



## Analisis Efisiensi Turbin Pada STG-20 di PLTP XYZ

Angga Bahri Pratama <sup>a,\*</sup>, Hetria Agustina Tampubolon <sup>a</sup>, Eka Putra Dairi Boangmanalu <sup>b</sup>, Jandri Fan HT Saragi <sup>c</sup>, Sahat <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

<sup>b</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

<sup>c</sup> Program Studi Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Diterima 12 Juni 2024

Diterima setelah direvisi 15 Juni 2024

Disetujui 16 Juni 2024

#### Kata kunci:

Analisis

Efisiensi

Turbin PLTP

**Abstract-** Geothermal energy is one of the most promising renewable energy sources for Indonesia. It is harnessed by drilling deep wells to reach geothermal reservoirs, extracting the heat, and piping it to turn turbines that drive generators to produce electricity. Efficiency, defined as the ratio of output power to input power in a process, is a crucial thermodynamic concept for evaluating energy conversion efficiency. This study aims to determine and analyze the efficiency of turbines in XYZ Geothermal Power Plant. Data collection was conducted on March 8, 2024, from 08:00 to 12:00 WIB. The analysis focused on the highest generator load data. The results revealed the highest turbine efficiency of 95.79% at 10:00 WIB, while the lowest efficiency was 86.92% at 12:00 WIB. Factors contributing to unstable turbine efficiency include load fluctuations, steam quality, and turbine condition. Solutions to improve efficiency vary depending on the cause, such as regular performance monitoring, load-adjusted steam flow, and preventive maintenance. Overall, turbine performance is within the normal range as efficiency remains above 80%.

**Intisari-** Panas bumi merupakan salah satu sumber daya terbarukan yang paling potensial untuk Indonesia. Cara pemanfaatannya adalah dengan membuat sumur dengan kedalaman mencapai titik panas bumi, lalu panas bumi tersebut dialirkan melalui pipa-pipa untuk memutar turbin agar dapat membuat generator bergerak dan menghasilkan energi listrik. Efisiensi dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya keluaran (output) terhadap daya masukan (input) dalam suatu proses. Efisiensi merupakan persamaan yang penting dalam termodinamika untuk mengetahui seberapa baik konversi energi yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi turbin di PLTP XYZ, kemudian dianalisis. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 8 Maret 2024 dari jam 08:00 – 12:00 WIB, dan data yang diambil atau yang dianalisis diambil berdasarkan beban generator dari yang tertinggi. Hasil dari analisis didapatkan efisiensi turbin paling besar yaitu 95,79% pada jam 10:00 WIB. Efisiensi terendah yang didapatkan terjadi pada jam 12:00 WIB, yaitu 86,92%. Efisiensi turbin yang tidak stabil dapat disebabkan oleh berbagai faktor, dan solusi untuk meningkatkan efisiensi juga bervariasi tergantung pada penyebabnya, seperti memantau kinerja turbin secara berkala, menyesuaikan aliran uap sesuai dengan beban, dan melakukan perawatan preventif secara berkala. Secara umum, kinerja turbin masih dalam kategori normal, karena efisiensi yang dihasilkan masih di atas 80%.

### 1. Pendahuluan

Sumber energi panas bumi di Indonesia merupakan salah satu sumber daya energi ramah lingkungan dan dapat diperbaharui yang memiliki

cadangan dengan jumlah lumayan besar. Menurut data statistik Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi tahun 2023, Indonesia memiliki potensi sumber daya energi panas bumi mencapai 23 GW. Berada di kawasan *ring of fire*, Indonesia menyimpan 40% cadangan

\* Corresponding Author:

E-mail: [anggabahri@polmed.ac.id](mailto:anggabahri@polmed.ac.id) (Angga Bahri Pratama)

panas bumi dunia. Kontribusi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) di listrik Nasional pada tahun 2024 untuk sumber daya dan cadangan dengan kapasitas terpasang yaitu sebesar 2.417,7 MW. PLTP XYZ merupakan salah satu perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi terbesar di Indonesia dengan kapasitas  $3 \times 110$  MW dengan dua lokasi pembangkit yaitu NIL dengan kapasitas  $2 \times 110$  MW dan SIL dengan kapasitas  $1 \times 110$  MW.

PLTP merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan panas yang diperoleh dari inti bumi untuk menghasilkan energi listrik. Panas yang dihasilkan dari inti bumi ini bisa berupa uap air maupun air panas yang kemudian digunakan buat memutar turbin yang dikopel eksklusif menggunakan rotor generator untuk menghasilkan tenaga listrik [1].

PLTP menggunakan uap sebagai media untuk memutar turbin dan menghasilkan tenaga listrik. Kualitas uap yang optimal sangat diperlukan agar turbin dapat beroperasi secara efisien dan dapat memaksimalkan produksi listrik. Namun, kerusakan pada turbin PLTP dapat memengaruhi kualitas uap yang dihasilkan, sehingga berdampak pada kinerja dan efisiensi pembangkit tersebut. Kerusakan yang dapat memengaruhi kualitas uap pada turbin adalah kerusakan pada sudu turbin. Sudu turbin yang rusak dapat mengganggu aliran uap yang akhirnya menyebabkan turunnya efisiensi turbin dan mengurangi produksi listrik [2].

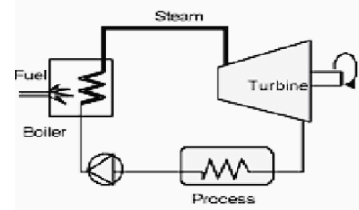
Efisiensi dari pembangkit listrik tenaga panas bumi, ditentukan dari performa kerja komponen yang ada pada *power plant*. Komponen yang berpengaruh terhadap daya listrik pada PLTP diantaranya turbin, kondensor, dan *cooling tower*. Efisiensi turbin pada PLTP menentukan seberapa efisien energi panas bumi dapat dikonversi menjadi energi listrik. Semakin tinggi efisiensi turbin, semakin besar output energi listrik yang dihasilkan dari panas bumi yang digunakan sebagai input. Efisiensi turbin yang tinggi juga mengindikasikan penggunaan sumber daya yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta meminimalkan kerugian energi selama konversi. Turbin akan bekerja secara optimal apabila fluida penggerakannya memiliki suhu dan tekanan yang stabil [3]. Turbin uap merupakan salah satu komponen utama pada PLTP yang mempunyai peran penting sebagai penggerak mula (*prime mover*). Turbin uap digunakan untuk mengubah energi panas pada uap menjadi energi mekanis berupa putaran poros turbin [4]. Selanjutnya energi mekanik yang dihasilkan turbin tersebut akan dipakai untuk memutar poros generator yang akan menghasilkan listrik. Kondisi lingkungan dipengaruhi oleh cuaca buruk atau baik. Cuaca ini yang akan mempengaruhi temperatur dan komposisi udara. Dimana kinerja turbin akan baik ketika temperatur lingkungan meningkat [3].

### 1.1 Turbin uap (*steam turbine*)

Turbin uap merupakan penggerak mula (*prime mover*), dimana gerak putaran turbin diperoleh dari perubahan momentum uap secara bertahap. Kecepatan uap masuk turbin dapat membangkitkan putaran sudu (*blade*) turbin. Sudu turbin yang berbentuk lekungan dapat merubah arah uap, sehingga sudu (*blade*) turbin dapat menerima gaya dari uap. Kerja uap tersebut disebut kerja dinamik. Oleh karena itu, tekanan dinamik dari uap dapat memutar sudu (*blade*) turbin secara langsung [4].

Proses kerja dari turbin uap ini adalah mengkonversikan energi potensial uap menjadi energi kinetik serta energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanis pada bentuk putaran poros turbin. Poros turbin, langsung atau dengan donasi roda gigi reduksi, dihubungkan

menggunakan mekanisme yang akan digerakkan [1]. Tergantung pada jenis mekanisme yang digunakan, turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang seperti pada bidang industri, untuk pembangkit tenaga listrik dan untuk transportasi. Model turbin yang digunakan pada PLTP XYZ adalah jenis turbin uap *Backpressure* dimana uap yang telah dipakai untuk menendang sudu turbin dapat diproses kembali dan digunakan untuk proses selanjutnya yaitu menggerakkan turbin yang lain.

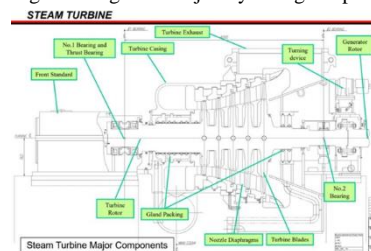


Gambar 1. *Back-Pressure Turbine*

### 1.2 Komponen-komponen steam turbine

Di dalam turbin uap, terdapat cukup banyak komponen yang masing-masing berguna untuk memberikan kinerja yang baik. Masing-masing komponen ini saling menyatu agar bisa menghasilkan uap dalam jumlah yang sesuai agar bisa dikonversi menjadi listrik [2]. Adapun komponen-komponen pada turbin uap adalah sebagai berikut:

- a) *Turbine Nozzle*  
Nosel berguna untuk media ekspansi uap yang nantinya bisa mengubah energi potensial yang ada menjadi energi kinetik.
- b) *Turbine Blades*  
Bilah turbin uap merupakan komponen penting dalam pembangkit listrik yang mengubah gerak linier uap bersuhu tinggi dan bertekanan tinggi yang mengalir menuruni gradien tekanan menjadi gerak putar poros turbin.
- c) *Turbine Rotor*  
Rotor adalah bagian turbin yang berputar dan jumlahnya cukup banyak. Ada dua bagian dari rotor yang ada di dalam turbin uap yaitu *Rotor Shaft* (berfungsi sebagai komponen untuk tempat pemasangan cakramcakram sepanjang sumbu) dan *Rotor Blades* (berfungsi sebagai alat penerima gaya dari energi kinetik uap).
- d) *Bearings*  
Bantalan yang ada di dalam turbin uap berguna untuk menyokong kedua ujung poros. Selain itu berguna juga sebagai penerima beban yang ditimbulkan.
- e) *Turning Gear*  
*Turning gear* adalah perangkat turbin uap yang berfungsi untuk memutar rotor turbin generator pada putaran rendah yang fungsinya untuk menjamin pemanasan/pendinginan rotor yang merata sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya bengkok pada rotor.



Gambar 2. Komponen *Steam Turbine STG-20*

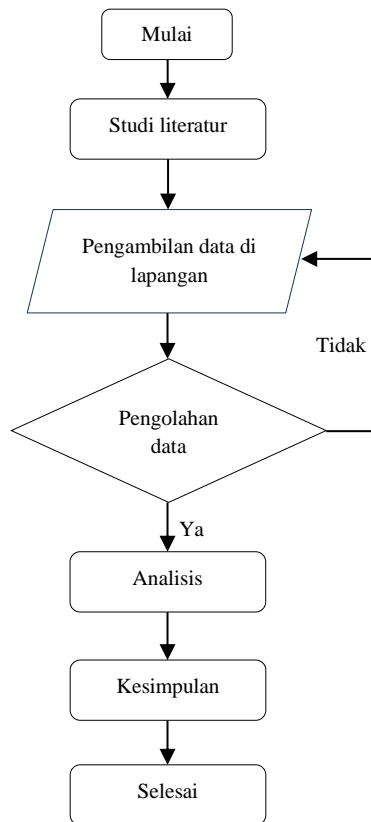
1.3. Prinsip kerja steam turbine

Uap masuk ke dalam turbin melalui nozel. Di dalam nozel, energi panas dari uap dikonversikan menjadi energi kinetik. Tekanan uap pada saat keluar dari nozel lebih kecil daripada saat masuk ke dalam nozel. Uap yang memancar keluar dari nozel diarahkan ke sudu-sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan terpasang di sekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah-celah antara sudu turbin ini dibelokkan ke arah mengikuti lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin [2].

2. Metoologi

2.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan berdasarkan diagram alir pada gambar 3, dimulai dengan melakukan studi literatur berdasarkan jurnal dan sumber referensi lainnya. Pengambilan data dilakukan secara langsung di lapangan dari tanggal 8 – 12 Maret 2024. Data yang dikumpulkan untuk mendukung dalam penelitian ini yaitu seperti, beban generator (MW), tekanan P1 (Bar), tekanan P2 (Bar), temperature T1 (°C), temperature T2 (°C), mass flowrate (ton/hr), entalphi dan entropi tekanan uap masuk dan keluar turbin. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data yang kemudian akan dianalisis ke dalam bentuk grafik, dikaitkan dengan penelitian yang sudah ada, kemudian ditarik ke dalam kesimpulan.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.2 Spesifikasi Steam Turbine dan Generator

Tabel 1 Spesifikasi Steam Turbine

Manufaktur	TOSHIBA CORPORATION
Tipe	SCSF
Kapasitas	58350 kW
Putaran	3000 rpm
Tekanan Uap Mauk	10.3 bar
Tekanan Uap Keluar	1.3 bar

Adapun spesifikasi steam turbine dan generator yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada tabel 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Spesifikasi Steam Generatore

Manufaktur	TOSHIBA CORPORATION
Tipe	TAFL
Kapasitas	87100 kVA / 74035 kW
Tegangan	11000 V
Ampere	4572 A
Phase	3
Poles	2
Tegangan Eksitasi	160 V
Power Factor	0.85
Frekuensi	50 Hz
RPM	300 rpm

2.3 Teknik Pengolahan Data

Data hasil pengambilan data di lapangan selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan mencari nilai dari kualitas uap, entalpi keluar turbin dalam keadaan isentropis, dan daya isentropik turbin uap, kemudian mencari nilai daya ideal turbin dan daya aktual turbin guna mengetahui nilai efisiensi. Diagram alir pengolahan data dan analisis data dapat dilihat pada Gambar 3.

Proses produksi listrik PLTP XYZ menggunakan siklus *Thermodynamika Binary Cycle*. Efisiensi adalah rasio energi yang dikeluarkan dengan energi yang dibutuhkan. Efisiensi turbin berarti menunjukkan kemampuan turbin untuk merubah energi panas menjadi energi mekanik [5]. Langkah untuk menghitung efisiensi turbin yaitu:

Perhitungan Kualitas Uap

Untuk mencari nilai dari kualitas uap dapat menggunakan persamaan:

$$x = \frac{S_1 - S_f}{S_g - S_f} \tag{1}$$

Dimana:

S<sub>1</sub> = nilai entropi berdasarkan tekanan uap masuk turbin

S<sub>f</sub> = nilai entropi *saturated liquid* berdasarkan tekanan uap keluar turbin

S<sub>g</sub> = nilai entropi *saturated vapor* berdasarkan tekanan uap keluar turbin

**Entalpi Keluar Turbin dalam Keadaan Isentropis**

Untuk mencari nilai entalpi keluaran turbin dalam kondisi isentropis dapat menggunakan persamaan berikut:

$$h_{2s} = h_f + x (h_g - h_f) \tag{2}$$

Dimana:

$h_f$  = nilai entalpi *saturated liquid* berdasarkan tekanan uap keluar turbin

$x$  = nilai kualitas uap

$h_g$  = nilai entalpi *saturated vapor* berdasarkan tekanan uap keluar turbin

**Daya Isentropis Turbin Uap**

Nilai daya isentropis dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P_s = \dot{m} X (h_{inlet} - h_{2s}) \tag{3}$$

Dimana:

$\dot{m}$  = laju aliran uap

$h_{inlet}$  = entalpi berdasarkan uap masuk turbin

$h_{2s}$  = entalpi keluar turbin dalam kondisi isentropis

**Daya Ideal Turbin**

Nilai daya ideal turbin dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$WT_{ideal} = \dot{m} (h_{inlet} - h_{outlet}) \tag{4}$$

Dimana:

$\dot{m}$  = laju aliran uap

$h_{inlet}$  = entalpi berdasarkan uap masuk turbin

$h_{outlet}$  = entalpi berdasarkan uap masuk turbin

**Daya Aktual Turbin**

Nilai daya aktual turbin dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$WT_{actual} = \frac{P_{gen}}{\eta_{gen}} \times 100\% \tag{5}$$

Dimana:

$P_{gen}$  = daya generator

$\eta_{gen}$  = efisiensi generator

**Efisiensi Turbin**

Nilai efisiensi turbin dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\eta_{turbin} = \frac{WT_{actual}}{WT_{ideal}} \times 100\% \tag{6}$$

Dimana:

$WT_{actual}$  = daya aktual turbin

$WT_{ideal}$  = daya ideal turbin

**3. Hasil dan Pembahasan**

Data diperoleh dari PLTP XYZ. Nilai efisiensi generator untuk sumber dari *manual book* generator adalah AQX 98,5%. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 8 Maret 2024, dan data yang diambil atau yang dianalisis diambil berdasarkan beban generator dari yang tertinggi.

**Tabel 3** Data Beban Rata-Rata Tanggal 8 Maret 2024

Jam (WIB)	Beban Generator (MW)
08:00	62,511
09:00	61,729
10:00	60,576
11:00	59,972
12:00	58,937

**Tabel 4** Data Tekanan, Laju Aliran Massa Uap, Dan Temperatur Pada Turbin

Jam (WIB)	Tekanan (P1) (Bar)	Tekanan (P2) (Bar)	Temperatur T1 (°C)	Temperatur T2 (°C)	Mass Flowrate (Ton/hour)
08:00	9.21	0.07	177.62	97.29	332541.841
09:00	9.06	0.06	177.14	97.45	329918.354
10:00	9.14	0.08	177.43	97.64	325162.022
11:00	9.08	0.06	177.40	97.39	319651.568
12:00	9.04	0.04	177.31	96.99	313558.908

Tabel 4 di atas merupakan data yang akan digunakan untuk mencari efisiensi turbin untuk penelitian ini. Data tersebut diambil sebanyak 5 kali untuk melihat kecenderungan data yang diperoleh. Semakin banyak data yang diambil, maka tingkat keakuratan data semakin meningkat [6].

Seperti yang sudah dijelaskan pada teknik pengolahan data sebelumnya, bahwa ada beberapa data yang perlu diambil untuk menghitung efisiensi turbin tersebut. Pada tabel 5 dan 6 di bawah ini, merupakan data enthalpi dan entropi tekanan uap masuk dan keluar turbin.

**Tabel 5** Enthalpi Dan Entropi Tekanan Uap Masuk Turbin

Jam (WIB)	Entalpi Vapor (h1) (kJ/kg)	Entalpi Liquid (kJ/kg)	Entropi Vapor (s1) (kJ/(kg.°C))	Entropi Liquid (kJ/(kg.°C))
08:00	2773.94	746.885	6.61337	2.10363
09:00	2773.3	743.805	6.61337	2.0968
10:00	2773.64	745.453	6.61599	2.10045
11:00	2773.38	744.218	6.61825	2.09772
12:00	2773.21	743.391	6.61977	2.09589

**Tabel 6** Enthalpi Dan Entropi Tekanan Uap Masuk Turbin

Jam (WIB)	Entalpi Vapor (h1) (kJ/kg)	Entalpi Liquid (kJ/kg)	Entropi Vapor (s1) (kJ/(kg.°C))	Entropi Liquid (kJ/(kg.°C))
08:00	2571.72	163.351	8.27446	0.559028
09:00	2566.63	151.478	8.32904	0.52082
10:00	2576.21	173.84	8.22732	0.592491
11:00	2566.63	151.478	8.32904	0.52082
12:00	2553.67	121.388	8.47336	0.422395

Entalpi merupakan istilah dalam termodinamika yang menyatakan jumlah internal yang terdapat dalam sebuah sistem termodinamika ditambah dengan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan aktifitas pada suatu materi. Total entalpi (H) tidak dapat diukur secara langsung hanya dapat dinilai perubahannya saja seperti yang terjadi pada sistem mekanika klasik. Sedangkan entropi adalah suatu besaran termodinamika yang berfungsi untuk mengukur energi dalam satuan temperatur yang tidak dapat digunakan untuk melakukan usaha. Entropi dari sebuah sistem tertutup akan selalu naik dan pada kondisi transfer kalor maka energi kalor akan berpindah dari komponen yang bersuhu tinggi ke komponen yang bersuhu rendah [7].

Steam table digunakan untuk menentukan nilai entalpi dan entropi dari uap yang digunakan dalam sistem pembangkit. Tabel yang digunakan adalah tabel uap *saturated*. Jika data tekanan maupun suhu tidak ditemukan, maka interpolasi data perlu dilakukan. Interpolasi data dilakukan untuk menentukan nilai yang berada diantara dua nilai yang diketahui. Interpolasi ini didasarkan pada teori perbandingan [8]. Pada penelitian ini, perbandingan yang dilakukan antara nilai tekanan uap masuk turbin dengan entalpi vapor ( $h_1$ ), nilai tekanan uap masuk turbin dengan entropi vapor ( $s_1$ ), nilai tekanan uap keluar turbin dengan entalpi liquid ( $h_f$ ), tekanan uap keluar turbin dengan entalpi vapor ( $h_g$ ), tekanan uap keluar turbin dengan entropi liquid ( $s_f$ ) dan tekanan uap keluar turbin dengan entropi vapor ( $s_g$ ).

**Perhitungan Kualitas Uap**

Berikut perhitungan untuk mendapatkan nilai kualitas uap, dengan menggunakan data pada tabel 5 dan tabel 6 pada No. 1 untuk mencari nilai kualitas uap, dan rumus ini dipakai seterusnya sampai perhitungan No. 5.

$$x = \frac{S_1 - S_f}{S_g - S_f}$$

$$x = \frac{6.61337 - 0.559028}{8.27446 - 0.559028}$$

$$x = 0,7847 \text{ kJ/kg}$$

**Perhitungan Entalpi Keluar Turbin dalam Keadaan Isentropis**

Setelah mendapatkan nilai kualitas uap, maka dapat dicari nilai dari entalpi keluar turbin dalam keadaan isentropis, yaitu sebagai berikut:

$$h_{2s} = h_f + x (h_g - h_f)$$

$$h_{2s} = 163,351 + 0,7847(2571,72 - 163,351)$$

$$h_{2s} = 2053,198 \text{ kJ/kg}$$

**Perhitungan Daya Isentropik Turbin Uap ( $P_s$ )**

$$P_s = \dot{m} \times (h_1 - h_{2s})$$

$$P_s = 332541,841 \times (2773,94 - 2053,198)$$

$$P_s = 239676871,566 \text{ kJ/h}$$

$$P_s = 66,57 \text{ MW}$$

**Menghitung Daya Ideal Turbin ( $WT_{ideal}$ )**

$$WT_{ideal} = \dot{m} (h_{inlet} - h_{outlet})$$

$$WT_{ideal} = 332541,841 \text{ ton/jam} (2773,94 \text{ kJ/kg} - 2571,72 \text{ kJ/kg})$$

$$WT_{ideal} = 67,24 \text{ MW}$$

**Menghitung Daya Aktual Turbin ( $WT_{actual}$ )**

$$WT_{actual} = \frac{P_{gen}}{\eta_{gen}} \times 100\%$$

$$= \frac{62.511}{98.5\%}$$

$$= 63.46 \text{ MW}$$

**Menghitung Efisiensi Turbin ( $\eta_{turbin}$ )**

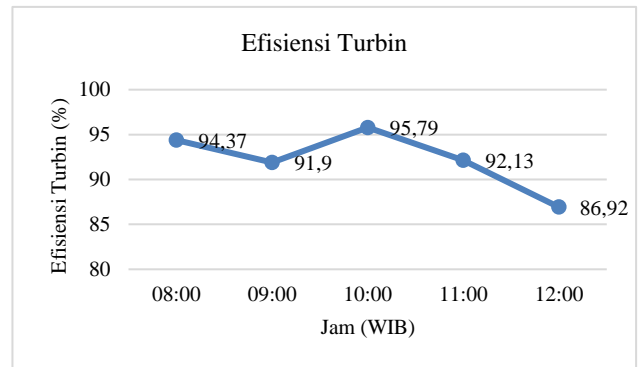
$$\eta_{turbin} = \frac{WT_{actual}}{WT_{ideal}} \times 100\%$$

$$= \frac{63.46}{67.24} \times 100\%$$

$$= 94.37\%$$

**Tabel 7** Data Hasil Penelitian

Jam (WIB)	Daya Ideal Turbin MW ( $WT_{ideal}$ )	Daya Aktual Turbin MW ( $WT_{actual}$ )	Efisiensi Turbin ( $\eta_t$ ) %
08:00	67.24	63.46	94.37
09:00	68.18	62.66	91.90
10:00	64.19	61.49	95.79
11:00	66.08	60.88	92.13
12:00	68.83	59.83	86.92



Gambar 4. Grafik Efisiensi Turbin

Berdasarkan pada gambar 4, terlihat efisiensi dari turbin PLTP XYZ tidak stabil dan fluktuatif. Selama 5 jam pengamatan dan setelah dilakukan perhitungan berdasarkan kondisi di lapangan, didapatkan nilai efisiensi terendah yaitu pada hari jam 12:00 WIB yaitu sebesar 86,92%. Nilai tertinggi dari efisiensi turbin terjadi pada jam 10:00 WIB yaitu sebesar 95,79%. Efisiensi turbin yang tidak stabil dapat disebabkan oleh berbagai faktor, dan solusi untuk meningkatkan efisiensi juga bervariasi tergantung pada penyebabnya. Salah satu yang menyebabkan efisiensi turbin tidak stabil adalah fluktuasi beban pada turbin dapat menyebabkan efisiensi yang tidak stabil [2]. Efisiensi turbin tidak pernah bisa mencapai 100%. Hal ini disebabkan karena proses konversi energi di dalam turbin selalu menghasilkan panas. Panas ini sebagian hilang ke lingkungan melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Kehilangan panas ini semakin besar pada turbin yang beroperasi pada temperatur tinggi. Efisiensi yang lebih tinggi

dapat dicapai dengan teknologi yang lebih canggih dan desain turbin yang lebih optimal. Namun, batasan termodinamika dan faktor lainnya akan selalu membatasi efisiensi turbin hingga di bawah 100% [4].

Efisiensi Generator Unit 2 PLTP PT. Indonesia Power UPJP Kamojang,” *Kilat*, vol. 8, no. 2, pp. 93–102, 2019, doi: 10.33322/kilat.v8i2.643.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa yang sudah dilakukan di PLTP XYZ, penulis dapat menarik kesimpulan bahwa, efisiensi konversi energi di turbin pada STG-20 PLTP XYZ yang paling besar mulai dari tanggal 8 - 12 Maret adalah 95,79 %. Perubahan kualitas uap akan mempengaruhi nilai efisiensi turbin. Apabila kualitas uap lebih tinggi maka nilai efisiensi turbin akan meningkat, begitu juga sebaliknya apabila kualitas uap rendah maka nilai efisiensi turbin akan menurun. Oleh karena itu, menjaga kualitas uap supaya tetap optimal diperlukan supaya efisiensi turbin maksimal. Perawatan pada turbin sangat diperlukan untuk menjaga kondisi turbin secara keseluruhan. Selain itu, memantau kinerja turbin secara berkala, menyesuaikan aliran uap sesuai dengan beban, dan melakukan perawatan preventif secara berkala, sehingga diharapkan kinerja dari turbin tidak mengganggu sistem-sistem lainnya di PLTP XYZ tersebut dan efisiensi turbin dapat ditingkatkan dan konsumsi energi dapat dikurangi.

#### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih banyak atas semua pihak yang sudah berpartisipasi dalam penelitian ini.

#### Referensi

- [1] F. A. Kulo, R. N. Palilingan, and C. A. N. Bujung, “Perbandingan Efisiensi Cooling Tower Unit 2 PLTP Lahendong Sebelum dan Sesudah Overhaul,” *J. FisTa Fis. dan Ter.*, vol. 4, no. 1, pp. 22–29, 2023, doi: 10.53682/fista.v4i1.239.
- [2] R. Syammary, Hendri, and Lukfianto, “Analisis Efisiensi Turbin Gas Tipe V94.2 Sebelum dan Sesudah Minor Inspection pada Blok 4 Unit 3 PLTGU Muara Tawar,” *Power Plant*, vol. 8, no. 2, p. 11, 2020.
- [3] P. Mariono, R. N. Palilingan, and A. F. Sompotan, “Pengaruh Perubahan Temperatur Lingkungan Terhadap Kinerja Dan Efisiensi Turbin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (Pltp) Unit 2 Lahendong,” *J. FisTa Fis. dan Ter.*, vol. 3, no. 2, pp. 48–51, 2022, doi: 10.53682/fista.v3i2.214.
- [4] S. Firza, N. Dan, I. Gede, and E. Lesmana, “Analisis Pengaruh Turbine Washing Terhadap Efisiensi dan Daya Pembangkit Turbin Uap Analysis The Effect of Turbine Washing on The Efficiency And Generating Power of Steam Turbine Informasi artikel,” vol. 3, pp. 79–88, 2021.
- [5] B. Wahyudi, “Analisis Efisiensi Turbin Uap terhadap Kapasitas Listrik Pembangkit,” *J. Tek. Elektro*, vol. 2–9, no. 2, pp. 33–36, 2019.
- [6] H. Syahrizal and M. S. Jailani, “Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif,” *J. QOSIM J. Pendidikan, Sos. Hum.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, 2023, doi: 10.61104/jq.v1i1.49.
- [7] A. K. Wijaya, D. Nugroho, and A. A. Nugroho, “Analisa Efisiensi Kinerja Generator G-101 Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi,” *TRANSISTOR J. Elektro dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 43–48, 2022.
- [8] M. Muharrir and I. Hajar, “Analisis Pengaruh Beban Terhadap