

**ANALISIS CATU KALOR DAN EFEKTIVITAS *HIGH PRESSURE*
HEATER (HPH 7) DI UNIT 1 PLTU INDRAMAYU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

ARDIAN RAMADHAN PRADANA

20130130309

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**ANALISIS CATU KALOR DAN EFEKTIVITAS *HIGH PRESSURE*
HEATER (HPH 7) DI UNIT 1 PLTU INDRAMAYU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

ARDIAN RAMADHAN PRADANA

20130130309

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

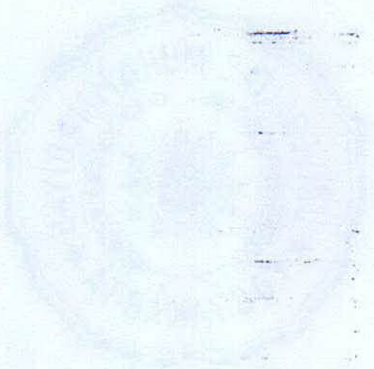
2017

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
1207 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

HALAMAN MOTTO

**Ilmu adalah kunci kesuksesan
Kekayaan, kebahagiaan, dan kelebihan
Dapat dimiliki dengan menguasai ilmu**

**Tuntutlah ilmu, tapi jangan melupakan ibadah,
dan kerjakanlah ibadah tetapi tidak boleh lupa
ilmu.**

(Hasan Al Basri)

**Orang yang bisa menguasai waktu dia menguasai
dunia**

**Raihlah kesuksesan seiring dengan berjalannya
waktu
Einstein**

**Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada
kemudahan. Maka apabila kamu selesai (dari
suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-
sungguh (urusan) yang lain.**

(Q.S. Al Insyiroh: 6-7)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Yang paling utama,

Syukur Alhamdulillah Rabbil'alamin, sembah sujudku kepada Tuhanku Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan dan kekuatan untuk melakukan penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Papa dan Mama Tercinta

Terimakasih kuucapkan kepada papa dan mama yang amat sebesar-besarnya yang selalu mendukung, memberikan semangat, motivasi, perhatian, kasih sayang dan doa yang tiada henti-hentinya untuk anakmu ini. Mungkin atas pencapaian ini belum bisa membalas segalanya yang telah beliau berikan kepadaku. Tetapi Rama akan selalu berusaha membuat papa dan mama bangga dan bahagia.

Adik-adiku Tersayang

Terimakasih aku ucapkan kepada tiga adikku Aditya, Andhika dan Akmal yang telah memberikan motivasi kepadaku ketika aku butuh kalian, Tugas Akhir ini merupakan langkah awal bagi kakak dalam mewujudkan impian kakak meraih gelar S-1. Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini kalian dapat lebih giat dan semangat dalam meraih Pendidikan yang lebih tinggi dari kakak.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayat dan bimbingan-Nya selama ini sehingga penulis tugas akhir dengan judul “Analisis Catu Kalor Dan Efektivitas *High Pressure Heater* (Hph 7) Di Unit 1 Pltu Indramayu” dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini merupakan pertanggung jawaban penulis sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terhadap apa yang telah penulis amati dan pelajari selama menjalani perkuliahan dan merupakan syarat kelulusan.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam pelaksanaan kerja praktik serta penulisan tugas akhir ini khususnya kepada:

1. Allah Yang Maha Kuasa yang atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa selalu memberikan doa agar penulis diberikan kemudahan, kelancaran, dan selalu memberi semangat kepada penulis.
3. Bapak Novi Caroko, S.T., M.eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Tito Hadji Agung Santoso S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas akhir Jurusan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Thoharudin S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir Jurusan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Bapak Muhammad Nadjib S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Penguji Tugas akhir Jurusan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas

7. Bapak Deni Rahmat selaku Supervisor Operasi Shift A dan Bapak Mario selaku Supervisor Operasi Shift E PT. PJB UBJ O&M PLTU Indramayu.
8. Bapak Ermawan Surya Prahasta selaku Pembimbing Lapangan PT. PJB UBJ O&M PLTU Indramayu.
9. Seluruh staff dan karyawan yang ada di PT. PJB UBJ O&M PLTU Indramayu yang telah menerima saya dengan baik selama melakukan tugas akhir.
10. Semua teman-teman Jurusan Teknik Mesin S1 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah mendukung dan memberikan semangat, serta memberikan bantuan dalam proses tugas akhir.
11. Semua pihak –pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar bisa menjadi perbaikan. Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca.

Yogyakarta, 20 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pernyataan	iii
Halaman Motto	iv
Halaman Persembahan.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran	xiii
Daftar Notasi dan Singkatan.....	xiv
Intisari	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Pengumpulan data	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Perpindahan Panas	5
2.2.2 Perpindahan Kalor Konduksi (Stedi Satu Dimensi).....	8
2.2.3 Alat Penukar Kalor	11
2.2.4 Pemilihan Alat Penukar Kalor Tipe <i>Shell and Tube</i>	20
2.2.5 Konstruksi Alat Penukar Kalor Tipe <i>Shell and Tube</i>	21
2.2.6 Bagian-Bagian Alat Penukar Kalor Tipe <i>Shell and Tube</i>	23
2.2.7 Bentuk Geometri Alat Penukar Kalor Tipe <i>Shell and Tube</i>	25

2.2.8	Deskripsi <i>High Pressure Heater</i> 7.....	28
2.2.9	Analisis Perpindahan Kalor pada <i>High Pressure Heater</i> 7	29
2.2.10	Pembangkit Listrik Tenaga Uap	35
BAB III METODE PERHITUNGAN		
3.1	Spesifik High Pressure Heater	37
3.2	Metode Perhitungan.....	37
3.3	Diagram Alir Perhitungan.....	40
3.4	Pengambilan Data.....	41
3.4.1	Data untuk laju aliran massa (\dot{m}).....	41
3.4.2	Data untuk Δh	41
3.5	Skema Perhitungan	42
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Perhitungan Catur Kalor (Q) dan Efektivitas (ϵ) HPH 7.....	44
4.1.1	Perhitungan HPH 7 Data <i>Commisioning</i>	44
4.1.2	Perhitungan HPH 7 Data Aktual.....	63
4.2	Perbandingan Hasil Perhitungan <i>Commisioning</i> dan Aktual	82
4.2.1	<i>Subcooling Zone</i>	82
4.2.2	<i>Condensing Zone</i>	82
4.2.3	<i>Desuperheating Zone</i>	82
4.3	Pembahasan	83
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	84
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....		85

4.2	Parameter h_1' <i>Commissioning</i>	45
4.3	Parameter h_1'' <i>Commissioning</i>	46
4.4	Parameter h_2' <i>Commissioning</i>	46
4.5	Parameter h_2'' <i>Commissioning</i>	47
4.6	Parameter T_{saturasi} <i>Commissioning</i>	47
4.7	Parameter $h_{\text{sat,f}}$ dan $h_{\text{sat,g}}$ <i>Commissioning</i>	48
4.8	Jalur sisi Masuk dan Keluaran <i>Feedwater Commissioning</i>	48
4.9	Parameter h_A' dan h_A'' <i>Commissioning</i>	49
4.10	Parameter h_D' dan h_D'' <i>Commissioning</i>	50
4.11	Zona Perpindahan Panas <i>Subcooling HPH 7 Commissioning</i>	51
4.12	Distribusi Temperatur <i>Subcooling Commissioning</i>	53
4.13	Zona Perpindahan Panas <i>Condensing HPH 7 Commissioning</i>	54
4.14	Distribusi Temperatur <i>Condensing Commissioning</i>	57
4.15	Zona Perpindahan Panas <i>Desuperheating HPH 7 Commissioning</i>	58
4.16	Distribusi Temperatur <i>Desuperheating Commissioning</i>	59
4.17	Diagram T-h HPH 7 data <i>Commissioning</i>	61
4.18	Distribusi LMTD HPH data <i>Commissioning</i>	62
4.19	Jalur sisi Masuk dan Keluaran <i>Steam Aktual</i>	64
4.20	Parameter h_1' <i>Aktual</i>	64
4.21	Parameter h_1'' <i>Aktual</i>	65
4.22	Parameter h_2' <i>Aktual</i>	65
4.23	Parameter h_2'' <i>Aktual</i>	66
4.24	Parameter T_{saturasi} <i>Aktual</i>	66
4.25	Parameter $h_{\text{sat,f}}$ dan $h_{\text{sat,g}}$ <i>Aktual</i>	67
4.26	Jalur sisi Masuk dan Keluaran <i>Feedwater Aktual</i>	67
4.27	Parameter h_A' dan h_A'' <i>Aktual</i>	68
4.28	Parameter h_D' dan h_D'' <i>Aktual</i>	69
4.29	Zona Perpindahan Panas <i>Subcooling HPH 7 Aktual</i>	70
4.30	Distribusi Temperatur <i>Subcooling Aktual</i>	72
4.31	Zona Perpindahan Panas <i>Condensing HPH 7 Aktual</i>	73
4.32	Distribusi Temperatur <i>Condensing Aktual</i>	76

4.33	Zona Perpindahan Panas <i>Desuperheating</i> HPH 7 Aktual.....	77
4.34	Distribusi Temperatur <i>Desuperheating</i> Aktual.....	78
4.35	Diagram T-h HPH 7 data Aktual	80
4.36	Distribusi LMTD HPH data Aktual.....	81

DAFTAR TABEL

2.1	Nilai Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh dalam Penukar Kalor	34
3.1	Spesifikasi HPH 7 PLTU Indramayu.....	37
3.2	Distribusi Suhu Pada Tiap Zona	38
3.3	Distribusi <i>Enthalpy</i> Pada Tiap Zona	41
4.1	Data Proses HPH 7 <i>Commisioning</i>	44
4.2	Distribusi Temperatur <i>Subcooling Zone Commisioning</i>	51
4.3	Distribusi Temperatur T_B Terhadap <i>Enthalpy Data Commisioning</i>	52
4.4	Distribusi Temperatur <i>Condensing Zone Commisioning</i>	55
4.5	Distribusi Temperatur T_C Terhadap <i>Enthalpy Data Commisioning</i>	55
4.6	Perpindahan Panas Keseluruhan Perhitungan Kondisi <i>Commisioning</i>	60
4.7	Nilai Temperatur Masing-masing Zona <i>Commisioning</i>	61
4.8	Nilai <i>Enthalpy</i> Masing-masing Zona <i>Commisioning</i>	61
4.9	Data Proses HPH 7 Aktual.....	63
4.10	Distribusi Temperatur <i>Subcooling Zone</i> Aktual	70
4.11	Distribusi Temperatur T_B Terhadap <i>Enthalpy Data</i> Aktual	71
4.12	Distribusi Temperatur <i>Condensing Zone</i> Aktual	74
4.13	Distribusi Temperatur T_C Terhadap <i>Enthalpy Data</i> Aktual	74
4.14	Perpindahan Panas Keseluruhan Perhitungan Kondisi Aktual	79
4.15	Nilai Temperatur Masing-masing Zona Aktual	80
4.16	Nilai <i>Enthalpy</i> Masing-masing Zona Aktual	80
4.17	Perbandingan Hasil Perhitungan <i>Subcooling Commisioning</i> dan Aktual ...	82
4.18	Perbandingan Hasil Perhitungan <i>Condensing Commisioning</i> dan Aktual..	82
4.19	Perbandingan Hasil Perhitungan <i>Desuperheating Commisioning</i> Aktual ..	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Properti Saturasi Tabel Temperatur	90
Lampiran 2. Tabel Properti Saturasi Tabel Tekanan	92
Lampiran 3. Tabel Properti <i>Superheated</i>	93
Lampiran 4. Tabel Properti <i>Compressed Liquid</i>	95
Lampiran 5. Grafik Faktor Koreksi LMTD.....	96
Lampiran 6. Data <i>Load Sheet</i> unit 1 PLTU Indramayu	97
Lampiran 7. Siklus Uap dan Air PLTU Indramayu.....	99

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= luasan perpindahan panas
C_s	= kapasitas fluida panas (kJ/s.°C)
C_w	= kapasitas fluida dingin (kJ/s.°C)
D_o	= diameter luar (m)
D_i	= diameter dalam (m)
F	= faktor koreksi LMTD
$h_{1,2,3,4}$	= <i>enthalpy</i> sisi <i>steam</i> (kJ/kg)
$h_{A, B, C, D}$	= <i>enthalpy</i> sisi <i>feedwater</i> (kJ/kg)
LMTD	= beda temperature rata-rata logaritmik (°C)
N	= jumlah <i>tube</i>
P_s	= tekanan sisi <i>steam</i> (MPa)
P_w	= tekanan sisi <i>feedwater</i> (MPa)
Q	= laju perpindahan kalor (kW)
T_1	= suhu masuk <i>steam</i> (°C)
T_2	= suhu keluar <i>drain</i> (°C)
T_{sat}	= suhu saturasi (°C)
T_A	= suhu masuk <i>feedwater</i> (°C)
T_B	= suhu keluar <i>subcooling</i> (°C)
T_C	= suhu keluar <i>condensing</i> (°C)
T_D	= suhu keluar <i>feedwater</i> (°C)
U	= koefisien perpindahan panas menyeluruh ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)