

Analisa Performa Turbin Gas Unit 1 pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT A Kepri

Rahmat Novrijon¹, Fauzun Atabiq^{1*}

¹Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: atabiq@polibatam.ac.id

Abstrak—Penelitian ini difokuskan pada analisis performa turbin gas. Turbin gas pembangkit dianalisis menggunakan data teknis pembangkit. Data yang digunakan pada penelitian diperoleh dari PLTG PT A Kepri. Hasil analisis pada penelitian ini untuk jangka waktu enam bulan (April-September) Tahun 2022. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa 87% kapasitas yang diharapkan tersedia pada periode yang diteliti. Efisiensi *thermal* pabrik berkisar antara 23% hingga 28%, faktor kapasitas pembangkit berkisar antara 61% hingga 81%, dan keandalan pabrik berkisar antara 46% hingga 100% dengan (rata-rata 75,5%). Untuk periode yang diteliti hanya 27 MW daya yang hilang dari daya yang diharapkan sebesar 210 MW. Dalam penelitian ini bahwasannya parameter performa turbin gas yang dianalisis pada PLTG PT A Kepri berada dalam kisaran praktek industri terbaik.

Kata Kunci: Analisis, Efisiensi *Thermal*, Faktor Kapasitas, Turbin gas, Keandalan.

Abstract—The research in this final project is focused on analyzing the performance of gas turbines. The gas turbine power plant is analyzed using the technical data of the plant. The data used in this study were obtained from the PLTG PT A Kepri. The result of the *Analysis* in this study are for a period of six months (April-September) 2022. This study shows that 87% of the expected capacity is available in the period studied. *Plant Thermal efficiency* ranged from 23% to 28%, *Plant Capacity factor* ranged from 61% to 81%, and *plant reliability* ranged from 46% to 100% (average 75,5%). For the period studied only 27 MW of power was lost from the expected power of 210 MW. In this study, the gas turbine performance parameter analyzed at PLTG PT A Kepri are within the best industry practice range.

Keywords: *Analysis*, *Capacity factor*, Gas turbines, Reliability, *Thermal efficiency*.

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN teknologi yang semakin cepat sangat berdampak dalam peningkatan kebutuhan listrik dalam kehidupan masyarakat modern [1]. Listrik menjadi energi utama yang memberikan manfaat dalam kehidupan sehari-hari, seperti menjadi pembangkit listrik di industri, rumah sakit, pasar, maupun rumah tangga [2]. Energi listrik memberikan kontribusi yang sangat signifikan dan menjadi landasan bagi masyarakat untuk meningkatkan kehidupan dalam kondisi yang lebih baik. Dalam perkembangan industri yang lebih maju banyaknya permintaan listrik sejalan dengan pertumbuhan penduduk serta ekonomi masyarakat [3], di Indonesia tenaga listrik dibangkitkan dengan tenaga gas [4]. Pembangkit listrik tenaga gas adalah fasilitas yang menggunakan gas alam atau bahan bakar gas lainnya sebagai sumber energi untuk menghasilkan

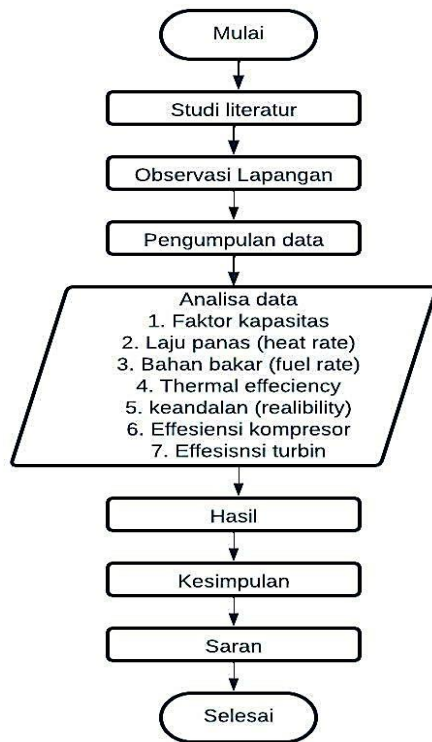
listrik. Prosesnya melibatkan pembakaran gas dalam mesin pembangkit listrik yang menggerakkan generator untuk menghasilkan daya listrik [5]. Turbin gas didesain dan diproduksi dengan menggunakan prinsip operasi sederhana dari energi mekanik menjadi energi listrik [6]. Kualitas turbin gas dapat dilihat dari segi ekonomi dan teknis. Dari segi teknis, faktor-faktor seperti kinerja, efisiensi, dan keandalan mempengaruhi kualitas turbin gas [7].

Turbin gas adalah sebuah mesin yang mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi kinetik yang dapat digunakan untuk menghasilkan tenaga mekanis. Proses ini dilakukan dengan cara melewati beberapa tahap, di mana energi panas dari pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi kinetik pada rotor turbin gas [7]. Bagian turbin gas diam disebut stator dan yang berputar disebut rotor yang berfungsi menggerakkan roda turbin sehingga menghasilkan listrik [8]. Rotor mampu menggerakkan beban seperti kompresor, pompa, generator, dan lain-lain [9]. Turbin gas memainkan peran signifikan dalam upaya pengembangan infrastruktur ketenagalistrikan Indonesia. Pemasangan sistem turbin gas dapat dilakukan dengan efisien dan dengan biaya modal yang lebih terjangkau dibandingkan dengan turbin uap dan mesin diesel untuk pembangkit listrik [10]. Karena itu, banyak Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di Indonesia, termasuk PT A Kepri, memanfaatkan teknologi turbin gas sebagai sumber daya utama mereka.

Dalam penelitian ini, parameter diatas untuk jangka waktu enam (6) bulan (April-September) Tahun 2022. Parameter kuncinya adalah faktor kapasitas (*capacity factor*), bahan bakar (*Plant fuel rate*), laju panas (*Plant heat rate*), efisiensi kompresor, efisiensi turbin dan efisiensi *thermal* (*Thermal efficiency*) dari gas turbin tersebut. Dengan demikian maka akan diketahui apa saja efisiensi dan keandalan pada operasi turbin gas [11].

II. METODE

Pada penelitian ini metode atau langkah-langkah yang akan dilakukan adalah seperti berikut:



Gambar 1. Flowchart penelitian

A. Studi Literatur

Pembahasan pada penelitian ini berdasarkan pada sumber kepustakaan seperti pada buku referensi, buku manual, dan lainnya yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.

B. Observasi Lapangan

Observasi dan identifikasi di lapangan dilakukan untuk mengetahui keadaan aktual yang nantinya dipelajari dan dianalisa sebagai topik penelitian. Performa Turbin gas yang nantinya akan dianalisa pada penelitian ini dan analisa dilakukan pada kinerja dan operasi turbin gas [12].

C. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data operasional PLTG PT A Kepri dari bulan April-September 2022.

Pengumpulan data (*data collection*)

1. Energi (daya) yang dihasilkan oleh pembangkit (MW)
2. Massa bahan bakar yang dikonsumsi
3. Kapasitas terpasang pembangkit (MW)
4. *Gross calorific value of fuel* (Kj/kg)
5. *Running hours*
6. *LHV*
7. *Pressure Outlet Compressor* (P2)
8. *Temperature Inlet Compressor* (T1)
9. *Temperature Outlet Compressor* (T2)
10. *Temperature Outlet Turbine* (T4)
11. *Pressure Combuster* (P3)
12. *Pressure Outlet Turbine* (P4)

D. Analisa Data

Tahap ini merupakan analisa data dari hasil perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan selama *observasi* di lapangan. Hasil analisa tersebut kemudian dijabarkan dalam bentuk tabel maupun grafik. Beberapa data yang dianalisis sebagai berikut

Analisis Data (*Data Analysis*)

1. Faktor kapasitas
2. Tingkat laju panas (*Heat Rate*)
3. Bahan bakar (*Fuel Rate*)
4. Keandalan (*Reliability*)
5. *Thermal Efisiensi*
6. Efisiensi kompresor
7. Efisiensi Turbin

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan disajikan mengenai hasil dan pembahasan yang telah dilakukan diantaranya meliputi; data hasil penelitian dan perhitungan data, pembahasan dan analisis data.

A. Pembahasan

Setelah melakukan penelitian serta pengamatan pada lapangan maka didapatkan data-data serta perhitungan data sebagai sumber dari analisa sebagai berikut:

1) *Power Generated dan Plant Capacity factor*

Pada Tabel I diperlihatkan daya yang dihasilkan dan faktor kapasitas pada PLTG Unit 1 PT A Kepri untuk periode bulan April s.d September tahun 2022. Data-data yang digunakan untuk menentukan *Capacity factor* ini diperoleh dari data base yang tersedia pada ruang pusat *Control Centre Room* PT A Kepri.

$$Capacity\ factor = \frac{Power\ Generated}{Plant\ Installed\ Capacity} \times 100\%$$

TABLE I
POWER GENERATED AND CAPACITY FACTOR

*Bulan	<i>Power generated (MWH)</i>	<i>Running hours</i>	<i>Power generated (MW)</i>	<i>Available power (MW)</i>	<i>Capacity factor</i>
April	13,925	666	31	35	73%
Mei	13,602	589	30	35	81%
Juni	6,198	357	30	35	61%
Juli	13,114	679	31	35	68%
Agustus	14,401	744	33	35	68%
September	7,286	333	28	35	77%
Total			183	210	
Rata-rata			30,5	35	

2) *Plant Heat Rate*

Pada Tabel II nilai *plant heat rate* diperoleh dengan perhitungan berdasarkan data operasional yang diperoleh dari *database* yang tersedia pada ruang pusat *Control Centre Room* PT A Kepri.

$$Plant\ Heat\ Rate = \frac{Total\ Heat\ Supplied\ (KJ/h)}{Power\ Output\ of\ Turbine\ (MW)}$$

TABLE II
PLANT HEAT RATE

Bulan	BBTU	Total heat Suplied (Kj/h)	Total power output	Plant heat rate
April	6,79	487612208,03	31	15729426,07
Mei	6,44	473459785,3	30	15781992,84
Juni	2,674	431429493,4	30	14380983,11
Juli	5,671	439301509,8	31	14171016,45
Agustus	7,07	490938129,3	33	14876913,01
September	3,115	427532253,6	28	15269009,06

3) Plant Fuel Rate

Pada Table III nilai *plant fuel rate* diperoleh dengan perhitungan berdasarkan data operasional yang diperoleh dari *database* yang tersedia pada ruang pusat *Control Centre Room* PT A Kepri.

$$Plant\ Fuel\ Rate = \frac{Total\ Fuel\ Consumption}{Total\ Power\ Output\ (KW)}$$

TABLE III
PLANT FUEL RATE

Bulan	Total fuel consumption	Total power output (KW)	Plant fuel rate (KJ/KWh)
April	4903,2	31000	0,158
Mei	4773,6	30000	0,159
Juni	4384,8	30000	0,147
Juli	4730,4	31000	0,152
Agustus	5032,8	33000	0,152
September	4557,6	28000	0,162

4) Thermal Efficiency

Pada Tabel IV nilai *thermal efficiency* diperoleh dengan perhitungan berdasarkan data operasional yang diperoleh dari *database* yang tersedia pada ruang pusat *Control Centre Room* PT A Kepri.

$$Thermal\ Efficiency = \eta_{ta} = \frac{(W_{ta} - W_{ca})}{mf \times LHV} \times 100\%$$

TABLE IV
THERMAL EFFECIENCY

Bulan	Power output	Total fuel consumed (kg/s)	Calorofic value (kj/kg)	Thermal efficiency
April	31000	1362	58939,15171	28%
Mei	30000	1326	58939,15171	23%
Juni	30000	1218	58939,15171	27%
Juli	31000	1314	58939,15171	25%
Agustus	33000	1398	58939,15171	25%
September	28000	1266	58939,15171	26%

5) Reliability Of The Plant

Pada Tabel V nilai *reliability of the plant* diperoleh dengan perhitungan berdasarkan data operasional yang diperoleh dari *database* yang tersedia pada ruang pusat *Control Centre Room* PT A Kepri.

$$Reliability = \frac{Expected\ Running\ Hours - not\ running}{Expected\ Running\ Hours} \times 100$$

TABLE V
RELIABILITY OF THE PLANT

Bulan	Expected running hours	Actual running hours	Not running	Reliability
April	720	666	54	93%
Mei	744	589	155	79%
Juni	720	357	363	50%
Juli	744	679	65	91%
Agustus	744	744	0	100%
September	720	333	387	46%

Compressor Efficiency

Pada Tabel VI nilai *compressor efficiency* diperoleh dengan perhitungan berdasarkan data operasional yang diperoleh dari data base yang tersedia pada ruang pusat *Control Centre Room* PT A Kepri.

TABLE VI
COMPRESSOR EFFECIENCY

Bulan	Compressor efficiency
April	84%
Mei	84%
Juni	86%
Juli	85%
Agustus	84%
September	85%

7. Turbine Efficiency

Pada Tabel VII nilai *turbine efficiency* diperoleh dengan perhitungan berdasarkan data operasional yang diperoleh dari data base yang tersedia pada ruang pusat *Control Centre Room* PT A Kepri.

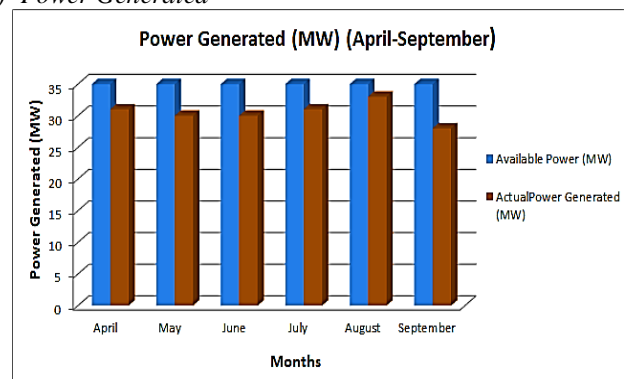
TABLE VII
TURBINE EFFECIENCY

Bulan	Turbine efficiency
April	93%
Mei	92%
Juni	92%
Juli	90%
Agustus	91%
September	92%
September	92%

B. Analisis Data

Setelah melakukan penelitian serta pengamatan pada lapangan didapatkan data-data serta perhitungan data maka didapatkan analisis data sebagai berikut:

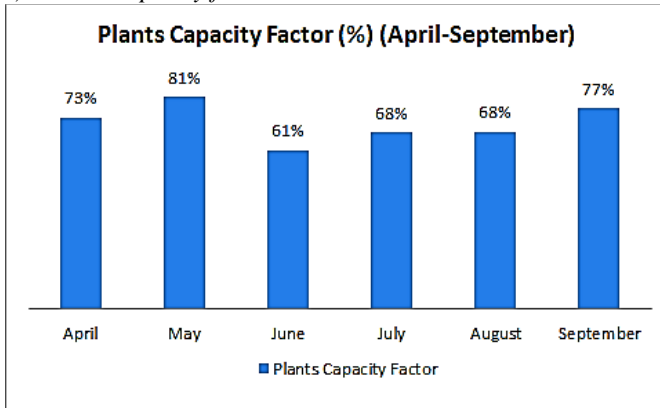
1) Power Generated



Gambar. 2. Grafik power generated

Kapasitas terpasang beban penuh yang diharapkan dari pembangkit yang diteliti adalah 35 MW. Kapasitas yang tersedia (daya yang diperoleh) untuk setiap bulan adalah 35 MW (210 MW/6 bulan), dan kapasitas aktual yang dihasilkan untuk setiap bulan berkisar antara 28 MW hingga 33 MW. Daya aktual rata-rata yang dihasilkan oleh pembangkit dari data yang diperoleh untuk periode 6 bulan adalah sekitar 30,5 MW, dan total daya aktual yang dihasilkan adalah 183 MW dibandingkan dengan daya yang tersedia sebesar 210 MW. Hal ini menunjukkan bahwa hanya 27 MW yang hilang, sehingga sekitar 87% dari daya yang sebenarnya tersedia. Hilangnya daya tersebut akibat pembangkit tidak beroperasi dikarenakan adanya *Hot Gas Path Inspection* (HGPI).

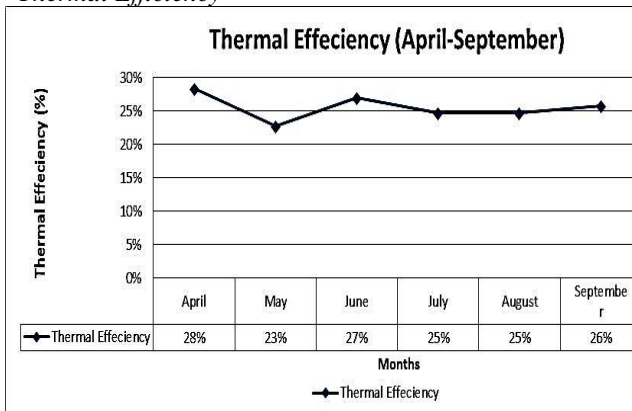
2) *Plants Capacity factor*



Gambar. 3. Grafik plant capacity factor

Faktor kapasitas rata-rata dari data yang diperoleh dari periode penelitian adalah 71% dengan nilai minimum 61% pada bulan Juni, dan nilai maksimum 81% pada bulan Mei terhadap praktik industri terbaik (antara 40% hingga 80%). Nilai faktor kapasitas pembangkit menandakan bahwa daya rata-rata yang dihasilkan dapat diterima.

3) *Thermal Efficiency*

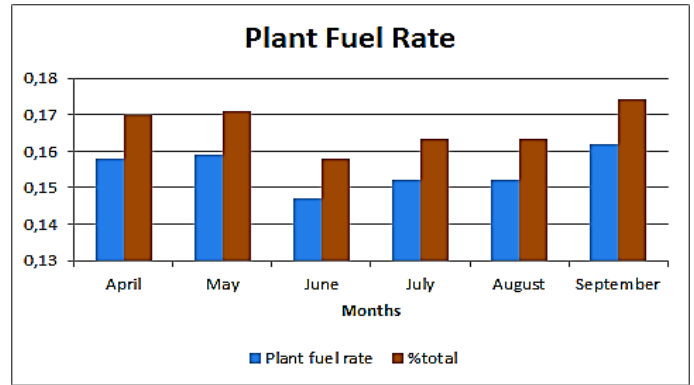


Gambar. 4. Grafik thermal efficiency

Efisiensi *thermal* rata-rata dari data yang diperoleh dari periode penelitian ini adalah 25% dengan nilai minimum 23% pada bulan May, dan nilai maksimum 28% pada bulan April, efisiensi *thermal* turbin gas adalah sekitar 20% hingga 35% berdasarkan dari data efisiensi *thermal* yang diperoleh artinya

efisiensi turbin gas pada bulan April-September cukup efisien.

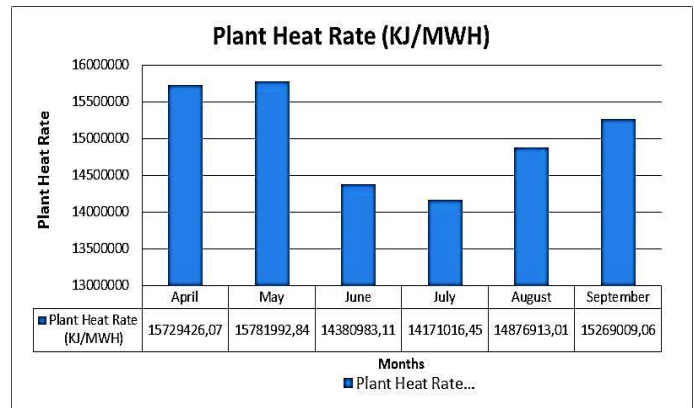
4) *Plant Fuel Rate*



Gambar. 5. Grafik plant fuel rate

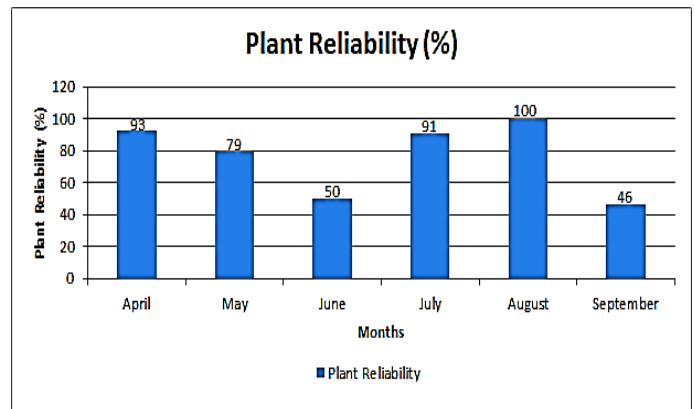
Terlihat bahwa nilai terbaik adalah untuk bulan Juni yaitu total *plant fuel rate* 0,147 dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Untuk *fuel rate* tertinggi terjadi pada bulan September yaitu total *plant fuel rate* 0,162.

5) *Plant Heat Rate*



Gambar. 6. Grafik plant heat rate

6) *Plant reliability*



Gambar. 7. Grafik plant reliability

Rata-rata *plant reliability* dari data operasional yang diperoleh selama periode penelitian adalah 75,5%. Dan pada

bulan Agustus unit turbin *gas running* 100%. Penurunan *Plant reliability* pada bulan Juni dan September karena unit turbin *gas not running* dikarenakan adanya *hot gas path inspection* (HGPI).

TABLE VIII
RINGKASAN NILAI PARAMETER

Bulan	Power generated (MW)	Capacity factor (%)	Plant Fuel Rate		Plant heat rate		Thermal Efeciency (%)
			Kg/Kwh	% Total	Kj/MWh	% Total	
April	31	73	0,158	17	15729426,07	17	28
May	30	81	0,159	17	15781992,84	17	23
June	30	61	0,147	16	14380983,11	16	27
July	31	68	0,152	16	14171016,45	16	25
August	33	68	0,152	16	14876913,01	16	25
Sept	28	77	0,162	17	15269009,06	17	26
Total	183	71	0,93	100	90209340,54	100	

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian analisis *performa* turbin gas unit 1 pada PLTG PT A Kepri, penekanan pada parameter kinerja utama seperti, daya yang dihasilkan (*power generated*), faktor kapasitas, laju bahan bakar (*fuel rate*), tingkat laju panas pembangkit (*heat rate*), efisiensi *compressor*, efisiensi turbin dan efisiensi *thermal*. Studi ini menunjukkan bahwa 87% dari kapasitas yang diharapkan tersedia pada periode tersebut. Efisiensi *thermal* pabrik pada periode tersebut berkisar antara 23% hingga 28% dibandingkan dengan nilai standar 30% hingga 35%. Faktor kapasitas pabrik pada pembangkit berkisar antara 61% hingga 81% dibandingkan dengan praktik industri terbaik antara 40% hingga 80%. Tingkat bahan bakar pabrik berkisar antara 16% hingga 17% dan juga laju panas pabrik berkisar antara 16% hingga 17%. Keandalan rata-rata pembangkit untuk periode tersebut adalah 75,5%. Hanya 27 MW daya yang hilang dari daya yang diharapkan yaitu sebesar 210 MW untuk periode selama 6 bulan (April-September) tahun 2022 berada dalam nilai internasional terbaik untuk pembangkit turbin gas.

REFERENSI

- [1] H. Dwipayana and M. A. A. Baraf, "Analisis Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tm 2500 Jakabaring Unit 2 Dan Unit 3 Pada Waktu Beban Puncak," vol. 6, no. 2.
- [2] B. P. Ichtiarto, "Analisa kinerja pembangkit turbin gas PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar menggunakan Generating Availability Data System," *Operations Excellence*, 2018.
- [3] R. Prasetyo, P. Bismantolo, and A. Suandi, "Maintenance Pada Combustion Section Turbin Gas Unit 2 Pltgu," 2021.
- [4] N. Gusnita and K. S. Said, "Analisa Efisiensi dan Pemanfaatan Gas Buang Turbin Gas Alsthom Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Kapasitas 20 Mw," vol. 14, no. 2, 2017.
- [5] M. Faizal, B. T. Prasetyo, and E. S. Effendy, "Analisis Performance Tm2500 Gas Turbine Generator Package Pltg X Pada Factory Test Dan Site Test," *BT*, vol. 13, no. 2, p. 157, Dec. 2017, doi: 10.54378/bt.v13i2.214.
- [6] Kartono, Sekti Kunthi, and Tina Mulya Gantina, "Evaluasi Kinerja Turbin Gas Abb Gt 13-E1 Di Pt Indonesia Power Ubp Priok," *ENERGI*, vol. 2, no. 1, pp. 122-128, Feb. 2020, doi: 10.35313/energi.v2i1.1782.
- [7] A. Naufal, "Analisis Termodinamika Performa Turbin Gas Sebelum Dan Sesudah Major Inspection Overhaul Di Pltgu Unit Gt 1.2 Omu Ip Cilegon," 2021.
- [8] B. A. Wibowo, "Analisis kinerja turbin gas (GT 3.1) PLTGU Muarakarang setelah masa konstruksi sesuai ISO 2314:2009," vol. 1, no. 1.
- [9] R. Syammary, "Analisis Efisiensi Turbin Gas Tipe V94.2 Sebelum dan Sesudah Minor Inspection Pada Blok 4 Unit 3 Pltgu Muara Tawar," vol. 8, no. 2, 2020.
- [10] H. M. Karusitio Silaban and A. Ghofur, "Analisa Performa Turbin Gas Tipe Cw251 B11 Pada System Pembangkitan Listrik Tenaga Gas Sektor Pembangkitan Bali," *JTAM ROTARY*, vol. 2, no. 2, p. 161, Sep. 2020, doi: 10.20527/jtam_rotary.v2i2.2412.
- [11] O. E. William, "(A Case Study Of Delta Iii Gt9 Transcorp Gas Turbine Power Plant, Ughelli, Nigeria)," vol. 6, no. 6, 2018.
- [12] M. A. Partogi, I. G. B. Wijaya Kusuma, and K. Astawa, "Analisa Unjuk Kerja Sistem PLTG di PT Indonesia Power Unit Pembangkitan Bali," *METTEK*, vol. 4, no. 1, p. 16, Apr. 2018, doi: 10.24843/METTEK.2018.v04.i01.p03.