

## **ANALISIS KINERJA TURBIN UAP UNIT 3 BERDASARKAN PERFORMANCE TEST DI UNIT PELAKSANA PT.PLN (PERSERO) PEMBANGKITAN ASAM-ASAM**

**Kemas Ronand Mahaputra<sup>1)</sup>, Aqli Mursadin<sup>2)</sup>**

<sup>1, 2</sup>Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

Telp. 0511-4773858

Email: kemasronandmp@gmail.com

### **Abstract**

*This study purpose to determine the performance of steam turbines Unit 3 of PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam by comparing the results of the data obtained by each performance test. This research was carried out by taking data performance tests in 2012, 2017, 2018 and 2019 and then processing the data and obtaining turbine heat rate values and average turbine efficiency then comparing the values obtained in each year. The data taken is obtained from the rental operation of PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam, data variables taken are load, main steam temperature inlet, main steam pressure inlet, HP heater feed outlet temperature, HP heater outlet pressure, main steam flow. Temperature and pressure obtained are then searched for enthalpy values. The data obtained to calculate the value of the turbine heat rate and turbine efficiency on average per time from each performance test then averages the value of the turbine heat rate and turbine efficiency each time the data collection performance test is then compared with the data each year. The calculation of the turbine heat rate uses the heat & mass balance method by measuring the value of the incoming and outgoing fluid differences and comparing the load obtained, the efficiency of the turbine is obtained by dividing the energy of 1 kW with a turbine heat rate then multiplying by 100%. The average turbine heat rate calculation result for each performance test which is on May 23, 2012 is 2,701, October 27, 2017 is 3,136, September 5, 2018 is 3,005, May 21, 2019 is 3,113. The average turbine efficiency value on May 23, 2012 is 37.02%, October 27 2017 is 31.39%, September 5 2018 is 33.28%, May 21, 2019 is 32.12%. The performance of PT PLN (Persero) Pembangkit Asam-asam Implementing Unit Unit 3 has decreased from 2012 to 2019 which is 4.9%*

**Keywords:** Turbine Heat Rate, Efisiensi Turbine, Heat & Mass Balance

### **PENDAHULUAN**

Energi pada jaman sekarang adalah salah satu yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk menunjang kehidupan sehari hari salah satunya yaitu energi listrik. Semakin banyak manusia membutuhkan energi listrik pada rumah tangga, industri, sarana prasarana dan lain-lain. Karena kebutuhan energi listrik semakin besar dan terus menerus maka dibutuhkan pembangkit tenaga listrik yang handal .

Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam, Desa Asam-asam, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan yang memiliki 4 Unit Pembangkit dengan masing masing mempunyai kapasitas 65 MW. Listrik yang di dihasilkan digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah.

Turbin uap adalah mesin yang mengkonversikan energi kalor menjadi energi mekanik, dan energi mekanik dikonversi menjadi energi listrik pada generator. *Performance test* dilakukan untuk mengetahui nilai *turbine heat rate* dan efisiensi turbin, perhitungan *turbine heat rate* dengan metode efisiensi boiler yaitu energi masuk, energi keluar, metode kehilangan panas, *turbine heat rate* dan *specific fuel consumption* (SFC)

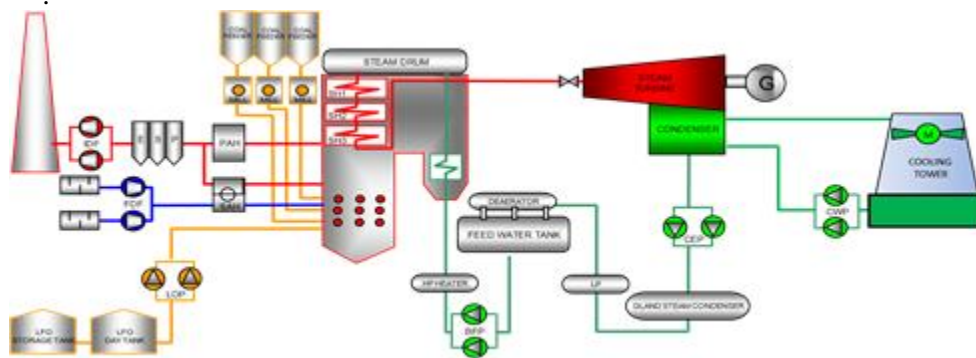
Pada Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) tidak sepenuhnya energi uap yang dihasilkan dapat diubah menjadi energi mekanik pada turbin dan energi listrik pada generator karena akan ada sebagian kehilangan energi pada sistem PLTU. Oleh karena itu dilakukan *Performance test* untuk menghitung besarnya energi kalor yang dihasilkan untuk memproduksi listrik 1 kWh yang di butuhkan untuk memutar turbin.

Pembangkit Unit 3 PLTU Asam-asam seringkali terjadi perbaikan pada peralatan *Auxiliary* ataupun pada turbin uapnya sendiri sehingga mempengaruhi kinerja dari pada saat pertama kali didirikan.

Dari latar belakang masalah tersebut perlu adanya di lakukan analisis kinerja pada turbin uap yaitu dengan judul “Analisis kinerja turbin Uap Unit 3 Berdasarkan *Performance Test* di Unit Pelaksana PT.PLN ( Persero) Pembangkitan Asam-asam”

### Proses Produksi Listrik di PLTU Asam-asam

Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam adalah Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dibidang ketenagalistrikan khususnya penyedia energi listrik. Daya mampu yang dihasilkan sekitar 250 MW diharapkan selalu mampu menopang kebutuhan di sistem kelistrikan Barito (Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah) dengan kontribusi sekitar 55% dari keseluruhan pembangkit yang ada. Siklus PLTU Asam-asam dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus PLTU Asam-Asam

Proses awal di mulai dari *hotwell condenser*. CEP (*Condensate Extraction Pump*) memompa air kondensat yang berada di *Hotwell Condenser* menuju *Deaerator*. Proses pemompaan air kondensat menuju *Deaerator* melalui dua tahap pemanasan. Pemanasan pertama terjadi di *Gland Steam Condenser*. Sedangkan pemanasan kedua terjadi di *LP Heater*. Pemanasan di *Gland Steam Condenser* diberikan oleh *Gland Steam*. Sedangkan di *LP Heater* diberikan oleh *Extraction Steam*. Proses selanjutnya, BFP (*Boiler Feed Pump*) memompa air pengisi dari *Feedwater Tank* menuju *Boiler* Dalam proses tersebut air pengisian melalui dua tahap pemanasan. Pemanasan pertama terjadi di *HP Heater* dan pemanasan kedua terjadi di *Economizer*

Di *Boiler* inilah air pengisian (*Feedwater*) di ubah fasanya dari fasa cair menjadi fasa uap. Penguapan air menggunakan energi panas hasil pembakaran batubara. Energi panas

diserap oleh air yang berada didalam pipa-pipa air (*Water Wall Tube*) Proses selanjutnya *Main Steam* mengalir menuju Turbin. *Main Steam* inilah yang digunakan untuk memutar Turbin Proses selanjutnya energi putar Turbin diubah menjadi energi listrik oleh Generator selanjutnya uap menuju Kondensor Di dalam Kondensor uap bekas mengalami proses kondensasi. Air yang terbentuk disebut air Kondensor dan ditampung di *Hotwell Condenser*. Proses selanjutnya air kondensat dipompa lagi menuju Deaerator. Begitu seterusnya siklus air dan uap berlangsung terus menerus

### Turbin

Turbin adalah mesin konversi yang mengubah energi kalor dari uap air menjadi energi mekanik. Mesin turbin terdiri dari beberapa bagian salah satunya rotor yang merupakan bagian berputar terdiri dari poros/ shaft dengan sudu – sudu disekelilingnya. Tumbukan pada aliran fluida menyebabkan rotor berputar.

Terdapat dua jenis turbin, yaitu turbin implus dan turbin reaksi. Pada turbin reaksi rotor berputar karena tekanan fluida uap dari nosel yang keluar pada ujung – ujung sudu dan pada turbin implus rotor berputar karena tumbukan dari fluida yang diarahkan oleh nosel bisa di lihat spesifikasi PLTU Asa-asam pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi PLTU Asam-asam Unit 3

Turbine	Type	<i>HP single casing, Impulse, single cylinder, Condensing</i>
	Manufacturer	<i>China Chang Jiang EnergyCorp.</i>
	Rated Speed, rpm	3.000
	Flow, t/h	280
	Pressure, Mpa	9.0 (max 9.5 min 8.5)
	Press of the exhaust steam, KPa	8.7
	Critical Speed, rpm	1608
	Number of stages	20(1+19)
	Regenerative exctraction	6 grades (2 HPH + 1 Deaerator + 3 LPH)
	Temp °C	535 (max 540 min 525)
Condensor	Manufacturer	China Changjiang DongliCorporation
	Type	<i>Shell and Tube</i>
	Flow, m <sup>3</sup> /h	14.608
	Pressure Steam, kPa	8.7
	Temp °C	33
	Total Number of Tube	6536
	Flow Rate, m <sup>3</sup> /h	14.608
	Heat transfer area, m <sup>2</sup>	5200
	Tube Diameter, mm	25
	Temperature Raising, °C	6.88
Pressure Water, Mpa	0.35	

<i>Deaerator</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Ning Xing Mechanical corporation, LTD. In Tai Xing.</i>
	<i>Type</i>	<i>Spray tray packing horizontal deaerator</i>
	<i>Press, Mpa</i>	<i>0.75</i>
	<i>Temp, °C</i>	<i>300</i>
	<i>Rated Output, t/h</i>	<i>280</i>
	<i>Effective Volume, m<sup>3</sup></i>	<i>70</i>
	<i>Working Temp, °C</i>	<i>158</i>
	<i>Working Press, Mpa</i>	<i>0.588</i>
<i>Low Pressure Heater</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Qingdao Qingli Boiler Auxiliary Machine Corp. Ltd. JD-120-</i>
	<i>Fluid</i>	<i>Steam, drain water (shell side), condensated water (tubeside)</i>
	<i>Heat Transfer area, m<sup>2</sup></i>	<i>120</i>
	<i>Water side Press, Mpa</i>	<i>2.4</i>
	<i>Water side Temp, °C</i>	<i>150</i>
	<i>Steam side Press, Mpa</i>	<i>0.6</i>
	<i>Steam side Temp, °C</i>	<i>220</i>
<i>High Pressure Heater</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Ning Xing Mechanical corporation, LTD. In Tai Xing. GJ-</i>
	<i>Fluid</i>	<i>Steam, drain water (shell side), feed water (tube side)</i>
	<i>Heat Transfer area, m<sup>2</sup></i>	<i>220</i>
	<i>Water side Press, Mpa</i>	<i>16.5</i>
	<i>Water side Temp, °C</i>	<i>260</i>
	<i>Steam side Press, Mpa</i>	<i>4.65</i>
	<i>Steam side Temp, °C</i>	<i>460</i>
<i>Generator</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>China Chang Jiang Energy Corp.</i>
	<i>Model</i>	<i>QF-65-2</i>
	<i>Apparent Power, kVA</i>	<i>76271</i>
	<i>Active Power, MW</i>	<i>65</i>
	<i>Voltage, kV</i>	<i>10.5</i>

	<i>Current, A</i>	4205
	<i>Power Factor</i>	0,85
	<i>Cooling method</i>	<i>Closed air cooling</i>
	<i>Exciting method</i>	<i>Static exciting</i>
	<i>Generator, rpm</i>	3000
	<i>Frequency, Hz</i>	50
<i>Boiler</i>	<i>Manufacturer</i>	Jinan Boiler Group Co., Ltd.
	<i>Steam Flow, t/h</i>	280
	<i>Steam Press., Mpa</i>	9.8
	<i>Steam Temp., °C</i>	535
	<i>Feedwater Temp., °C</i>	220
	<i>Economiser Outlet Temp, °C</i>	268
	<i>Desuperheating water press , Mpa</i>	11,4
	<i>Rated Evaporation, t/h</i>	280
	<i>Fuel Comsumption Amount, t/h</i>	48

### **Turbin Uap**

Turbin uap yaitu suatu mesin yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik kemudian diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. dikopel dengan cara mekanisme yang akan digerakkan yaitu generator. Maupun pada jenis mekanisme yang ingin di hubungkan turbin uap dapat digunakan di berbagai usaha seperti pada bidang pembangkit tenaga listrik, industri, dan untuk transportasi. Proses perubahan energi potensial menjadi energi mekaniknya yaitu adalah dengan putaran poros yang dilakukan dengan macam macam bentuknya. Salah satunya turbin uap yang digunakan di PLTU dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Turbin Uap

Pada hakikatnya turbin uap terdiri dari dua bagian utama yaitu rotor dan stator yang adalah komponen utama pada turbin kemudian di tambah komponen lainnya yang meliputi

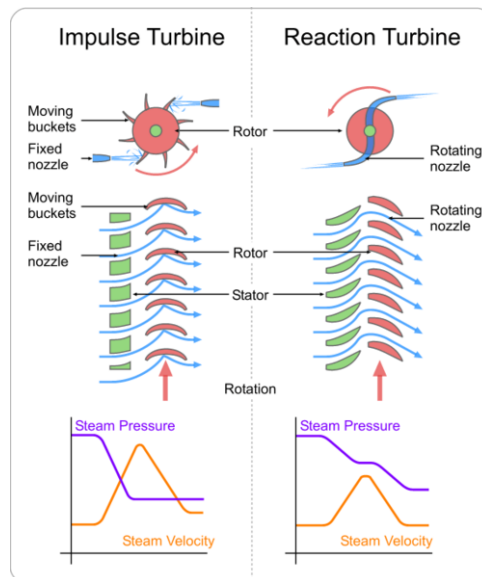
pendukungnya seperti bantalan, kopling dan sistem bantu lainnya agar kerja turbin dapat lebih baik. Sebuah turbin uap memanfaatkan energi kinetik dari fluida kerjanya yang bertambah akibat penambahan energi termal.

Umumnya PLTU menggunakan turbin uap tipe multistage, yakni turbin uap yang terdiri atas lebih dari 1 stage turbin (Turbin High Pressure, Intermediate Pressure, dan Low Pressure). Uap air superheater yang dihasilkan oleh boiler masuk ke turbin High Pressure (HP), dan keluar pada sisi exhaust menuju ke boiler lagi untuk proses reheater. Uap air yang dipanaskan kembali ini dimasukkan kembali ke turbin uap sisi Intermediate Pressure (IP), dan uap yang keluar dari turbin IP akan langsung masuk ke Turbin Low Pressure (LP). Selanjutnya uap air yang keluar dari turbin LP masuk ke dalam kondenser untuk mengalami proses kondensasi.

### Prinsip Kerja Turbin Uap

Prinsip kerja turbin uap seperti pada Gambar 3, yaitu turbin uap terdiri dari sebuah cakram yang di kelilingi oleh sudu-sudu. Sudu-sudu ini berputar disebabkan adanya tumbukan dari uap bertekanan yang berasal dari *Boiler*. Uap tersebut selanjutnya dikendalikan menggunakan control valve yang akan digunakan untuk memutar turbin yang terhubung langsung dengan pompa dan juga sama halnya dihubungkan dengan generator sinkron untuk menghasilkan energi listrik.

Setelah melewati turbin uap, uap menuju kondensor untuk di dinginkan dan dirubah wujudnya menjadi cair, yang kemudian dipompakan kembali menuju *Boiler* (wikipedia.org).



Gambar 3. Prinsip Kerja Turbin Uap

### Komponen-Komponen Turbin Uap

Berikut adalah beberapa bagian-bagian penting dari turbin uap:

1. Rotor turbin  
Merupakan bagian turbin yang bergerak. Rotor turbin terdiri dari rotor untuk tekanan tinggi, menengah dan rendah. Tiap rotor ditahan oleh dua bantalan journal (bantalan luncur).
2. Sudu-sudu turbin

Adalah sudu-sudu yang dipasang di sekeliling rotor membentuk suatu piringan. Sudu gerak adalah sudu yang bergerak berputar bersama poros turbin.

### **Heat Rate**

*Heat rate* adalah jumlah energi yang diperlukan untuk memproduksi listrik sebesar 1 kWh. *Heat rate* adalah parameter untuk membandingkan nilai energi yang masuk dengan energi yang dihasilkan oleh pembangkit dalam 1 kWh. Nilai *heat rate* dibutuhkan untuk mengetahui dan menghitung biaya operasi suatu PLTU, *heat rate* juga sebagai parameter performa kerja dari suatu PLTU.

Terdapat dua metode untuk menentukan *heat rate* PLTU yaitu dengan metode *input – output* dan metode *energy – balance*. Metode *input – output* adalah metode dengan mengukur energi yang masuk dari bahan bakar yang digunakan selama proses pengujian lalu membandingkan nya dengan energi listrik yang dibangkitkan. Metode *energy – balance* jauh lebih membutuhkan banyak perhitungan karena harus menghitung *loses – loses* pada tiap-tiap bagian pembangkit dengan menggunakan persamaan perhitungan banyak. Pada PLTU ada 3 pengukuran *heat rate* yang biasa digunakan dalam perhitungan adalah *turbine heat rate* (THR), *gross plant heat rate* (GPHR), dan *net plant heat rate* (NPHR).

### **Turbin Heat Rate**

*Turbine heat rate* adalah perhitungan selisih *heat* dari fluida yang masuk dan keluar pada *Boiler* atau sama dengan total laju *heat* yang masuk di suatu siklus uap. *Turbine heat rate* memberikan perbandingan antara energi total yang di perlukan untuk memutar turbin dengan energi listrik (*load*) yang dihasilkan oleh generator. *Turbine Heat Rate* dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\text{THR} = \frac{\dot{m} (h_1 - h_2)}{\text{Gross Output}} \quad (1)$$

di mana :

THR	: <i>Heat Rate Turbin</i>
$\dot{m}$	: Laju Aliran Massa Fluida (kg/s)
$h_1$	: <i>Enthalpy Steam Out Boiler</i> (kJ/kg)
$h_2$	: <i>Enthalpy Water In Boiler</i> (kJ/kg)
<i>Gross Output</i>	: Power Output Generator (kW)

### **Gross Plant Heat rate**

GPHR dihitung dengan membandingkan bahan bakar di konsumsi *Boiler* dengan *gross output generator*. Persamaan untuk menghitung GPHR yaitu:

$$\text{GPHR} = \frac{C_v \text{ Bahan Bakar} \times \text{Flowrate}}{\text{Gross Output}} \quad (2)$$

di mana :

GPHR	: <i>Gross Plant Heat Rate</i>
$C_v$ Bahan Bakar	: Nilai Kalori Bahan Bakar (kJ/kg)
<i>Flowrate</i>	: Laju Aliran Bahan Bakar (kg/s)
<i>Gross Output</i>	: Power Out Generator (kW)

**Nett Plant Heat rate**

*Nett Output* adalah selisih dari daya total yang dihasilkan generator suatu pembangkit dengan pemakaian daya yang digunakan oleh alat bantu dari pembangkit itu sendiri. pada peralatan bantu pembangkit seperti kondensor, *boiler feed pump*, *HP heater*, dll. Persamaan perhitungan *nett plant heat rate* adalah :

$$NPHR = \frac{GPHR}{(1 - \text{Aux. Power} - \text{Gross Output})} \quad (3)$$

di mana :

NPHR : *Net Plant Heat Rate*  
 GPHR : *Gross Plant Heat Rate*  
 Aux Power : Daya Untuk Pembangkit (kW)  
 Gross Output : *Power Out* Generator (kW)

**Efisiensi Turbin**

Adalah merupakan derajat keberhasilan sistem suatu pembangkit atau komponen atau sistem turbin mendekati awal spesifik desain atau proses ideal dengan satuan %. Persamaan Efisiensi Turbin yaitu:

$$\eta_{\text{Turbin}} = \frac{\text{Energi Kalor dalam 1 kWh}}{\text{Heat Rate Turbin}} \times 100 \% \quad (4)$$

Dimana :

H : Efisiensi turbin %  
 Energi kalor 1 kWh : 3600 kJ

**METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan penulis untuk menentukan kinerja turbin uap Unit 3 di Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam yaitu:

**Metodologi Pengumpulan Data**

Pengumpulan data *performance test* didapat pada ruangan *Rental Operation* PLTU Asam-asam. Data yang di dapat berupa *main inlet steam temperature* ( $T_o$ ), *hp heater feed outlet temperature* ( $T_{fw}$ ), *main inlet steam pressure* ( $P_o$ ), *hp heater feed outlet pressure* ( $P_{fw}$ ), *main steam flow* ( $\dot{m}$ ), *load* dan *bypass flow* ( $\dot{m}$ ).

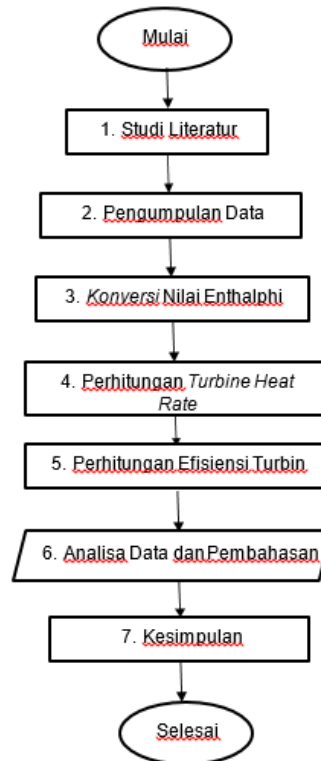
**Metodologi Pengolahan Data**

Metode yang digunakan untuk menghitung data dari penelitian ini adalah dengan diolah secara manual menggunakan rumus-rumus.

**Diagram Alir Penelitian**

Diagram alir pada penelitian ini dapat di lihat dalam Gambar 4.





Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada analisis kinerja turbin uap data yang di gunakan adalah data dari *Performance Test* pada Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam tanggal 23 Maret 2012, 27 Oktober 2017, 05 September 2018, 21 Mei 2019. Data yang di peroleh kemudian di hitung dan di dapatkan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan rata-rata *turbine heat rate* dan efisiensi turbin

No	Performance Test	THR	$\eta$ ( % )
1	23 Maret 2012	2,701	37,02
2	27 Oktober 2017	3,136	31,89
3	05 September 2018	3,005	33,28
4	21 Mei 2019	3,113	32,12

### *Turbine Heat Rate* dan Efisiensi Turbin

Data hasil yang diperoleh pada setiap *Performance test* di hitung nilai *turbine heat rate* dan efisiensi turbin pada setiap waktu pengambilan data kemudian dirata-ratakan hasil keseluruhan data perhitungan.

- a. Perhitungan *turbine heat rate* (THR) data *performance test* tanggal 23 Maret 2012 jam 09.44

$$\begin{aligned}
 \text{THR} &= \frac{\dot{m} (h_o - h_{fw})}{\text{Gross Output}} \\
 &= \frac{68,89 \text{ kg/s} (3475,3 \text{ kJ/kg} - 926,57 \text{ kJ/kg})}{65000 \text{ kW}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{68,89 \text{ kg/s ( 2548,73 kJ/kg)}}{65000 \text{ kW}}$$

$$= 2,701$$

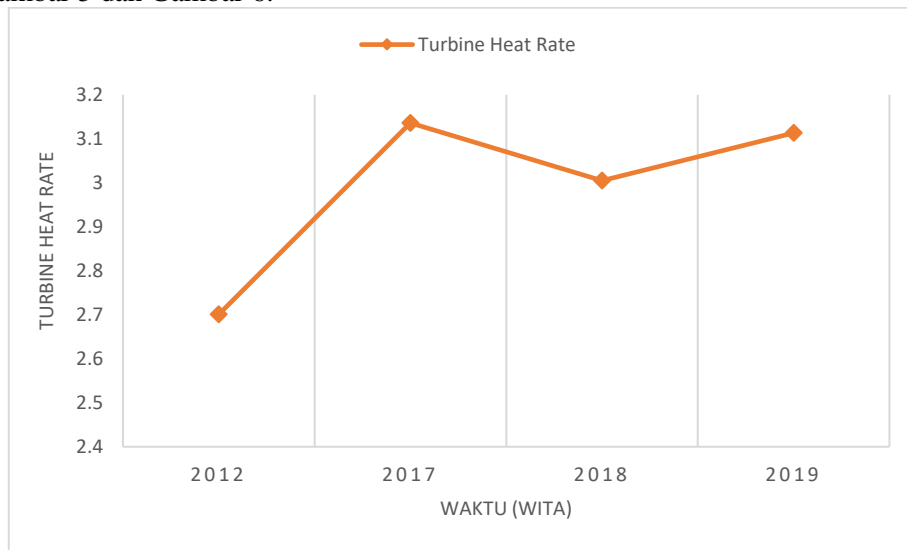
b. Perhitungan efisiensi turbin data performance test tanggal 23 Maret 2012 jam 09.44

$$\eta = \frac{3600 \text{ kJ}}{\text{THR}} \times 100\%$$

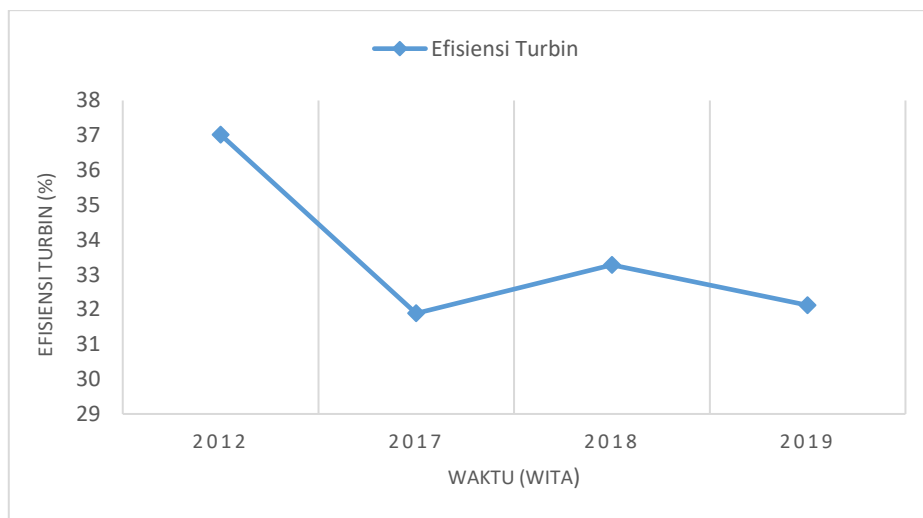
$$= \frac{1 \text{ kW}}{2,701} 100\%$$

$$= 37,02 \%$$

Perbandingan *turbine heat rate* dan efisiensi turbin rata-rata setiap tahun dapat di lihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Grafik *Turbine Heat Rate* Rata-Rata Per Tahun



Gambar 6. Grafik Efisiensi Turbin Rata-Rata Per Tahun

Dari Gambar 5 dan Gambar 6 diketahui kinerja Unit 3 PLTU Asam-asam dari analisis data yang didapat kinerja pada Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-Asam Unit 3 dari tanggal 23 Maret 2012 awal beroperasi dan dilakukannya *performance test* hingga sekarang 21 Mei 2019 kinerja dari turbin mengalami penurunan dari 37,02 % menjadi 32,12 %, terjadinya penurunan kinerja diikuti dengan naiknya *heat rate* dari turbin uap. Pada tanggal 27 Oktober 2017 terlihat bahwa efisiensi rata – rata mengalami penurunan dari tanggal 23 Maret 2012, dan mengalami kenaikan efisiensi dari 27 Oktober 2017 ke 05 September 2018 dan mengalami penurunan di 21 Mei 2019. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja dari turbin uap yaitu menurunnya performa peralatan PLTU seperti peralatan pemanas *Boiler Feed Pump*, *Heater* air *Demin* diantaranya *HP Heater*, *LP heater*, *deaerator*. Selain itu performa Kondensor juga sangat mempengaruhi, karena di Kondensor terjadi fase perubahan fluida dari uap menjadi air yang nantinya air tersebut digunakan kembali untuk dipanaskan di *Boiler* menjadi uap *superheated* untuk memutar Turbin. Kinerja Turbin Uap juga dipengaruhi oleh massa dan *Entalphy* dari *steam* yang digunakan sebagai fluida kerja untuk memutar Turbin hal itu dilihat dari sisi energinya. Semakin besar energi *input* yang masuk ke dalam Turbin maka kinerja turbin akan semakin meningkat, dan semakin kecil energi *input* yang masuk ke dalam Turbin maka kinerja Turbin juga semakin menurun, selain itu kevakuman Kondensor juga mempengaruhi kinerja dari Turbin Uap, dimana semakin besar kevakuman Kondensor maka kinerja dari Turbin Uap juga semakin baik.

Pada Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam Unit 3 seringkali terdapat beberapa perbaikan pada peralatan *Auxiliary* diantaranya pada *Boiler Feed Pump*, *HP Heater* yang terdapat kebocoran pada katup dan pada Kondensor terjadi kerusakan pada *ball cleaning* yang mengakibatkan sistem *ball cleaning* tidak berfungsi, hal ini dapat mempengaruhi laju perpindahan panas pada pipa – pipa Kondensor. Secara umum kinerja turbin uap dari Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam Unit 3 masih dalam performa kerja yang baik, karena efisiensi turbin dari tahun 2012 hingga 2019 tidak terjadi penurunan yang signifikan hanya berkisar 4,9% dari efisiensi awal. Setiap satu tahun sekali dilakukannya *shutdown* pada peralatan yaitu pemeriksaan dan perawatan peralatan – peralatan PLTU sehingga dengan adanya *shutdown* ini dapat membantu mempertahankan kinerja dari peralatan PLTU salah satunya kinerja dari Turbin Uap.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai *turbine heat rate* Unit 3 PLTU Asam-asam terjadi Kenaikan sebesar 0,412 dari tanggal 23 Maret 2012 hingga tanggal 21 Mei 2019. Efisiensi Turbin Uap Unit 3 PLTU Asam-asam terjadi penurunan dari tanggal 23 Maret 2012 hingga tanggal 21 Mei 2019 sebesar 4,9 %. Unjuk kerja hasil perhitungan nilai *Turbine heat rate* dan efisiensi turbin dari Turbin Uap Unit 3 di Unit Pelaksana PT.PLN (Persero) Pembangkitan Asam-asam masih normal dan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boles, Michael A and Yunus A Cengel. 2002. Thermodynamics : An Engineering  
 Priyaoatmojo, Slamet dan Margana. 2016. Analisa Efisiensi HRSG Unit 1 di PT.PLN (Persero) Sektor Pembangkitan PLTGU Cillegon . Jurnal Teknik Energi Vol 12 No.2  
 Pengoprasian PLTU (Prajabatan) Revisi 2013. Siklus PLTU Asam-asam  
 Sahid, Budi Prasetyo. 2016. Heat Rate Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton Baru Unit 9 Berdasarkan Performance Test Tiap Bulan Dengan Beban 100% . Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Semarang

- Amiral Azis dan Andi Rinaldi Hasan, 2015. "Evaluasi Heat Rate dan Efisiensi suatu PLTU dengan menggunakan batubara yang berbeda dari spesifikasi design" pusat teknologi konversi dan konversi energy, badan pengkajian dan penerapan teknologi (BPPT) gedung 230 kawasan puspitek serpong Tangerang 15314, dan pasca sarjana teknik mesin Universitas Trisakti Jakarta
- Ony, 2017. "macam macam turbin" : Jakarta
- Slamet Priyoatmojo dan Margana, 2016. "Analisa efisiensi HRSG unit 1 di PT.PLN (Persero) sector pembangkitan PLTGU cilegon" teknik konversi energy Politeknik Negeri Semarang