-rugi stray

Pada kurva diatas menjelaskan hubungan antara kenaikan temperature belitan stator terhadap rugi-rugi stray, pada saat temperature belitan stator berada dinilai 96,691°C maka akan menimbulkan rugi-rugi stray sebesar 0.206185 kW. Dampak dari nilai rugi-rugi stray tersebut akan mempengaruhi kontinuitas suplay daya keluaran generator sinkron 3 fasa ke beban.

3.3.4. Kurva hubungan daya aktif terhadap rugi-rugi mekanik



Gambar. 4. Kurva hubungan antara daya aktif terhadap rugi-rugi mekanik

Kurva diatas menunjukan hubungan antara rugi-rugi mekanik terhadap daya keluaran generator, pada saat daya masukan generator sebesar 8035.367647 kW dipengaruhi oleh kenaikan temperature belitan pada sisi stator generator sinkron 3 fasa maka secara tidak langsung akan menurunkan optimasi kinerja dari primemover sehingga energy mekanis yang ditimbulkan menurun sehingga menimbulkan rugi-rugi mekanik sebesar 80,35368 kW. Rugi mekanik tersebut akan mempengaruhi nilai dari daya keluaran generator sinkron menjadi 7309,322 kW.

3.3.5. Kurva hubungan antara efisiensi generator sinkron terhadap rugi-rugi generator total



Gambar. 5. Kurva hubungan efisiensi generator terhadap rugi-rugi total generator sinkron

Kurva diatas menunjukkan hubungan antara efisiensi generator sinkron 3 fasa terhadap rugi-rugi total, semakin besar nilai rugi-rugi pada suatu generator sinkron maka terjadi penurunan nilai efisiensi pada generator sinkron tiga fasa tersebut. Hal ini disebabkan oleh rugi-rugi tersebut mempengaruhi nilai daya output yang akan disuplay ke beban.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. KESIMPULAN

- 4.1.1. Kenaikan temperatur belitan pada sisi stator generator sinkron 3 phase pada PLTMG Baubau 30 MW akan menimbulkan rugi-rugi generator sinkron 3 phase. Rugi-rugi yang timbul tersebut antara lain, yaitu rugi-rugi tembaga kumparan jangkar, rugi-rugi tembaga kumparan medan, rugi- rugi stray, rugi- rugi mekanik, dan rugi-rugi total.
- 4.1.2. Salah satu cara meminimalisir timbulnya rugi-rugi generator sinkron yaitu dengan memaksimalkan sistem pendingin pada generator sinkron 3 phase, hal ini bertujuan untuk menekan panas yang timbul pada saat generator sinkron 3 phase dioperasikan sehingga mampu memperkecil rugi-rugi yang timbul pada sisi generator
- 4.1.3. Rugi-rugi yang timbul pada sisi generator akan mempengaruhi efisiensi generator, hal ini dikarenakan rugi-rugi generator sinkron tersebut akan mengakibatkan penurunan pada suplai daya keluaran generator sinkron.

4.2. SARAN

- 4.2.1. Penulis berharap bahwa penelitian selanjutnya mampu mengkaji lebih dalam beberapa referensi serta sumber yang berkaitan dengan pengaruh kenaikan temperature belitan stator terhadap rugi- rugi generator sinkron, hal ini bertujuan agar penelitian selanjutnya mampu menutupi kekurangan yang terdapat pada penelitian ini.
- 4.2.2. Penulis berharap bahwa penelitian selanjutnya memiliki kesiapan diri dalam melakukan proses pengambilan, pengumpulan, serta observasi data sehingga diperoleh data yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimah kasih kepada PT. PLN (Persero) UPDK Kendari PLTMG Baubau 30 MW yang telah memberikan saran berkonsultasi hingga mendapatkan data hasil pengujian lapangan pada generator sinkron tiga fasa PLTMG Baubau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. farhan, R. hidayat and Y. saragih, "Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 PLTMH Curug," Jurnal SIMETRIK, vol. 11, no. 1, pp. 398-403, 2021.
- [2] R. saputra and Z. aini, "Analisis Pengaruh Ketebalan dan Jenis Inti Besi Rotor Stator terhadap Karakteristik Generator sinkron magnet permanen 18s16p fluks radial," Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri, pp. 220-227, 2021.
- [3] A. reski airangga, "Analisis Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Kelistrikan Pt. Pertamina Ledok Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem," JURNAL TEKNIK ELEKTRO, vol. 10, no. 3, pp. 649-659, 2021.
- [4] Rifky, A. fikri and M. mujirudin, "Konversi Energi Thermal Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik," Jurnal Kajian Teknik Mesin, vol. 6, no. 1, pp. 59-65, 2021.
- [5] M. amir and I. w. Angga Juliawan, "Analisa Pengaruh Partial Discharge Dan Tan Δ Terhadap Umur Isolasi Belitan Stator Akibat Ikatan Kumparan Generator Longgar," SINUSOIDA, vol. xx, no. 4, pp. 1-11, 2018.
- [6] S. abdi and O. adi, "Kinerja Faktor Daya Dan Opererasi Generator Kapal-Kapal Niaga," JURNAL ILMIAH NASIONAL SKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN JAKARTA, vol. 13, no. 1, pp. 60-72, 2020.
- [7] L. adi prabowo, A. seno and D. prayogo, "Pengaruh Operasional Kapal Dan Pengoperasian Generator Terhadap Beban Daya Listrik," Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, vol. 12, no. 2, pp. 88-93, 2021.
- [8] H. elnizar, g. Heri and z. Osea, "Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 KV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan," Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, vol. 15, no. 2, pp. 117-126, 2021.
- [9] R. septiyan, M. waruni kasrani and B. sugeng, "Analisa Hilang Daya Pada Generator Sinkron 3 Fasa (6.6 Kv) 11 Mva Type1DT4038 -3EE02 -Z," Jurnal Teknik Elektro UNIBA, vol. 4, no. 1, pp. 7-11, 2019.
- [10] A. martha lestari, G. jatisukmanto and A. zainul muttaqin, "Analisis Efisiensi Pada Generator 12 Slot 8 Pole," Jurnal ROTOR, vol. 11, no. 1, pp. 35-38, 2018.