

Analisis Termodinamika Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Unit G10 Arun Lhokseumawe

Andi Mulkan^{1*}, Misswar Abd², Kamarullah³

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Iskandar Muda

Jl. Kampus Unida No. 15 Surien – Banda Aceh 23234

Email: ^{1*} andeend40@gmail.com; ² misswar@unida-aceh.ac.id; ³ kamarullah@unida-aceh.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik telah menjadi kebutuhan fundamental yang mendukung berbagai aktivitas masyarakat, sektor industri, dan perkantoran. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk, permintaan energi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahun. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pemerintah mengembangkan berbagai program infrastruktur ketenagalistrikan, termasuk pembangunan pembangkit listrik berkapasitas 35.000 MW guna meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem pembangkitan. Dalam upaya tersebut, evaluasi kinerja pembangkit listrik tenaga gas menjadi penting untuk memastikan pemanfaatan energi yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja turbin gas pada Unit G10 berdasarkan parameter kerja kompresor, kerja turbin, efisiensi termal siklus, dan Specific Fuel Consumption (SFC). Analisis dilakukan menggunakan data temperatur operasi pada titik masuk dan keluar kompresor serta turbin. Nilai entalpi udara dihitung melalui interpolasi data sifat gas ideal, sedangkan entalpi gas hasil pembakaran ditentukan menggunakan pendekatan panas jenis produk pembakaran. Selanjutnya dilakukan perhitungan rasio udara-bahan bakar (air-fuel ratio), laju aliran massa udara, kerja kompresor, kerja turbin, panas masuk sistem, efisiensi termal, dan konsumsi bahan bakar spesifik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio udara-bahan bakar sebesar 0,3579 dengan laju aliran massa udara 0,31932 kg/s. Kerja kompresor yang dihasilkan sebesar 76,32 kW, sedangkan kerja turbin mencapai 841,93 kW. Energi panas yang masuk ke dalam sistem sebesar 1764,86 kJ/kg menghasilkan efisiensi termal siklus sebesar 47,7%. Selain itu, nilai SFC yang diperoleh sebesar 3,81 kg/kWh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Unit G10 memiliki kinerja termodinamika yang baik dalam mengonversi energi panas menjadi energi mekanik, sehingga berpotensi mendukung operasi pembangkit listrik yang efisien, andal, dan berkelanjutan.

Kata kunci: turbin gas, kerja kompresor, kerja turbin, efisiensi termal, pembangkit listrik.

ABSTRACT

Electricity has become a fundamental necessity that supports a wide range of activities in society, industry, and commercial sectors. Along with economic growth and population expansion, electricity demand in Indonesia continues to increase annually. To meet this growing demand, the government has implemented various power infrastructure development programs, including the construction of power plants with a total installed capacity of 35,000 MW to improve the reliability and efficiency of electricity generation systems. In this effort, evaluating the performance of gas-fired power plants is essential to ensure optimal energy utilization and sustainable operation. This study aims to analyze the performance of the gas turbine in Unit G10 based on compressor work, turbine work, cycle thermal efficiency, and Specific Fuel Consumption (SFC). The analysis was conducted using operating temperature data measured at the compressor and turbine inlet and outlet points. Air enthalpy values were determined through interpolation of ideal-gas property data, while the enthalpy of combustion gases was calculated using the specific heat capacity approach of combustion products. Furthermore, the air-fuel ratio, air mass flow rate, compressor work, turbine work, heat input, thermal efficiency, and specific fuel consumption were evaluated. The results indicate that the air-fuel ratio was 0.3579, with an air mass flow rate of 0.31932 kg/s. The compressor work was calculated at 76.32 kW, whereas the turbine work reached 841.93 kW. The heat input to the system was 1764.86 kJ/kg, resulting in a cycle thermal efficiency of 47.7%. In addition, the Specific Fuel Consumption was determined to be 3.81 kg/kWh. These findings demonstrate that Unit G10 exhibits good thermodynamic performance in converting thermal energy into mechanical power, thereby supporting efficient, reliable, and sustainable power plant operation.

Keywords: gas turbine, compressor work, turbine work, thermal efficiency, power generation.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik telah menjadi kebutuhan primer yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia modern, mencakup sektor industri, perkantoran, hingga masyarakat umum. Di Indonesia, pemenuhan kebutuhan listrik ini masih didominasi oleh layanan PT. PLN (Persero), yang secara konsisten berupaya meningkatkan kapasitas produksi guna mengimbangi permintaan listrik yang terus tumbuh signifikan setiap tahunnya. Sebagai respons terhadap tantangan ketahanan energi tersebut, pemerintah menginisiasi program pembangunan pembangkit listrik berkapasitas total 35.000 Megawatt (MW) yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia untuk mendukung akselerasi pembangunan di berbagai aspek kehidupan [1]–[6].

Saat ini, bauran pembangkit listrik nasional masih didominasi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Pemilihan ketiga jenis pembangkit ini didasarkan pada karakteristik efisiensi termalnya yang relatif tinggi dibandingkan jenis pembangkit konvensional lainnya. Dalam operasionalnya, PLTMG yang menerapkan siklus terbuka (*open cycle*) memiliki karakteristik unik di mana gas hasil pembakaran langsung masuk ke turbin kemudian dibuang ke atmosfer. Suhu dan tekanan gas buang yang dihasilkan biasanya masih cukup tinggi, berkisar pada 500°C, yang secara teknis masih memiliki potensi energi termal yang sayang jika langsung dilepaskan tanpa pemanfaatan lebih lanjut, misalnya untuk diarahkan ke Heat Recovery Steam Generator (HRSG) pada siklus gabungan (PLTGU) [3], [7], [8].

Namun, pada fasilitas yang masih beroperasi sebagai PLTMG murni, pengelolaan bahan bakar menjadi aspek yang sangat kritis. Sekitar 60% dari total biaya operasi pembangkit dialokasikan semata-mata untuk pengadaan bahan bakar. Oleh karena itu, analisis nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) atau konsumsi bahan bakar spesifik menjadi parameter krusial dalam menentukan biaya produksi. Pemahaman mendalam terhadap SFC dapat menggambarkan seberapa optimal kinerja mesin dalam mengonversi energi bahan bakar menjadi daya listrik, sekaligus menjadi dasar untuk meminimalisir pemborosan dan menciptakan peluang penghematan biaya operasional [7][9]. Penelitian pada turbin gas menunjukkan bahwa SFC dan heat rate mengalami penurunan dengan bertambahnya beban, yang mengindikasikan peningkatan efisiensi pada beban lebih tinggi.

Selain itu, kinerja suatu pembangkit juga sangat ditentukan oleh nilai efisiensi termalnya; semakin tinggi efisiensi termal, semakin baik performa pembangkit tersebut. Seiring berjalannya waktu dan akumulasi jam operasi, komponen pembangkit rentan mengalami degradasi atau penyusutan kapasitas, sehingga evaluasi kinerja secara berkala menjadi suatu keharusan untuk menjaga keandalan sistem.

Berdasarkan latar belakang tersebut, PLTMG Arun Lhokseumawe menjadi objek studi yang sangat relevan. Pembangkit ini memiliki total kapasitas terpasang sebesar 184 MW dan diresmikan pada 2 Juni 2016 di bawah naungan PT. Pembangkitan Jawa Bali Unit Bisnis Jasa Operasi dan Pemeliharaan. Mengingat pentingnya menjaga keandalan dan efisiensi operasional di tengah fluktuasi beban dan kondisi peralatan, penulis tertarik untuk melakukan kajian mendalam mengenai performa aktual dari salah satu unitnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi parameter kinerja utama pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas Unit G10 Arun Lhokseumawe. Secara spesifik, tujuan dari penelitian ini difokuskan untuk menganalisis tingkat efisiensi termal yang dicapai oleh unit tersebut, serta mengukur profil pemakaian bahan bakar spesifik selama operasi berlangsung. Pemahaman mendalam terhadap kedua parameter ini selanjutnya diharapkan dapat menjadi dasar yang kuat dalam menilai optimalisasi kinerja, menjaga keandalan sistem, serta menciptakan efisiensi biaya produksi pada pembangkit.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dan informasi dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan komprehensif yang meliputi peninjauan langsung ke lapangan, konsultasi dengan pembimbing yang bertugas di bagian penelitian dan pengembangan PLTMG Arun, serta studi dokumentasi terhadap arsip-arsip teknis yang relevan. Informasi pendukung juga diperoleh melalui studi literatur dari berbagai sumber ilmiah yang kredibel. Metode observasi diterapkan melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian untuk memperoleh data primer yang akurat, dengan fokus pada parameter-parameter teknis seperti spesifikasi mesin pembangkit, pola penggunaan bahan bakar, dan data beban operasional di PLTMG Arun Lhokseumawe. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memahami secara mendalam kondisi aktual sistem pembangkit selama beroperasi. Sementara itu, metode wawancara dilaksanakan melalui diskusi terstruktur dengan para pekerja dan karyawan yang terlibat dalam operasional PLTMG

Lhokseumawe untuk memperoleh informasi terkait praktik penggunaan bahan bakar, daya yang dibangkitkan, serta aspek-aspek operasional lainnya yang tidak terdokumentasi secara lengkap dalam arsip. Data dan informasi yang diperoleh melalui wawancara kemudian divalidasi dengan data teknis dari pembangkit untuk memastikan akurasi dan konsistensi informasi.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh dari perusahaan dan mencakup beberapa komponen penting, yaitu data measurements Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas Unit G10 Arun Lhokseumawe yang meliputi parameter operasional utama seperti suhu, tekanan, dan aliran bahan bakar, data beban pembangkit selama periode yang sama untuk menganalisis pola permintaan daya, serta data spesifikasi teknis mesin pembangkit listrik tenaga mesin gas Arun Lhokseumawe yang menjadi dasar perhitungan kinerja dan efisiensi sistem. Seluruh data tersebut kemudian diolah dan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja pembangkit.

2.1 Pengolahan data dan analisis

Pengolahan data dilakukan melalui analisis termodinamika untuk mengevaluasi efisiensi dan Specific Fuel Consumption (SFC) pada variasi beban pembangkit dari 7,2 MW hingga 8,8 MW. Data operasional, termasuk temperatur inlet kompresor serta inlet dan outlet turbin, diperoleh langsung dari Process Control System (PCS) dan logsheet di control room. Perhitungan parameter kinerja mengacu pada pendekatan termodinamika (Hendra, 2018), di mana efisiensi termal η_{th} dihitung menggunakan persamaan $\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_{in}}$ dimana W_{net} adalah kerja bersih sistem dan Q_{in} adalah panas yang masuk. Sementara itu, nilai SFC ditentukan melalui persamaan $SFC = \dot{m}_{bb} / W_{net}$, dimana \dot{m}_{bb} adalah laju alir bahan bakar dan W_{net} adalah kerja bersih sistem [9][2][10].

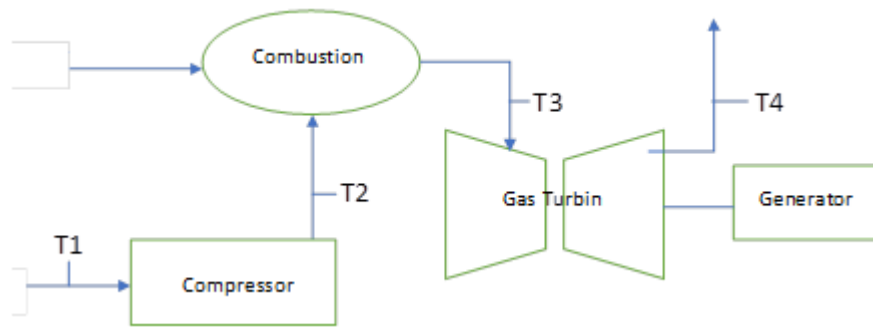
Tabel 1. Tabel hasil pengamatan PLTMG Arun

Unit	Temperatur (C)				Tekanan (Bar)		\dot{m}_{bb} (kg/s)	Beban (MW)
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	P ₁ =P ₄	P ₂ =P ₃		
Engine 1	72,97	349,30	755,12	432,00	1,05	7,20	0,706	7,5
Engine 2	72,94	369,07	792,00	440,01	1,05	7,16	0,797	7,5
Engine 3	74,39	379,40	798,99	451,01	1,06	7,21	0,705	7,5
Engine 4	73,46	357,50	802,07	456,01	1,05	7,12	0,892	8,6
Engine 5	75,60	367,20	804,13	458,00	1,05	7,10	0,803	8,6
Engine 6	71,97	358,30	807,00	461,00	1,06	7,12	0,897	8,6
Engine 7	75,20	358,30	808,04	461,00	1,06	7,12	0,897	8,6
Engine 8	75,02	351,40	809,00	464,00	1,05	7,16	0,897	8,6
Engine 9	76,52	353,40	809,97	468,00	1,06	7,21	0,805	8,6
Engine 10	74,99	353,57	828,11	451,01	1,05	7,20	0,892	8,6
Engine 11	78,05	373,57	804,74	505,00	1,05	7,22	0,803	8,6
Engine 12	76,45	396,87	907,88	522,00	1,05	7,75	0,906	8,7
Engine 13	81,26	414,13	909,06	523,00	1,05	7,72	0,903	8,7
Engine 14	74,76	400,12	907,23	521,00	1,06	7,76	0,905	8,7
Engine 15	75,63	356,14	909,11	522,00	1,05	7,74	0,902	8,7
Engine 16	74,98	355,64	788,82	444,00	1,05	7,27	0,892	8,6
Engine 17	77,75	355,15	817,72	500,00	1,05	7,99	0,897	8,6

(Sumber: Log sheet control room PLTMG Arun)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Siklus kerja dan data hasil konversi pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) unit G10 Arun – Lhokseumawe yang bersumber dari logsheet mesin pembangkit dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 2 dibawah:



Gambar 1. Siklus Kerja PLTMG Unit G10 Arun Lhokseumawe

Berikut adalah konversi data dari Tabel 1 ke system matriks (SI)

Tabel 2. Konversi satuan dari Tabel 1

Unit	Temperatur (K)				Tekanan (kPa)		ṁ _{bb} (kg/s)	Beban (MW)
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	P ₁ =P ₄	P ₂ =P ₃		
Engine 1	346,12	622,45	1028,27	705,15	15,22	104,42	0,706	7,5
Engine 2	346,09	642,22	1065,15	713,16	15,22	103,84	0,797	7,5
Engine 3	347,54	652,55	1072,14	724,16	15,37	104,57	0,705	7,5
Engine 4	346,61	630,65	1075,22	729,16	15,22	103,26	0,892	8,6
Engine 5	348,75	640,35	1077,28	731,15	15,22	102,97	0,803	8,6
Engine 6	345,12	631,45	1080,15	734,15	15,37	103,26	0,897	8,6
Engine 7	348,35	631,45	1081,19	734,15	15,37	103,26	0,897	8,6
Engine 8	348,17	624,55	1082,15	737,15	15,22	103,84	0,897	8,6
Engine 9	349,67	626,55	1083,12	741,15	15,37	104,57	0,805	8,6
Engine 10	348,14	626,72	1101,26	724,16	15,22	104,42	0,892	8,6
Engine 11	351,20	646,72	1077,89	778,15	15,22	104,71	0,803	8,6
Engine 12	349,60	670,02	1181,03	795,15	15,22	112,40	0,906	8,7
Engine 13	354,41	687,28	1182,21	796,15	15,22	111,96	0,903	8,7
Engine 14	347,91	673,27	1180,38	794,15	15,37	112,54	0,905	8,7
Engine 15	348,78	629,29	1182,26	795,15	15,22	112,25	0,902	8,7
Engine 16	348,13	628,79	1061,97	717,15	15,22	105,44	0,892	8,6
Engine 17	350,90	628,30	1090,87	773,15	15,22	115,88	0,897	8,6

Keterangan :

- T1 : Temperatur udara masuk kompresor K
- T2 : Temperatur udara keluar kompresor K
- T3 : Temperatur gas masuk turbin K
- T4 : Temperatur gas keluar turbin K
- P1 : Tekanan udara masuk kompresor kPa
- P2 : Tekanan udara keluar kompresor kPa
- P3 : Tekanan udara keluar ruang bakar kPa
- P4 : Tekanan gas keluar turbin kPa
- ṁ_{bb} : Laju aliran masa bahan bakar kg/s
- Beban : Beban yang diberikan MW

3.1 Perhitungan efisiensi turbin gas

Selanjutnya, analisis dilakukan pada Unit 10 dengan menentukan nilai entalpi pada setiap titik pengukuran berdasarkan data temperatur operasi [1].

Titik 1: Udara Masuk Kompresor

Pada temperatur $T_1=348,14$ K, nilai entalpi ditentukan menggunakan interpolasi linier dari Tabel sifat gas ideal udara.

Data tabel:

330 K \rightarrow $h=330,34$ kJ/kg

350 K \rightarrow $h=350,49$ kJ/kg

Hasil interpolasi diperoleh:

$h_1=348,62$ kJ/kg

Titik 2: Udara Keluar Kompresor

Pada temperatur $T_2=626,75$ K, nilai entalpi dihitung dengan interpolasi linier dari Tabel A-17.

Data tabel:

620 K \rightarrow $h=628,07$ kJ/kg

640 K \rightarrow $h=649,22$ kJ/kg

Hasil interpolasi diperoleh:

$h_2=635,21$ kJ/kg

Titik 3: Gas Hasil Pembakaran Masuk Turbin

Pada temperatur $T_3=1101,26$ K, entalpi dihitung menggunakan panas jenis produk pembakaran ($C_p=2,17965$ kJ/kg·K).

$$\begin{aligned} h_3 &= C_p \times T_3 \\ &= 2,17965 \times 1101,26 \\ &= 2400,0 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Titik 4: Gas Buang Keluar Turbin

Pada temperatur $T_4=724,16$ K, entalpi dihitung dengan metode yang sama.

$$\begin{aligned} h_4 &= C_p \times T_4 \\ &= 2,17965 \times 724,16 \\ &= 1578,42 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Dengan demikian, nilai entalpi pada titik-titik pengukuran adalah $h_1=348,62$ kJ/kg, $h_2=635,21$ kJ/kg, $h_3=2400,0$ kJ/kg, dan $h_4=1578,42$ kJ/kg.

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dengan tahapan-tahapan diatas maka didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah :

Tabel 4.3 Tabel hasil perhitungan enthalpi

Unit	Enthalpi h (kJ/kg)			
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄
Engine 1	346,58	658,67	2241,26	1536,98
Engine 2	346,55	669,09	5321,65	1554,43
Engine 3	348,01	662,55	2336,88	1578,41
Engine 4	347,07	639,33	2343,60	1589,31
Engine 5	349,23	671,31	2348,09	1593,65
Engine 6	345,57	640,17	2354,34	1600,19
Engine 7	348,82	640,17	2356,61	1600,19
Engine 8	348,64	665,61	2358,70	1606,72
Engine 9	350,15	672,22	2360,82	1615,44
Engine 10	348,61	635,20	2400,00	1578,42
Engine 11	351,70	663,74	2349,42	1696,09
Engine 12	350,08	681,16	2574,23	1733,14
Engine 13	354,94	699,61	2576,80	1735,32
Engine 14	348,38	684,63	2572,81	1730,96
Engine 15	349,26	681,28	2576,91	1733,14
Engine 16	348,60	679,63	2314,72	1563,13
Engine 17	351,40	678,01	2377,71	1685,19

3.1.1 Kerja kompresor

Perhitungan kerja kompresor dilakukan menggunakan data operasi Unit G10. Sebelum menentukan kerja kompresor, terlebih dahulu dihitung rasio udara-bahan bakar (air-fuel ratio, A/F). Dari hasil perhitungan diperoleh:

$$A/F=0,3579$$

Laju aliran massa udara kemudian dihitung menggunakan persamaan:

$$m'_{\text{udara}}=(A/F).m'_{\text{bb}}$$

$$\begin{aligned} m'_{\text{udara}} &=0,3579 \times 0,892 \\ &=0,31932 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Dengan nilai entalpi $h_1=348,61$ kJ/kg, $h_2=635,20$ kJ/kg, dan efisiensi kompresor $\eta_k=0,834$, maka kerja kompresor dihitung sebagai:

$$\begin{aligned} W'_k &= m'_{\text{udara}} (h_2-h_1) \eta_k \\ &= 0,31932(635,20-348,61)(0,834) \\ &= 76,32 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dengan demikian, kerja kompresor pada Unit G10 adalah 76,32 kW

3.1.2 Kerja Turbin

Perhitungan kerja turbin dilakukan menggunakan laju aliran massa total yang masuk ke turbin, yaitu jumlah laju aliran massa udara dan bahan bakar. Dengan menggunakan data operasi Unit G10, diperoleh:

$$m'_{total} = m'_{udara} + m'_{bb}$$

$$\begin{aligned} m'_{total} &= 0,31932 + 0,892 \\ &= 1,21132 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Dengan nilai entalpi $h_3=2400,0$ kJ/kg, $h_4=1578,42$ kJ/kg, dan efisiensi turbin $\eta_T=0,846$, maka kerja turbin dihitung menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} W'_T &= (m'_{udara} + m'_{bb}) \cdot (h_3 - h_4) \cdot \eta_T \\ &= (1,21132)(2400,0 - 1578,42)(0,846) \\ &= 841,93 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dengan demikian, kerja turbin pada Unit G10 adalah 841,93 kW

3.1.3 Efisiensi Termal Siklus

Untuk menghitung efisiensi termis siklus, terlebih dahulu menghitung besar panas yang masuk pada system [5]. Perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{in} &= h_3 - h_2 \\ &= 2400,00 \text{ kJ/kg} - 635,20 \text{ kJ/kg} \\ &= 1764,86 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Maka, efisiensi termal siklus:

$$\begin{aligned} \eta_{th} &= \frac{W_{net}}{Q_{in}} \times 100 \% \\ &= \frac{841,93 \text{ kJ/kg}}{1764,86 \text{ kJ/kg}} \times 100 \% \\ &= 47,70 \% \end{aligned}$$

3.1.4 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik

Pemakaian bahan bakar spesifik atau *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah jumlah bahan bakar yang dikonsumsi (berat) per satu satuan daya dalam satuan waktu [10]. Untuk menghitung jumlah bahan bakar yang digunakan turbin dengan beban 8,6 MW, maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{SFC} &= \frac{m_{bb}}{W_{net}} \\ &= \frac{0,892 \text{ kg/s} \times 3600 \text{ s/h}}{841,93 \text{ kJ/kg}} \\ &= 3,81 \text{ kg/kWh} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada Unit G10, diperoleh rasio udara-bahan bakar (air-fuel ratio) sebesar 0,3579 dengan laju aliran massa udara sebesar 0,31932 kg/s. Nilai tersebut menghasilkan kerja kompresor sebesar 76,32 kW pada efisiensi kompresor 83,4%. Di sisi lain, laju aliran massa total yang

memasuki turbin sebesar 1,21132 kg/s menghasilkan kerja turbin sebesar 841,93 kW dengan efisiensi turbin 84,6%.

Perbedaan yang signifikan antara kerja turbin dan kerja kompresor menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan turbin mampu mengimbangi kebutuhan daya kompresor serta menyediakan daya bersih untuk pembangkitan. Selain itu, proses pembakaran menghasilkan penambahan energi panas sebesar 1764,86 kJ/kg, yang berkontribusi terhadap tingginya kerja turbin yang dihasilkan.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa siklus turbin gas Unit G10 memiliki efisiensi termal sebesar 47,7%. Nilai efisiensi tersebut mengindikasikan bahwa hampir setengah dari energi panas yang masuk ke dalam sistem berhasil dikonversi menjadi kerja mekanik yang berguna, sedangkan sisanya hilang melalui gas buang dan berbagai rugi-rugi termodinamika lainnya. Dengan demikian, kinerja turbin gas pada Unit G10 dapat dikategorikan cukup baik dan masih berada dalam rentang efisiensi yang umum dijumpai pada sistem pembangkit turbin gas operasi komersial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Iskandar Muda, khususnya Program Studi Teknik Mesin, atas dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada Pimpinan PLTMG Unit G10 Lhokseumawe atas bantuan teknis selama pelaksanaan pengujian di lapangan. Dukungan dari semua pihak sangat membantu dalam menyelesaikan penelitian ini secara optimal.

REFERENSI

- [1] L. Hakim and M. Effendi, "Analisa Pengaruh Variasi Beda Fluktuasi Beban Terhadap Unjuk Kerja Sistem Turbin Gas Di PLTGU Grati Pasuruan," *Al-Faqih J. Ilmu Sos. dan Tek.*, vol. 01, no. 1, pp. 62–82, 2025.
- [2] R. Novrijon and F. Atabiq, "Analisa Performa Turbin Gas Unit 1 pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT A Kepri," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [3] M. R. Muyassar, N. Hamzah, and M. Mulyadi, "Pengaruh Beban Puncak dan Beban Minimum Terhadap Kinerja Turbin Gas pada GT 2 . 2 PLTGU Sengkang," *SINERGI*, vol. 24, no. 1, pp. 116–121, 2026.
- [4] A. Mulkan, N. W. M. Zulkifli, H. Husin, Ahmadi, and I. Dahlan, "Performance and emissions assessment under full load operation of an unmodified diesel engine running on biodiesel-based waste cooking oil synthesized using JPW solid catalyst," *Renew. Energy*, vol. 224, no. September 2023, p. 120145, 2024, doi: 10.1016/j.renene.2024.120145.
- [5] V. A. Mulyono, "Analisis Kinerja Turbin Gas MS7001EA," *Prax. J. Sains, Teknol. Masy. dan Jejaring*, vol. 4, no. 2, pp. 107–115, 2022.
- [6] A. Mulkan and M. Abd, "Analisis Sistem PLTU Berbahan Bakar Biomassa di PT. Beurata Subur Persada Kabupaten Nagan Raya | Jurnal Ilmiah Teknik Mesin," *JITEM (Jurnal Ilm. Tek. Mesin)*, vol. 02, no. 01, pp. 27–31, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.unida-aceh.ac.id/jitem/article/view/997>
- [7] D. M. Kamal and N. Firbarini, "Pengaruh Temperatur Inlet Kompresor Terhadap Kinerja Peralatan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)," in *Seminar Nasional – XX Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS*, Bandung, 2021, pp. 1–6.
- [8] A. A. Antariksa and N. Sinaga, "OPTIMISASI PERFORMA GAS TURBINE GENERATOR (GTG) UNIT PLTGU CILEGON PGU MELALUI ANALISIS PERFORMA PADA VARIABEL BEBAN BERBEDA DAN STRATEGI PENINGKATAN EFISIENSI," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 11, no. 2, pp. 39–48, 2023.
- [9] S. Rahmaniar, B. P. M, and Indriyani, "Analisis Kinerja Turbin Gas pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Unit 4 di PT PLN Indonesia Power Bali PGU," *SURYA Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 368–370, 2024.
- [10] J. H. Purba and F. A. Yuwana, "ANALISIS EFISENSI GAS TURBINE UNIT 2 SEBELUM DAN SESUDAH OVERHAUL DI PLTGU TANJUNG UNCANG," *J. Teknol. dan Ris. Terap.*,

