



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERHITUNGAN PERFORMA HIGH PRESSURE HEATER #1
TIPE SHELL AND TUBE DI UNIT 2 PLTU 1 JAWA TIMUR
PACITAN
PADA BEBAN 200 MW**

TUGAS AKHIR

**RIWI NAROTAMA PRIYANGGA
21050111083009**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

SEMARANG

2014



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERHITUNGAN PERFORMA HIGH PRESSURE HEATER #1
TIPE SHELL AND TUBE DI UNIT 2 PLTU 1 JAWA TIMUR
PACITAN
PADA BEBAN 200 MW**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

**RIWI NAROTAMA PRIYANGGA
21050111083009**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**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 : RIWI NAROTAMA PRIYANGGA

NIM : 21050111083009

Tanda Tangan :

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : RIWI NAROTAMA PRIYANGGA
NIM : 21050111083009
Jurusan / Program Studi : TEKNIK MESIN / DIPLOMA III
Judul Proyek Akhir : PERHITUNGAN PERFORMA *HIGH PRESSURE*
HEATER #1 TIPE SHELL AND TUBE DI UNIT 2
PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN PADA
BEBAN 200 MW

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. Indartono, M.Par, M.Si (.....)
Penguji I : Drs. Indartono, M.Par, M.Si (.....)
Penguji II : Ir. Sutomo, M.Si (.....)
Penguji III : Drs. Wiji Mangestiyono, M.T (.....)

Semarang, Agustus 2014
Ketua PSD III Teknik Mesin

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

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

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

Nama : Riwi Narotama Priyangga
NIM : 20150111083009
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / Diploma III
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 berjudul :

“Perhitungan Performa *High Pressure Heater* #1 Tipe *Shell and Tube* di unit 2 PLTU 1 Jawa Timur-Pacitan Pada Beban 200 MW”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan 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

Riwi Narotama Priyangga

NIM 21050111083009

HALAMAN MOTTO

Motto :

1. Diam tak akan menyelesaikan masalah, tetapi banyak bicara akan membuat masalah semakin rumit. Maka dari itu bergeraklah dengan sedikit bicara.
2. Tidak ada kesengsaraan yang menyedihkan, yang ada adalah cobaan yang akan membuat kita semakin kuat.
3. Pengalama adalah guru yang paling sempurna.
4. Bekerjalah seakan kau akan hidup selamanya, dan beribadahlah seakan kau tidak dapat melihat hari esok.
5. Janganlah terpengaruh dengan orang lain, yakinlah akan kemampuanmu sendiri.
6. Tidak ada orang yang bodoh di dunia ini, yang ada hanyalah orang yang malas untuk berfikir.
7. Tak ada yang abadi di dunia ini, kecuali ilmu yang bermanfaat untuk orang lain.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Persembahan :

1. Segala puja dan puji syukur senantiasa saya panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayahnya.
2. Salawat serta salam tak henti – hentinya saya curahkan kepada Nabi Agung MUHAMMAD SAW yang telah memberikan contoh yang baik tentang arti kehidupan.
3. Kedua orang tua, kedua kakak, serta seluruh keluarga dan teman yang telah mendoakan untuk kelancaran selama ini.
4. Saudari Kartika Puspa Dewi yang tak henti – hentinya memberi semangat.
5. Bapak Bambang Setyoko, ST, M.Eng selaku Ketua Progam Studi Diploma III Teknik Mesin yang telah mengijinkan kita melaksanakan tugas akhir.
6. Bapak Ir. Bambang Winardi. M.Kom selaku ketua Program Diploma III Kerjasama FT Undip – PT PLN.
7. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto. M.Kes selaku pengurus Program Diploma III Kerjasama FT Undip – PT PLN dan selaku dosen wali, yang selalu memberikan arahan, motivasi, serta kemudahan dalam segala kesulitan.
8. Bapak Drs. Indartono. M.par. M.Si selaku selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memotivasi selama proses pengerjaan tugas akhir.
9. Seluruh tim yang bekerja di PLTU Pacitan yang telah membimbing dan memberikan masukan – masukan selama proses pengerjaan tugas akhir.
10. Teman – teman D3 Mesin yang telah membantu dan memberikan semangat.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir di PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir yang dilakukan penulis merupakan salah satu syarat dalam kurikulum pendidikan Program Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Tugas Akhir yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui penerapan teori yang diperoleh di bangku kuliah ke dalam dunia industri. Tugas Akhir ini juga mendekatkan hubungan dunia perguruan tinggi dengan dunia industri selama melaksanakan kerja praktek di PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN.

Tugas pembuatan laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh guna memenuhi syarat kelulusan pada Program Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Laporan ini disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, interview dan data-data dari literatur yang didapat oleh penulis dan bantuan orang-orang yang terkait yang selalu membantu penulis.

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan kerja praktek ini, antara lain:

1. Allah Yang Maha Kuasa yang telah memberi penulis nikmat hidup, kesehatan, dan keselamatan.
2. Nabi Muhammad S.A.W yang telah membawa risalah Allah untuk umat manusia.

3. Kedua orang tua penulis yang telah mendukung baik moral dan materil.
4. Sigit Supriadi, Selaku pelaksana SDM PT. Pembangkitan Jawa Bali PLTU 1 Jawa Timur Pacitan yang telah membantu dalam perizinan di perusahaan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian.
5. Bapak Winanto selaku supervisor maintenance mesin satu dan bapak Arie selaku Supervisor produksi D yang telah membimbing penulis.
6. Bapak Ir. H. Zaenal Abidin, M.S. selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
7. Bapak Bambang Setyoko, ST, M.Eng selaku Ketua Jurusan PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
8. Bapak Ir. Bambang Winardi, M.Kom selaku Ketua Program Diploma III Kerjasama FT Undip – PT PLN.
9. Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes selaku Koordinator Bidang Teknik Mesin Program DIII Kerjasama FT. Undip – PT.PLN dan selaku dosen Wali
10. Bapak Drs. Indartono, M.Par, M.Si selaku Dosen Pembimbing.
11. Karyawan dan mekanik mesin satu PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN yang senantiasa membantu dalam kelancaran menyelesaikan tugas selama penelitian.
12. Teman-teman Mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Mesin.
13. Dan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas laporan kerja praktek ini.

Penulis sadar bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. ”Tak Ada Gading yang Tak Retak”, pribahasa yang menyatakan bahwa tidak ada sesuatu yang sempurna. Oleh karena itu apabila terdapat kesalahan baik dalam penulisan atau isi laporan, penulis mohon maaf.

Semarang, 2014

Penulis

Riwi Narotama Priyangga

21050111083009

ABSTRAKSI

PERHITUNGAN PERFORMA HIGH PRESSURE HEATER #1 TIPE SHELL AND TUBE DI UNIT 2 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN PADA BEBAN 200 MW

High pressure heater adalah alat yang digunakan untuk memanaskan air umpan boiler dengan memanfaatkan uap ekstraksi *High pressure turbine* dan *Intermediet pressure turbine*. Performa *High pressure heater* sangat mempengaruhi efisiensi dari boiler. Performa *High pressure heater* ditentukan oleh DCA (*Drain Cooler Approach*), TTD (*Terminal Temperature Difference*), dan *Overall Heat Transfer Coefficient* (U). Tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisa performa *High pressure heater* #1 di PLTU 1 Jawa Timur Pacitan.

Alat utama dari pengambilan data ini adalah *High pressure heater* #1 yang berada di PLTU 1 Jawa Timur Pacitan. Pengambilan data dilakukan pada beban 200 MW pada bulan Oktober 2013 dan April 2014.

Hasil analisa data pada beban 200 MW di bulan Oktober 2013 diketahui bahwa nilai TTD - 6,334 °C, DCA 1,839 °C, U 2399,97 kJ/h. m². °C. Hasil analisa data pada beban 200 MW di bulan April 2014 diketahui bahwa nilai TTD - 4,902 °C, DCA 1,979 °C, U 2096,5 kJ/h. m². °C. *High pressure heater* #1 Pada beban 200 MW kondisi TTD selisihnya 1,432 °C, DCA selisihnya 0,14 °C, U selisihnya 303,47 kJ/h. m². °C. dari perhitungan dapat diketahui bahwa *High pressure heater* #1 PLTU 1 Jawa Timur Pacitan masih bekerja kurang baik dan mengalami penurunan performa.

Kata kunci : *High pressure heater, High pressure heater, High pressure heater, Drain Cooler Approach, Terminal Temperature Difference, dan Overall Heat Transfer Coefficient.*

ABSTRACT

CALCULATION PERFORMANCE OF HIGH PRESSURE HEATER #1 TYPE SHELL AND TUBE IN UNIT 2 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN ON 200 MW LOAD

High pressure heater is device use to heat the boiler feed water by utilizing extraction steam of High pressure turbine and Intermediet pressure turbine.. High pressure heater performance greatly effect to the efficiency of the boiler. High pressure heater performance is determined by DCA (Drain Cooler Approach), TTD (Terminal Termperture Difference), and Overall Heat Transfer Coefficient (U). This thesis aims to analyze performance of High pressure heater #1 in PLTU 1 Pacitan East Java.

The main tool of this data collection is a High pressure heater #1 in PLTU 1 Pacitan East Java. Data collection was performed at 200 MW load in October 2013 and April 2014.

The analyze result at 200 MW load in October 2013 can be seen that value of TTD - 6,334 °C, DCA 1,839 °C, U 2399,97 kj/h. m². °C. The analyze result at 200 MW load in April 2014 can be seen that value of TTD - 4,902 °C, DCA 1,979 °C, U 2096,5 kj/h. m². °C. High pressure heater #1 at 200 MW load have difference TTD 1,432 °C, DCA 0,14 °C, U 303,47 kj/h. m². °C. From the calculation known that the High pressure heater #1 PLTU 1 Pacitan East Java can't work in good condition and the performance was go down.

Key Word : High pressure heater, High pressure heater, High pressure heater, Drain Cooler Approach, Terminal Termperture Difference, dan Overall Heat Transfer Coefficient.

DAFTAR ISI

Halama Judul.....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Halaman Tugas Proyek Akhir.....	iii
Halaman Persetujuan.....	iv
Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir	vi
Halaman Motto	vii
Halaman Persembahan.....	viii
Kata Pengantar	ix
Abstraksi.....	xii
Abstract.....	xiii
Daftar Isi	xiv
Daftar Gambar.....	xvii
Daftar Tabel.....	xix
Daftar Lambang.....	xx
Daftar Lampiran.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4 Alasan Memilih Judul	4
1.5 Tujuan Penelitian	4

1.5.1 Tujuan Akademis	5
1.5.2 Tujuan Teknis	5
1.6 Metodologi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Siklus Air dan Uap	7
2.2 Prinsip Kerja <i>Feed Water System</i>	11
2.3 Perpindahan Panas.....	12
2.3.1 Pancaran (Radiasi)	12
2.3.2 Hantaran (Konduksi)	13
2.3.3 Aliran (Konveksi)	14
2.4 Alat Perpindahan Panas.....	15
2.4.1 Berdasarkan Proses Perpindahannya	16
2.4.2 Berdasarkan Tingkat Luas Permukaan Perpindahan Panas	17
2.4.3 Berdasarkan Konstruksi	17
2.4.4 Berdasarkan Susunan Aliran Fluida	21
2.4.5 Berdasarkan Jumlah Fluida Yang Saling Bertukar Energy	24
2.4.6 Berdasarkan Mekanisme Perpindahan Yang Dominan	24
2.5 <i>High Pressure Heater</i>	25
BAB III METODOLOGI	29
3.1 Metode Penelitian	29
3.2 Metode Observasi	33
3.2.1 Data Untuk Perhitungan	33
3.2.2 Data Yang Diperoleh Dari Pencarian Manual	38

BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Rumus Yang Digunakan	41
4.1.1 TTD (<i>Terminal Temperature Different</i>)	42
4.1.2 DCA (<i>Drain Cooler Approach</i>)	42
4.1.3 <i>Overall Heat Transfer Coefficient (U)</i>	42
4.2 Perhitungan Performa.....	43
4.2.1 Perhitungan TTD (<i>Terminal Temperature Different</i>)	46
4.2.2 Perhitungan DCA (<i>Drain Cooler Approach</i>).....	47
4.2.3 Perhitungan <i>Overall Heat Transfer Coefficient</i>	48
4.3 Pembahasan Hasil Perhitungan	50
BAB V PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Air dan Uap	7
Gambar 2.2	<i>Feed Water System</i>	12
Gambar 2.3	Perpindahan Panas Radiasi	13
Gambar 2.4	Perpindahan Panas Konduksi	14
Gambar 2.5	Perpindahan Panas Konveksi Pada Angin Darat Dan Laut.....	15
Gambar 2.6	Tipe Tabung dan Pipa (<i>Shell and Tube</i>).....	18
Gambar 2.7	Tipe Tabung dan Pipa dengan dua pipa (<i>Shell and Tube With Double Pipe</i>).....	18
Gambar 2.8	Tipe pipa bersirip (<i>fins and tube</i>)	19
Gambar 2.9	Tipe pelat (<i>plate heat exchanger</i>).....	20
Gambar 2.10	Tipe Spiral (<i>spiral heat exchanger</i>)	20
Gambar 2.11	Penukar panas tipe aliran berlawanan	22
Gambar 2.12	Penukar panas tipe aliran sejajar	23
Gambar 2.13	Penukar panas tipe aliran silang.....	23
Gambar 2.14	Aliran air umpan dan uap ekstraksi.....	26
Gambar 2.15	<i>High Pressure Heater</i>	28
Gambar 3.1	<i>Flow Chart Diagram</i>	30
Gambar 3.2	Penunjukan letak data <i>feed water flow</i>	35
Gambar 3.3	Penunjukan letak <i>Text Contents</i>	36
Gambar 3.4	Penunjukan letak data 2M_FMFLOW	36
Gambar 3.5	Klik tombol <i>trend menu</i>	36

Gambar 3.6	Trend menu	37
Gambar 3.7	<i>Menu tanggal</i>	37
Gambar 3.8	Memilih tanggal	38
Gambar 3.9	<i>Steam property</i>	39
Gambar 3.10	Data <i>enthalpy</i>	39
Gambar 4.1	Simbol penamaan	41
Gambar 4.2	Aplikasi <i>steam table</i>	46
Gambar 4.3.	<i>Main Hole High Pressure Heater #1</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi <i>High Pressure Heater</i>	27
Tabel 3.1	Data <i>Feed Water</i> Oktober 2013 pada beban 200 MW.....	33
Tabel 3.2	Data uap ekstraksi Oktober 2013 pada beban 200 MW.....	34
Tabel 3.3	Data <i>Feed Water</i> April 2014 pada beban 200 MW.....	34
Tabel 3.4	Data uap ekstraksi April 2014 pada beban 200 MW.....	35
Tabel 3.5	Data entalpy water Oktober 2013.....	40
Tabel 3.6	Data entalpy water April 2014.....	40
Tabel 4.1	Data rata – rata pada Oktober 2013.....	44
Tabel 4.2	Data rata – rata pada April 2014.....	45
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan <i>High Pressure Heater #1</i> pada beban 200 MW.....	50

DAFTAR LAMBANG

Simbol	Keterangan	Penggunaan Pertama Halaman
A	Total heating surface	42
h_i	Inlet feed water entalpy	41
h_o	Outlet feed water entalpy	41
LMTD	Log Mean Temperature Differential	42
\dot{m}	Mass flow feed water	43
P_i	Inlet pressure feed water	41
P_o	Outlet pressure feed water	41
p_i	Inlet pressure steam	41
p_o	Inlet pressure steam	41
Q	Kalor feed water	42
T_i	Feed water inlet temperature	41
T_o	Feed water outlet temperature	41
t_i	steam inlet temperature	41
t_o	steam outlet temperature	41
U	Overall Heat Transfer Coeficient	41

DAFTAR LAMPIRAN

1. Extraction Steam
2. High Pressure Heater and Low Pressure Heater Drain System
3. Feedwater System
4. Penempatan High Pressure Heater di Rumah Turbin

DAFTAR PUSTAKA

- Incropera, F.P., David, P.D. 1996. *Fundamentals Of Heat And Mass Transfer fourth edition*. United States: John Wiley & Sons.
- Incropera. *Fundamentals Of Heat And Mass Transfer sixth edition*.
- Koestoer, Raldi Artono. 2002. *Perpindahan Kalor Untuk Mahasiswa Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Pitts, Donald dan Leighton Sissom. 2008. *Perpindahan Kalor / Edisi Kedua*. Erlangga.
- PLTU 1 Jawa Timur Pacitan. *Turbine Performance Test Report Of Unit No 1*
- Prijono, Arko. 1987. *Principles Of Heat Transfer*. Erlangga.
- PT PLN (Persero) Unit Pendidikan Dan Pelatihan Suralaya. 2008. *Termodinamika*.
- Tugas Akhir : Martien, Yepta D. 2013. *Analisa Operasional Dan Tidak Operasionalnya Heat Exchanger 3 Pada PLTU 1 Jawa Tengah Rembang*. Semarang : Universitas Diponegoro.