

ANALISIS KINERJA KONDENSOR UNIT IV SEBELUM DAN SESUDAH OVERHAUL

Amrina Rosyada¹, Arina Rizqia Anhar dan Indra Silanegara

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

e-mail : 1amrinarosyada0@gmail.com

ABSTRACT

The condenser is a steam condenser from a turbine with a vacuum pressure condition. The used vapor from the turbine enters from the top side of the condenser, then undergoes a condensation process in which the phase shift from water vapor to water (condensate water). The condenser in PLTP PGE Unit IV uses condenser type direct contact. The steam output of the turbine enters the condenser for condensation. In the condenser, there is a wet steam separation with NCG, which NCG is sucked directly by the ejector. Condenser performance is known from the effectivity of the condenser with the mass rate and enthalpy parameters of the steam output of turbines, condensate, and cooling water. Therefore, it is necessary to compare the actual data effectiveness with the design data, so it is known how well the condenser operation. This research aims to analyze the influence of overhaul on the performance of PGE Unit IV PLTP condenser. For problem-solving methods such as field observation, data search and condenser effectiveness calculation, interview, and discussion with related parties.

Keywords: Condenser, effectiveness, performance.

ABSTRAK

Kondensor adalah suatu alat pengembun uap dari turbin dengan kondisi tekanan yang hampa. Uap bekas dari turbin masuk dari sisi atas kondensor, kemudian mengalami proses kondensasi yang mana terjadi perubahan fasa dari uap air menjadi air (air kondensat). Kondensor di PLTP PGE Unit IV menggunakan kondensor tipe direct contact. Uap keluaran turbin masuk ke dalam kondensor untuk proses kondensasi. Pada kondensor terjadi pemisahan uap basah dengan NCG, yang mana NCG dihisap langsung oleh ejector. Kinerja kondensor diketahui dari perhitungan efektivitas kondensor dengan parameter laju massa dan enthalpy uap keluaran turbin, kondensat, dan air pendingin. Oleh karenanya, perlu perbandingan antara efektivitas data aktual dengan data desain, sehingga diketahui seberapa baik pengoperasian kondensor. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh overhaul terhadap kinerja kondensor PLTP PGE Unit IV. Untuk metode penyelesaian masalah berupa pengamatan lapangan, pencarian data dan perhitungan efektivitas kondensor, wawancara dan diskusi dengan pihak-pihak terkait.

Kata Kunci : Kondensor, efektivitas, kinerja.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP) pada prinsipnya sama seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Perbedaannya ada pada sumber uap, PLTU dibuat di permukaan menggunakan boiler, sedangkan sumber uap pada PLTP berasal dari reservoisir panasbumi [1].

Di PLTP Unit IV harus mampu mengoptimalkan kerja setiap komponen yang bekerja, misalnya dengan mengoptimalkan efektivitas dari kondensor.

Kondensor adalah suatu alat penukar panas dengan proses perpindahan panas yang terjadi dari suatu fluida kerja yang bertemperatur tinggi kepada fluida kerja yang bertemperatur lebih rendah, dan terjadi perubahan fasa pada fluida yang bertemperatur tinggi tersebut yaitu dari

fasa uap ke fasa cair pada kondisi tekanan tetap [2]. Kondensor harus diatur tekanannya agar kevakumannya bisa terjaga. Faktor yang terpenting dalam membantu kinerja kondensor adalah banyaknya sirkulasi air pendingin yang masuk ke kondensor untuk mengkondensasikan uap dari exhaust turbin.

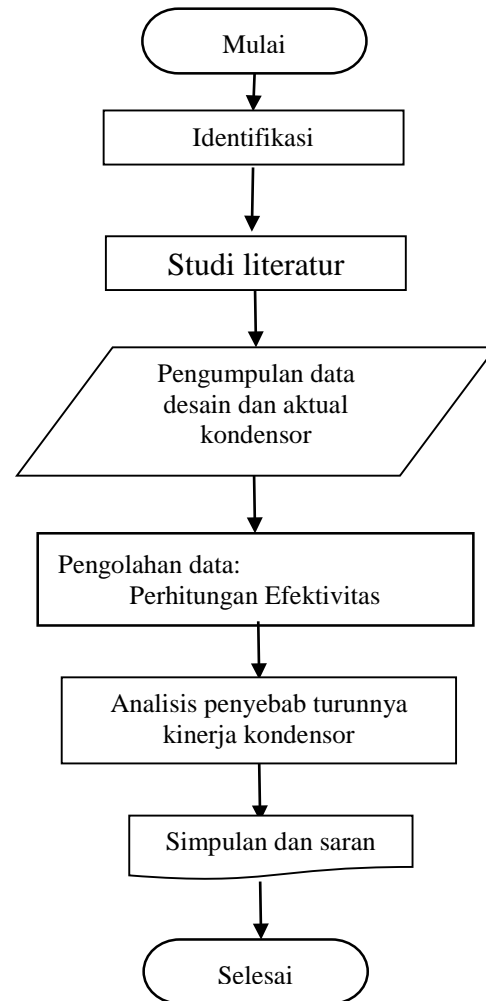
Kondensor pada PLTP Unit IV menggunakan jenis direct-contact. Yang dimaksud direct-contact yaitu kondensor yang menggunakan spray dalam mengkondensasikan uap dengan mencampurkannya secara langsung. Penggunaan spray berguna untuk percampuran uap dengan air pendingin dilakukan dengan jalan menyemprotkan air ke uap keluaran turbin, kemudian uap keluaran turbin bercampur dengan air pendingin dan menghasilkan uap yang hampir jenuh lalu dipompakan oleh hotwell pump menuju cooling tower [2].

Setelah dilakukannya overhaul pada kondensor, terdapat perbedaan pada nilai efektivitas kondensor yang berdasarkan pada parameter laju massa air pendingin, kondensat, dan uap keluaran turbin. Perhitungan efektivitas bertujuan untuk mengetahui apakah kegiatan overhaul berpengaruh atau tidaknya pada kondensor Unit IV.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir

Metode penelitian merupakan proses mendapatkan data yang digunakan untuk analisis teoritis yang diperlukan. Secara sistematis langkah-langkah penelitian sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Data berupa teori, analisis, rumus perhitungan maupun gambar kondensor Unit IV PLTP dilakukan dengan metode diantaranya:

1. Metode Observasi

Cara memperoleh data dilakukan dengan observasi langsung ke lokasi PLTP yang mana proses berlangsung. Dengan cara tersebut didapatkan data dari Central Control Room berupa data laju massa dan tempertur air pendingin, kondensat, dan uap keluaran turbin. Adapun tekanan kondensor dan uap keluaran turbin diambil dari tanggal 1-30 April 2017 pada pukul 07.30 WIB. Berikut beberapa foto yang didapat dari lokasi lokasi PLTP.

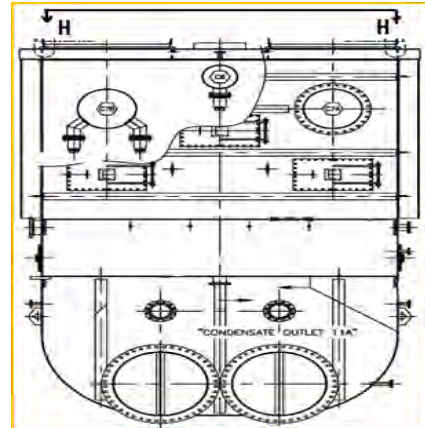


(a)

(b)



(c)



Gambar 2. (a) Kondensor CND-250, (b) Spray, (c) Kerangka bagian dalam kondensor, dan (d) Desain CND-250[3].

2. Metode Studi Pustaka

Data diperoleh melalui buku-buku literatur/sheet (manual book, vendor) serta buku-buku yang berkaitan dengan objek yang diamati. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui spesifikasi kondensor CND-250[4].

Tabel 1 Data Desain CND-250 Unit IV

KONDENSOR		
Manufacture Name		Yuba Heat Transfer, LLC-Ecolaire Division
Manufacturing Location		Tulsa, OK or other seller approved subcontractor in US
Serial No.		06-78770
Year		2007
Type		Direct Contact
Design Standard		
Circulating Water Quantity (inlet)	m ³ /h	7410,62
Condenser Pressure Drop	Mbar	207 (3 psi)
Air leakage allowance	kg/h	61,2
Condenser Load	kg/h	418,717
Steam Temperature	°C	55.1
Condenser pressure	Mbar a	160
Cooling water quantity	Cu m/h	7,410
Cooling water temperature		
Inlet	°C	26.2
Outlet	°C	51.8
Non Condensable in steam	kg/h	7,118
Materials		
Shell		A240, TP 318L SS (in contact with geothermal fluid)
Internal pipes		316L SS

Nozzles		318 SS
Water Distribution System		
Condenser	Spray/tray	Spray
Smallest opening for liquid	Mm	12.7 (1/2')
Gas Cooling Section	Spray/tray	Spray

Perhitungan efektivitas kondensor berdasarkan laju massa input berupa air pendingin dan uap keluaran turbin dengan output berupa laju massa air kondensat [5], maka efektivitas dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$\begin{aligned} &= \frac{H_{air\ pendingin} - H_{kondensat}}{H_{uap} - H_{kondensat}} \epsilon \\ &= \frac{\dot{m}_{air\ pendingin} h_{air\ pendingin} - \dot{m}_{kondensat} h_{kondensat}}{\dot{m}_{uap} h_{uap} - \dot{m}_{kondensat} h_{kondensat}} \end{aligned}$$

[Persamaan 1]

dengan:

$\dot{m}_{air\ pendingin}$: Laju massa air pendingin (kg/s)

$\dot{m}_{kondensat}$: Laju massa kondensat (kg/s)

\dot{m}_{uap} : Laju massa uap dari turbin (kg/s)

$h_{air\ pendingin}$: Enthalpy air pendingin (kJ/kg)

$h_{kondensat}$: Enthalpy kondensat (kJ/kg)

h_{uap} : Enthalpy uap dari turbin (kJ/kg)

3. Metode Wawancara

Metode wawancara cukup efektif dilakukan untuk memperoleh data, caranya dengan bertemu dan bertanya atau berdiskusi kepada seluruh jajaran staff di industri mengenai objek yang akan kita amati.

4. Metode Browsing Internet

Metode browsing internet mudah untuk dilakukan, data yang dibutuhkan cukup diambil dari internet dengan cara browsing dan data yang diinginkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Parameter Kondensor

Data parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan efektivitas kondensor berupa laju massa aliran dan enthalphy dari air pendingin, uap keluaran turbin dan air kondensat. Berikut data parameter yang dibutuhkan untuk menghitung efektivitas kondensor sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2 Data parameter kondensor

Tanggal dan Waktu	hair pendingin (kJ/kg)	huap (kJ/kg)	hkondensat (kJ/kg)	mair pendingin(kg/s)	muap ke turbin(kg/s)	mkondensat(kg/s)
2017-04-01 07:30:00	1256,03	217,69	2595,70	1984,58	98,08	2082,66
2017-04-02 07:30:00	1254,34	217,62	2594,70	2129,72	97,98	2227,71
2017-04-03 07:30:00	1253,35	215,08	2594,60	2057,29	96,58	2153,87
2017-04-04 07:30:00	1252,66	215,91	2594,20	1994,05	95,94	2089,99
2017-04-05 07:30:00	1254,01	217,84	2595,00	1987,90	95,94	2083,84
2017-04-26 07:30:00	1248,08	214,46	2593,50	1979,35	93,62	2072,97
2017-04-27 07:30:00	1249,16	214,08	2593,40	2091,12	93,39	2184,51
2017-04-28 07:30:00	1249,03	214,15	2593,40	2023,94	93,60	2117,54
2017-04-29 07:30:00	1246,40	211,40	2592,20	2257,78	94,01	2351,79
2017-04-30 07:30:00	1247,19	212,06	2592,70	2192,06	93,68	2285,73

Data Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan efektivitas kondensor sebelum dan sesudah overhaul sebagaimana Tabel 3 .

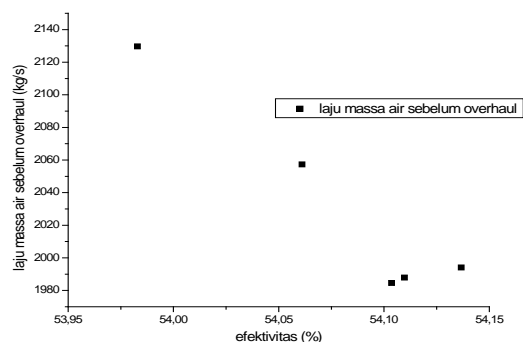
Tabel 3 Data hasil perhitungan efektivitas

Tanggal dan Waktu	Efektivitas%	Rata-rata Efektivitas %
2017-04-01 07:30:00	54,10	54,08
2017-04-02 07:30:00	53,98	
2017-04-03 07:30:00	54,06	
2017-04-04 07:30:00	54,14	
2017-04-05 07:30:00	54,11	
2017-04-26 07:30:00	54,25	54,11
2017-04-27 07:30:00	54,08	
2017-04-28 07:30:00	54,16	
2017-04-29 07:30:00	54,02	
2017-04-30 07:30:00	54,05	

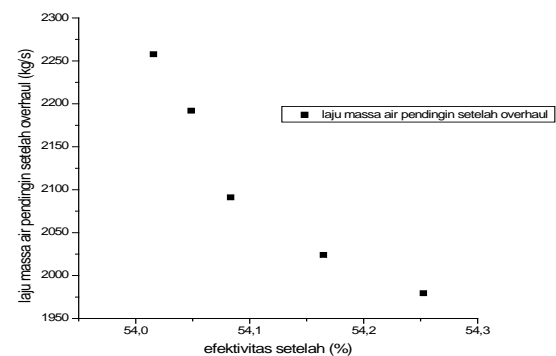
Dari data tersebut dalam Tabel 3 , dapat dihitung rata-rata dari efektivitas kondensor yaitu 54,08% (sebelum overhaul) dan 54,11% (setelah overhaul).

overhaul tertinggi senilai 2129,72 kg/s dengan nilai efektivitas 53,98%. Dan laju massa air pendingin terendah 1984,58 kg/s dengan efektivitas 54,10%. Tampak bahwa laju massa air pendingin bukanlah faktor penentu utama untuk meningkatkan kinerja kondensor.

Pembahasan Hasil Pengolahan Data Laju massa air pendingin



Gambar 3. Grafik perbandingan efektivitas dan laju massa air sebelum overhaul



Gambar 4 Grafik perbandingan efektivitas dan laju massa air setelah overhaul

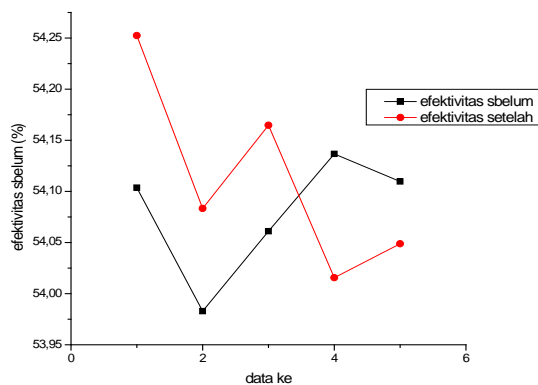
Laju massa air pendingin didapat dari air pendingin yang masuk melalui spray nozzle untuk mendinginkan input uap dari turbin. Laju massa air pendingin yang masuk ke kondensor sebelum

Pada grafik tersebut pada Gambar 4 diketahui bahwa efektivitas setelah overhaul tertinggi yaitu 54,16% dengan laju air pendingin 1979,35 kg/s sedangkan efektivitas terendah yaitu 54,02% dengan laju air pendingin

2257,78 kg/s, maka pada data tersebut terlihat bahwa laju massa air pendingin tidak terlalu mempengaruhi efektivitas karena data yang didapatkan fluktuatif.

Efektivitas kondensor

Efektivitas di kondensor digunakan untuk mengetahui kinerja kondensor dengan laju massa *input* berupa air pendingin dan uap keluaran turbin dengan *output* berupa laju massa air kondensat.



Gambar 5 Grafik perbandingan efektivitas sebelum dan sesudah overhaul

Pada grafik tersebut pada Gambar 5 dapat diketahui terjadi fluktuatif pada data setelah dan sebelum overhaul, namun terdapat kenaikan tertinggi pada efektivitas kondensor setelah overhaul dengan data 54,25% sedangkan data tertinggi saat sebelum overhaul 54,1%, sehingga pada efektivitas kondensor setelah overhaul adalah lebih tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulan hasil penelitian berupa:

1. Efektivitas kondensor meningkat sekitar 0,03% setelah overhaul, maka kinerja kondensor meningkat dengan dilakukannya overhaul dan pemeriksaan visual secara rutin untuk analisis kerusakan yang terjadi, dan
2. Laju massa air pendingin pada data mengalami fluktuatif dengan laju

massa air pendingin sebelum overhaul 2129,27 kg/s dan setelah overhaul 1979,35 kg/s, maka laju massa air pendingin bukanlah faktor utama untuk menentukan kinerja kondensor karena semakin besar laju massa air yang mengalir untuk mendinginkan kondensor bisa dengan cepat mengkondensasikan uap panas dari turbin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkit Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Wahyudi, Nanang, 1994, *Perancangan Kondensor Uap dan Pengaruh Variasi Temperatur Air Pendingin Masuk Kondensor*, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- [3] Anonim, Pertamina Geothermal Energy, Manual Book: *Ecolaire Division Yuba Heat Transfer LLC Condenser CND-250*.
- [4] Pertamina Geothermal Energy. 2013. *Engineering Document Mechanical Book II, Vol. 1 of 3*. Kamojang: PGE.
- [5] Moran, M. J dan Shapiro, H. N. 2007. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*, Amerika Serikat : John Wiley & Sons, Inc.