Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi
Vol 10 No. 2, Oktober 2024
P-ISSN : 2477-5029
E-ISSN : 2502-0498

ANALISA KINERJA TURBIN UAP PADA PEMBANGKIT LISTRIK PT.SBA LHOKNGA DENGAN KAPASITAS 16 MW

Teuku Zulfadli*[1], Muhammad Yusuf[2],Misswar Abd[3], Kamarullah[4], Rahmad Mirza[5]
[1] Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh, Indonesia
[2,3,4,5] Jurusan Teknik Mesin, Univesitas Iskandar Muda, Aceh, Indonesia
email:*[1]teukuzulfadli@pnl.ac.id,[2]Muhammadyusuf.aj@gmail.com.,[3]misswar@unida-aceh.ac.id.,[4]kamarullah@unida-aceh.ac.id.

Abstrak

Pembangkit Listrik PT. SBA Lhoknga memiliki sejumlah unit pembangkit yang terdapat dibagian utilitas dan terkoneksi dengan baik dari pembangkit hingga ke sistem distribusi hanya untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik. Namun, dalam pelayanannya sistem tenaga listrik sering kali mengalami kegagalan, baik di sisi beban maupun di sisi pembangkit. Kegagalan di sisi pembangkit umumnya terjadi pada penggerak utama. Jika penggerak utama gagal bekerja, akibatnya turbin pun gagal dalam menyalurkan daya ke generator. Hal ini tidak boleh terjadi, agar tidak terjadi kegagalan di sistem pembangkit PT SBA Lhoknga tersebut. Diperlukan suatu usaha untuk menjaga performance yang baik dan optimal. Sehingga perlu dilakukan studi maintenance secara rutin dan kinerja boiler terhadap performance turbin secara berkala. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi sistem pembangkit terhadap kinerja turbin uap. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan menghitung turbine heat rate (THR) dan menghitung efisiensi turbin (η). Dimana hasil analisa perhitungan turbine heat rate (THR) menunjuk nilai yang paling tinggi sebesar 7,351 kJ/kWh sedangkan untuk nilai THR yang paling rendah sebesar 6,185 kJ/kWh. Sedangkan hasil analisa perhitungan efisiensi turbin menunjuk nilai efisiensi yang paling tinggi sebesar 20% sedangkan nilai efisiensi yang paling rendah sebesar 17%.

Kata kunci *— THR, Efisiensi Turbin, Turbin Uap,, PLTU*

Abstract

PT. Power Plant. SBA Lhoknga has a number of generating units located in the utility section and are well connected from the generator to the distribution system just to meet the need for electrical energy. However, in service, the electric power system often experiences failures, both on the load side and on the generator side. Failure on the generator side generally occurs on the prime mover. If the main mover fails to work, the turbine will fail to transmit power to the generator. This must not happen, so that there is no failure in the PT SBA Lhoknga generating system. An effort is needed to maintain good and optimal performance. So it is necessary to carry out routine maintenance studies and boiler performance on turbine performance periodically. The aim of this research is to evaluate the generating system for steam turbine performance. The method used in this research is calculating the turbine heat rate (THR) and calculating the turbine efficiency (η). Where the results of the turbine heat rate (THR) calculation analysis show the highest value is 7,351 kJ/kWh, while the lowest THR value is 6,185 kJ/kWh. Meanwhile, the results of the turbine efficiency calculation analysis show that the highest efficiency value is 20%, while the lowest efficiency value is 17%.

Keywords: THR, Turbine Efficiency, Steam Turbines, PLTU

1. PENDAHULUAN

Pada abad ke-21 kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat menuntut pelayanan sistem pembangkit yang handal. Sistem pembangkit, biasanya terdiri dari beberapa unit pembangkit. Seperti halnya pada pembangkit listrik di PT. SBA Lhoknga juga memiliki sejumlah besar unit pembangkit yang terdapat dibagian utilitas dan terkoneksi dengan baik dari pembangkit hingga ke sistem distribusi hanya untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik. Energi sangat dibutuhkan untuk kehidupan manusia, salah satu energi yang diperlukan untuk menunjang kehidupan manusia yaitu energi listrik. Energi listrik diperlukan manusia untuk berbagai keperluan baik itu untuk kepentingan rumah tangga, industri, dan prasarana lainnya. Energi listrik yang besar serta penggunaannya yang terus menerus tidak dapat tersedia secara alami. Oleh sebab itu dibutuhkan pembangkit listrik yang handal.

Turbin uap adalah mesin konversi energi dengan mengkonversikan energi kalor menjadi energi mekanik, dan energi mekanik menjadi energi listrik pada generator [1]. *Performance test* dilakukan untuk mengetahui *heat rate* pada turbin di PLTU. *Heat rate* pada PLTU dapat di hitung dengan metode efisiensi boiler (metode input output dan metode kehilangan panas), *turbine heat rate*, dan *specifik fuel consumption* (SFC). PLTU yang digunakan pada suatu pembangkit tidak sepenuhnya energi uap yang dihasilkan dapat diubah menjadi 100% output energi mekanis pada turbin [2]. Sebagian kehilangan energi yang dapat disebabkan kebocoran dan suplai uap yang tidak maksimal pada kondensor sehingga menyebabkan kinerja pada turbin uap menurun. *Performance test* dilakukan untu menghitung besarnya energi panas yang dihasilkan untuk memproduksi listrik yang digunakan untuk memutar turbin [3].

Pada turbin uap untuk memaksimalkan efisiensi, rugi-rugi (losses) aerodinamik dan kebocoran uap pada aliran uap di turbin harus diminimalkan, baik pada peralatan komponen yang berputar seperti rotor dan shaft maupun diam seperti stationary sangat berpengaruh pada daya yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga uap sangat berpengaruh pada penurunan enthalpy dan laju aliran uap yang merupakan parameter indicator untuk menentukan beban energi yang dihasilkan pada unit pembangkit tersebut [4].

Begitu juga dengan penelitian sebelumnya tentang pembangkit listrik pada generator sinkron berfungsi sebagai perangkat listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Mesin ini sering mengalami kendala terkait ketidakstabilan tegangan saat terjadi perubahan beban [5]. Sama halnya dengan pembangkit listrik skala mikro terus galakkan terutama didalam pembuatan blade turbin dari bermacam bahan dilakukan agar memperoleh daya yang dibangkitkan lebih maksimal [6]. Namun, dalam pelayanannya sistem tenaga listrik sering kali mengalami kegagalan, baik di sisi beban maupun di sisi pembangkit. Kegagalan di sisi pembangkit umumnya terjadi pada penggerak utama. Jika penggerak utama gagal bekerja, akibatnya turbin pun gagal dalam menyalurkan daya ke generator terutama pada pusat-pusat pembangkit listrik dimana generator merupakan salah satu komponen vital harus di jaga mutu kualitas kehandalannya [7].

Hal ini tidak boleh terjadi, agar tidak terjadi kegagalan di sistem pembangkit PT SBA Lhoknga tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk menjaga *performance* yang baik dan optimal. Sehingga perlu dilakukan studi maintenance secara rutin dan kinerja boiler terhadap *performance* turbin secara berkala. Untuk itu, penulis mencoba untuk mengevaluasi sistem pembangkit terhadap kinerja turbin uap, dalam penelitian yang berjudul "Analisa kinerja turbin uap pada pembangkit listrik PT SBA Lhoknga dengan kapasitas 16 MW".

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Berikut adalah metode yang dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait penelitian ini sebagai berikut:

2.1.1. Pengambilan Data Lapangan

Hasil yang di peroleh dengan melakukan studi lapangan guna mendapatkan data spesifikasi nilai daya saat pengalihan beban agar dapat mengoptimalkan kinerja turbin, berikut beberapa metode yang digunakan yaitu:

1. Metode observasi yaitu meninjau informasi yang ada mengenai optimalisasi turbin uap 16 MW di PT. SBA Lhoknga
2. Metode kepustakaan yaitu mengumpulkan data-data referensi yang berhubungan dengan tiap kasus.
3. Metode konsultasi dan Diskusi yaitu berkonsultasi dan mendiskusikan langsung dengan pihak lainnya yang kompeten dibidangnya terutama mengenai kasus tersebut.
4. Metode pengambilan data dengan melakukan percobaan tertentu sesuai dengan SOP serta tujuannya agar memperoleh data-data lapangan.

2.1.2. Data Spesifikasi Pembangkit Listrik Turbin Uap

Berikut merupakan tabel 2.1 spesifikasi turbin, sebagai berikut:

Tabel 1. Data Spesifikasi Turbin

No	STEAM TURBINE	
1	Merk	Nanjing
2	Turbin	16 MW
3	Serial Number/type	N16.5-4.90
4	Made in	China
5	Main Steam Press	4.9 Mpa
6	End Press	8 Kpa
7	Rate Speed (rpm)	3000
8	Main Taem Temp	470 °C
9	Cooling Water Temp	28°C

2.1.3 Metode Analisa

Metode analisa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil dari observasi lapangan. Pengambilan data lapangan dilakukan di PT. SBA Lhoknga dapat berupa *dokumen manual book*, tekanan, temperatur, massa pada boiler serta tekanan, temperatur, massa dan daya pada turbin. Kemudian di lanjutkan dengan menganalisa *turbine heat rate (THR) dan menghitung efisiensi turbin (η)* selama 5 hari pengambilan data pengujian dari tanggal 10 sampai 14 November 2023 di PT. SBA Lhoknga Aceh Besar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Data Pengukuran Penelitian

Adapun data hasil pengukuran data yang diambil merupakan data *performance test* selama lima hari pengukuran data lapangan dari tanggal 10 sampai 14 November 2023 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengukuran data lapangan

NO	PARAMETER DI UKUR	SATUAN	HARI/WAKTU PENELITIAN					RATA - RATA
			1	2	3	4	5	
1	P_1 (Tekanan inlet boiler)	Mpa	7,71	7,7	7,59	7,58	7,5	7,6
2	P_2 (tekanan outlet boiler)	Mpa	5,12	5,07	5.05	5	4,95	5
3	T_1(temperatur inlet boiler)	℃	136	144	145	146	147	143,6
4	T_2(temperatur outlet boiler)	℃	450	432	458	465	465	448,2
5	h_1 (Enthalpy inlet boiler)	(kj/kg)	561,98	570,56	571,72	572,8	573,92	570,2
6	h_2 (Enthalpy outlet boiler)	(kj/kg)	898,89	879,26	907,61	883,6	915,23	896,9
7	$\dot{m}_1$(laju aliran massa inlet)	(kg/s)	40.000	40.000	42.000	41.000	42.000	41.000
8	$\dot{m}_2$ (Laju aliran massa outlet)	(kg/s)	34.000	35.000	39.000	40.000	39.000	37.000
9	g (Generator out)	(kWh)	2000	1970	2090	2060	1950	2000
10	THR	(kj/kWh)	6,738	6,268	6,753	6,185	7,351	6,7
11	η (Efesien)	(%)	18	17	18	17	20	18

3.2 Analisa Data Penelitian

3.2.1. Hasil Analisa Rata-Rata Turbine Heat Rate (THR)

Data yang didapat pada setiap performance test dihitung turbine heat rate dan efisiensi turbin disetiap waktu pengambilan data, kemudian merata- ratakan hasil data keseluruhan. Perhitungan hasil rata-rata *turbine heat rate* (THR) dari data *performance test* selama lima hari pengujian data lapangan dari tanggal 10 November sampai 14 November 2023 dapat dihitung

sebagai berikut, dimana setiap parameter yang diketahui sebagai berikut:
$\dot{m}_1$ = 41000 kg/s
h_1 = 570,2 kJ/kg
h_2 = 896,9 kJ/kg
Gross Output = 2000 kWh

Maka analisa perhitungan *turbine heat rate* (THR) sebagai berikut:

$$THR = \frac{\dot{m}\ x\ (h_2 - h_1)}{Gross\ Output}$$

$$THR = \frac{41000\ kg/s\ x\ \left(896{,}9\frac{kJ}{kg} - 570{,}2\ \frac{kJ}{kg}\right)}{2000\ kWh}$$

= 6,697 (6,7 kJ/kWh)

3.2.2. Hasil Analisa Rata-Rata Efisiensi Turbin (η)

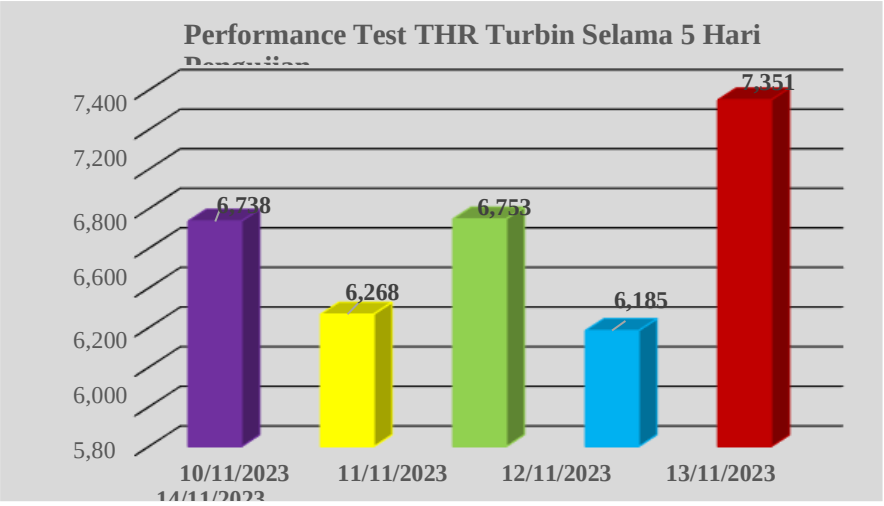
Perhitungan efisiensi turbin dari data *performance test* selama lima hari pengujian data lapangan dari tanggal 10 November sampai 14 November 2023 dapat dihitung dengan persamaan 2.2 sebagai berikut, dimana setiap parameter yang diketahui sebagai berikut:
THR = 6,7 kJ/kWh
Energi kalor = 1,2 kJ

Maka analisa perhitungan *efisiensi turbin* (η) sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Energi\ Kalor}{THR}\ x\ 100\%$$

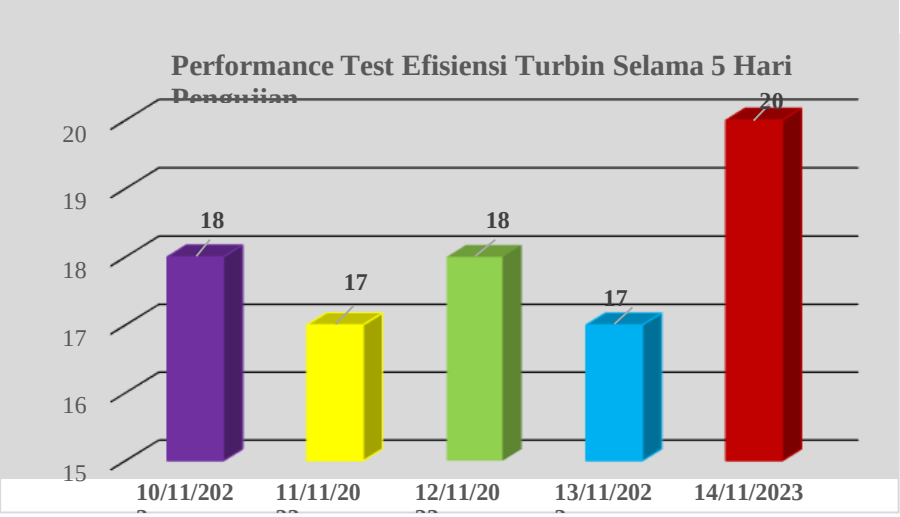
$$= \frac{1{,}2\ kJ}{6{,}7\ \frac{kJ}{kWh}}$$

= 18 %



Gambar 1. Grafik distribusi perbandingan *turbin heat rate* selama 5 hari pengujian

Gambar grafik diatas merupakan distribusi perbandingan *turbin heat rate* selama 5 hari pengujian, dimana hasil menunjuk nilai THR yang paling tinggi sebesar 7,351 kJ/kWh pada hari kelima yaitu pada tanggal 14 November 2023, sedangkan untuk nilai THR yang paling rendah sebesar 6,185 kJ/kWh pada hari ke empat yaitu pada tanggal 13 November 2023.



Gambar 2. Grafik distribusi perbandingan efisiensi *turbin* selama 5 hari pengujian

Gambar grafik diatas merupakan distribusi efisiensi *turbin* selama 5 hari pengujian, dimana hasil penelitian menunjuk nilai efisiensi yang paling tinggi sebesar 20% yaitu pada hari kelima pengujian, sedangkan nilai efisiensi yang paling rendah sebesar 17% yaitu pada hari kedua dan keempat pengujian.

3.2.1 Pembahasan

Hasil kinerja pada turbin uap di Pembangkit Listrik PT. SBA Lhoknga selama 5 hari pengambilan data mulai dari tanggal 10 November sampai 14 November 2023, mengalami fluktuasi untuk *turbin heat rate (THR)* yaitu pada hari pertama sebesar 6,738 kJ/kWh, hari kedua sebesar 6,268 kJ/kWh, hari ketiga 6,753 kJ/kWh, hari keempat sebesar 6,185 kJ/kWh sedangkan hari kelima sebesar 7,351 kJ/kWh. Dimana rata-rata *turbin heat rate (THR)* sebesar 6,7 kJ/kW.

Sedangkan untuk efisiensi turbin juga mengalami fluktuasi, pada hari pertama sebesar 18%, hari kedua sebesar 17%, hari ketiga 18%, hari keempat sebesar 17% sedangkan hari kelima sebesar 20%. Dimana rata-rata efesiensi turbin sebesar 18%.

Sehingga dapat di simpulkan ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja dari turbin uap yaitu menurunnya performa peralatan PLTU seperti peralatan pemanas/ *Heater* air demin diantaranya HP *Heater*, LP *heater*, *deaerator*. Selain itu performa kondensor juga sangat mempengaruhi, karena dikondensor terjadi fase perubahan fluida dari uap menjadi air yang nantinya air tersebut digunakan kembali untuk dipanaskan di boiler menjadi uap *superheated* untuk memutar turbin dan juga sangat berpengaruh dari parameter ***flow*** dan ***enthalpi*** terhadap peningkatan dan penurunan ***heat rate*** sehingga rencana perbaikan dapat dilakukan dengan baik dan efektif.

4 KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian dan pembahasan data hasil perhitungan dan analisa kinerja turbin uap pada pembangkit listrik PT SBA Lhoknga dengan kapasitas 16 MW, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa perhitungan *turbine heat rate* (THR) dari data *performance test* selama lima hari pengukuran data lapangan mulai dari tanggal 10 November sampai 14 November 2023, hasil menunjuk nilai THR yang paling tinggi sebesar 7,351 kJ/kWh sedangkan untuk nilai THR yang paling rendah sebesar 6,185 kJ/kWh.

2. Hasil Analisa perhitungan efisiensi turbin dari data performance test selama lima hari pengukuran data lapangan mulai dari tanggal 10 November sampai 14 November 2023, menunjuk nilai efisiensi yang paling tinggi sebesar 20% sedangkan nilai efisiensi yang paling rendah sebesar 17%.

5 SARAN

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dengan menghitung kinerja dari generator turbin uap dengan penggunaan software pada Pembangkit Listrik PT. SBA Lhoknga Aceh Besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua peneliti sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini, baik yang disebutkan di daftar pustaka maupun yang tidak, karena kontribusi mereka yang signifikan telah memberikan masukan berharga pada penelitian ini. Penghargaan juga diberikan kepada teman-teman dan individu yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Darmawan, “Rancang bangun turbin uap pada Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Kapasitas 1,45 KW di Lingkungan Kampus Unsika,” *J. Tek. Mesin dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 1, p. 29, 2021, doi: 10.17977/um054v4i1p29-40.

[2] E. Saputro, “Analisis Efisiensi Turbin Uap Unit 1 Di Pt. Pjb Ubjom Pltu Pulang Pisau Kalimantan Tengah,” *Jtam Rotary*, vol. 3, no. 1, p. 57, 2021, doi: 10.20527/jtam_rotary.v3i1.3278.

[3] F. Setiawan, A. Melkias, and Slameto, “Analisis Kinerja Turbin Uap Unit 1 Di Cirebon Power,” *J. Tek. Energi*, vol. 11, no. 2, pp. 7–11, 2022, doi: 10.35313/energi.v11i2.3517.

[4] “Perbandingan Efisiensi Turbin Uap Kondisi Aktual berbasis data komissioning standar ASME 2021.pdf.”

[5] T. Zulfadli, T. M. Farhan Akbar, T. Hasannuddin, J. T. Elektro, and N. Lhokseumawe, “Analisa Kinerja Turbocharger Na358 Pada Mesin Gas Wartsila Di Unit Pembangkitan Arun Dengan Kapasitas 184 Mw,” *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, 2024.

[6] T. Zulfadli and M. Renaldi, “Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Daya Output Dihasilkan Pada Miniatur PLTMH 1 kW,” vol. 9, no. 1, pp. 0–7, 2023.

[7] F. Fauzan, P. Wadjo, and R. I. Akbar, “Evaluasi Reverse Power Relay Terhadap Skala Setting Waktu Pada Boiler Turbin Generator,” *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 02, pp. 56–64, 2020.