

Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Daya Output Generator PLTG 1.1 Blok I Tambak Lorok Semarang

Burhanuddin, Muhamad Haddin, Agus Adhi Nugroho
Teknik Elektro, Universitas Sultan Agung Semarang
Jalan Raya Kaligawe Km. 4 Semarang, Jawa Tengah
e-mail: burhannudin@std.unissula.ac.id

Abstrak— Penelitian ini membahas tentang pengaruh perubahan temperatur lingkungan turbin gas terhadap daya output generator. Temperatur lingkungan yang lebih tinggi akan menurunkan kualitas oksigen pada udara tekan, sehingga mempengaruhi pembakaran yang terjadi pada ruang bakar. Perubahan pembakaran pada ruang bakar mempengaruhi daya turbin dan mempengaruhi daya input generator. Model ditetapkan sebagai sebuah PLTG dengan parameter parameter antara lain: daya input kompresor, temperatur ruang bakar, daya turbin, daya input generator, daya output generator. Metode yang digunakan adalah dengan pengamatan secara langsung kenaikan temperatur. Udara yang masuk kompresor sampai dengan daya yang keluar dari proses didalam turbin dan generator. Hasil menunjukkan bahwa untuk setiap kenaikan suhu sekitar 10°C, daya output rata-rata berkurang sebesar 1041,55kW. Daya output generator tertinggi berada pada suhu lingkungan 26°C, daya output generator sebesar 93,29 MW, dan daya output terendah 85,34 MW pada suhu 35°C. Pada temperatur udara lingkungan 32°C, efisiensi tertinggi adalah 97,84 % dan selisih antara efisiensi tertinggi dan efisiensi terendah 0,11 %.

Kata kunci: Temperatur, daya output generator, PLTG

Abstract— This study discusses the effect of changes in the ambient temperature of the gas turbine on the generator output power. A higher ambient temperature will reduce the quality of oxygen in the compressed air, thus affecting the combustion that occurs in the combustion chamber. Changes in combustion in the combustion chamber affect the power of the turbine and affect the input power of the generator. The model is set as a PLTG with parameters including: compressor input power, combustion chamber temperature, turbine power, generator input power, generator output power. The method used is by direct observation of the temperature rise. Observation of the air entering the compressor to the power that comes out of the process in the turbine and generator. The results show that for every 10°C increase in temperature, the average output power decreases by 1041.55kW. The highest generator output power is at an ambient temperature of 26 °C, the generator output power is 93.29 MW, and the lowest output power is 85.34 MW at a temperature of 35 °C. At an ambient air temperature of 32 °C, the highest efficiency is 97.84% and the difference between the highest efficiency and the lowest efficiency is 0.11%.

I. PENDAHULUAN

Suhu udara yang tinggi ini dapat berpengaruh terhadap kinerja Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan semakin tinggi suhu udara yang masuk ke dalam kompresor maka kerapatan udara menjadi rendah dan dapat mengurangi laju aliran massa udara yang masuk melalui kompresor pada instalasi turbin gas. Oleh karena itu daya output generator yang tinggi dapat dicapai saat suhu lingkungan yang digunakan rendah. Temperatur udara standar masuk kompresor yang ditetapkan oleh perusahaan pembuat turbin berkisar di 15°C dengan kelembaban udara 60% [1]. Permasalahan yang timbul pada pengoperasian turbin pembangkitan listrik tenaga gas (PLTG) khususnya waktu di siang hari, adalah tidak dapat optimal sesuai Daya Mampu Netto (DMN), hal ini disebabkan karena pengaruh

temperatur lingkungan yang sangat panas yaitu di 35°C sd 40 °C [2]. Dampak yang timbul dari permasalahan tersebut adalah berkurangnya daya output generator yang seharusnya dapat maksimal karena pengaruh temperatur lingkungan maka beban harus diturunkan, kenapa beban harus diturunkan, hal ini disebabkan karena apabila beban tidak diturunkan maka akan berdampak trip pada unit sebuah PLTG, dari permasalahan tersebut solusinya adalah menurunkan beban PLTG secara bertahap sesuai batasan parameter yang sudah ditentukan.

Penelitian ini memfokuskan tentang pengaruh temperatur lingkungan terhadap daya luaran generator. Parameter yang ditentukan adalah sebuah PLTG dengan data temperatur lingkungan, daya kompresor, data temperatur ruang pembakaran, daya turbin, daya input generator dan daya

output generator. Sebagai obyek penelitian ini adalah PLTG 1.1 Blok 1 Tambak Lorok Semarang.

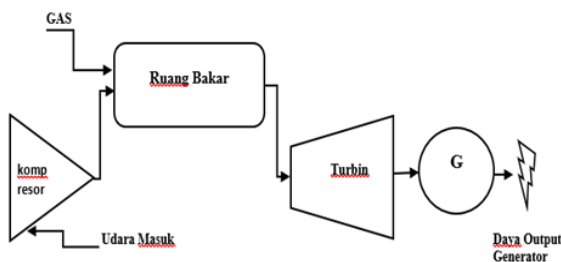
II. STUDI PUSTAKA

Beberapa penelitian terdahulu tentang pengaruh perubahan temperatur udara terhadap daya output generator, antara lain: penurunan suhu menyebabkan massa udara meningkat dan berpengaruh terhadap kelembababan udara yang semakin rapat, sehingga menyebabkan massa udara meningkat [3]. Analisa perhitungan kerja turbin gas dari pengaruh temperatur lingkungan dimana penurunan suhu menyebabkan massa udara meningkat [4]. Massa udara yang lebih tinggi akan membuat udara yang dimampatkan dan membuat udara kompresor akan lebih maksimal, sehingga menyebabkan panas yang dihasilkan ruang bakar dan kerja turbin gas pada malam hari lebih tinggi, dibandingkan panas yang dihasilkan ruang bakar dan kerja turbin gas pada siang hari [5]. Berdasarkan data Analisa dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Indonesia adalah sebuah negara yang memiliki iklim tropis dan memiliki temperature udara rerata sekitar 26°C sampai dengan 40°C [6]. Penambahan beban mengakibatkan tegangan output generator mengalami penurunan, hal ini memperlihatkan hubungan yang berbanding terbalik antara penambahan arus beban (I_a) dan tegangan output generator sinkron [7]. Analisa menunjukkan bahwa perubahan arus beban terjadi akibat perubahan nilai beban yang terpakai, sehingga akan mempengaruhi nilai tegangan yang dibangkitkan oleh generator [8].

III. METODE

A. Model Penelitian

Mengawali penelitian yang sudah dilakukan, penelitian diawali dari pengumpulan berupa data data teknis dan data data spesifikasi mesin PLTG Unit 1.1 Tambak Lorok Semarang Power Generation Unit. Data data yang sudah terkumpul tersebut dipergunakan sebagai landasan atau pijakan dalam memperhitungkan daya luaran dari generator. Berdasarkan hasil dari landasan teori ,maka apa yang tertulis tersebut dipergunakan untuk menghitung energi daya luaran dari generator serta dengan jabaran sistemnya yang dibuat dengan sistem aliran dari energi, serta perhitungan dikombinasikan dengan teori termodinamika. Hal ini dilakukan karena agar memperoleh besaran energi yang diserap sebuah kompresor, besaran energi turbin dan serta energi yang dipergunakan untuk proses pemutaran generator seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Penelitian Daya Ouput Generator.

Data spesifikasi Generator PLTG Unit 1.1 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data spesifikasi peralatan generator

No	Spesifikasi Peralatan
1	Pabrikan : GE
2	Model : ATB-2
3	Serial Number : 335X946
4	Cust.No : 98812
5	KVA Rating : 143.400 KVA
6	Armature Ampere : 7.199 A
7	Armature Volt : 11.500 V
8	Power Factor : 0.8
9	No Of Phase : Tiga
10	Connection : Wye Onnected
11	Frekuensi : 50 Hz
12	Normal Speed : 3000 rpm
13	H2 Pressure : 30 Psi
14	Field Ampere : 1283 A
15	Exciter Volt : 500 V
16	Core Loss : 156 kw
17	Stray Load Loss : 469 kw
18	Rotor Short Time Thermal Capacity : 8
19	Turbine Generator Combyne Inertia Constant : 6.43 kW
20	Three Past Armature Winding Capacitance : 0.985 mF
21	Armature Winding dc Resistance (per-Phase) : 0.00178 ohm
22	Field Winding DC Resistence : 0.348 ohm
23	Date : February , 1993

B. Metodologi

Generator sinkron tiga fasa berfungsi merubah energi mekanik yang dikonversikan mejadi energi listrik, hal ini untuk mengetahui dan pemahaman terhadap proses generator sinkron, dan memudahkan terjadinya urutan aliran tenaga yang memasuki mesin. Aliran daya input generator dijabarkan menjadi sebuah tenaga Pout yang dalam bentuk tenaga listrik. Disini banyak mengalami kerugian pada sisi generator, karena sebab proses pengurangan besar tenaga masukan yang hendak dijabarkan menjadi tenaga listrik. Kerugian pada rotor dan stator gnerator tersebut $P_{elecloss}$ ditunjukkan sesuai persamaan (1) dan (2).

$$P_{.scl} = 3 I_A^2 .R_A \tag{1}$$

$$P_{.rel} = I_F^2 .R_F \tag{2}$$

- dengan : I_A = Generator arus stator (A)
- R_A = Generator tahanan stator (Ω)
- I_F = Medan arus rotor (A)
- R_F = Generator rotor tahan (Ω)
- $P_{.scl}$ = Rugi daya tembaga stator (kW)
- $P_{.rel}$ = Rugi daya tembaga rotor (kW)

Daya output listrik dihasilkan dari hitungan generator, maka bisa dihitung dengan memakai persamaan 4.

$$P_{out} = \sqrt{3} . V_r . I_L \text{ Cos } \theta \tag{4}$$

- dengan: P_{out} = Generator daya luaran (kW)
- V_r = Generator tegangan keluaran (kW)

$$I_L = \text{Generator arus keluaran (kW)}$$

$$\text{Cos } \theta = \text{Generator power factor (kW)}$$

Nilai P_{inGen} serta P_{out} sudah diketahui hingga total nilai kerugian energi, maka hal tersebut memiliki persamaan (5) dan (6).

$$P_{loss} = P_{inGen} - P_{out} \quad (5)$$

$$P_{loss} = P_{F\&W} + P_{core} + P_{scl} + P_{rel} + P_{stary} \quad (6)$$

dengan: P_{core} = Generator rugi inti (kw)
 P_{scl} = Stator rugi rugi (kW)
 P_{rel} = Rotor rugi-rugi (kW)
 P_{stray} = Generator rugi buta (kW)
 P_{loss} = Rugi total generator (kW)
 P_{inGen} = Daya masuk generator (kW)
 P_{out} = Daya keluaran generator (kW)
 $P_{F\&W}$ = Rugi gesekan dan angin generator (kW)

Kerugian akibat gesekan dan hembusan angin generator dapat dicari dengan persamaan (7).

$$P_{F\&W} = P_{loss} - (P_{core} + P_{scl} + P_{rel} + P_{stray}) \quad (7)$$

Nilai efisiensi pada generator adalah perhitungan antara keluaran energi listrik berbanding dengan masukan energi, yang memiliki persamaan (8) dan (9).

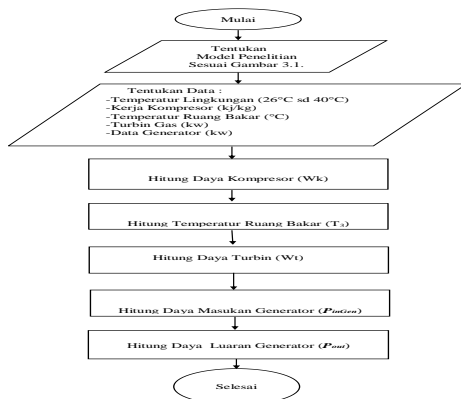
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (8)$$

$$\eta = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (9)$$

dengan: P_{loss} = Generator rugi total (kw)
 P_{inGen} = Generator daya masuk (kw)
 P_{out} = Generator daya keluar (kw)

C. Tahapan Penelitian

Alur proses penelitian dalam mencari daya output generator PLTG Unit 1.1 Tambak Lorok Semarang Power Generation Unit diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data temperatur lingkungan diambil pada saat siang hari selama kurang lebih satu bulan, pada bulan Februari 2020. Saat siang hari data diambil kurang lebih 30 menit, menggunakan alat thermometer digital, pressure indikator di unit PLTG, dan melakukan pengamatan melalui komputer DCS (Digital Control System). Pengujian terhadap daya luaran generator pada saat cuaca cerah maupun hujan dengan temperatur udara lingkungan saat beban maksimal.

A. Data sampling temperatur lingkungan

Data temperatur lingkungan saat siang hari PLTG 1.1 Blok I Tambak Lorok Semarang Power Generation Unit, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data-data sampel temperatur lingkungan

Data-Data Operasi Temperatur Lingkungan					
Tanggal & Jam	03/02/20	05/02/20	08/02/20	11/02/20	15/02/20
	13.00	14.00	15.00	16.00	12.00
Cuaca	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Hujan
Temperatur Lingkungan	35	34	34	32	26
Press Disch Kompresor	9.31	9.32	9.32	9.39	9.58
Temperatur Udara Keluar	356	352	352	347	336
Beban (MW)	85	86	86	90	93

B. Data operasi dan perhitungan kompresor

Proses hitung ini memiliki tujuan untuk menemukan seberapa besaran energi yang terserap oleh sebuah kompresor, yang memiliki fungsi untuk memampatkan fluida udara yang akan digunakan disaat proses pembakaran, serta udara kompresor ini berfungsi untuk pendinginan temperatur udara luar kompresor yang tidak sama. Bersumber pada informasi dari data pengamatan pada beban maksimal dan dengan pengamatan temperatur udara di area PLTG Tambak Lorok Semarang Power Generation Unit maupun DCS, maka parameter operasi kompresor bisa diketahui pada Tabel 3.

Tabel 3. Data pengamatan operasi kompresor

No.	Kompresor		
	Temperatur Lingkungan	Press. Discharge (Bar)	Temp udara keluar
1	26	9.58	336
2	27	9.52	338
3	28	9.48	339
4	29	9.45	340

5	30	9.43	342
6	31	9.40	345
7	32	9.39	347
8	33	9.37	349
9	34	9.32	352
10	35	9.31	356

Berdasarkan hasil pengamatan operasi pada Tabel 3, maka hasil dari hitungan kinerja aktual kompresor (W_k) bisa diketahui pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan kerja kompresor (W_k)

KOMPRESSOR				
No.	Temperatur lingkungan	Pressure Discharge (Bar)	Temperatur luar udara (°C)	Kinerja kompresor (kJ/kg)
1	26	9.58	336	281,40
2	27	9.52	338	282,41
3	28	9.48	339	282,41
4	29	9.45	340	283,41
5	30	9.43	342	284,42
6	31	9.40	345	284,42
7	32	9.39	347	286,43
8	33	9.37	349	286,43
9	34	9.32	352	286,43
10	35	9.31	356	286,43

Hasil perhitungan energi yang diperlukan guna menyalakan kompresor bisa diketahui pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan daya yang dibutuhkan untuk memutar kompresor (\dot{W}_k)

KOMPRESSOR					Daya (kW)
No	Temperatur Lingkungan	Pressure Discharge (Bar)	Temperatur Luar udara (C)	Kinerja kompresor (kJ/kg)	
1	26	9.58	336	281,40	107776,20
2	27	9.52	338	282,41	108161,12
3	28	9.48	339	282,41	108161,12
4	29	9.45	340	283,41	108546,03
5	30	9.43	342	284,42	108930,95
6	31	9.40	345	284,42	108930,95
7	32	9.39	347	286,43	109700,78
8	33	9.37	349	286,43	109700,78
9	34	9.32	352	286,43	109700,78
10	35	9.31	356	286,43	109700,78

Bersumber pada Tabel 5. bisa disimpulkan bahwa, semakin besar temperatur udara lingkungan kompresor maka energi yang dipergunakan untuk memutar kompresor akan semakin membesar. Berdasarkan Tabel 5. maka energi

yang terserap kompresor terkecil dengan temperatur 26°C memiliki daya sebesar : 107,776.20 kw, sedangkan energi terbesar yang terserap kompresor dengan temperatur 35°C memiliki daya sebesar : 109,700.78 kW.

C. Perhitungan daya yang dihasilkan turbin

Proses hitung ini memiliki tujuan untuk menemukan seberapa besaran energi yang diperoleh turbin pada temperatur lingkungan yang tidak sama. Berdasarkan hasil dari pengamatan operasi pada saat beban maksimal dengan temperatur udara yang tidak sama. Tujuan dari hitungan adalah untuk melihat besaran energi yang bisa dikeluarkan oleh turbin bilamana pada suhu temperatur lingkungan yang tidak sama. Bersumber pada informasi dari data pengamatan pada beban maksimal dan dengan pengamatan temperatur udara di area PLTG Tambak Lorok Semarang Power Generation Unit maupun DCS, maka parameter operasi turbin dapat dilihat di Tabel 6.

Tabel 6. Data-data monitoring parameter operasi turbin

No	KOMPRESSOR			TURBIN	
	Temperatur lingkungan (C)	Press. Discharge (Bar)	Temp discharge (C)	Flow BBG (Kg/s)	Temp. Exhaust (C)
1	26	9.58	336	6,25	560
2	27	9.52	338	6,22	560
3	28	9.48	339	6,20	560
4	29	9.45	340	6,18	560
5	30	9.43	342	6,18	560
6	31	9.40	345	6,15	560
7	32	9.39	347	6,10	560
8	33	9.37	349	6,05	560
9	34	9.32	352	6,00	560
10	35	9.31	356	5,95	560

Data diatas diambilkan dari data logsheet pencatatan parameter operasi DCS (Distributed Control System) selama bulan februari 2020. Hasil dari perhitungan temperatur ruang bakar (T_3) pada combustion chamber dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil hitungan temperatur ruang bakar

No	KOMPRESSOR			TURBIN		
	Temp. Udara ambien (C)	Press. Discharge (Bar)	Temp discharge (C)	Flow BBG (Kg/s)	Temp. Exhaust (C)	Temp. Ruang bakar (C)
1	26	9.58	336	6,25	560	1087,99
2	27	9.52	338	6,22	560	1086,38
3	28	9.48	339	6,20	560	1084,97
4	29	9.45	340	6,18	560	1083,56
5	30	9.43	342	6,18	560	1085,56
6	31	9.40	345	6,15	560	1084,95
7	32	9.39	347	6,10	560	1080,94
8	33	9.37	349	6,05	560	1076,92
9	34	9.32	352	6,00	560	1073,91
10	35	9.31	356	5,95	560	1071,89

Dari Tabel 7, maka hasil dari besaran hitungan daya dihasilkan oleh turbin bisa dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil hitungan daya yang dihasilkan turbin

No	Temp. Udara Ambien (C)	TURBIN			Daya turbin \dot{W}_t (kW)
		Flow BBG (Kg/s)	Temp. Exhaust (C)	Temp. Ruang Bakar (C)	
1	26	6,25	560	1087,99	203231,24
2	27	6,22	560	1086,38	202611,70
3	28	6,20	560	1084,97	202070,37
4	29	6,18	560	1083,56	201529,04
5	30	6,18	560	1085,56	202298,88
6	31	6,15	560	1084,95	202064,26
7	32	6,10	560	1080,94	202064,26
8	33	6,05	560	1076,92	198972,68
9	34	6,00	560	1073,91	197811,82
10	35	5,95	560	1071,89	197035,86

Dari Tabel 8, dapat disimpulkan bahwa jika temperature lingkungan kecil maka energi yang dihasilkan turbin akan semakin membesar, dan apabila temperatur lingkungan semakin besar maka daya yang dihasilkan turbin akan semakin menurun. Berdasarkan dari Tabel 8. maka energi daya sebuah turbin yang dihasilkan paling tinggi pada temperatur 26 °C dengan nilai sebesar 203,231.24 kW. Sedangkan energi daya sebuah turbin yang dihasilkan paling rendah pada temperatur 35°C dengan nilai sebesar 197,035.86 kW.

D. Perhitungan daya input ke generator

Energi yang terserap oleh kompresor yang dapat dilihat pada Tabel 6. dan dimana telah diketahui nilai dari besaran energi daya yang dihasilkan turbin yang dapat dilihat pada Tabel 8. Maka nilai besaran energi yang digunakan untuk mengetahui energi daya yang digunakan untuk memutar daya input generator dapat diketahui pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil hitungan daya yang digunakan untuk memutar generator

No	Temp. Inlet (C)	Daya turbin \dot{W}_t (kW)	Daya kompresor (kW)	Daya Generator
1	26	203231,24	107776,200	95455,042
2	27	202611,70	108161,115	94450,589
3	28	202070,37	108161,115	93909,258
4	29	201529,04	108546,03	92983,012
5	30	202298,88	108930,945	93367,933
6	31	202064,26	108930,945	93133,313
7	32	202064,26	109700,775	92363,483
8	33	198972,68	109700,775	89271,909
9	34	197811,82	109700,775	88111,040
10	35	197035,86	109700,775	87335,089

E. Perhitungan daya output generator

Proses hitung ini memiliki tujuan untuk mengetahui besaran jumlah energi dari daya keluaran generator. Hal ini disebabkan karena perpindahan energi dari sisi generator yang disebabkan oleh temperatur lingkungan kompresor. Berdasarkan dari daya energi yang masuk ke generator pada Tabel 9. Maka hasil dari hitungan energi daya output generator bisa diketahui pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil perhitungan daya output generator

No.	Inlet Temperatur (°C)	Daya menuju Generator P in (kW)	Daya luaran Generator P out (kW)
1	26	95455,04	93292,97
2	27	94450,59	92329,85
3	28	93909,26	91792,97
4	29	92983,01	90897,41
5	30	93367,93	91286,78
6	31	93133,31	91093,49
7	32	92363,48	90364,98
8	33	89271,91	87277,86
9	34	88111,04	86121,44
10	35	87335,09	85349,94

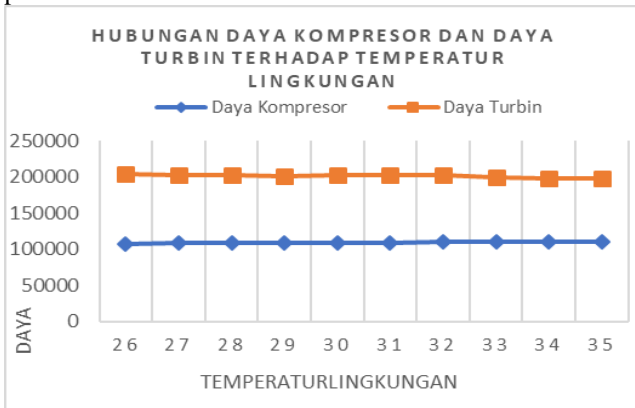
F. Analisa hasil perhitungan

Hasil dari Analisis perhitungan kali ini dipergunakan untuk melihat pengaruh terhadap perbedaan temperatur lingkungan terhadap daya yang mampu dibangkitkan oleh pembangkit PLTG Unit 1.1 Tambak Lorok. Dari hasil perhitungan energi yang terserap oleh kompresor, energi yang dihasilkan turbin, energi yang digunakan untuk memutar generator serta hasil energi luaran dari generator yang berpusat dari temperatur lingkungan yang keseluruhan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil hitungan daya yang diserap kompresor, daya hasil turbin, daya memutar generator dan daya output generator.

No	Temperatur udara (C)	Daya Kompresor \dot{W}_k (kW)	Daya Turbin \dot{W}_t (kW)	Daya ke generator (kW)	Daya keluaran generator (kW)
1	26	107776,20	203231,24	95455,04	93292,97
2	27	108161,115	202611,70	94450,59	92329,85
3	28	108161,115	202070,37	93909,26	91792,97
4	29	108546,03	201529,04	92983,01	90897,41
5	30	108930,945	202298,88	93367,93	91286,78
6	31	108930,945	202064,26	93133,31	91093,49
7	32	109700,775	202064,26	92363,48	90364,98
8	33	109700,775	198972,68	89271,91	87277,86
9	34	109700,775	197811,82	88111,04	86121,44
10	35	109700,775	197035,86	87335,09	85349,94

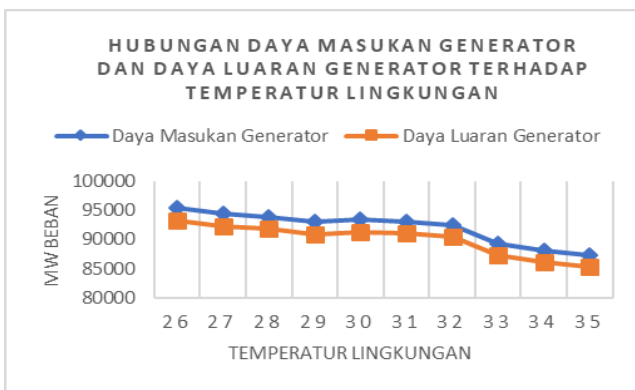
Berdasarkan hasil dari Tabel 11. Perbandingan perhubungan diantara daya yang terserap oleh kompresor dan daya yang dihasilkan oleh turbin gas bisa diketahui pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan daya yang diserap kompresor dengan daya yang dihasilkan turbin berdasarkan perubahan temperatur lingkungan

Berdasar hasil grafik perhubungan antar daya yang terserap kompresor dan daya hasil dari turbin, maka hasil analisisnya semakin rendah suhu temperatur lingkungan yang terjadi maka daya kompresor yang dibutuhkan untuk memutar turbin akan semakin rendah begitu pula jika daya yang dihasilkan kompresor rendah maka daya yang dihasilkan turbin juga rendah.

Berdasarkan hasil dari Tabel 11. maka perbandingan antara daya yang digunakan untuk memutar generator dan hasil dari daya luaran generator bisa diketahui pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan daya input generator dan daya output generator terhadap perubahan temperatur lingkungan

Hasil analisa grafik diatas menunjukkan bahwa hubungan temperatur lingkungan antara daya masukan generator dan daya luaran generator, semakin rendah temperatur suhu udara masukan kompresor maka daya yang dihasilkan generator menunjukkan bahwa daya generator akan mengalami kenaikan secara performance dengan 95,455.04 kw (95.45 MW) ,dan hal tersebut menyebabkan daya luaran generator ikut menjadi naik menjadi 93,292.97 kW

(93.29 MW). Dan apabila temperatur suhu udara masukan kompresor tinggi maka daya yang dihasilkan generator menunjukkan bahwa daya generator mengalami penurunan secara performance dengan 87,335.09 kW (87.33 MW), dan hal tersebut menyebabkan daya luaran generator ikut menjadi turun menjadi 85,349.94 kW (85.34 MW). Berdasar dari Tabel 12. maka saat terjadi kenaikan 1°C temperatur lingkungan, maka terjadi penurunan daya keluaran generator rata-rata sebesar 882.56 kW yang setara dengan 0.9 MW, hal ini sangat merugikan dalam suatu sistem pembangkitan energi listrik.

V. KESIMPULAN

Setiap peningkatan suhu 1°C temperatur lingkungan daya yang dihasilkan generator PLTGU Unit 1.1 Tambak Lorok Semarang Power Generation Unit mengalami penurunan rerata sebesar 882.56 kW (diambilkan dari nilai rerata selisih penurunan daya keluaran generator yang disebabkan karena kenaikan temperatur suhu lingkungan). Daya Output Generator tertinggi pada temperatur lingkungan 26°C dengan daya keluaran generator sebesar 93.29 MW dan daya keluaran terendah dengan temperatur 35°C sebesar 85.34 MW. Temperatur hawa lingkungan terlampau signifikan pengaruhi terhadap daya yang dihasilkan atau daya luaran berasal dari generator, diketahui karena temperature lingkungan merupakan suatu fenomena alamiah yang sangat sulit pengendaliannya. Mitigasi yang bisa dilakukan agar daya yang dihasilkan dari daya luaran generator tidak maksimal karena temperatur lingkungan maka perlu dibuatkan sebuah inovasi inovasi lanjutan untuk mengatasi temperatur lingkungan tersebut.

REFERENSI

- [1]. PLN/Sumitomo, 1983. Tambak Lorok Service Manual Turbine Accerories And Generator. In: *Tambak Lorok Service Manual Turbine Accerories And Generator Volume 1A*. Semarang: PT. PLN Persero, p. Volume 1A.
- [2]. Djiteng, M., 1990. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: ISTN.
- [3]. Aliansyah, E., 2008. *Studi Analisa Daya Keluaran Generator Sinkron Tiga Fasa Dengan Rotor Silinder*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [4]. Kusnandar, H., 2010. FT UI. *Pengaruh kondisi lingkungan terhadap kinerja turbin gas centaur T-4702 pada platform off-shore north west java*, Volume 1, p. 143.
- [5]. Djiteng, M., 1990. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: ISTN.
- [6]. Rohmani, M. F., 2017. *ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR UDARA MASUKAN TERHADAP KERJA TURBIN GAS DI PT PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKITAN PLTGU CILEGON*, Volume 1, p. 14.
- [7]. (Persero), K. B. U. S. P. P., 2007. *INDIKATOR KERJA PEMBANGKIT*. JAKARTA: PT. PLN PERSERO.
- [8]. SAPUTRO, Y. E., 2014. *KAJIAN UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS G4 PT INDONESIA POWER UNIT BISNIS PEMBANGKITAN BALI*. DENPASAR: UNIVERSITAS UDAYANA..