

**ANALISIS KINERJA PADA *HIGH PRESSURE HEATER 6* SEBELUM DAN
SESUDAH KEGIATAN PEMELIHARAAN PERIODIK SERIOUS
INSPECTION DI UNIT 5 PLTU SURALAYA BERDASARKAN
KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS KESELURUHAN**



**EKKY MEIDY DWIATNA
NIM: 41318120001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA PADA *HIGH PRESSURE HEATER 6* SEBELUM DAN SESUDAH KEGIATAN PEMELIHARAAN PERIODIK SERIOUS *INSPECTION* DI UNIT 5 PLTU SURALAYA BERDASARKAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS KESELURUHAN



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 26 Juli 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

(Alief Avicenna Luthfi, ST, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir
YAYASAN MENARA BHAKTI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

(Alief Avicenna Luthfi, ST, M.Eng)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ekky Meidy Dwiatna
NIM : 41318120001
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Pada *High Pressure Heater 6* Sebelum dan Sesudah Kegiatan Pemeliharaan Periodik *Serious Inspection* Di Unit 5 PLTU Suralaya Berdasarkan Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA

Jakarta, 26 Juli 2020



Ekky Meidy Dwiatna

PENGHARGAAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia – Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISIS KINERJA PADA HIGH PRESSURE HEATER 6 SEBELUM DAN SESUDAH KEGIATAN PEMELIHARAAN PERIODIK SERIOUS INSPECTION DI UNIT 5 PLTU SURALAYA BERDASARKAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS KESELURUHAN**”.

Tugas Akhir ini merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini semata-mata bukan karena kemampuan penulis sendiri. Tanpa bantuan dari berbagai pihak yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik saran, moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana beserta jajarannya yang telah memberikan izin dan fasilitas dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana beserta jajarannya yang telah memberikan izin dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Nanang Ruhiyat, ST. MT selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana beserta jajarannya yang telah memberikan izin dan kemudahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ayah, Ibu, Bibi, serta seluruh anggota keluarga yang selalu memberi motivasi, doa dan dukungan setiap waktu.
5. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng. selaku pembimbing sekaligus koordinator Tugas Akhir yang sabar dalam membimbing penulis.
6. Rekan-rekan kerja bidang pemeliharaan turbin uni 5-7 di PT. Indonesia Power yang telah memberikan toleransi dalam bekerja sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Teman-teman seperjuangan di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bantuan dan dorongan atas terselesaiannya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan Penulis di masa yang akan datang sangat diharapkan.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Jakarta, 26 Juli 2020

Ekky Meidy Dwiatna



ABSTRAK

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap adalah dengan menggunakan *Feedwater Heater (Heat Exchanger)*. *High Pressure Heater (HP Heater)* merupakan salah satu jenis dari *Feed Water Heater (Heat Exchanger)* yang berfungsi sebagai pemanas air pengisi lanjut bertekanan tinggi yang menggunakan uap panas hasil ekstraksi turbin sebagai media pemanasnya sebelum masuk economizer pada boiler. Tidak beroperasinya *high pressure heater (HP Heater)* dapat menyebabkan kerugian, dimana beban kinerja peralatan lain menjadi besar. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi penurunan kinerja dan pengaruh kegiatan periodik *serious inspection* terhadap kinerja HP *heater* berdasarkan metode koefisien perpindahan panas keseluruhan. Analisa kinerja ini dengan melakukan perhitungan laju perpindahan panas, luas bidang tegak lurus terhadap perpindahan panas, selisih temperatur rata-rata logaritmik (LMTD), serta faktor koreksi peralatan guna mencari nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan pada HP *heater*. Kesimpulan dari hasil perhitungan tersebut didapatkan nilai koefisien perpindahan panas HP *heater* secara desain sebesar $1089,76 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ dan secara aktual sebelum *serious inspection* sebesar $643 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ pada beban puncak (*full load*), yang menandakan kondisi aktual HP *heater* telah mengalami penurunan kinerja sebesar 39,89 % dari desain awal. Kemudian hasil perhitungan aktual HP *heater* setelah *serious inspection* didapat sebesar $827,88 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ pada beban puncak (*full load*). Dari data tersebut kinerja HP *heater* 6 unit 5 mengalami peningkatan kinerja dari nilai sebelum *serious inspection* sebesar 22,33 %.

Kata kunci: *Koefisiean perpindahan panas, Luas perpindahan panas, Log mean temperatur difference (LMTD), Laju perpindahan panas, Faktor koreksi*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

One way to improve efficiency in Steam Power Plants is to use a Feedwater Heater (Heat Exchanger). High Pressure Heater (HP Heater) is one type of Feed Water Heater (Heat Exchanger) that functions as a high pressure advanced filler water heater that uses hot steam from the extraction of the turbine as the heating medium before entering the economizer on the boiler. Non-operational high pressure heater (HP Heater) can cause losses, where the burden of performance of other equipment becomes large. Based on this background, the purpose of this study was to identify the decline in performance and the effect of periodic serious inspection activities on the performance of the HP heater based on the overall heat transfer coefficient method.. This performance analysis by calculating the heat transfer rate, broad field perpendicular to heat transfer, difference in average logarithmic temperature (LMTD), and equipment correction factors to find the overall heat transfer coefficient value on the HP heater. The results of these calculations obtained the value of the HP heater heat transfer coefficient design by $1089.76 \text{ W / m}^2 \cdot {}^\circ\text{C}$ and actually before serious inspection is $643 \text{ W / m}^2 \cdot {}^\circ\text{C}$ at peak load (full load), which indicates the actual condition of the HP heater has decreased performance by 39.89% from the initial design. Then the results of the actual calculation of the HP heater after serious inspection were $827.88 \text{ W / m}^2 \cdot {}^\circ\text{C}$ at peak load (full load). From these data the performance of the HP heater 6 unit 5 has increased the performance of the value before the serious inspection of 22.33%.

Keywords: Heat transfer coefficient, Heat transfer area, Log mean temperature difference (LMTD), heat transfer rate, correction factor



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TINJAUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 SIKLUS PLTU SURALAYA UNIT 5-7	5
2.2 FEEDWATER HEATER	9
2.2.1 Pengertian Umum <i>Feedwater Heater</i>	9
2.2.2 Jenis <i>Feedwater Heater</i>	9
2.3 HIGH PRESSURE HEATER (HP HEATER)	12
2.3.1 Pengertian Umum <i>High Pressure Heater (HP Heater)</i>	12
2.3.2 Zona <i>Desuperheating</i>	13
2.3.3 Zona <i>Condensing</i>	13
2.3.4 Zona <i>Subcooling</i>	14
2.3.5 Konstruksi <i>High Pressure Heater (HP Heater)</i>	14
2.3.6 Faktor Kinerja <i>High Pressure Heater</i>	22
2.3.7 Spesifikasi <i>High Pressure Heater</i>	29
2.3.8 Operasional <i>High Pressure Heater</i>	30
2.4 FAKTOR DAN DAMPAK PENURUNAN KINERJA HP HEATER	35

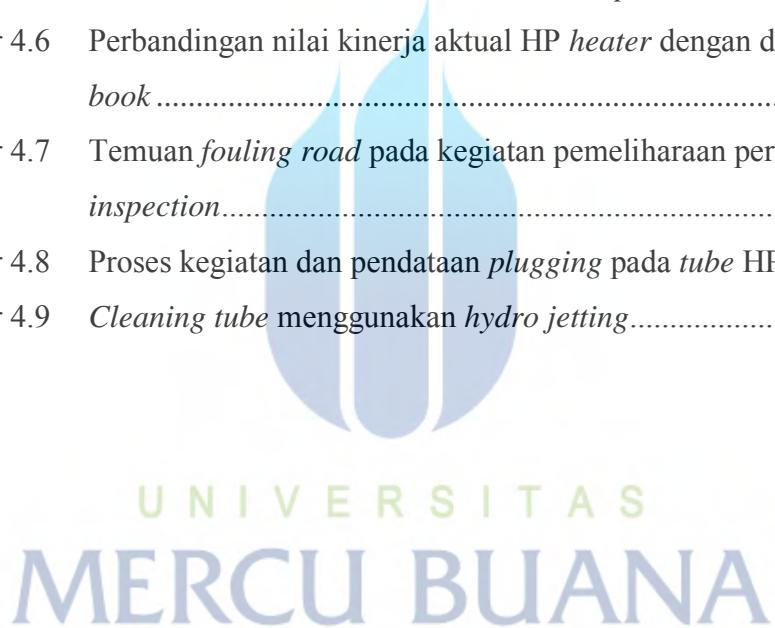
BAB III METODOLOGI	39
3.1 DIAGRAM ALIR	39
3.2 ALAT DAN BAHAN	41
3.2.1 Alat	41
3.2.2 Bahan	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 PENGUMPULAN DATA	44
4.2 PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS	47
4.3 PEMBAHASAN HASIL PERHITUNGAN	50
4.4 FAKTOR MENURUNNYA KINERJA HP HEATER DAN LANGKAH PEMELIHARAAN	56
BAB V PENUTUP	61
5.1 KESIMPULAN	61
5.2 SARAN	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus air dan uap PLTU Suralaya	5
Gambar 2.2	Siklus rankine pada PLTU	6
Gambar 2.3	Siklus <i>regenerative</i> dengan <i>open feedwater heater</i>	10
Gambar 2.4	<i>Open feedwater heater</i>	10
Gambar 2.5	Siklus <i>regenerative</i> dengan <i>close feedwater heater</i>	11
Gambar 2.6	<i>Close feedwater heater</i>	12
Gambar 2.7	Area kerja fluida pada <i>high pressure heater</i>	13
Gambar 2.8	Konstruksi <i>high pressure heater</i>	14
Gambar 2.9	Macam-macam bentuk <i>shell</i>	15
Gambar 2.10	Tipe susunan <i>tube</i>	15
Gambar 2.11	<i>Tube high pressure heater</i>	16
Gambar 2.12	<i>Feedwater nozzle</i>	16
Gambar 2.13	<i>Inlet outlet nozzle</i>	17
Gambar 2.14	<i>Plate baffle</i>	17
Gambar 2.15	<i>Rod baffle</i>	18
Gambar 2.16	<i>Channel</i> dan <i>channel cover</i>	19
Gambar 2.17	<i>Heater support</i>	19
Gambar 2.18	<i>Water level</i>	20
Gambar 2.19	<i>Tube sheet</i>	21
Gambar 2.20	<i>Venting valve</i>	22
Gambar 2.21	Arah aliran fluida searah dan berlawanan	24
Gambar 2.22	Grafik nilai F pada <i>high pressure heater</i>	28
Gambar 2.23	<i>High pressure heater 6</i>	30
Gambar 2.24	<i>Feedwater system</i>	31
Gambar 2.25	<i>High pressure heater system</i>	32
Gambar 2.26	<i>Extraction steam to hp heater system</i>	33
Gambar 2.27	<i>High pressure heater drain system</i>	34
Gambar 2.28	Kebocoran <i>tube hp heater</i>	36
Gambar 2.29	Kerusakan <i>shell</i>	36
Gambar 2.30	<i>Fouling road</i>	37
Gambar 3.1	Diagram alir tugas akhir	40

Gambar 3.2	<i>Temperature feedwater system.....</i>	42
Gambar 3.3	Laju aliran massa <i>feedwater.....</i>	42
Gambar 3.4	<i>Temperature extraction steam to hp heater</i>	43
Gambar 3.5	<i>Temperature hp heater drain</i>	43
Gambar 4.1	Grafik kinerja desain <i>manual book</i>	52
Gambar 4.2	Grafik kinerja aktual HP <i>heater 6 sebelum serious inspection</i>	52
Gambar 4.3	Grafik kinerja aktual HP <i>heater 6 sesudah serious inspection</i>	53
Gambar 4.4	Perbandingan nilai kinerja perpindahan panas keseluruhan HP <i>heater 6 secara desain dan sebelum serious inspection</i>	53
Gambar 4.5	Perbandingan nilai kinerja perpindahan panas keseluruhan HP <i>heater 6 secara sebelum dan sesudah serious inspection</i>	54
Gambar 4.6	Perbandingan nilai kinerja aktual HP <i>heater dengan desain manual book</i>	55
Gambar 4.7	Temuan <i>fouling road</i> pada kegiatan pemeliharaan periodic <i>serious inspection.....</i>	57
Gambar 4.8	Proses kegiatan dan pendataan <i>plugging</i> pada <i>tube HP heater.....</i>	58
Gambar 4.9	<i>Cleaning tube menggunakan hydro jetting.....</i>	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Properties of saturated water.....	25
Tabel 3.1	Peralatan yang digunakan	41
Tabel 4.1	Tabel desain kinerja HP <i>heater 6</i>	44
Tabel 4.2	Tabel aktual kinerja HP <i>heater 6</i> sebelum <i>serious inspection</i>	45
Tabel 4.3	Tabel aktual kinerja HP <i>heater 6</i> sesudah <i>serious inspection</i>	46
Tabel 4.4	Tabel perbandingan hasil perhitungan HP <i>heater</i>	50
Tabel 4.5	Ketersediaan <i>tube</i> HP <i>heater</i>	55



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Arti
U_i	Koefisien perpindahan panas keseluruhan ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)
\dot{Q}	Laju perpindahan panas (kJ/s)
LMTD	Selisih temperatur rata-rata logaritmik ($^\circ\text{C}$)
F	Faktor koreksi
A_i	Luas bidang perpindahan panas (m^2)
n	Jumlah <i>tube</i>
d	Diameter <i>tube</i> (m)
l	Panjang <i>tube</i> (m)
$T_{h \text{ in}}$	Temperatur fluida panas masuk ($^\circ\text{C}$)
$T_{h \text{ out}}$	Temperatur fluida panas keluar ($^\circ\text{C}$)
$T_{c \text{ in}}$	Temperatur fluida dingin masuk ($^\circ\text{C}$)
$T_{c \text{ out}}$	Temperatur fluida dingin keluar ($^\circ\text{C}$)
\dot{m}	Laju aliran massa fluida (kg/s)
C_p	Panas spesifik ($\text{J}/\text{kg.K}$)
ΔT	Selisih temperatur ($^\circ\text{C}$)
T_{fc}	Temperatur rata-rata fluida kerja dingin ($^\circ\text{C}$)
T_{fh}	Temperatur rata-rata fluida kerja panas ($^\circ\text{C}$)
T_1	Temperatur masuk pada sisi <i>shell</i> ($^\circ\text{C}$)
T_2	Temperatur keluar pada sisi <i>shell</i> ($^\circ\text{C}$)
t_1	Temperatur masuk pada sisi <i>tube</i> ($^\circ\text{C}$)
t_2	Temperatur keluar pada sisi <i>tube</i> ($^\circ\text{C}$)