



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA KINERJA HIGH PRESSURE HEATER #1 UNIT #20
DI PT PJB UBJ O&M PLTU REMBANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

YOHANES ADI SANTOSO

20150112083017

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT. PLN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JULI 2015

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 : YOHANES ADI SANTOSO

NIM : 21050112083017

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 JULI 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : YOHANES ADI SANTOSO

NIM : 21050112083017

Program Studi : PSD III Teknik Mesin Kerjasama FT UNDIP – PT PLN

Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja High Pressure Heater #1 Unit #20 di PT
PJB UBJ O&M PLTU Rembang

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 : (.....)

Pembimbing : (.....)

Penguji : (.....)

Penguji : (.....)

Semarang,

Ketua Program DII Kerjasama

FT Undip - PT PLN

Ir. Bambang Winardi, M.Kom

NIP 196106161993031002

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : YOHANES ADI SANTOSO
NIM : 21050112083017
Jurusan/Program Studi : PSD III Teknik Mesin
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 KINERJA HIGH PRESSURE HEATER #1 UNIT #20 DI PT
PJB UBJ O&M PLTU REMBANG”**

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 :

Pada Tanggal :

Yang menyatakan

(YOHANES ADI SANTOSO)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program DIII Kerjasama FT Undip – PT. PLN bidang Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak sekali terima kasih khususnya kepada :

1. Ir. H. Zainal Abidin, M.S. selaku ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
2. Ir. Bambang Winardi, M.Kom. selaku Ketua Program Kerjasama DIII FT UNDIP – PT PLN (Persero)
3. Bambang Setyoko, ST, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
4. Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes selaku Koordinator Bidang Teknik mesin Program DIII Kerjasama FT Undip – PT. PLN (Persero) sekaligus dosen pembimbing kegiatan Tugas Akhir
5. Drs. Sutrisno, M.T. selaku dosen wali kelas PLN angkatan 2012 PSD III Teknik Mesin FT UNDIP
6. Bapak Wawan Ardiansyah selaku supervisor shift B unit produksi PT PJB UBJ O&M PLTU Rembang.
7. Mas Surya, Mas Muis, Mas Andre dan rekan-rekan unit produksi di PT PJB UBJ O&M PLTU Rembang.

8. Ibu dan Ayah penulis yang selalu mendukung baik secara moral maupun material.
9. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Diploma III Teknik Mesin angkatan 2012.
10. Semua pihak yang telah membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini. Akhirnya penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 10 Juli 2015

YOHANES ADI SANTOSO

ABSTRAKSI

ANALISA KINERJA HIGH PRESSURE HEATER #1 UNIT #20 DI PT PJB UBJ O&M PLTU REMBANG

High pressure heater (HPH) merupakan alat penukar kalor yang berfungsi memberi pemanasan awal pada air umpan untuk meningkatkan efisiensi pembangkit. HPH pada PLTU Rembang telah dioperasikan sejak tahun 2011 sehingga dimungkinkan mengalami penurunan kinerja karena terjadi pengotoran. Melihat pentingnya peran HPH, maka perlu dianalisa kinerjanya. Analisa dilakukan dengan membandingkan antara kinerja pada awal operasi tahun 2011 dengan kinerja pada tahun 2015. Jika ditemukan penurunan kinerja maka harus dicari penyebab dan solusinya.

Analisa dilakukan terhadap HPH #1 Unit #20. Perhitungan dilakukan untuk mencari nilai terminal temperature difference (TTD), drain cooler approach (DCA), laju aliran uap ekstraksi (\dot{m}), koefisien perpindahan kalor keseluruhan (U), dan effectiveness (ϵ) sebagai indikator kinerja. Data parameter yang dibutuhkan sebagai untuk perhitungan diambil dari riwayat operasi pada komputer pemantau operasi central control room. Variabel kontrol yang digunakan adalah luasan area perpindahan kalor dan beban unit 300 MW.

Dari hasil analisa diketahui bahwa terjadi kenaikan nilai TTD sebesar 3,09 °C dan kenaikan nilai DCA sebesar 2,38°C yang disebabkan oleh ketidakakuratan level meter pada sistem pengatur level drain uap ekstraksi sehingga perlu dilakukan perbaikan level meter. Terjadi kenaikan nilai \dot{m} sebesar 0,551 ton/jam yang disebabkan oleh kerusakan erosi pada restriction orifice jalur suplai uap ekstraksi sehingga perlu dilakukan penggantian restriction orifice atau throttling pada check valve jalur uap ekstraksi. Terjadi penurunan nilai U sebesar 0,25 kJ/m²/s/°C yang disebabkan oleh pengotoran. Perlu penyelidikan lebih lanjut mengenai kondisi pengotoran agar dapat ditentukan metode pembersihan yang tepat. Nilai effectiveness mengalami penurunan sebesar 0,002 yang relatif kecil.

Kata kunci : effectiveness, heater

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS OF HIGH PRESSURE HEATER #1 UNIT #20 AT PT PJB UBJ O&M PLTU REMBANG

High pressure heater (HPH) is a heat exchanger that applies pre-heating for boiler feedwater in purpose to increase plant efficiency. HPH in PLTU Rembang has been operated since early unit operation in 2011, therefore its performance may has decreased due to fouling. Considering the significant role of HPH, it is important to analyze its performance. Analysis is done by comparing between heater performance in early operation in 2011 and in 2015. If performance decrease is found, the cause and solution should be determined.

The object of analysis is HPH #1 Unit #20. Calculated performance indicators includes terminal temperature difference (TTD), drain cooler approach (DCA), Extraction steam flow rate (\dot{m}), overall heat transfer coefficient (U), and effectiveness (ϵ). Data of parameters required in calculation are obtained from operation monitoring computer in central control room. Control variable used in analysis are heat transfer area and unit load 300 MW.

From the result of the analysis, an increase in TTD value of 3,09 °C and DCA value of 2,38°C were found due to inaccuracy of drain level meter in drain level regulator system and it is needed to fix the level meter. There is an increase of 0,551 ton/hour in \dot{m} value due to errotion of restriction orifice in extraction steam supply line. To solve this, the orifice plate should be replaced with a new one, or throttling should be applied to extractin steam line check valve. There is a decrease of 0,25 kJ/m²/s/°C in U value due to fouling. To handle this, further research should be taken to discover fouling condition and consider the most proper cleaning method. A decrease of 0,002 in effectiveness value was found and is relatively small.

Keywords : effectiveness, heater

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Alasan Memilih Judul	3
1.5 Tujuan Tugas Akhir	4
1.6 Metode Pengumpulan Data	4
1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Siklus Air dan Uap	7
2.2 Sistem Air Umpan	11
2.3 Perpindahan Kalor	13
2.4 Alat Penukar Kalor	17
2.5 High Pressure Heater	19
2.6 Kinerja High Pressure Heater	21
BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR	28
3.1 Obyek Tugas Akhir	28

3.2	Perencanaan Penelitian	33
3.3	Pengambilan Data	34
3.4	Urutan Perhitungan	37
3.5	Pengolahan Data	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 48

4.1	Terminal Temperature Difference (TTD)	48
4.2	Drain Cooler Approach (DCA)	49
4.3	Laju Aliran Uap Ekstraksi ()	52
4.4	Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan (U)	54
4.5	Effectiveness ()	56

BAB V PENUTUP 59

5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Air dan Uap di PT PJB UBJ O&M PLTU Rembang.....	7
Gambar 2.2 Perpindahan kalor konduksi.....	14
Gambar 2.3 Aliran <i>parallel-flow</i> dan <i>counterflow</i>	17
Gambar 2.4 Aliran <i>cross flow</i> pada <i>heat exchanger</i>	18
Gambar 2.5 <i>Shell and tube heat exchanger</i>	18
Gambar 2.6 Konstruksi <i>high pressure heater</i>	19
Gambar 2.7 <i>High Pressure Heater</i> PLTU Rembang.....	20
Gambar 2.8 TTD dan DCA.....	22
Gambar 2.9 Grafik faktor koreksi LMTD.....	25
Gambar 3.1 Sistem air umpan.....	30
Gambar 3.2 <i>Heater drains and vents system</i>	31
Gambar 3.3 Pembagian area perpindahan kalor pada HPH.....	32
Gambar 3.4 Skema perencanaan penelitian Tugas Akhir	33
Gambar 3.5 Format tabel data pengoperasian HPH.....	35
Gambar 3.6 Parameter perhitungan kinerja HPH	38
Gambar 3.7 Grafik <i>LMTD Correction Factor</i>	40
Gambar 3.8 Grafik <i>LMTD Correction Factor</i>	45
Gambar 4.1 Grafik TTD <i>High Pressure Heater</i> #1	49
Gambar 4.2 Grafik DCA <i>High Pressure Heater</i> #1.....	50

Gambar 4.3 Pengaturan level <i>drain High Pressure Heater</i>	51
Gambar 4.4 Level meter lokal HPH #1.....	52
Gambar 4.5 Grafik laju aliran uap ekstraksi HPH #1	53
Gambar 4.6 Grafik koefisien perpindahan kalor keseluruhan HPH #1	55
Gambar 4.7 Grafik <i>effectiveness</i> HPH #1	57
Gambar 4.8 Jendela aplikasi Chemicalogic Steam Tab Companion	64
Gambar 4.9 Menu “Saturated” Chemicalogic Steam Tab Companion.....	65
Gambar 4.10 Menu “Superheated/Subcooled” Steam Tab Companion	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 TTD <i>High Pressure Heater</i> #1	48
Tabel 4.2 DCA <i>High Pressure Heater</i> #1	50
Tabel 4.3 Laju aliran uap ekstraksi <i>High Pressure Heater</i> #1	53
Tabel 4.4 Koefisien perpindahan kalor keseluruhan HPH #1	54
Tabel 4.5 <i>Effectiveness High Pressure Heater</i> #1	57

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Parameter HPH #1 Unit #20 Bulan Nopember 2011- April 2012.....62
2. Data Parameter HPH #1 Unit #20 Bulan Maret-April 2015.....63
3. Cara Menggunakan Aplikasi Steam Table Untuk Mencari Nilai Temperatur Saturasi dan Entalpi.....64