



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISA PERFORMA EFISIENSI BOILER FEED PUMP TURBINE  
UNIT 1 PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR TUBAN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

**MEMO ABDIM PRATOMO**

**21050112083015**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**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 : MEMO ABDIM PRATOMO

NIM : 21050112083024

Tanda Tangan : .....

Tanggal : .....



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

## **TUGAS PROYEK AKHIR**

No. : 024 / VI / PA / DIII TM /

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

N a m a : MEMO ABDIM PRATOMO  
NIM : 21050112083015  
Judul Proyek Akhir : ANALISA PERFORMA EFISIENSI BOILER FEED  
PUMP TURBINE UNIT 1 PLTU 3 JAWA TIMUR  
TANJUNG AWAR-AWAR TUBAN

Isi Tugas :

1. Mengumpulkan data sistem operasi PLTU Tanjung Awar-Awar
2. Menghitung dan Menganalisa efisiensi *Boiler Feed Pump Turbine*.

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

Semarang , Juni 2015

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 : MEMO ABDIM PRATOMO  
NIM : 21050112083015  
Program Studi : DIII TEKNIK MESIN  
Judul Tugas Akhir : Analisa Performa Efisiensi Boiler Feed Pump Turbine  
Unit 1 PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-awar Tuban

**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 : Sri Utami Handayani, ST, MT (.....)  
Penguji : Drs. Ireng Sigit A, M.Kes (.....)  
Penguji : Drs. Wiji Mangestiyono, MT (.....)

Semarang, Juli 2015  
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 : Memo Abdim Pratomo  
NIM : 21050112083015  
Jurusan/Program Studi : DIII Teknik Mesin Kerjasama PT.PLN (Persero)  
Departemen : Universitas Diponegoro  
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 PERFORMA EFISIENSI BOILER FEED PUMP TURBINE UNIT 1  
PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR TUBAN

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 : Juli 2015

Yang menyatakan

(Memo Abdim Pratomo)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### Persembahan :

1. Segala Puji Syukur senantiasa saya panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayahnya.
2. Shalawat serta salam tak henti-hentinya saya curahkan kepada NABI MUHAMMAD SAW yang memberikan contoh yang baik dalam kehidupan.
3. Bapak Suprayudo selaku orang tua yang selalu memacu saya agar cepat lulus kuliah.
4. Ibu Adri Porianingtyas selaku orang tua yang selalu sabar dan selalu memberi semangat.
5. Beril Cholif A selaku adik saya yang bisa melepas kejenuhan saya dalam proses pengerjaan tugas akhir.
6. Nabillia Fillia K yang selalu memberikan semangat dan motivasi saya.
7. Terima kasih untuk teman-teman kelas PLN 2010, PLN 2011 dan PLN 2012 serta teman-teman angkatan 2012 yang telah membantu dan memberikan semangat.
8. Keluarga besar Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro beserta alumni.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan kasih-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Laporan Tugas Akhir yang penulis lakukan merupakan sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program DIII Teknik Mesin Kerjasama FT Undip – PT PLN.

Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA PERFORMA EFISIENSI BOILER FEED PUMP TURBINE UNIT 1 PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR TUBAN”** ini disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, interview dan data-data dari literatur. Dengan selesainya laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan survey lapangan ini, antara lain:

1. Bapak Ir. H. Zainal Abidin, MS selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Bambang Setyoko, ST, M.Eng selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
3. Bapak Ir. Bambang Winardi, M.Kom selaku Ketua Program Kerjasama DIII FT UNDIP – PT.PLN.
4. Bapak Ireng Sigit A, M.Kes selaku Koordinator Program DIII Kerjasama FT Undip – PT.PLN bidang Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
5. Ibu Sri Utami Handayani, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.

6. Bapak Zakariya bagian perencanaan dan pengendalian operasi yang membantu memberikan pandangan-pandangan untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
7. Teman-teman operator dan maintenance PLTU Tanjung Awar-Awar Tuban yang memberikan banyak pengalaman kerja.
8. Bapak dan Ibu yang senantiasa memberikan doa dan bantuan yang tak terhingga, baik dari segi moral maupun material.
9. Rekan-rekan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
10. Dan semua pihak yang telah memberi saran-saran serta kritik yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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. Oleh karena itu apabila terdapat kesalahan baik dalam penulisan ataupun isi laporan, penulis mohon maaf.

Semarang, Juli 2015

**PENULIS**



## **ANALISA PERFORMA EFISIENSI BOILER FEED PUMP TURBINE UNIT 1 PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR TUBAN**

### *Abstrak*

*Boiler feed pump turbine* merupakan pompa yang digunakan untuk *supply* air *demin* dari *deaerator* sampai ke *steam drum* di dalam *boiler*. Terdapat dua pompa BFPT yaitu *boiler feed pump turbine A* dan *boiler feed pump turbine B*. Pada Tugas akhir ini dilaksanakan untuk mengetahui nilai efisiensi yang paling efisien pada *boiler feed pump turbine* unit 1 PLTU Tanjung Awar-awar Tuban. Pengambilan data dilakukan pada beban 70 % (240 MW), beban 75% (255MW), beban 80% (272 MW), beban 85% (289 MW), beban 90% (306 MW), beban 95% (323 MW), beban 100 % (340 MW). Hasil analisa data dapat disimpulkan bahwa efisiensi pompa paling tinggi yaitu pompa BFPT A sebesar 81,60 % pada beban 340 MW dan terendah 68,55 % pada beban 240 MW . Efisiensi tertinggi pada BFPT B yaitu 79,67 % dan terendah dengan nilai 66,31 % pada beban 240 MW. Biaya operasional pompa tertinggi yaitu pada beban 340 MW dengan nilai sebesar Rp. 4.345.296.

Kata Kunci : *Boiler Feed Pump Turbine, Efisiensi,*

# **PERFORMANCE ANALYSIS OF EFFICIENCY BOILER FEED PUMP TURBINE UNIT 1 PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR TUBAN**

## *Abstract*

*Boiler feed pump turbine is used to supply water from deaerator to the steam drum in the boiler. There are two pumps BFPT namely boiler feed pump turbine A and boiler feed pump turbine B. At the end of the task was carried out to determine the efficiency of the most efficient in the boiler feed pump turbine power plant units 1 Tanjung Awar-awar Tuban. Data were collected at 70% load (240 MW), 75% load (255MW), 80% load (272 MW), 85% load (289 MW), 90% load (306 MW), 95% load (323 MW) , load 100% (340 MW). Results of the data analysis it can be concluded that the highest efficiency pumps that pump BFPT A amounted to 81,60% at a load of 340 MW and the lowest is 68,55 % at a load 240 MW. Highest efficiency in the pump BFPT B with a value of 79,67% at a load of 340 MW and lowest efficiency is 65,9 % at load of 240 MW. Operating costs at the highest pump load 340 MW with a value of Rp. 4.345.296.*

**Keywords:** *Boiler Feed Pump Turbine, Efficiency*

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	x
<b>ABSTARCT</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	6
2.1 Pompa	6
2.1.1 Pompa Perpindahan Positif ( <i>Positif Displacmnet Pump</i> )	7
2.1.2 Pompa Dinamik ( <i>Dynamic Pump</i> )	8
2.2 Pompa Sentrifugal	11
2.2.1 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	11
2.2.2 Kelebihan Pompa Sentrifugal	12
2.2.3 Klasifikasi Pompa Sentrifugal	12
2.2.4 Bagian-bagian Utama Pompa Sentrifugal	14

2.2.5 Pompa Sentrifugal <i>Single Stage</i>	16
2.2.6 Pompa Sentrifugal <i>Multi stage</i>	17
2.3 Gangguan-Gangguan Pada Pompa	17
<b>BAB III METODOLOGI</b>	19
3.1 Tahap Persiapan	19
3.1.1 Identifikasi Masalah	19
3.1.2 Studi Lapangan	21
3.1.3 Studi Literatur	21
3.2 Tahapan Pengumpulan Data dan Pengolahan Data	21
3.2.1 Pengambilan Data	25
3.2.2 Pengolahan Data	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	43
4.1 Hasil Pengumpulan Data	43
4.2 Perhitungan Efisiensi <i>Boiler Feed Pump Turbine A</i>	45
4.2.1 Perhitungan Perbedaan Head Tekanan BFPT A	45
4.2.2 Perhitungan Head Kerugian Pada BFPT A	45
4.2.3 Perhitungan Kecepatan Aliran BFPT	46
4.2.4 Perhitungan Head Total Pompa	47
4.2.5 Perhitungan Daya Hidrolis Pompa BFPT A	47
4.2.6 Perhitungan Daya Turbin BFPT A	48
4.2.7 Perhitungan Efisiensi BFPT A	49
4.3 Perhitungan Biaya Penggerak Pompa	49
4.4 Analisa Perhitungan	50
4.4.1 Analisa Efisiensi BFPT	50
4.4.2 Analisa Biaya Penggerak Pompa	53
4.5 Pembahasan	55
4.5.1 Pembahasan <i>Boiler Feed Pump Turbine</i>	55
4.5.2 Pembahasan Biaya Penggerak Pompa	62
<b>BAB V PENUTUP</b>	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Pompa	6
Gambar 2.2 Pompa kipas, Pompa screw, Pompa roda gigi	7
Gambar 2.3 Pompa <i>reciprocating</i>	8
Gambar 2.4 Pompa <i>Sentrifugal</i>	9
Gambar 2.5 Pompa <i>Aksial</i>	10
Gambar 2.6 Lintasan cairan di dalam pompa sentrifugal	12
Gambar 2.7 Bagian utama pompa sentrifugal	14
Gambar 2.8 <i>Vertical Centrifugal Pump</i>	16
Gambar 2.9 Pompa Sentrifugal Multi Stage Poros Horisontal	17
Gambar 3.1 Skema Pelaksanaan Tugas Akhir	20
Gambar 3.2 Siklus Air dan Uap	22
Gambar 3.3 Letak Komponen <i>Feed Water System</i>	23
Gambar 3.4 <i>Boiler Feed Pump Turbine</i>	24
Gambar 3.5 <i>Feed Water System (FWS)</i>	28
Gambar 3.6 Tampilan Indikator Utama	29
Gambar 3.7 Tampilan <i>Feed Water System (FWS)</i>	29
Gambar 3.8 Tampilan aplikasi trend	38
Gambar 3.9 <i>feed water system</i>	31
Gambar 3.10 Tampilan Menu Trend	31
Gambar 3.11 Pengaturan Tanggal dan Waktu	32
Gambar 3.12 Tampilan Menu <i>Trend</i>	32
Gambar 3.13 <i>Feed Water Pump Turbine Steam And Drain System</i>	33

Gambar 3.14 <i>Display</i> komputer ruang kontrol	34
Gambar 3.15 Skema <i>Feed Water System</i>	34
Gambar 3.16 <i>Steam Tab Companion</i>	40
Gambar 3.17 <i>Steam Tab Companion</i>	40
Gambar 3.18 <i>Stean Tab Companion</i>	41
Gambar 3.19 Hasil Pencarian Enthalpy	41
Gambar 4.1 Grafik Kurva Head BFPT A	51
Gambar 4.2 Grafik Kurva Head BFPT B	52
Gambar 4.3 Tarif Harga Listrik	54
Gambar 4.4. Grafik Efisiensi BFPT A	55
Gambar 4.5. Grafik Efisiensi BFPT B	56
Gambar 4.6 Grafik Efisiensi BFPT A dan BFPT B	57
Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Pompa Secara Teoritis	58
Gambar 4.8 Grafik Biaya Total Penggerak Pompa	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi BFPT	24
Tabel 3.2. Format <i>Microsoft Excel</i>	26
Tabel 4.1. Hasil Pengumpulan Data	43
Tabel 4.2. Efisiensi <i>Boiler Feed Pump Turbine</i>	50
Tabel 4.3. Daya Penggerak BFPT	53
Tabel 4.4. Biaya Penggerak Pompa	54