



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERHITUNGAN KINERJA PERPINDAHAN PANAS *LOW*
PRESSURE HEATER 5 DAN 6 UNIT 1 PADA BEBAN 350
MWPLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

**DEVI ANANTANUR
21050112083010**

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

SEMARANG

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 : DEVI ANANTANUR

NIM : 21050112083010

Tanda Tangan :

Tanggal :

TUGAS PROYEK AKHIR
No. : 05 / V / PA / DIII TM / 2014

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

Nama : DEVI ANANTANUR
NIM : 21050112083010
Judul Proyek Akhir : PERHITUNGAN KINERJA PERPINDAHAN PANAS
LOW PRESSURE HEATER 5 DAN 6 UNIT 1 PADA
BEBAN 350 MW PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG
AWAR-AWAR

Isi Tugas :

1. Menghitung Terminal Temperature Difference dan Drain Cooler Approach
2. Menghitung koefisien perpindahan panas Low Pressure Heater
3. Menghitung Effectiveness Low Pressure Heater

Demikian agar diselesaikan selambat-lambatnya 2 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini, dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 6 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang,
Ketua Program DIII Kerjasama
FT. UNDIP – PT. PLN

Ir. Bambang Winardi, M.Kom
NIP. 19610616 199303 1 002

Tembusan

- Koordinator Proyek Akhir
- Dosen Pembimbing

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : DEVI ANANTANUR
NIM : 21050112083010
Jurusan / Program Studi : TEKNIK MESIN / DIPLOMA III
Judul Proyek Akhir : PERHITUNGAN KINERJA PERPINDAHAN
PANAS *LOW PRESSURE HEATER* 5 DAN 6 UNIT 1
PADA BEBAN 350 MW PLTU 3 JAWA TIMUR
TANJUNG AWAR-AWAR

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 I : Drs. Juli Mrihardjono, MT (.....)
Penguji II : Bambang Setyoko, ST, M.Eng (.....)
Penguji III : Alaya Fadllu H.M. ST, M.Eng (.....)

Semarang, Agustus 2015
Ketua PSD III Teknik Mesin

Bambang Setyoko, ST, M.Eng
NIP.196809011998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Devi Anantanur
NIM : 21050112083010
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** (*Non-exclusive royalty Free Right*) atas karya ilmiah berjudul :

“PERHITUNGAN KINERJA PERPINDAHAN PANAS *LOW PRESSURE HEATER* 5 DAN 6 UNIT 1 PADA BEBAN 350 MW PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif 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,

Devi Anantanur
NIM.21050112083010

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Tugas Akhir yang penulis susun merupakan salah satu syarat dalam kurikulum pendidikan PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Penyusunan Tugas Akhir dilaksanakan bersamaan dengan pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan / Magang di PLTU 3 Jawa Timur TanjungAwar-AwarTuban.

Tugas Akhir yang penulis susun memiliki tujuan untuk mengetahui penerapan teori yang diperoleh di bangku perkuliahan dan menerapkannya di dunia industri. Laporan dalam bentuk Tugas Akhir ini disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, interview dan data-data dari literatur yang didapatkan penulis selama magang di PLTU 3 Jawa Timur TanjungAwar-Awar.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang sudah banyak membantu penulis menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Zainal Abidin, Ms selaku ketua Program Diploma III Fakultas teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Bambang Setyoko, ST, M.Eng selaku ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Ir. Bambang Winardi, M.Kom selaku ketua program kerjasama FT UNDIP dengan PT. PLN (Persero).
4. Bapak Drs.JuliMriharjono, MT selaku dosen pembimbing penulis

5. Tim Produksimesin 1 PLTU 3 JawaTimurTanjungAwar-Awar yang tidakdapat kami sebutkansatu per satu.
6. Teman – teman seperjuangan di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Program Kelas Kerjasama PLN angkatan 2012.
7. Semua pihak yang telah membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan 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 Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua, Aamiin.

Semarang, Juli 2015

Penulis

PERHITUNGAN KINERJA PERPINDAHAN PANAS *LOW PRESSURE HEATER* 5 DAN 6 UNIT 1 PADA BEBAN 350 MW PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR

Alat penukar panas merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam suatu industri yang melibatkan proses transfer panas seperti pembangkit listrik. Di pembangkit listrik, ada banyak alat penukar panas yang dapat melakukan proses transfer panas. Salah satunya adalah unit *Low Pressure Heater*.

Low Pressure Heater merupakan alat penukar panas bertipe *Shell and Tube* dengan susunan pipanya berupa Pipa U. PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-Awar yang terdiri dari 2 unit yang beroperasi memasang masing – masing 4 unit *Low Pressure Heater*, yaitu *Low Pressure Heater* 7-8, *Low Pressure Heater* 6 dan *Low Pressure Heater* 5. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui kinerja dari *Low Pressure Heater* tersebut atau tepatnya pada *Low Pressure Heater* 5 dan 6. Dengan metode *effectiveness – NTU*, akan diketahui seberapa besar efektivitas yang diberikan oleh *Low Pressure Heater* 5 dan 6 tersebut. Penulis membatasi analisa alat penukar panas ini ketika unit 1 PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-Awar beroperasi pada beban 350 MW.

Dengan proses perhitungan metode *effectiveness – NTU* tersebut, diperoleh bahwa nilai efektivitas rata - rata yang diberikan ketika unit operasi pada beban 350 MW adalah sekitar 0,83 sehingga performa *Low Pressure Heater* 5 dan 6 masih dalam kondisi yang baik untuk dioperasikan.

Kata Kunci : *Shell and Tube, Alat Penukar Panas, Low Pressure Heater, Effectiveness, NTU*

HEAT TRANSFER PERFORMANCE CALCULATION OF LOW PRESSURE HEATER 5 AND 6 UNIT 1 ON 350 MW LOAD PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR

Heat Exchanger is an important component in the field of industries which brought some heat transfer's processes like a power plant. In this industries, there are many heat exchangers which brought heat transfer process. One of them is Low Pressure Heater.

Low Pressure Heater is a Shell and Tube heat exchanger with U-Pipe piping structure inside the heater. PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-Awar which has 2 operational units set 4 units of Low Pressure Heater. There are Low Pressure Heater 7-8, Low Pressure Heater 6 and Low Pressure Heater 5 in each operational unit. The purpose of this thesis is for knowing the performance of one of the low pressure heaters, for exactly Low Pressure Heater 5 and 6. Using the Effectiveness – NTU method, the writer will know the number of effectiveness which given by this low pressure heater. The writer also limit the performance analysis of Low Pressure Heater when unit 1 of PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-Awar operate on 350 MW load.

After analyzing with the effectiveness – NTU method, it gives the average effectiveness when the unit operate on 350 MW load is 0,83. Therefore, the Low Pressure Heater 5 and 6's performance is absolutely in a good condition

Keywords : Shell and Tube, Heat Exchanger, Low Pressure Heater, Effectiveness, NTU

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Surat Tugas Proyek Akhir	iii
Lembar Pengesahan	iv
Lembar Pengesahan	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Tugas Akhir	4
1.5 Metode Pengumpulan Data	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Water and Steam Cycle</i>	8

2.2 Prinsip Kerja Air Kondensat	12
2.3 Perpindahan Panas	14
2.4 Alat Penukar Kalor	17
2.5 <i>Low Pressure Heater</i>	29
BAB III PROSEDUR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	31
3.1 Tahapan Persiapan	31
3.2 Pengertian	35
3.3 Pengambilan Data	38
3.4 Urutan Perhitungan	45
BAB IV EVALUASI DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Perhitungan <i>Effectiveness Low Pressure Heater</i> 5 dan 6 Pada Beban 350 MW	53
4.2 Pembahasan	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67

Daftar Pustaka

Daftar Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Air dan Uap	11
Gambar 2.2 <i>Condensate Water and Make Up Water System</i>	12
Gambar 2.3 Perpindahan Panas secara Radiasi.....	15
Gambar 2.4 Perpindahan Panas secara Konduksi	16
Gambar 2.5 Perpindahan Panas secara Konveksi	17
Gambar 2.6 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	20
Gambar 2.7 Alat Penukar Kalor Tabung dan Tipe Pipa U	22
Gambar 2.8 <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	22
Gambar 2.9 Susunan <i>Fin</i> dan <i>Tube</i> pada Penukar Panas Tipe Pipa Bersirip.....	23
Gambar 2.10 <i>Plate Heat Exchanger</i>	24
Gambar 2.11 <i>Spiral Heat Exchanger</i>	25
Gambar 2.12 Aliran <i>Counterflow</i> pada Penukar Panas.....	26
Gambar 2.13 Aliran <i>Parallel</i> pada Alat Penukar Panas.....	27
Gambar 2.14 Aliran <i>Crossflow</i> pada Alat Penukar Panas.....	28
Gambar 2.15 <i>Low Pressure Heater 6</i>	30
Gambar 2.16 <i>Low Pressure Heater 5</i>	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Air Umpan pada <i>LP Heater</i>	33
Gambar 3.2 Diagram Alir <i>Drains System</i>	35
Gambar 3.3 Software <i>Steam Table</i>	37
Gambar 3.4 Software <i>Steam Table</i>	38

Gambar 3.5 Menu utama computer CCR 1.....	42
Gambar 3.6 Tampilan menu <i>condensate system</i>	43
Gambar 3.7 Tampilan menu <i>LP drain system</i>	44
Gambar 3.8 Perjanjian Tanda Nilai <i>massflow</i> dan <i>enthalpy LP Heater</i>	45
Gambar 3.9 Perjanjian Tanda Nilai Temperatur dan Tekanan <i>LP Heater</i>	46
Gambar 3.10 Grafik <i>LMTD Correction Factor</i>	50
Gambar 4.1 Grafik <i>LMTD Correction Factor</i>	58
Gambar 4.2 Grafik <i>LMTD Correction Factor</i>	64
Gambar 4.3 Grafik Efektivitas Grafik Efektivitas <i>LP Heater Unit 5 dan 6</i>	67
Gambar 4.4 Grafik Koefisien Perpindahan Panas <i>LP Heater 5 dan 6</i>	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Low Pressure Heater</i> 5 dan 6	32
Tabel 3.2 Format Data <i>Low Pressure Heater</i> 40	
Tabel 3.3 Format Data Perhitungan <i>Low Pressure Heater</i>	41
Tabel 4.1 <i>Data Low Pressure Heater</i> 5 pada Tanggal 27 Februari 2015	54
Tabel 4.2 <i>Data Low Pressure Heater</i> 6 pada Tanggal 27 Februari 2015	60