

ANALISA EFISIENSI TURBIN UAP PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP KAPASITAS 7,5 MW

Fakrizal Novansyah^{*1)}, Luthfi Hakim^{*2)}, Dicki Nizar Zulfika^{*3)}

^{*1,2,3)}Universitas Islam Majapahit, Mojokerto

E-mail: Fakizalnovansyah@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dan efisiensi turbin uap di PT. Mega Surya Eratama. Penelitian ini menggunakan siklus rankine sebagai acuan alur yang mengubah panas menjadi energi listrik. Pada penelitian ini digunakan sebuah aplikasi yang menyediakan data yang akurat dari daftar lengkap sifat termodinamika dan fisik untuk air dan uap yaitu *steamtab*. Penelitian ini difokuskan pada saat beban generator normal dan pada saat beban generator turun yaitu pada saat produksi tidak berjalan. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa besarnya daya pada saat beban generator normal adalah 12.323,2 kJ/s. Namun pada saat beban generator terputus atau pada saat kegiatan produksi berhenti daya turbin turun menjadi 6.184,31 kJ/s. Efisiensi kerja turbin juga mengalami penurunan, pada saat beban generator normal efisiensi turbin adalah 61,27% dan pada saat beban generator turun efisiensi turbin juga turun menjadi 52,4%.

Kata kunci: daya turbin, efisiensi turbin, siklus rankine

ABSTRACT

This study aims to determine the power and efficiency of the steam turbine at PT. Mega Surya Eratama. This study uses the rankine cycle as a reference for the flow that converts heat into electrical energy. This research uses an application that provides accurate data from a complete list of thermodynamic and physical properties for water and steam, namely steamtab. This research was focused on when the generator load was normal and when the generator load drops, namely when production was not running. From this research, it can be seen that the amount of power at a normal generator load is 12,323.2 kJ/s. However, when the generator load was cut off or when production activities stop, the turbine power drops to 6,184.31 kJ/s. The working efficiency of the turbine also decreases, when the generator load was normal, the turbine efficiency was 61.27%, and when the generator load decreases the efficiency drops to 52.4%.

Keywords: turbine power, turbine efficiency, rankine cycle

PENDAHULUAN

Energi listrik kini menjadi kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia. Energi listrik sangat diperlukan baik dalam sektor rumah tangga maupun sektor industri. Dalam bidang industri energi listrik adalah salah faktor penting penunjang kegiatan produksi. Semakin tinggi jumlah produk yang dihasilkan maka semakin tinggi pula energi listrik yang dibutuhkan (Mulyani and Hartono, 2018). Dengan demikian, beberapa perusahaan memutuskan untuk mendirikan pembangkit listrik untuk menunjang kebutuhan listriknya guna mengoptimalkan hasil produksinya.

PT. Mega Surya Eratama merupakan salah satu perusahaan yang mendirikan pembangkit listrik untuk menunjang kebutuhan listriknya. Pembangkit listrik yang ada di PT. Mega Surya Eratama adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan kapasitas 2 x 7,5

MW. Pembangkit listrik ini menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utamanya. Ketersediaannya yang melimpah dan harganya terjangkau membuat batu bara menjadi pilihan yang sebagai bahan bakar PLTU (Widhiyanto, 2019).

Pembangkit listrik tenaga uap memiliki beberapa komponen utama salah satunya yaitu turbin uap. Turbin uap memiliki peranan penting sebagai penggerak generator yang mengalirkan listrik untuk menggerakkan peralatan produksi dan memanfaatkan hasil uap sisa putaran turbin uap atau uap ekstraksi untuk mengeringkan kertas produksi. Mengingat pentingnya peranan dari turbin bagi proses produksi listrik, maka perlu dilakukan analisa terhadap efisiensi turbin. Efisiensi dari turbin akan mempengaruhi kinerja sistem PLTU. Semakin besar efisiensi turbinnya maka keandalan sistem juga semakin baik (Cahyadi and Hermawan, 2015)

METODE

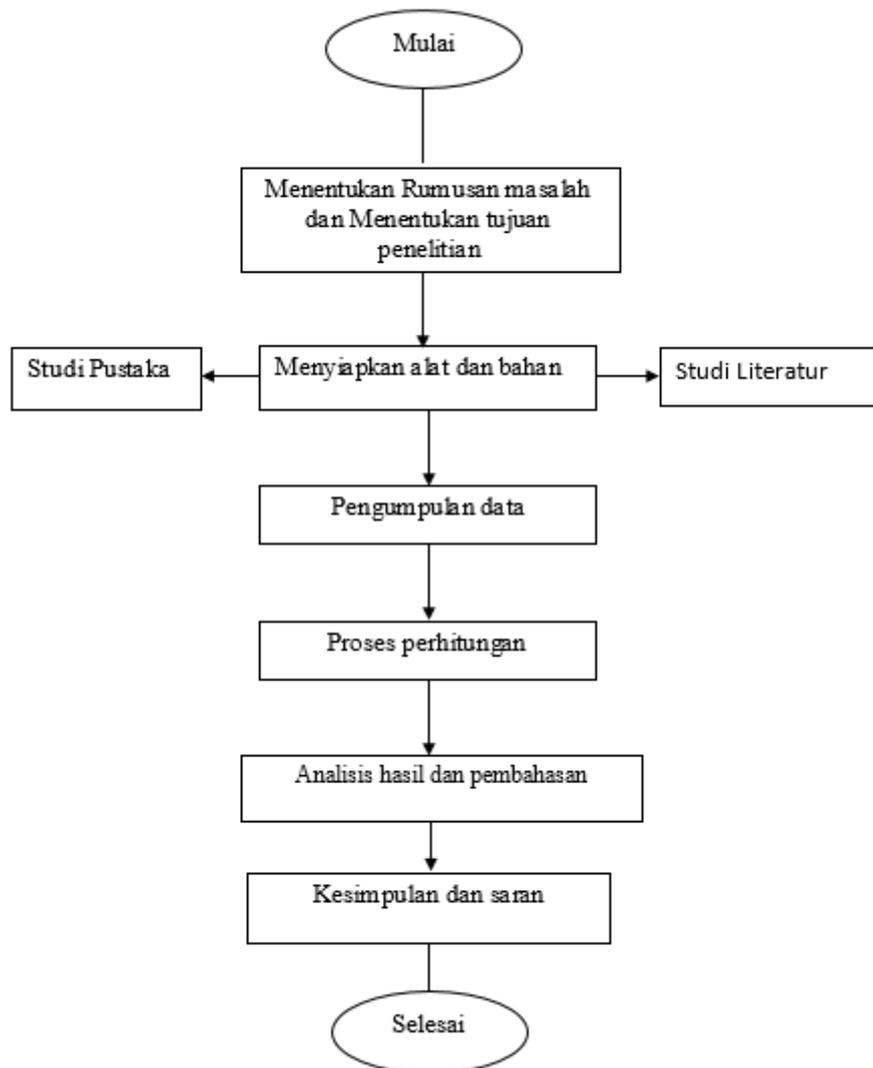
Penelitian ini dilakukan di PT. Mega Surya Eratama Ngoro, Mojokerto. Waktu penelitian selama satu bulan yakni pada tanggal 10 April 2021- 10 Mei 2021. Penelitian ini difokuskan pada saat beban generator turun, ketika produksi kertas terputus dan saat generator normal operasioanal produksi.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: 1) Data Log Sheet harian karyawan PT. Mega Surya Eratama, 2) Turbin, 3) Pressure Gauge yang berguna untuk mengukur tekanan fluida (gas atau liquid) dalam tabung tertutup, dan 4) Aplikasi *steamtab* yang digunakan untuk menghitung nilai entalphi dan entropi pada kondisi *saturated* dan *superheated*.

Tabel 1. Spesifikasi turbin

Merk	QINGDAO JIENENG
Model	C7.5-4.90/0.800
Delivery number	DT608-1
Inlet Pressure	4.90 MPa
Extraction Pressure	0.800 MPa
Exhaust Pressure	0.006 MPa
Rated Power	0.006 MPa
Inlet Temp.	470 °C
Extraction flow	45 t/h
Rated speed	3000 r/min

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif, dengan langkah- langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Adapun beberapa tahap dalam penelitian ini yakni, 1) mempersiapkan alat dan bahan, 2) mencatat seluruh kegiatan yang terjadi pada proses di tempat penelitian, 3) mencatat data yang dibutuhkan seperti waktu, tekanan steam masuk, dan daya yang dihasilkan oleh turbin, serta penggunaan bahan bakar pada boiler, 4) memasukkan data pada rumus efisiensi turbin, 5) menganalisa dan menyimpulkan mengenai efisiensi turbin yang telah diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan penelitian diperoleh data-data yang diperlukan dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Data saat beban generator normal

Keterangan	Nilai
Laju aliran massa uap (m)	14,025 Kg/s
Tekanan inlet (P_1)	4,78 MPa
Suhu Inlet (T_1)	470,91 °C
Tekanan Outlet (P_2)	0,093 MPa
Daya aktual turbin	7,55 MW

Tabel 3. Data pada saat beban generator turun

Keterangan	Nilai
Laju aliran massa uap (m)	7,1 Kg/s
Tekanan inlet (P_1)	5,02 MPa
Suhu Inlet (T_1)	459,61 °C
Tekanan Outlet (P_2)	0,094 MPa
Daya aktual turbin	3,24 MW

Dari data di atas dapat diketahui bahwa pada saat beban generator normal besar tekanan masuk turbin (P_1) adalah sebesar 4,78 Mpa atau setara dengan 47,8 Bar. Temperatur turbin (T) menunjukkan angka 470,92 °C. Sedangkan pada saat beban generator turun tekanan masuk turbin menjadi meningkat menjadi 5,02 Mpa atau setara dengan 50,2 Bar. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan masuk (P_1) turbin naik sebesar 0,24 Mpa atau 2,4 Bar. Tekanan masuk turbin pada saat beban generator turun lebih besar dari pada saat beban generator normal. Hal ini berfungsi untuk menjaga *pressure boiler* sebagai bentuk persiapan apabila ada konfirmasi penambahan beban secara tiba-tiba maka operator boiler sudah siap dan tidak terjadi *pressure drop*.

Pada saat beban generator normal temperatur turbin (T) adalah 470,91 °C dan pada saat beban generator turun yakni pada saat produksi tidak berjalan temperatur turbin turun menjadi 459,61 °C. Temperatur turbin akan turun pada saat beban terputus karena hubungan antara temperatur turbin dengan beban generator turbin berbanding lurus. Pada saat beban turun temperatur akan semakin turun karena temperatur sudah mampu memenuhi kebutuhan pemanasan turbin. Dan temperatur juga bersifat fluktuatif.

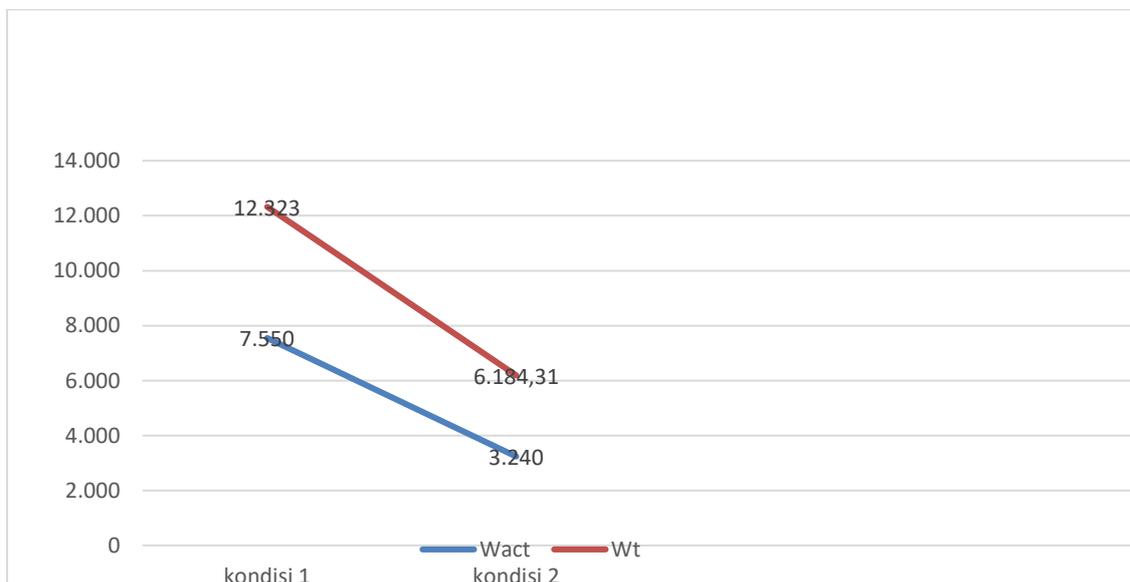
Data tersebut kemudian dianalisa dengan menggunakan aplikasi *steamtab* dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Data hasil perhitungan *steamtab*

Kodisi	Pada saat beban generator normal	Pada saat beban generator turun
h1	3369,39 kJ/kg	3339,67 kJ/Kg
s1	6,91 kJ/(Kg°C)	6,85 kJ/(Kg°C)
s2	6,91 kJ/(Kg°C)	6,85 kJ/(Kg°C)
sf	1,28 kJ/(Kg°C)	1,28 kJ/(Kg°C)
sg	7,38 kJ/(Kg°C)	7,38 kJ/(Kg°C)
x	0,92	0,91
h2	2.490,73 kJ/(Kg°C)	2468,64 kJ/(Kg°C)

hf	409 kJ/ Kg	410,25 kJ/Kg
hg	2.671,75 kJ/Kg	2672,22 kJ/Kg
Wact	7.550 kJ/s	3240 kJ/s
Wt	12.323,2 kJ/s	6.184,31 kJ/s
nt	61.27%	52,4%

Setelah hasil dari *steamtab* diketahui, dihitung menggunakan rumus yang telah ditentukan, besarnya daya pada saat beban generator normal adalah 12.323,2 kJ/s. Namun pada saat beban generator terputus atau pada saat kegiatan produksi berhenti daya turbin turun menjadi 6.184,31 kJ/s. Efisiensi kerja turbin juga mengalami penurunan, pada saat beban generator normal efisiensi turbin adalah 61,27 % dan pada saat beban generator turun efisiensi juga turun menjadi 52,4 %. Dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 2. Grafik perbedaan daya aktual dan daya turbin pada saat beban normal dan beban terputus

Ada berbagai hal yang mempengaruhi besarnya efisiensi diantara adalah laju uap yang masuk ke turbin, tekanan, dan temperatur. Selain itu, hal lain yang berpengaruh pada efisiensi adalah terjadinya *loses steam* pada sisi boiler dan turbin.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan di PT Mega Surya Eratama dapat disimpulkan bahwa besarnya daya turbin pada saat keadaan beban generator normal adalah sebesar 12.323,4 kJ/s. dan besarnya daya turbin pada saat beban generator turun adalah 6.184,31 kJ/s. Selanjutnya, efisiensi turbin pada saat beban generator normal adalah 61,27 % dan pada saat beban generator turun adalah 52,4 %.

Hal-hal yang dapat disarankan terkait penelitian ini adalah perbaikan sensor-sensor alat instrumentasi perlu dilakukan agar data yang diperoleh dari penelitian ini lebih

akurat. untuk meningkatkan laju aliran massa diperlukan perbaikan jalur-jalur pipa yang digunakan untuk menyuplai uap ke turbin agar daya turbin meningkat, perbaikan dan pengecekan valve terutama pada sisi *valve drainase*, agar tidak terjadi *loses steam* yang menyebabkan penurunan efisiensi turbin karena valve kurang menutup maksimal ketika turbin beroperasi dalam kondisi normal

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, D., & Hermawan. (2015). *Analisa Perhitungan Efisiensi Turbine Generator QFSN-300-2-20B Unit 10 dan 20 PT. PJB UBJOM PLTU Rembang*.
- IR. Hariyanto, M. (2010) *Boiler dan Turbin*. Dalam, Penyusunan Bahan Ajar Kompetensi, Kurikulum Berbasis Negeri, (Kurikulum 2007) Politeknik Bandung.
- Mulyani, D., & Hartono, D. (2018). Pengaruh Efisiensi Energi Listrik pada Sektor Industri dan Komersial terhadap Permintaan Listrik di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 11(1), 1–7.
- Sadono, S. and Effendy, N. (2013). *Identifikasi Sistem Governor Control Valve Dalam Menjaga Kestabilan Putaran Turbin Uap*. PLTP Wayang Windu Unit 1, 2(3), pp. 83–90.
- Saputro, S. T. (2015). *Pengendalian Laju Aliran Massa Uap Masuk Intermediate Pressure Turbine (IPT) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Berbasis Distributed Control System (DCS)*, (I), pp. 149–160.
- Sunarwo and Supriyo (2015). *Analisa Heat Rate Pada Turbin Uap Berdasarkan Performance Test*. PLTU Tanjung Jati B Unit 3, 11(3), pp. 61–68.
- Shlyakhin (1993) *Turbin Uap*. Jakarta: Erlanga.
- Widhiyanto, F. (2019). *Fakta PLTU dan Residu Batu Bara*. Beritasatu. <https://www.beritasatu.com/ekonomi/588743/fakta-pltu-dan-residu-batu-bara>