

ANALISIS PENGARUH AMBIENT TEMPERATURE TERHADAP SPESIFIC FUEL CONSUMPTION (SFC) DI PLTG GLUGUR

Friska Oktavina Nauli Br. Tambunan¹, Dikky Ramansyah², Faisal Fahmi Hasan³

Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

friskaoktavinanaulibr.tambunan@students.polmed.ac.id¹, dikkyramansyah@students.polmed.ac.id²,

faisalhasan@polmed.ac.id³

ABSTRAK

PT PLN Nusantara Power Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Gas (ULPLTG) Glugur adalah salah satu unit pembangkit listrik yang ada di Sumatera Utara. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) adalah pembangkit listrik yang menggunakan turbin gas sebagai penggerak generator untuk menghasilkan listrik. Prinsip dasar dari PLTG ialah mengubah energi panas yang dihasilkan dari hasil pembakaran yang diubah menjadi energi kinetik lalu diubah menjadi energi listrik. Pada PLTG Glugur menggunakan bahan bakar minyak HSD (High Speed Diesel) B0. Pada laporan akhir ini akan menganalisis pengaruh *ambient temperature* terhadap *Specific Fuel Consumption* (SFC) pada gas turbin John Brown Engineering di PLTG Glugur. Dari hasil perhitungan, *ambient temperature* berbanding lurus dengan *Specific Fuel Consumption* (SFC). Pada saat *ambient Temperature* terendah yaitu 25°C nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah 0,484 Liter/kWh sedangkan pada saat *ambient Temperature* tertinggi yaitu 35°C nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah 0,584 Liter/kWh. Kenaikan SFC ini juga berpengaruh pada efisiensi thermal. Kenaikan *Specific Fuel Consumption* (SFC) ini berbanding terbalik terhadap Efisiensi Thermal. Pada *Specific Fuel Consumption* (SFC) terendah yaitu 0,484 Liter/kWh (Pada saat *ambient Temperature* terendah yaitu 25°C) nilai Efisiensi Thermal adalah 52,55%. sedangkan pada saat Pada *Specific Fuel Consumption* (SFC) tertinggi yaitu 0,584 Liter/kWh (Pada saat *ambient Temperature* tertinggi yaitu 35°C) Efisiensi Thermal yang dihasilkan adalah 46%.

Kata Kunci : Turbin Gas, *Specific Fuel Consumption* (SFC), *Ambient Temperature*

PENDAHULUAN

Pada era saat ini, kebutuhan akan listrik menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat dan kebutuhan akan tenaga listrik tersebut akan semakin bertambah dari waktu ke waktu. Untuk mengatasi besarnya permintaan akan kebutuhan listrik tersebut, maka pembangunan pembangkit listrik terus dilakukan. Salah satunya pembangkit listrik yang banyak ditemukan saat ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). (Basuki,A.C., 2009)

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) merupakan peralatan konversi energi yang merubah energi kimia bahan bakar menjadi energi listrik. Siklus fluida kerjanya merupakan siklus terbuka (*open cycle*) atau siklus sederhana (*simple cycle*). Prinsip kerja PLTG adalah dengan memanfaatkan tekanan aliran udara untuk menggerakkan turbin. Pertama-tama udara dinaikkan tekanannya dengan menggunakan kompresor dan kemudian dibakar di ruang pembakaran untuk meningkatkan energinya. (Saif, Mohd., & Tariq, Mohammad, 2017)

Salah satu pembangkit listrik tenaga gas di Indonesia yaitu pembangkit listrik tenaga gas di Glugur. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Glugur menggunakan unit turbin gas *Jhon Brown Engineering* dengan kapasitas daya pembangkit sebesar 10 MW. Bahan bakar yang digunakan untuk unit John Brown Engineering ialah High Speed Diesel (HSD)

Bahan bakar yang dikonsumsi oleh pembangkit listrik tenaga gas tidak sama ketika suhu dari ambient temperaturnya berbeda. Dimana pada saat ambient temperaturnya tinggi dengan ambient temperaturnya rendah akan berbeda bahan bakar yang digunakan. Ambient temperature ialah temperature udara lingkungan luar yang akan masuk ke air inlet. Oleh karena itu, Akibat perbedaan *ambient temperature* ini akan berdampak pada SFC. Umumnya proses pembangkitan listrik di PLTG adalah menggunakan siklus yaitu siklus *brayton* untuk PLTG. (Budi,Sentosa, 2015)

TINJAUAN PUSTAKA

(Basuki,A.C., 2009) sebuah penelitian berjudul "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkitan Listrik Tenaga Gas" Dibuat oleh Aca Cristina Basuki. Bahan bakar adalah salah satu komponen yang sangat penting dalam pembangkit listrik tenaga gas.

(Budi,Sentosa, 2015) penelitian berjudul "Efisiensi Pembebanan PLTGU PT.Krakatau Daya Dengan Perhitungan Specific Fuel Consumption Untuk Meminimalkan Biaya Produksi listrik". Dibuat oleh Sentosa Budi. Pembebanan adalah variasi beban atau daya yang diberikan ketika unit beroperasi dengan tujuan untuk melihat konsumsi bahan bakar yang digunakan.

(Saif, Mohd., & Tariq, Mohammad, 2017) penelitian berjudul "Performance Analysis of Gas Turbine at Varying Ambient Temperature". Dibuat oleh Mohammad saif dan Mohammad Tariq. Performansi ialah kinerja yang dilakukan oleh suatu unit dalam kondisi optimalnya. Dengan adanya variasi ambient temperature maka performansi yang dihasilkan juga berbeda

METODE PENELITIAN

Berikut ini adalah diagram alir yang digunakan untuk melakukan penelitian pada pengaruh *ambient temperature* terhadap *specific fuel consumption* (SFC) di PLTG Glugur.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan unit turbin gas *John Brown Engineering* sebagai objek penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil temperature yang akan masuk ke air inlet yang kemudian dicatat pada logsheet operasional. Kemudian pengambilan data ambient temperature ini dilakukan setiap satu jam sekali selama kegiatan operasional berlangsung. Tujuannya ialah untuk memastikan temperature udara yang masuk dikarenakan sifat dari temperature udara yang tidak konstan atau sering berubah-ubah. (Bambang, Winardi, 2017).

Kemudian setelah ambient temperaturenya dicatat, selanjutnya mencatat pemakaian bahan bakar yang digunakan yang terdapat pada flow meter bahan bakar. Lalu melakukan pencatatan temperature pada kompresor, ruang bakar, dan turbin yang dapat kita peroleh pada ruangan control room.

Selanjutnya kita mencatat hasil daya yang dihasilkan oleh generator yang dikenal dengan istilah kWh produksi yang dapat kita lihat pada control room. setelah hasil di dapatkan kita mencari *specific fuel consumption* serta efisiensi thermal aktual dari unit. Lalu menganalisis bagaimana pengaruh ambient temperature terhadap *specific fuel consumption* (SFC) lewat diagram grafik (Basuki, A.C., 2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Specific Fuel Consumption*

Tabel 1. Data Ambient Temperature, kWh produksi, dan Pemakaian Bahan Bakar

No.	Temperature Ambien (°C)	Pemakaian BBM (Liter/h)	kWh Produksi (kW)
1	25	5150	10.635,4
2	26	5230	10.630,08
3	27	5363	10.683,26
4	28	5100	9.827,5
5	29	5560	10.635,4
6	30	5330	10.009,9
7	31	5430	10.053,8
8	32	5510	10.117,8
9	33	5520	9.827,5
10	34	5380	9.301,6
11	35	5437	9.294,1

Dari data yang telah diperoleh maka dapat menemukan *specific fuel consumption* (SFC) :

Pada saat temperature ambientnya 25°C

Dimana :

Daya yang diproduksi (P) = 10.635,4Kw

Pemakaian bahan bakar (Qf) = 5150 liter/h

Maka SFC untuk ambient temperature 25°C adalah:

$$SFC = \frac{Qf}{P}$$

$$SFC = \frac{5150 \text{ liter/h}}{10.635,4 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,484 \text{ liter/kWh}$$

Maka pada saat ambient temperaturenya 25 °C maka *Specific Fuel Consumption* yang digunakan yaitu sebesar 0,48 liter/kWh dan untuk ambient 26 °C – 35 °C digunakan cara yang sama sehingga di peroleh sebagai berikut

Tabel 2. Tabel Hasil perhitungan SFC

No.	Ambient Temperature (°C)	SFC (Liter/kWh)
1	25	0,484
2	26	0,492
3	27	0,502
4	28	0,518
5	29	0,523
6	30	0,532
7	31	0,540
8	32	0,544
9	33	0,561
10	34	0,5783
11	35	0,584

Mencari Efisiensi Thermal Aktual Unit

Efisiensi thermal ialah ukuran yang menunjukkan performa dari suatu mesin kalor yang digunakan. Semakin besar efisiensi yang dihasilkan maka semakin baik unit pembangkit tersebut. Namun sebaliknya, semakin rendah efisiensinya maka semakin buruk unit tersebut digunakan.

Tabel 3. Tabel data temperature operasional John Brown Engineering

No.	Tanggal Operasional	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)
1.	01 Agustus 2022	25	300	1.300	500
2.	04 Agustus 2022	26	295	1.290	510
3.	18 Agustus 2022	27	305	1.288	514
4.	22 Agustus 2022	28	307	1.285	518
5.	24 Agustus 2022	29	310	1.285	520
6.	25 Agustus 2022	30	314	1.288	525
7.	26 Agustus 2022	31	318	1.290	532
8.	29 Agustus 2022	32	320	1.295	543
9.	30 Agustus 2022	33	325	1.298	548
10.	31 Agustus 2022	34	328	1.298	550
11.	01 September 2022	35	333	1.300	557

Sumber: Logsheet Operasional PLTG Glugur

Berikut ini perhitungan efisiensi thermal :

Perhitungan efisiensi thermal aktual untuk *ambient temperature* = 25°C

Diketahui :

$$T1 = 25 \text{ °C} \qquad T3 = 1.300 \text{ °C}$$

$$T2 = 300 \text{ °C} \qquad T4 = 500 \text{ °C}$$

Maka efisiensi thermal aktual untuk *ambient temperature* 25°C adalah:

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_{in}} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = \frac{C_p (T_3 - T_4) - C_p (T_2 - T_1)}{C_p (T_3 - T_2)} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = \frac{(1,0048 (1300 - 500) - 1,0048 (300 - 25))}{1,0048 (1300 - 300)} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = 52,5 \%$$

Maka pada saat *ambient temperature*nya 25 °C maka *efisiensi thermal actual* yang dihasilkan yaitu sebesar 52,5 % dan untuk *ambient* 26 °C – 35 °C digunakan cara yang sama sehingga di peroleh sebagai berikut

Tabel 4. Tabel Hasil Perhitungan Efisiensi Thermal Aktual Unit

No.	Temperature Ambien (°C)	Efisiensi Thermal (%)
1	25	52,55
2	26	51,30
3	27	50,45
4	28	49,89
5	29	49,64
6	30	49,17
7	31	48,45
8	32	47,58
9	33	47,07

10	34	46,80
11	35	46

Pengaruh *Specific Fuel Consumption* (SFC) terhadap Efisiensi Thermal Aktual Unit

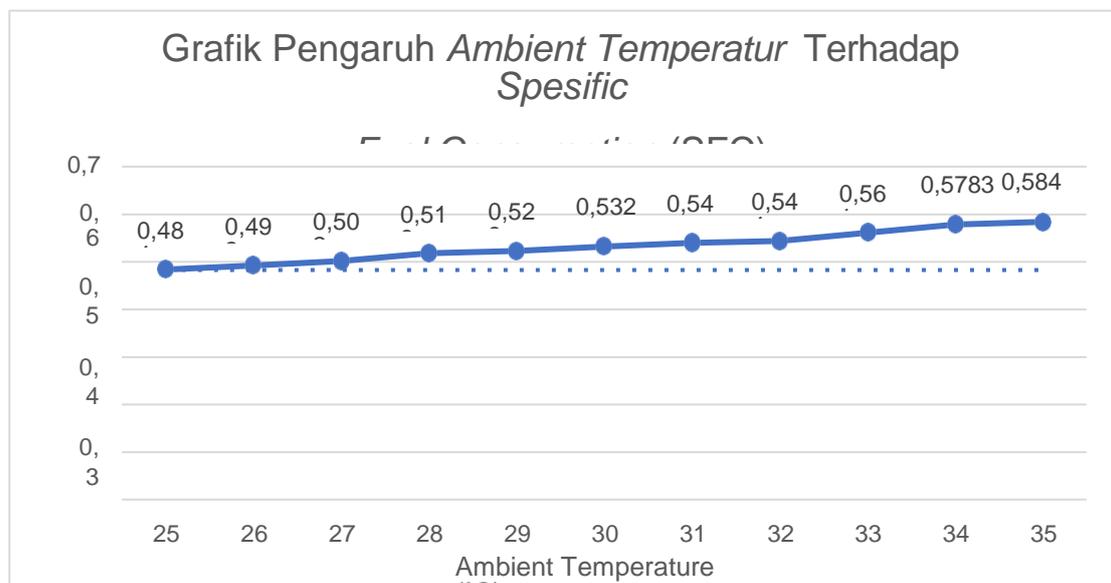
Tabel 5. Pengaruh SFC terhadap Efisiensi (%)

No.	SFC (Liter/kWh)	Efisiensi Thermal (%)
1	0,484	52,55
2	0,492	51,15
3	0,502	50,45
4	0,518	49,89
5	0,523	49,64
6	0,532	49,17
7	0,540	48,45
8	0,544	47,58
9	0,561	47,07
10	0,578	46,80
11	0,584	46

Pembahasan Hasil Penelitian

A. Hasil Penelitian pengaruh ambient temperature terhadap *Specific Fuel Consumption* (SFC)

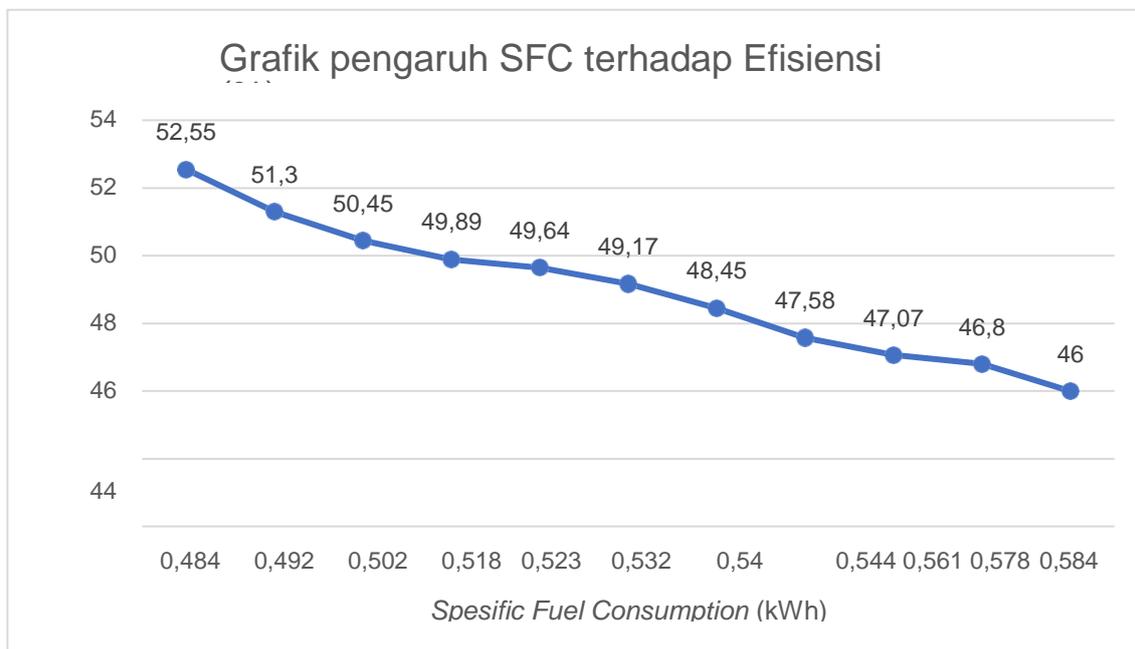
Hasil Penelitian pengaruh ambient temperature terhadap *Specific Fuel Consumption* (SFC) yaitu:



Berdasarkan grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa:

Pada Grafik diatas menunjukkan bahwa, kenaikan *ambient temperature* berbanding lurus dengan *Specific Fuel Consumption* (SFC) atau dengan kata lain kenaikan *ambient temperature* akan mengakibatkan kenaikan dari *Specific Fuel Consumption* (SFC). Pada *ambient Temperature* terendah yaitu 25°C nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah 0,484 Liter/kWh sedangkan pada saat *ambient Temperature* tertinggi yaitu 35°C nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah 0,584 Liter/kWh. Rata-rata kenaikan SFC setiap 1°C ialah sebesar 0,0163 Liter/kWh dimana kenaikan nilai SFC tertinggi pada 34°C sampai 35°C yaitu sebesar 0,057 Liter/kWh. Jadi, pada grafik diatas mengalami kenaikan *Specific Fuel Consumption* (SFC) yang diakibatkan oleh kenaikan *ambient temperature*.

B. Hasil Penelitian pengaruh *Specific Fuel Consumption* (SFC) Terhadap Efisiensi Thermal Aktual yaitu



Berdasarkan grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa:

Pada Grafik diatas menunjukkan bahwa, kenaikan *Specific Fuel Consumption* (SFC) berbanding terbalik dengan Efisiensi Thermal atau dengan kata lain kenaikan SFC akan mengakibatkan penurunan dari Efisiensi Thermal. Pada SFC terendah yaitu 0,484 Liter/kWh nilai Efisiensi Thermal adalah 52,55%. sedangkan pada saat Pada *Specific Fuel Consumption* (SFC) tertinggi yaitu 0,584 Liter/kWh Efisiensi Thermal yang dihasilkan adalah 46%. Rata-rata penurunan efisiensi thermal akibat dari pengaruh SFC ialah sebesar 0,675%. Penurunan efisiensi thermal tertinggi ialah pada saat SFC 0,484 hingga 0,492.

SIMPULAN

Setelah menyelesaikan Analisis Pengaruh *Ambient Temperature* terhadap *Specific Fuel Consumption* (SFC) Pada Gas Turbine Di PLTG Glugur, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kenaikan *ambient temperature* berbanding lurus dengan *Specific Fuel Consumption* (SFC) atau dengan kata lain kenaikan *ambient temperature* akan mengakibatkan kenaikan dari *Specific Fuel Consumption* (SFC). Pada *ambient Temperature* terendah yaitu 25°C nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah 0,484 Liter/kWh sedangkan pada saat *ambient Temperature* tertinggi yaitu 35°C nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah 0,584 Liter/kWh. Rata-rata kenaikan SFC setiap 1°C ialah sebesar 0,0163 Liter/kWh dimana kenaikan nilai SFC tertinggi pada 34°C sampai 35°C yaitu sebesar 0,057 Liter/kWh. Jadi, pada grafik diatas mengalami kenaikan *Specific Fuel Consumption* (SFC) yang diakibatkan oleh kenaikan *ambient temperature*.
2. Kenaikan *Specific Fuel Consumption* (SFC) berbanding terbalik dengan Efisiensi Thermal atau dengan kata lain kenaikan SFC akan mengakibatkan penurunan dari Efisiensi Thermal. Pada SFC terendah yaitu 0,484 Liter/kWh nilai Efisiensi Thermal adalah 52,55%. sedangkan pada saat Pada *Specific Fuel Consumption* (SFC) tertinggi yaitu 0,584 Liter/kWh efisiensi thermal yang dihasilkan adalah 46%. Rata-rata penurunan efisiensi thermal akibat dari pengaruh SFC ialah sebesar 0,675%. Penurunan efisiensi thermal tertinggi ialah pada saat SFC 0,484 hingga 0,492.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Abdul Rahman, S.E, Ak.,M.Si., selaku Direktur Politeknik Negeri Medan;
2. Bapak Syiril Erwin, S.T., M.T., Ph.D., selaku Kepala P3M Politeknik Negeri Medan;
3. Bapak Abdi Hanra Sebayang, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan;
4. Bapak Faisal Fahmi Hasan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing;
5. Bapak Parsaoran Simangungsong selaku Manager di PT PLN Nusantara Power Unit Pelaksana dan Pengendalian Pembangkitan Belawan Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Gas (ULPLTG) Glugur Medan, Sumatera Utara;
6. Bang Linggar Setiawan, selaku Team Leader Pemeliharaan di PT PLN Nusantara Power ULPLTG Glugur.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawa, Barinaadaa Thaddeus Lebele., & Appah, Vining Jo. (2015). Thermodynamic Performance. Analysis of A Gas Turbine in An Equatorial Rain Forest Environment. *Journal of Energy and Power Engineering* 19-21.
- Alawa, Barinaadaa Thaddeus Lebele., Igoma, Emughiphel Nelson., & Sodiki, John. (2016). Evaluation of The Influence of Ambient Temperature on The Performance of The TransAhmadi Gas Turbine Plant. *Journal of Energy and Power Engineering*, 4, 19-31.
- Alsalousi, Mohammed., Kamel, Aly., & Omar, Hossin. (2017). Performance of Regenerative Gas Turbine Power Plant. *Journal of Energy and Power Engineering*, 9, 136-146.
- American Society of Mechanical Engineers, Performance Test Code on Test Uncertainty: Instruments and Apparatus PTC 10, 19.1, 22, 46. ASME, New York, 2005.
- Aram Mohammed Ahmed, Mohd Tariq Thermal analysis of a gas turbine power plant to improve performance efficiency, 6, (2013), 43-54.
- Arismunandar, W. (1988). *Penggerak Mula Turbin*. Bandung: ITB.
- Arismunandar, W. (2002). *Pengantar Turbin Gas dan Motor Propulsi*. Penerbit ITB, Bandung
- Arya. (2015, April 10). *Arya*. Retrieved April 10, 2015, from <https://arya1984.wordpress.com/>
- Bambang, Winardi, (2009). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap PT.Indonesia Power Semarang. Universitas Diponegoro Semarang.
- Basrawi, F., Yamada, T., Nakanishi, K. and Naing, S, Effect of ambient temperature on the performance of micro gas turbine with cogeneration system in cold region. *Applied Thermal Engineering*. 31: (2011) 1058-1067
- Basuki, A. C. (2009). *Analisis Konsumsi Bhan Bakar Pada Pembangkitan Listrik Tenaga Tenaga gas*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Boyce, M. P. (1995). *Gas Turbine Engineering Handbook*. Melbourne: Gulf Professional Publishing.
- Boyce, Meherwan P. *Gas Turbine Engineering Handbook* (2nd ed). Gulf Professional Publishing, 2002.
- Budi, Sentosa, (2015). Efisiensi Pembebanan PLTGU PT. Krakatau Daya Dengan Perhitungan Specific Fuel Consumption Untuk Meminimalkan Biaya Produksi listrik, STT-PLN.
- F. Odom, Gas turbine performance and condition evaluation. Student Workbook Technical Training, San Diego, California, April 2007, pp. 40
- Farouk, Naeim., Hayat, Qairasar., & Liu Sheng. (2013). Effect of Ambient Temperature on The Performance of Gas Turbines Power Plant. *International Journal of Computer Science Issues*, 10, 439-442.
- Naval Education and Training, Fundamentals of gas turbine engines. Non-resident Training Course, Pensacola, Florida, December 2015, pp. 18 – 19.
- Saif, Mohd., & Tariq, Mohammad. (2017). Performance Analysis of Gas Turbine at Varying Ambient Temperature. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8, 270- 280. Yogyakarta: Andi Publisher.