

ANALISIS DAMPAK OVERHAUL TERHADAP KINERJA TURBIN UAP DI PLTP DARAJAT

Syifa Nurfitriya, Maria Delavega, Paulus Sukusno, Rahman Filzi

Prodi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,

Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy. Kampus Baru UI Depok 16424,

Telp : +6221 7270044, Fax : (021) 7270034

syifanurfitriyal@gmail.com

Abstrak

Dewasa ini kebutuhan akan daya listrik semakin meningkat setiap tahunnya. Hal tersebut disebabkan oleh kebijakan pemerintah dalam penyediaan daya listrik untuk menjangkau seluruh daerah di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan yang ada, maka PLTP Darajat harus dapat beroperasi secara kontinyu. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui dampak overhaul terhadap kinerja turbin sesudah dan sebelum dilakukan overhaul dengan menganalisis data hasil observasi di lapangan. PLTP Darajat beroperasi secara terus-menerus mengakibatkan kinerja pembangkit menurun sehingga perlu dilakukan overhaul untuk mengembalikan kinerja pembangkit tersebut. Untuk meningkatkan kualitas hasil penelitian, penulis menambahkan studi literatur, pengamatan lapangan, pengambilan data, wawancara dan diskusi dengan pihak-pihak terkait dan analisa performa turbin. Hasil penelitian ini diharapkan mengetahui perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan overhaul dan kenaikan kinerja setelah dilakukan overhaul. Hasil dari penelitian ini dapat diperoleh terjadi kenaikan efisiensi turbin sebesar 1,78% dari sebelum dilakukannya overhaul sebesar 77,37% menjadi sebesar 78,75% setelah dilakukannya overhaul.

Kata Kunci : turbin, overhaul, efisiensi turbin

Abstract

Nowadays the need for electrical power is increasing every year. This was caused by the government's policy in providing electrical power to reach all regions in Indonesia. To meet existing needs, the Darajat geothermal power plants must be able to operate continuously. The aim of this paper is to determine the impact on the performance of turbine overhaul before and after the overhaul which can be done by analyzing the observed data. The Darajat geothermal power plants operate continuously resulting in decreased plant performance that needs to restore the plant's performance by doing maintenance such as overhaul. To improve the quality of research results, the authors add literature study, data collection during field observation interviews and discussions with stakeholders and analysis of the performance of the turbine. This results of this study obtained increase in the efficiency of turbine up to 1,78% from the 77,37% before conducting maintenance and 78,75% after maintenance.

Keywords: turbine, overhaul, efficiency turbine

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, seiring berkembangnya perekonomian di Indonesia menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik. Namun, hal ini mengakibatkan sumber utama penghasil energi listrik seperti minyak bumi dan batu bara semakin menipis cadangannya. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan sumber energi alternatif yang masih memiliki banyak pasokan cadangannya dan lebih ramah lingkungan.

Panas bumi adalah salah satu energi alternatif yang paling potensial di Indonesia. Hal ini dikarenakan lokasi Indonesia yang dikelilingi oleh banyak gunung berapi. Potensi energi panas bumi di Indonesia mencapai 28.528 MW. Pada PT Indonesia Power UBP Kamojang Unit PLTP Darajat mampu menghasilkan listrik sebesar 55 MW, sehingga dapat memasok kebutuhan energi listrik untuk daerah Jawa Barat[1].

Pada pembangkit tenaga listrik panas bumi, turbin merupakan salah satu komponen yang paling utama. Uap yang digunakan untuk memutar turbin berasal dari proses pembentukan secara alami didalam perut bumi. Karena uap yang berasal dari dalam perut bumi masih banyak mengandung berbagai macam gas dan kotoran maka sebelum uap masuk ke dalam turbin, uap melewati berbagai macam proses penyaringannya (filtrasi), sehingga uap yang telah bersih dari kotoran dan gas dapat digunakan untuk memutar rotor turbin. Putaran dari rotor turbin tersebut dikonversikan menjadi energi listrik oleh

generator[2]. Akibat sering beroperasi kinerja turbin mengalami penurunan, sehingga perlu dilakukannya overhaul untuk meningkatkan kembali kinerja turbin.

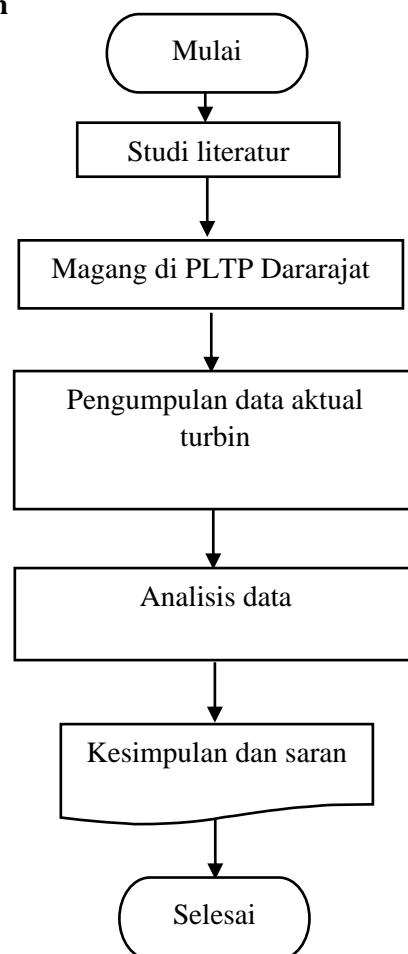
Sesudah dilakukannya overhaul pada turbin, terdapat perubahan nilai kinerja turbin yang dianalisa berdasarkan parameter-parameter yang digunakan. Maka, penyusun mengangkat judul ini untuk menjelaskan dampak dilakukannya overhaul terhadap kinerja turbin.

1.2 Tujuan

- a. Membandingkan kinerja turbin sebelum dan sesudah *overhaul*.
- b. Mengetahui pengaruh kinerja turbin pada beban generator sebelum dan sesudah *overhaul*.

2. Metode Penelitian

2.1 Diagram alir penelitian



2.1 Diagram alir metodologi

Metode pelaksanaan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode observasi

Penulis mencari data dengan melihat langsung ke lapangan selama praktek kerja lapangan (PKL), sehingga data yang dibutuhkan dapat diperoleh secara langsung melalui bimbingan dari pembimbing industri.

2. Metode wawancara

Penulis melakukan wawancara secara langsung dengan mentor maupun dengan operator untuk melengkapi data yang belum lengkap.

3. Mengumpulkan data

Penulis melakukan pengumpulan data aktual yang dapat dilakukan di *Central Control Room* (CCR).

4. Mengolah data
Penulis mengolah data yang telah terkumpul dari hasil pengumpulan data aktual di *Central Control Room* (CCR).
5. Menganalisa data
Penulis memperjelas hasil dari perbandingan data pada setiap hasil pengolahan data.

2.2 Rumus perhitungan kinerja turbin

Perhitungan kinerja turbin dapat dihitung dengan persamaan-persamaan berikut :

- Fraksi uap dapat diperoleh dari persamaan 2.1

$$x_2 = \frac{S_2 - S_{f2}}{S_{fg2}} \quad \dots[\text{persamaan 2.1}]$$

dimana :

X_2 = fraksi uap

S_2 = entropi uap (kJ/kg k)

S_{f2} = entropi cairan (kJ/kg k)

- Entalpi uap tekanan keluaran turbin dapat diperoleh dari persamaan 2.2

$$h_{2s} = h_{f2} + X_2 h_{fg2} \quad \dots[\text{persamaan 2.2}]$$

dimana :

h_{2s} = entalpi uap (kJ/kg)

h_{f2} = entalpi cairan (kJ/kg)

- Kerja aktual dapat diperoleh melalui persamaan 2.3

$$W \text{ aktual} = \frac{\text{daya generator} / \eta_{\text{generator}}}{\dot{m}} \quad \dots[\text{persamaan 2.3}]$$

dimana :

$W \text{ aktual}$ = Kerja turbin aktual (kJ/kg)

\dot{m} = flow uap yang masuk turbin (kg/s)

η generator = 98%

- Kerja Isentropis dapat diperoleh melalui persamaan 2.4

$$W \text{ isentropis} = (h_1 - h_{2s}) \quad \dots[\text{persamaan 2.4}]$$

dimana :

$W \text{ isentropis}$ = Kerja turbin isentropis (kJ/kg)

h_1 = entalphy uap tekanan masuk turbin (kJ/kg)

h_{2s} = entalphy uap tekanan keluaran turbin (kJ/kg)

- Sehingga untuk mencari efisiensi turbin ialah persamaan 2.3 dibagi dengan persamaan 2.4

$$\eta = \frac{W \text{ aktual}}{W \text{ isentropis}} \times 100\% \quad \dots[\text{persamaan 2.5}]$$

dimana :

η = efisiensi turbin (%)

$W \text{ aktual}$ = Kerja turbin aktual (kJ/kg)

$W \text{ isentropis}$ = Kerja turbin isentropis (kJ/kg)

3. Hasil Pembahasan

3.1 Data Hasil Perhitungan

3.1.1 Data Hasil Perhitungan Sebelum dan Sesudah *Overhaul*

Tabel.1 Hasil perhitungan sebelum dan sesudah *overhaul*

Data Hasil Perhitungan Sebelum Overhaul									
No	Tanggal	\dot{m} (kg/h)	P Turbin (bar a)	P Kondensor (bar)	Sg ₁ (kJ/kg K)	Sf ₂ (kJ/kg K)	Sg ₂ (kJ/kg K)	X	Beban Generator (MW)
1	29/11/17	392375	10,178	0,138	6,613	0,730	8,042	0,805	54,400
2	30/11/17	392375	10,180	0,135	6,576	0,727	8,046	0,799	53,900
3	04/12/17	359750	9,423	0,124	6,603	0,705	8,076	0,800	49,950
4	05/12/17	359875	9,436	0,122	6,603	0,700	8,081	0,799	49,950
5	06/12/17	364750	9,583	0,130	6,598	0,717	8,059	0,801	50,140
6	07/12/17	369375	9,690	0,133	6,594	0,723	8,051	0,801	50,690
7	08/12/17	384125	10,030	0,138	6,582	0,733	8,038	0,800	52,630
Data Hasil Perhitungan Sesudah Overhaul									
No	Tanggal	\dot{m} (kg/h)	P Turbin (bar a)	P Kondensor (bar)	Sg ₁ (kJ/kg K)	Sf ₂ (kJ/kg K)	Sg ₂ (kJ/kg K)	X	Beban Generator (MW)
1	09/01/18	394125	10,000	0,145	6,582	0,743	8,023	0,802	55,170
2	10/01/18	394750	9,960	0,143	5,840	0,739	8,028	0,801	54,680
3	11/01/18	387750	9,820	0,134	6,589	0,720	8,054	0,800	55,010
4	12/01/18	390375	9,870	0,137	6,587	0,726	8,045	0,800	54,670
5	13/01/18	391750	9,900	0,142	6,586	0,737	8,031	0,802	54,580
6	14/01/18	393500	9,950	0,140	6,584	0,733	8,037	0,801	55,030
7	15/01/18	394750	9,980	0,141	6,583	0,735	8,034	0,801	54,960

3.1.2 Data Hasil Perhitungan Kinerja Turbin Sebelum dan Sesudah *Overhaul*

Tabel.2 Hasil perhitungan kinerja turbin sebelum *overhaul*

Data Hasil Perhitungan Kinerja Turbin Sebelum Overhaul							
No	Tanggal	h_1 (kJ/kg)	h_{f2} (kJ/kg)	h_{fg2} (kJ/kg)	h_2 (kJ/kg)	Kerja isentropis Turbin (kJ/kg)	Kerja aktual turbin (kJ/kg)
1	29/11/17	2776,841	218,007	2378,050	2132,337	644,504	509,300
2	30/11/17	2776,844	216,909	2378,500	2117,570	659,274	504,619
3	04/12/17	2773,923	209,698	2382,668	2116,070	657,853	510,048
4	05/12/17	2773,976	208,328	2383,458	2114,380	659,596	509,870
5	06/12/17	2774,567	213,696	2380,358	2120,360	654,207	504,944
6	07/12/17	2774,989	215,636	2379,237	2121,640	653,349	504,091
7	08/12/17	2776,290	218,789	2377,413	2122,150	654,140	503,311
Data Hasil Perhitungan Kinerja Turbin Sesudah Overhaul							
No	Tanggal	h_1 (kJ/kg)	h_{f2} (kJ/kg)	h_{fg2} (kJ/kg)	h_2 (kJ/kg)	Kerja isentropis Turbin (kJ/kg)	Kerja aktual turbin (kJ/kg)
1	09/01/18	2776,280	222,44	2375,484	2127,578	648,702	514,216
2	10/01/18	2776,125	221,076	2376,273	2124,470	651,655	508,842
3	11/01/18	2775,585	214,938	2379,826	2118,798	656,787	521,154
4	12/01/18	2775,778	216,984	2378,642	2119,897	655,881	515,486
5	13/01/18	2775,917	220,394	2376,668	2126,481	649,436	511,801
6	14/01/18	2776,087	219,030	2377,458	2123,373	652,714	513,726
7	15/01/18	2776,202	219,712	2377,063	2123,739	652,463	511,634

3.1.3 Data Hasil Perhitungan Rata-rata Efisiensi

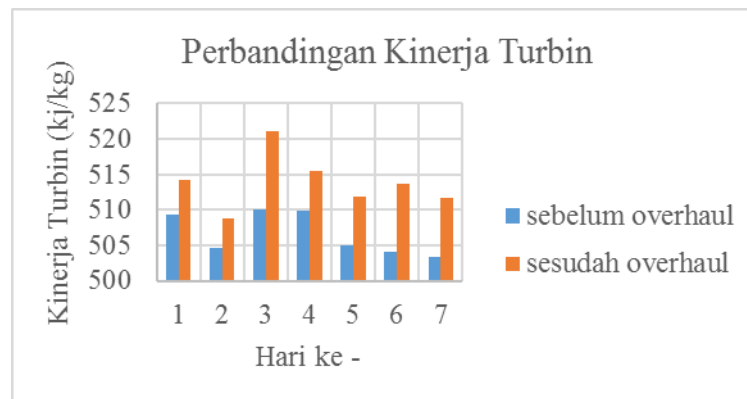
Tabel.4 Hasil perhitungan rata-rata efisiensi turbin sebelum dan sesudah *overhaul*

Data Hasil Perhitungan Rata-rata Efisiensi Turbin Sebelum Overhaul			
No	Tanggal	Efisiensi Turbin (%)	Rata-rata Efisiensi
1	29/11/17	79,02	77,37 %
2	30/11/17	76,54	
3	04/12/17	77,50	
4	05/12/17	77,30	
5	06/12/17	77,18	
6	07/12/17	77,16	
7	08/12/17	76,94	
Data Hasil Perhitungan Rata-rata Efisiensi Turbin Sebelum Overhaul			
No	Tanggal	Efisiensi Turbin (%)	Rata-rata Efisiensi
1	09/01/18	79,27	78,75 %
2	10/01/18	78,08	
3	11/01/18	79,35	
4	12/01/18	78,59	
5	13/01/18	78,81	
6	14/01/18	78,70	
7	15/01/18	78,42	

Pada tabel.4 dapat dihitung rata-rata efisiensi turbin sebelum *overhaul* sebesar 77,37%, dan efisiensi turbin setelah *overhaul* sebesar 78,75% atau terjadi peningkatan nilai efisiensi sebesar 1,78%.

3.2 Grafik Hasil Analisa Data

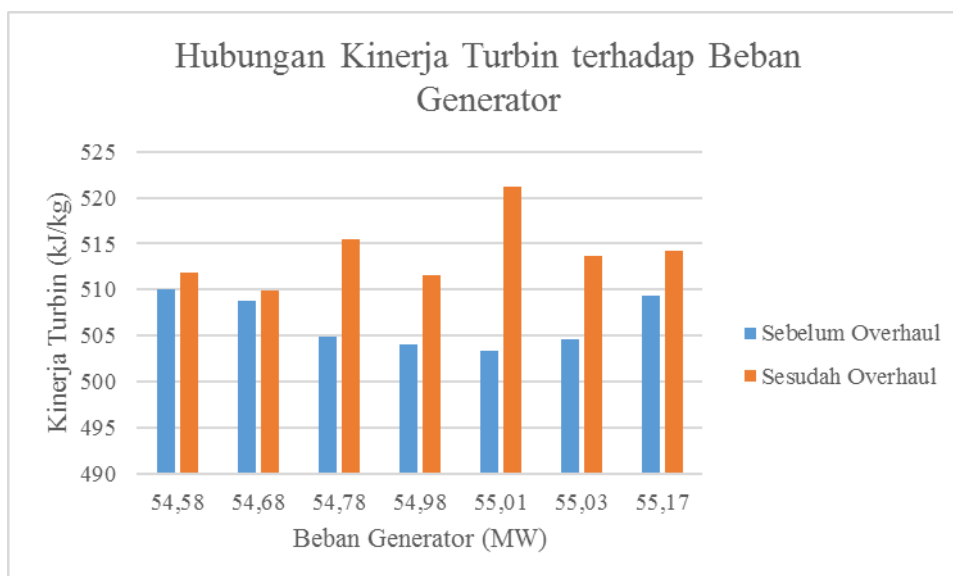
3.2.1 Grafik Perbandingan Kinerja Turbin Sebelum dan Sesudah *Overhaul*



Gambar.1 Grafik perbandingan kinerja turbin

Dari gambar 1 di atas dapat menunjukkan bahwa untuk membandingkan kinerja turbin sebelum dan sesudah overhaul. Sebelum overhaul kinerja turbin rata-rata 506,598 [kJ/kg] dan sesudah overhaul kinerja turbin 513,837 [kJ/kg]. Dampak dari adanya overhaul mengakibatkan kinerja rata-rata turbin naik sebesar 1,43%. Kenaikan kinerja turbin berkaitan dengan overhaul turbin yang dilakukan 10 Desember 2017 – 28 Desember 2017. Kegiatan overhaul ini membuat kinerja turbin menjadi lebih optimal sehingga daya turbin meningkat akibat dari meningkatnya kinerja turbin.

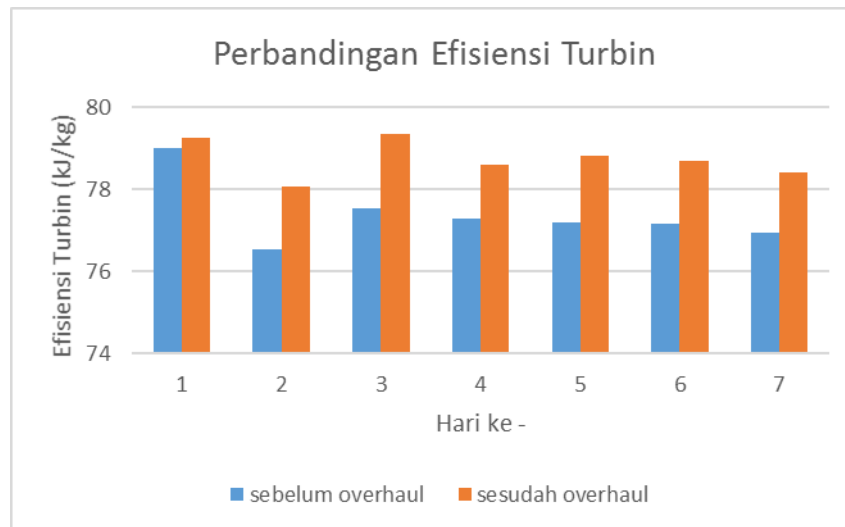
3.2.2 Grafik Hubungan Kinerja Turbin terhadap Beban Generator Sebelum dan Sesudah *Overhaul*



Gambar.2 Grafik perbandingan kinerja turbin terhadap beban generator

Pada grafik 2 menjelaskan bahwa kinerja turbin rata-rata 506,598 [kJ/kg] dan menghasilkan beban rata-rata 51,66 [MW], sedangkan setelah overhaul kinerja turbin rata-rata 513,837 [kJ/kg] dan menghasilkan beban rata-rata 54,87 [MW]. Jadi dapat disimpulkan bahwa kinerja turbin berbanding lurus dengan beban yang dihasilkan turbin.

3.2.3 Grafik Perbandingan Efisiensi Turbin Sebelum dan Sesudah Overhaul



Gambar.3 Grafik perbandingan efisiensi turbin

Pada gambar 3 dapat menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi sebelum overhaul 77,37 %, sedangkan setelah overhaul 78,75%. Hal tersebut menunjukkan bahwa efisiensi sesudah overhaul lebih besar 1,78% dibandingkan dengan efisiensi sebelum overhaul.

4. Kesimpulan

1. Kinerja aktual turbin di PLTP Darajat sebelum overhaul 506,598 [kJ/kg], dan setelah overhaul turbin kinerja turbin 513,837 [kJ/kg]. Dampak dari overhaul, turbin mengalami kenaikan kinerja sebesar 1,43%.
2. Turbin menghasilkan kinerja rata-rata 506,598 [kJ/kg] sebelum overhaul dan menghasilkan beban 51,66 [MW], sedangkan setelah overhaul turbin menghasilkan kinerja 513,837 [kJ/kg] dan menghasilkan beban 54,87 [MW]. Jadi dapat disimpulkan bahwa kinerja turbin berbanding lurus terhadap beban generator.

Daftar Pustaka

- [1] Arifien, *Pengetahuan Dasar Pembangkit PT.Indonesia Power UPJP Kamojang Unit Darajat*, 2010.
- [2] PLTP Darajat, *Mechanical Document Steam Turbine Manual Book, Vol.6*
- [3] Pudjanarsa, Astu dan Nursuhud, Djati, *Mesin Konversi Energi*, (Edisi Revisi 978), 2009, hal 132.
- [4] Kinsky Roger, *Heat Engineering An Introduction to Thermodynamics (Third Edition)*. Australia : McGraw-Hill Book. 1989, hal 305.
- [5] Y.A Cengel dan M.A Boles, *Thermodymics An Engineering Approach, (5th Edition)*, 2006, hal 121.