

ANALISIS PERFORMA HIGH PRESSURE HEATER 5 SEBELUM DAN
SESUDAH PROSES RETUBING PLTU SURALAYA UNIT 3 DENGAN
BANTUAN SOFTWARE STEAM TABLE



ALLAMUDDIN MALIK
NIM: 41318120002

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERFORMA HIGH PRESSURE HEATER 5 SEBELUM DAN
SESUDAH PROSES RETUBING PLTU SURALAYA UNIT 3 DENGAN
BANTUAN SOFTWARE STEAM TABLE



Disusun oleh:

Nama: Allamuddin Malik
Nim: 41318120002
Program Studi: Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
MEI 2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMA HIGH PRESSURE HEATER 5 SEBELUM DAN SESUDAH
PROSES RETUBING PLTU SURALAYA UNIT 3 DENGAN BANTUAN SOFTWARE
STEAM TABLE



Disusun oleh:

Nama : Allamuddin Malik
Nim : 41318120002
Program Studi: Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal: 16 Juli 2020

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui

Dosen pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Dafit Feriyanto".

(Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D)

(Alief Avicenna Luthfie, ST.,M.Eng.)



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Koordinator tugas akhir".

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Allamuddin Malik

Nim : 4131820002

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Performa *High Pressure Heater 5* Sebelum dan Sesudah proses *Retubing* di PLTU Suralaya Unit 3 dengan bantuan *software steam table*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan tugas akhir dengan sesunggunya 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 mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di universitas mercu buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Juli 2020



(Allamuddin Malik)

PENGHARGAAN

Dalam penulisan tugas akhir ini penulisan banyak dapat perhatian dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. ALLAH SWT yang sanantiasa memberikan kesehatan, keluangan waktu, kemudahan, pemahaman, perlindungan, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini
2. Alief Avicenna Luthfie, ST.,M.Eng. selaku Koordinator tugas akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir
4. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa selama kegiatan kerja praktik dan penyusunan laporan tugas akhir.
5. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan yang mengalami suka duka yang sama dengan penulis dalam menyusun laporan tugas akhir yang merupakan syarat kelulusan mata kuliah tugas akhir pada program Sarjana Strata Satu (S1)

Dalam hal ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, 20 Juli 2020



(Allamuddin Malik)

ABSTRAK

Kebocoran pada *tube* adalah salah satu kerusakan yang sering terjadi pada *High Pressure Heater*. Salah satu cara untuk mengatasi kebocoran *tube* di *High Pressure Heater* adalah dengan cara *plugging* atau menyumbat ujung *tube* yang bocor dengan *plug* agar *tube* tidak teraliri air. *Plugging* dilakukan karena waktu *maintenance* yang dibutuhkan lebih sedikit dibanding *retubing* atau mengganti *tube* yang bocor dengan *tube* yang baru. Namun, *plugging* yang dilakukan pada *High Pressure Heater* memiliki batas maksimum. Jika *plugging* melewati batas maksimum maka *High Pressure Heater* akan mengalami penurunan performa sehingga perlu dilakukan *retubing*. Pemberian *plugging* diduga akan menurunkan laju perpindahan panas dari *High Pressure Heater*. *High Pressure Heater* 5 unit 3 PLTU PT. Indonesia Power UP Suralaya dilakukan *Retubing* atau penggantian *tube* pada bulan Oktober 2019. Metode deskriptif dan kuantitatif yang didasarkan pada studi kasus lapangan pada *High Pressure Heater* 5 PLTU Suralaya Unit 3 dan diperkuat dengan beberapa teori dan jurnal ilmiah. Data yang digunakan dalam penelitian ini dapatkan dari beberapa pihak terkait yaitu CCR (*Central Control Room*) Unit 3 dan 4 PLTU Suralaya, dan Pemeliharaan Turbin Unit 1-4 PLTU Suralaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa *High Pressure Heater* sebelum dan sesudah *retubing*. Setelah dilakukan *retubing* terjadi kenaikan nilai Laju Perpindahan Panas pada zona *Desuperheating*, *Condensing*, dan *Subcooling* sebesar 202,67 kW, 1119,87 kW, dan 604,11 kW. Nilai laju perpindahan panas total mengalami kenaikan dari 31865,15 kW menjadi 33791,8 kW. Hasil yang didapat pada penelitian ini dari perhitungan yang telah dilakukan dengan membandingkan antara sebelum dan sesudah penggantian HPH 5 adalah performa HPH 5 meningkat setelah dilakukan retubing karena tidak ada lagi *plugging* di *tube* HPH 5.

Kata kunci: *High Pressure Heater*, *retubing*, *plugging*, laju perpindahan panas



ABSTRACT
ANALYSIS OF HIGH PRESSURE HEATER 5
PERFORMANCE BEFORE AND AFTER RETUBING
ON PLTU SURALAYA UNIT 3

Leakage on the tube is one of the damage that often occurs in the High Pressure Heater. One way to deal with leakage tubes in High Pressure Heater is by plugging the end of the leaked tube with a plug so that the tube does not flow with water. Plugging is done because the required maintenance time is less than retubing or replacing a leaky tube with a new one. However, plugging is done on the High Pressure Heater has a maximum limit. If plugging exceeds the maximum limit, the High Pressure Heater will experience a decrease in performance, so it needs to be retubed. Provision of plugging is expected to reduce the rate of heat transfer from the High Pressure Heater. High Pressure Heater 5 units 3 PLTU PT. Indonesia Power UP Suralaya retubed or replaced the tube in October 2019. Descriptive and quantitative methods are based on field case studies in High Pressure Heater 5 Suralaya Unit 3 PLTU and are strengthened with several theories and scientific journals. The data used in this study were obtained from several related parties namely CCR (Central Control Room) Unit 3 and 4 Suralaya Power Plant, and Turbine Maintenance Unit 1-4 PLTU Suralaya. The purpose of this study was to determine the performance of the High Pressure Heater before and after retubing. After retubing, there was an increase in the value of the Heat Transfer Rate in the Desuperheating, Condensing, and Subcooling zones by 202,67 kW, 1119,87 kW, and 604,11 kW. The value of the total heat transfer rate has increased from 31865,15 kW to 33791,8kW. The results obtained in this study from the calculations that have been done by comparing between before and after the replacement of HPH 5 is the performance of HPH 5 improved after retubing because there is no more plugging in the HPH 5 tube

Keywords: *High Pressure Heater, retubing, plugging, heat transfer rate*



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	3
1.3.1. Tujuan Penelitian	3
1.3.2. Manfaat Penelitian	4
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN PENELITIAN	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PRINSIP KERJA PLTU	6
2.1.1. Komponen PLTU	7
2.1.2. Siklus Air Dan Uap	8
2.2. SIKLUS RANKINE PLTU	11
2.3. SISTEM AIR PENGISI BOILER	15
2.3.1. Sistem Aliran Air Pengisi	15
2.3.2. Sistem Aliran <i>Bleedsteam</i>	16

2.4. PERPINDAHAN PANAS	16
2.4.1 Konduksi	17
2.4.2 Konveksi	17
2.4.3 Radiasi	18
2.5. HEAT EXCHANGER	19
2.5.1. Tipe Heat Exchanger	19
2.5.2. Shell and Tube Heat Exchanger	21
2.6. <i>HIGH PRESSURE HEATER</i>	22
2.6.1. Zona Pada <i>High Pressure Heater</i>	24
2.7. ANALISIS PERFORMA HEAT EXCHANGER	26
2.7.1. Performa High Pressure Heater	26
2.7.2. Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan	27
2.7.3. Log Mean Temperature Different (LMTD)	28
2.7.4. Laju Perpindahan Panas	30
2.7.5. Laju Perpindahan Panas Keseluruhan	32
2.7.6. Efektivitas	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1. METODE PENELITIAN	35
3.2. WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN	36
3.3. DIAGRAM ALIR	36
3.4. TEKNIK PENGUMPULAN DATA	38
3.5. TEKNIK PENGOLAHAN DATA	41
3.6. TEKNIK ANALISIS DATA	41
3.7. SOFTWARE	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. PENGUMPULAN DATA	44

4.1.1. Spesifikasi <i>High Pressure Heater</i>	44
4.1.2. Data Operasi Sebelum dan Sesudah <i>Retubing</i>	47
4.2. PERHITUNGAN PERFORMA <i>HIGH PRESSURE HEATER</i>	49
4.2.1. Perhitungan Performa <i>High Pressure Heater</i>	49
4.3. DATA HASIL PERHITUNGAN	66
4.4. ANALISIS PERHITUNGAN	69
4.4.1. Analisis TTD, DCA dan TR	69
4.4.2. Analisis LMTD	70
4.4.3. Analisis Koefisien Perpindahan Panas Total	71
4.4.4. Analisis Laju Perpindahan Panas	72
4.4.5. Analisis Efektivitas HPH	73
BAB V PENUTUP	75
DAFTAR PUSTAKA	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Konversi Energi pada PLTU	7
Gambar 2.2 Siklus Air dan Uap	8
Gambar 2.3 Siklus Fluida kerja sederhana pada PLTU	12
Gambar 2.4 Siklus Rankine di PLTU Suralaya	13
Gambar 2.5 Feed Water Flow System PLTU Suralaya	15
Gambar 2.6 Bled Flow System PLTU Suralaya	16
Gambar 2.7 Pengaturan aliran pada double-pipe heat exchanger	20
Gambar 2.8 Konfigurasi aliran berbeda pada cross flow heat exchangers	20
Gambar 2.9 Skema shell and tube heat exchangers	21
Gambar 2.10 Pengaturan aliran multipass pada shell and tube heat exchangers	22
Gambar 2.11 Konstruksi <i>High Pressure Heater</i>	22
Gambar 2.12 <i>High Pressure Heater</i> 5 PLTU Suralaya	23
Gambar 2.13 <i>High Pressure Heater</i> heating zone	24
Gambar 2.14 Diagram zona <i>desuperheating, condensing</i> dan <i>subcooling</i>	25
Gambar 2.14 F One-shell pass and 2,4,6, etc. (any multiple of 2), tube passes	28
Gambar 3.1 Lokasi PLTU Suralaya	36
Gambar 3.2 Heat Ballance PLTU Suralaya	39
Gambar 3.3 Tampilan aplikasi Steam Table	43
Gambar 4.1 Tampilan Steam Table untuk mencari T_{sat}	49
Gambar 4.2 Zona pada <i>High Pressure Heater</i>	51
Gambar 4.3 Zona pada <i>High Pressure Heater</i>	36
Gambar 4.4 Diagram T-L LMTD Zona <i>Desuperheating</i>	36
Gambar 4.5 Diagram T-L LMTD Zona <i>Subcooling</i>	36
Gambar 4.6 Diagram T-L LMTD Zona <i>subcoolin</i>	36
Gambar 4.7 Diagram T-L LMTD Zona <i>Condensing</i>	36
Gambar 4.7 Diagram T-L LMTD Zona <i>Desuperheating</i>	58
Gambar 4.9 Zona pada <i>High Pressure Heater</i>	59
Gambar 4.10 Perbandingan Nilai TTD, DCA, dan TR	69
Gambar 4.11 Perbandingan Nilai LMTD	71
Gambar 4.12 Perbandingan Nilai Koefisien Perpindahan Panas Total	72
Gambar 4.13 Perbandingan Nilai Laju Perpindahan Panas	73

Gambar 4.14 Grafik nilai Thermal Effectiveness pada HPH 5 sebelum dan sesudah
retubing

74



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi HPH properties dan material yang akan diteliti	40
Tabel 4.1 Spesifikasi HPH berdasarkan <i>Manual Book</i>	40
Tabel 4.2 Data operasi sebelum penggantian HPH	40
Tabel 4.3 Data operasi sesudah penggantian HPH	40
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Performa <i>High Pressure Heater</i> sebelum <i>retubing</i>	66
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Performa <i>High Pressure Heater</i> sesudah <i>retubing</i>	67
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Performa <i>HPH</i> sebelum dan sesudah <i>retubing</i>	68

