



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA PENGARUH HIGH PRESSURE HEATER 1
INSERVICE DAN OUTSERVICE TERHADAP EFISIENSI
TERMAL PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

LINGGAR SETIAWAN NUGRAHA

21050111083004

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

2014

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Linggar Setiawan Nugraha

NIM : 21050111083004

Tanda Tangan :

Tanggal :



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PERSETUJUAN

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa DIII Kerjasama FT UNDIP – PT. PLN Bidang Mesin yang disusun oleh :

Nama : LINGGAR SETIAWAN NUGRAHA

NIM : 21050111083004

Judul PA : ANALISA PENGARUH HIGH PRESSURE HEATER 1 INSERVICE DAN OUTSERVICE TERHADAP EFISIENSI TERMAL PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN

Disetujui pada tanggal :

Semarang, Juli 2014

Dosen Pembimbing,

Drs. Juli Mrihardjono, MT
NIP 196007271986031004



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS TEKNIK**

TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 004 / VI / PA / DIII TM / 2014

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

N a m a : LINGGAR SETIAWAN NUGRAHA
NIM : 21050111083004
Judul Proyek Akhir : ANALISA PENGARUH HIGH PRESSURE
HEATER 1 INSERVICE DAN OUTSERVICE
TERHADAP EFISIENSI TERMAL PLTU 1
JAWA TIMUR PACITAN

Isi Tugas :

1. Mengetahui heat balance pada High Pressure Heater.
2. Menghitung dan membandingkan efisiensi termal PLTU pada kondisi *High Pressure Heater 1 inservice* dan *outservice*.
3. Menganalisis hasil penghitungan heat rate dan efisiensi termal.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini , dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang ,
Ketua Program DIII Kerjasama
FT UNDIP – PT PLN

Ir. Bambang Winardi, M.Kom
NIP 19611016 199303 1 002

Tembusan :

- Koordinator Proyek Akhir
- Dosen Pembimbing

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Linggar Setiawan Nugraha
NIM : 21050111083004
Program Studi : D III Teknik Mesin Kerjasama PT. PLN (Persero)
Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGARUH HIGH PRESSURE HEATER 1
INSERVICE DAN OUTSERVICE TERHADAP
EFISIENSI TERMAL PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Drs. Juli Mrihardjono, MT (.....)
Penguji : Drs. Juli Mrihardjono, MT (.....)
Penguji : Ir. Sutomo, M.Si (.....)
Penguji : Bambang Setyoko, ST. M.Eng (.....)

Semarang , Agustus 2014
Ketua Program DIII Kerjasama
FT UNDIP – PT PLN

Ir. Bambang Winardi, M.Kom
NIP 19611016 199303 1 002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : LINGGAR SETIAWAN NUGRAHA
NIM : 21050111083004
Jurusan/Program Studi : D III Teknik Mesin Kerjasama PT. PLN (Persero)
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISA PENGARUH HIGH PRESSURE HEATER 1 INSERVICE DAN OUTSERVICE TERHADAP EFISIENSI TERMAL PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal :
Yang menyatakan

(LINGGAR SETIAWAN N)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA PENGARUH HIGH PRESSURE HEATER 1 INSERVICE DAN OUTSERVICE TERHADAP EFISIENSI TERMAL PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang kerjasama dengan PT. PLN (Persero).

Berkenaan dengan selesainya Tugas Akhir ini, maka penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT., atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Ibu dan Ayah penulis yang selalu mendukung baik secara moral maupun material, yang selalu mengingatkan untuk menyelesaikan laporan praktek kerja lapangan ini.
3. Bapak Ir. Zainal Abidin, Ms selaku ketua Program Diploma III Fakultas teknik Universitas Diponegoro.
4. Bapak Bambang Setyoko, ST. M.Eng selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
5. Bapak Ir. Bambang Winardi, M.Kom selaku ketua program kerjasama FT UNDIP dengan PT. PLN (Persero).
6. Bapak Drs. Juli Mrihardjono, MT selaku dosen pembimbing penulis.
7. Bapak Drs Ireng Sigit A, M.Kes selaku ketua Program DIII Kerjasama FT Undip – PT.PLN bidang Teknik Mesin

8. Bapak Winanto sebagai Supervisor Mesin I di PLTU 1 Jawa Timur Pacitan.
9. Mas Riza, Mas Heru Purwanto, Mas Taufik dan rekan-rekan kerja di PLTU 1 Jawa Timur Pacitan yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.
10. Teman – teman seperjuangan di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Program Kelas Kerjasama PLN angkatan 2011.
11. Semua pihak yang telah membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tak luput dari kesalahan dan kekurangan. Karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan survey lapangan ini dapat berguna bagi kita semua, Aamiin.

Semarang, Juni 2014

LINGGAR SETIAWAN N

NIM : 21050111083004

ANALISA PENGARUH HIGH PRESSURE HEATER 1 INSERVICE DAN OUTSERVICE TERHADAP EFISIENSI TERMAL PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN

Abstrak

Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisa efisiensi termal pada PLTU 1 Jawa Timur pacitan untuk kondisi *High Pressure Heater 1 inservice* dan *outservice* yang bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan efisiensi termal saat *High Pressure Heater 1* tidak beroperasi dan besarnya kerugian yang diakibatkan akibat penurunan efisiensi termal tersebut. Pengambilan data dilakukan pada beban 300 MW, dengan pengambilan 15 data, satu data saat komisioning pada 16 maret 2013 dan 14 data diambil dari awal januari 2014 sampai awal mei 2014. Dari hasil analisa data dapat disimpulkan bahwa Efisiensi termal paling tinggi terjadi pada tanggal 22 april 2014 yaitu sebesar 44.84 % dan efisiensi termal paling rendah adalah pada 4 mei 2014 yaitu sebesar 41.09 % saat kondisi *HP Heater 1 inservice*. Saat dibandingkan antara efisiensi termal pada kondisi *HP Heater 1 inservice* dengan *outservice* rata-rata terjadi penurunan efisiensi termal sebesar $\pm 5\%$. Hal ini dapat menyebabkan naiknya konsumsi bahan bakar batu bara.

Kata kunci : High Pressure Heater, Heat Rate , Efisiensi Termal

ANALYSIS OF EFFECT HIGH PRESSURE HEATER 1 INSERVICE AND OUTSERVICE FOR THERMAL EFFICIENCY PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN

Abstract

Purpose of this final project to analysis on the thermal efficiency of the power plant in PLTU 1 Jawa Timur pacitan for conditions High Pressure Heater 1 inservice and outservice, so we can know the magnitude of decrease in thermal efficiency when High Pressure Heater 1 inservice and the magnitude of the loss caused due to a decrease in the thermal efficiency. Data collection was performed at load of 300 MW for 15 data collection, one data taken from commissioning at 16 march 2013 and 14 data taken from early January 2014 until early may 2014. From the data analysis it can be concluded that highest thermal efficiency occurred on 22 April 2014 is 44.84 % and the lowest thermal efficiency occurred on 4 may 2014 is 41.09% in condition HP Heater 1 inservice. When compared between the thermal efficiency of the inservice condition with outservice average decrease of thermal efficiency is $\pm 5\%$. This can cause a rise in the consumption of fuel coal.

Keywords : High Pressure Heater, Heat Rate , Thermal Efficiency

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.	iii
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR.	iv
HALAMAN PENGESAHAN.	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR/GRAFIK.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 .Pembatasan Masalah.....	2
1.3 . Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Sistematika Laporan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Siklus Rankine	5
2.1.1 Siklus Rankine Superheat	5
2.1.2 Siklus Rankine dengan Pemanasan Ulang.....	6
2.1.3 Siklus Rankine Regeneratif.	7

2.1.4 Siklus Rankine dengan Kogenerasi.	10
2.2 Heat Exchanger	11
2.2.1 Definisi Heat Exchanger.....	11
2.2.2 Perpindahan Kalor.	12
2.2.3 Klasifikasi Alat Penukar Kalor.....	14
2.3 High Pressure Heater	27
2.4 Efisiensi.....	30
2.4.1 Definisi Efisiensi.	30
2.4.2 Efisiensi Termal.....	31
BAB III PROSES PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	33
3.1 Tahap Persiapan.....	33
3.1.1 Identifikasi Masalah.....	33
3.1.2 Perumusan Masalah.....	34
3.1.3 Studi Literatur dan Studi Lapangan.....	34
3.2 Tahapan Pengumpulan Data	34
3.2.1 Pengambilan Data.....	36
3.2.2 Proses Pengambilan Data dan Hasil Data.....	38
BAB IV EVALUASI DAN PEMBAHASAN EFISIENSI TERMAL	51
4.1 Heat Balance	51
4.1.1 Perhitungan Heat Balance untuk Mass Flow HP Heater 1.....	51
4.1.2 Perhitungan Heat Balance untuk Mass Flow HP Heater 2.....	53
4.1.3 Perhitungan Heat Balance untuk Mass Flow HP Heater 3.....	56
4.2 Efisiensi Termal pada Kondisi HP Heater 1 Inservice.....	58
4.2.1 Flow Steam Cold Reheat.	58
4.2.2 Flow Steam Hot Reheat.....	61

4.2.3 Turbine Heat Rate.....	63
4.2.4 Efisiensi Termal.....	66
4.3 Efisiensi Termal pada Kondisi HP Heater 1 Outservice.....	67
4.3.1 Flow ekstraksi deaerator.....	68
4.3.2 Main Feed Water Flow.....	71
4.3.3 Flow Main Steam.....	73
4.3.4 Flow Steam Cold Reheat.....	76
4.3.5 Flow Steam Hot Reheat.....	79
4.3.6 Turbine Heat Rate.....	81
4.3.7 Efisiensi Termal.....	84
4.4 Pembahasan.....	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Siklus Rankine Superheat
- Gambar 2. 2 Siklus Rankine dengan pemanasan ulang
- Gambar 2. 3 Siklus Rankine Regeneratif dengan *Open Feedwater Heater*
- Gambar 2. 4 Siklus Rankine Regeneratif dengan *Close Feedwater Heater*
- Gambar 2. 5 Siklus Rankine Kogenerasi
- Gambar 2. 6 *Shell and Tube Heat Exchanger*
- Gambar 2. 7 Alat Penukar Kalor Tabung dan Pipa Tipe Pipa U
- Gambar 2. 8 *Double Pipe Heat Exchanger*
- Gambar 2. 9 Tipe pipa bersirip (*fins and tubes*)
- Gambar 2. 10 *Plate Heat Exchanger*
- Gambar 2. 11 *Spiral Heat Exchanger*
- Gambar 2. 12 Aliran *Counterflow* pada Penukar Panas
- Gambar 2. 13 Aliran *Parallel* pada Alat Penukar Panas
- Gambar 2. 14 Aliran *Crossflow* pada Alat Penukar Panas
- Gambar 2. 15 *High Pressure Heater*
- Gambar 2. 16 Siklus Rankine
- Gambar 3. 1 Skema Pelaksanaan Tugas Akhir
- Gambar 3. 2 Feed Water System
- Gambar 3. 3 Condensate water
- Gambar 3. 4 Extraction steam
- Gambar 3. 5 HP dan LP Heater Drain System
- Gambar 3. 6 SH dan RH system
- Gambar 3. 7 Software tabel uap
- Gambar 4. 1 Grafik hubungan Flow feed water dengan Flow ekstraksi HPH 1
- Gambar 4. 2 Grafik hubungan Flow feed water dengan Flow ekstraksi HPH 2
- Gambar 4. 3 Grafik hubungan Flow main steam dengan Flow steam cold reheat
- Gambar 4. 4 Grafik hubungan Flow steam cold reheat dengan flow
- Gambar 4. 5 Grafik hubungan Flow steam hot reheat dengan turbin heat rate
- Gambar 4. 6 Grafik hubungan Flow water outlet deaerator dengan
- Gambar 4. 7 Grafik hubungan Flow spray superheater dengan
- Gambar 4. 8 Grafik hubungan Flow main feed water dengan flow main steam

- Gambar 4. 9 Grafik hubungan Flow main steam dengan Flow steam cold reheat
- Gambar 4. 10 Grafik hubungan Flow steam cold reheat dengan
- Gambar 4. 11 Grafik hubungan Flow steam hot reheat dengan
- Gambar 4. 12 Grafik heat rate bulan maret 2013 dan januari 2014
- Gambar 4. 13 Grafik efisiensi termal bulan maret 2013 dan januari 2014
- Gambar 4. 14 Grafik heat rate bulan maret 2014 dan april 2014
- Gambar 4. 15 Grafik efisiensi termal bulan maret 2014 dan april 2014
- Gambar 4. 16 Kebocoran spray desuperheater
- Gambar 4. 17 Grafik heat rate bulan april 2014 dan mei 2014
- Gambar 4. 18 Grafik efisiensi termal bulan april 2014 dan mei 2014

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Spesifikasi High Pressure Heater
- Tabel 3. 1 Variabel penghitungan *Turbine Heat Rate*
- Tabel 3. 2 Hasil Pengambilan Data
- Tabel 4. 1 Hasil perhitungan *Extraction HPH 1 (G_{1s})*
- Tabel 4. 2 Hasil perhitungan *Extraction HPH 2 (G_{2s})*
- Tabel 4. 3 Hasil perhitungan *Extraction HPH 3 (G_{3s})*
- Tabel 4. 4 Hasil perhitungan *Flow Steam Cold Reheat (G_{crh})*
- Tabel 4. 5 Hasil perhitungan *Flow Steam Hot Reheat (G_{hrh})*
- Tabel 4. 6 Hasil perhitungan *Turbine Heat Rate (Thr)*
- Tabel 4. 7 Hasil perhitungan efisiensi termal
- Tabel 4. 8 Hasil perhitungan *Flow ekstraksi deaerator (G_{4s})*
- Tabel 4. 9 Hasil perhitungan *Main flow feed water ($G_{fw'}$)*
- Tabel 4. 10 Hasil perhitungan *Flow main steam ($G_{ms'}$)*
- Tabel 4. 11 Hasil perhitungan *Flow steam cold reheat ($G_{crh'}$)*
- Tabel 4. 12 Hasil perhitungan *Flow steam hot reheat ($G_{hrh'}$)*
- Tabel 4. 13 Hasil perhitungan *Turbine Heat Rate (Thr')*
- Tabel 4. 14 Hasil perhitungan efisiensi termal