



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS PERFORMA EFISIENSI POMPA PADA *FEED*  
*WATER SYSTEM* UNIT 1 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN**

**TUGAS AKHIR**

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

**DENY PRIADMOKO**

**21050111083001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO 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 : Deny Priadmoko

NIM : 21050111083001

Tanda Tangan : .....

Tanggal : .....



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

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa DIII Kerjasama FT UNDIP – PT. PLN Bidang Mesin yang disusun oleh :

Nama : DENY PRIADMOKO

NIM : 21050111083001

Judul PA : ANALISIS PERFORMA EFISIENSI  
POMPA PADA FEED WATER SYSTEM  
UNIT 1 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN

Disetujui pada tanggal : .....

Semarang, .....

Dosen Pembimbing,

**Sri Utami Handayani, ST, MT**  
NIP 197609152003122001



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

**TUGAS PROYEK AKHIR**

No. : 001 / V / PA / DIII TM / 2014

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

N a m a : DENY PRIADMOKO  
NIM : 21050111083001  
Judul Proyek Akhir : ANALISIS PERFORMA EFISIENSI POMPA  
PADA FEED WATER SYSTEM UNIT 1 PLTU 1  
JAWA TIMUR PACITAN

Isi Tugas :

1. Menghitung dan membandingkan efisiensi Booster pump
2. Menghitung dan membandingkan efisiensi Boiler Feed Pump Turbine
3. Menghitung dan membandingkan biaya penggerak pompa

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

Semarang , .....  
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 : DENY PRIADMOKO  
NIM : 21050111083001  
Jurusan / Program Studi : D III Teknik Mesin Kerjasama PT. PLN (Persero)  
Judul Tugas Akhir : **ANALISA PERFORMA EFISIENSI POMPA  
PADA FEED WATER SYSTEM UNIT 1  
PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahlimadya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Sri Utami Handayani,ST,MT (.....)  
Penguji : Sri Utami Handayani,ST,MT (.....)  
Penguji : Drs. Indartono, M.Par, Msi (.....)  
Penguji : Alaya Fadlu H. M, ST, M.Eng (.....)

Semarang,  
DIII Kerjasama FT UNDIP – PT. PLN

**Ir. Bambang Winardi, M.Kom**  
NIP. 19610616 199303 1002

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

---

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

Nama : DENY PRIADMOKO  
NIM : 21050111083001  
Jurusan/Program Studi : D III Teknik Mesin Kerjasama PT. PLN (Persero)  
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 :

### **ANALISIS PERFORMA EFISIENSI POMPA PADA FEED WATER SYSTEM UNIT 1 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN**

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 :

Yang menyatakan

( DENY PRIADMOKO )

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### Persembahan:

1. Segala 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 MUHAMMAD SAW yang telah memberikan contoh yang baik tentang arti kehidupan.
3. Bapak Djoko Mulyono, SE selaku orang tua yang selalu memacu saya agar cepat lulus kuliah.
4. Ibu Suharyanti, SP selaku orang tua yang selalu sabar dan selalu memberi semangat.
5. Manuar Puri Perdana, Pilinado Dwi Saputra, Yan Demaga Putra dan Rahmat Nur Hisyam yang bisa melepas kejenuhan saya dalam proses pengerjaan tugas akhir.
6. Dwi Retno Wulan Setyorini yang selalu memberi semangat.
7. Terima kasih untuk teman-teman kelas PLN 2010 dan 2011 yang telah membantu dan memberikan semangat.
8. Keluarga besar Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro beserta alumni.

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS PERFORMA EFISIENSI POMPA PADA FEED WATER SYSTEM UNIT 1 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang kerjasama dengan PT. PLN (Persero).

Berkenaan dengan selesainya Tugas Akhir ini, maka penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya 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. Ibu Sri Utami Handayani, ST, MT selaku dosen pembimbing penulis.
5. Bapak Drs Ireng Sigit A, M.Kes selaku ketua Program DIII Kerjasama FT Undip – PT.PLN bidang Teknik Mesin
6. Bapak Winanto sebagai Supervisor Mesin I di PLTU 1 Jawa Timur Pacitan.



7. Bapak Restu sebagai Supervisor Operator Team A di PLTU 1 Jawa Timur Pacitan.
8. Mas Danang, Mas Doni, Mas Heru, Mas Taufik, Mas Bangkit, Mas Aji dan rekan-rekan kerja di PLTU 1 Jawa Timur Pacitan yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.
9. Teman – teman seperjuangan di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Program Kelas Kerjasama PLN angkatan 2011.
10. Semua pihak yang telah membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap semoga proyek tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua, Amin.

Semarang, 12 Juni 2014

**DENY PRIADMOKO**

**NIM : 21050111083001**

**ANALISIS PERFORMA EFISIENSI POMPA PADA FEED WATER SYSTEM  
UNIT 1 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN**

*Abstrak*

*Tugas Akhir ini dilakukan analisa efisiensi pompa pada feed water system Unit 1 PLTU 1 Jawa Timur pacitan untuk mengetahui besarnya penurunan dan besarnya biaya penggerak. Pengambilan data dilakukan pada beban 300 MW, dengan pengambilan 4 data dalam jangka waktu dua bulan diambil dari tanggal 26 November 2013 sampai tanggal 3 Mei 2014. Hasil analisa data dapat disimpulkan bahwa efisiensi pompa A lebih tinggi dari efisiensi pompa B. Terjadi penurunan efisiensi tertinggi BFPT pada tanggal 15 Maret 2014 sebesar 10,56 %. Biaya penggerak pompa paling tinggi adalah pada tanggal 15 Maret 2014 sebesar Rp 7.978.191,286-. Penurunan efisiensi pompa dapat menyebabkan naiknya biaya untuk menggerakkan pompa.*

*Kata kunci : pump, feed water system , Efisiensi*

**PERFORMANCE ANALYSIS OF EFFICIENCY FEED WATER PUMP  
UNIT 1 PLTU 1 JAWA TIMUR PACITAN**

*Abstract*

*Purpose of this final project to performance analysis of efficiency feed water pump in Unit 1 PLTU 1 Jawa Timur pacitan to know the magnitude decline inefficiency and the cost of driven pump. Data collection was performed at a load of 300 MW, with 4 data collection within a period of two months was taken from 26 November 2013 until 3 May 2014. The data analysis it can be concluded that the efficiency of pump A is higher than the efficiency of pump B. The most decrease efficiency of BFPT A on 15 March 2014 is 10.56%. Highest cost pump drive on 15 March 2014 amounting to Rp 7.978.191,286-. Decrease in efficiency of pump can increase costs from driven pump.*

*Keywords: Pump, Feed water system, Efficiency.*

# DAFTAR ISI

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL .....                  | i    |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | ii   |
| LEMBAR PERSETUJUAN.....              | iii  |
| HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR. ....     | iv   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....              | v    |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....   | vi   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN. ....            | vii  |
| KATA PENGANTAR .....                 | viii |
| ABSTRAK.....                         | x    |
| ABSTRACT.....                        | xi   |
| DAFTAR ISI .....                     | xii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                  | xv   |
| DAFTAR TABEL.....                    | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN.....               | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....             | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah.....           | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....             | 2    |
| 1.4 Tujuan.....                      | 3    |
| 1.5 Manfaat.....                     | 4    |
| 1.6 Sistematika Laporan.....         | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....         | 6    |
| 2.1 Pompa.....                       | 6    |

|                                   |   |    |
|-----------------------------------|---|----|
| 2.1.1                             | Pompa Perpindahan Positif (Positif Displacement Pump) ..... | 6  |
| 2.1.2                             | Pompa Dinamik (Dynamic Pump).....                           | 8  |
| 2.2                               | Pompa Sentriugal .....                                      | 11 |
| 2.2.1                             | Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal. ....                       | 11 |
| 2.2.2                             | Kelebihan Pompa Sentrifugal. ....                           | 12 |
| 2.2.3                             | Bagian-bagian Utama Pompa Sentrifugal.....                  | 12 |
| 2.2.4                             | Klasifikasi Pompa Sentrifugal. ....                         | 14 |
| 2.2.4.1                           | Pompa Sentrifugal Single Stage. ....                        | 15 |
| 2.2.4.1                           | Pompa Sentrifugal Multi Stage.....                          | 15 |
| 2.3                               | Gangguan-gangguan pada Pompa.....                           | 16 |
| BAB III METODOLOGI.....           |   | 18 |
| 3.1                               | Tahap Persiapan .....                                       | 18 |
| 3.1.1                             | Identifikasi Masalah. ....                                  | 18 |
| 3.1.2                             | Studi Lapangan.....   | 20 |
| 3.1.3                             | Studi Literatur.....  | 20 |
| 3.2                               | Tahapan Pengumpulan Data.....                               | 20 |
| 3.2.1                             | Pengambilan Data .....                                      | 25 |
| 3.2.1.1                           | Alat yang Dibutuhkan.....                                   | 26 |
| 3.2.1.2                           | Langkah-langkah Pencarian Data .....                        | 26 |
| 3.2.1.3                           | Pengolahan Data .....                                       | 36 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |   | 43 |
| 4.1                               | Hasil Pengumpulan Data.....                                 | 43 |
| 4.2                               | Perhitungan Efisiensi Booster pump A .....                  | 46 |
| 4.2.1                             | Menghitung Head Total Booster pump A.....                   | 46 |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2.2 Menghitung Daya Hidrolis Booster pump A.....        | 46        |
| 4.2.3 Menghitung Daya Motor Booster pump A.....           | 47        |
| 4.2.4 Menghitung Efisiensi Booster pump A.....            | 47        |
| 4.3 Perhitungan Efisiensi Boiler Feed Pump Turbine A..... | 47        |
| 4.3.1 Menghitung Head Total BFPT A.....                   | 47        |
| 4.3.2 Menghitung Daya Hidrolis BFPT A.....                | 48        |
| 4.3.3 Menghitung Daya Small Turbine BFPT A.....           | 48        |
| 4.3.4 Menghitung Efisiensi BFPT A.....                    | 49        |
| 4.5 Perhitungan Biaya Penggerak Pompa.....                | 49        |
| 4.6 Analisis Perhitungan.....                             | 50        |
| 4.6.1 Analisa Efisiensi Booster pump.....                 | 50        |
| 4.6.2 Analisa Efisiensi Boiler Feed Pump Turbine.....     | 51        |
| 4.6.4 Analisa Biaya Penggerak Pompa.....                  | 52        |
| 4.7 Pembahasan.....                                       | 54        |
| 4.7.1 Pembahasan Efisiensi Booster pump.....              | 54        |
| 4.7.2 Pembahasan Efisiensi Boiler Feed Pump Turbine.....  | 57        |
| 4.7.4 Pembahasan Biaya Penggerak Pompa.....               | 63        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                    | <b>65</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                       | 66        |
| 5.2 Saran.....  | 66        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                     |           |
| <b>LAMPIRAN</b>   |           |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Klasifikasi Pompa .....                           | 6  |
| Gambar 2.2 Pompa <i>rotary</i> .....                         | 7  |
| Gambar 2.3 Pompa <i>reciprocating</i> .....                  | 8  |
| Gambar 2.4 Pompa Sentrifugal .....                           | 9  |
| Gambar 2.5 Pompa Aksial .....                                | 10 |
| Gambar 2.6 pompa <i>special effect</i> .....                 | 10 |
| Gambar 2.7 Bagian Utama Pompa Sentrifugal.....               | 12 |
| Gambar 2.8 Pompa Sentrifugal <i>Single Stage</i> .....       | 15 |
| Gambar 2.9 Pompa Sentrifugal <i>Multi Stage</i> .....        | 16 |
| Gambar 3.1. Skema Pelaksanaan Tugas Akhir .....              | 19 |
| Gambar 3.2 Siklus Air Umpan PLTU 1 Jawa Timur Pacitan .....  | 21 |
| Gambar 3.3 Letak pompa pada <i>feed water system</i> .....   | 22 |
| Gambar 3.4 <i>Booster pump</i> .....                         | 22 |
| Gambar 3.5 <i>Boiler Feed Pump Turbine</i> .....             | 24 |
| Gambar 3.6 Tampilan <i>Feed Water System</i> .....           | 29 |
| Gambar 3.7 Tampilan Indikator Utama .....                    | 29 |
| Gambar 3.8 Tampilan <i>AIM*Historian Data Display</i> .....  | 30 |
| Gambar 3.9 Tampilan <i>Feed Water System</i> .....           | 31 |
| Gambar 3.10 Tampilan <i>AIM*Historian Data Display</i> ..... | 32 |
| Gambar 3.11 Tampilan <i>AIM*Historian Data Display</i> ..... | 33 |
| Gambar 3.12 Tampilan <i>Select Date / Time</i> .....         | 33 |
| Gambar 3.13 Tampilan <i>Select Configuration</i> .....       | 34 |
| Gambar 3.14 Tampilan hasil <i>trens data</i> .....           | 34 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 3.15 Tampilan <i>T-BFP Supervising</i> .....           | 35 |
| Gambar 3.16 Tampilan Utama <i>Steam Tabel</i> .....           | 36 |
| Gambar 3.17 Tampilan <i>Superheated/Subcooled</i> .....       | 37 |
| Gambar 3.18 Pengisian Data <i>Superheated/Subcooled</i> ..... | 37 |
| Gambar 3.19 Pencarian Data <i>Superheated/Subcooled</i> ..... | 38 |
| Gambar 3.20 Hasil Data <i>Superheated/Subcooled</i> .....     | 38 |
| Gambar 4.1 Tata letak Pompa.....                              | 45 |
| Gambar 4.2 Diagram Aliran <i>Feed Water System</i> .....      | 45 |
| Gambar 4.3 Harga listrik bulan agustus 2014.....              | 53 |
| Gambar 4.4 Grafik Efisiensi <i>Booster pump A</i> .....       | 54 |
| Gambar 4.5 Grafik Efisiensi <i>Booster pump B</i> .....       | 55 |
| Gambar 4.6 Grafik Efisiensi <i>Booster pump A dan B</i> ..... | 56 |
| Gambar 4.7 Grafik Efisiensi <i>BFPT A</i> .....               | 57 |
| Gambar 4.8 Grafik Efisiensi <i>BFPT B</i> .....               | 58 |
| Gambar 4.9 Grafik Efisiensi <i>BFPT A dan B</i> .....         | 59 |
| Gambar 4.10 Grafik biaya total penggerak pompa. ....          | 64 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Booster pump</i> .....                    | 23 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Boiler Feed PumpTurbine</i> .....         | 24 |
| Tabel 3.3 Format <i>Microsoft Excel</i> .....                      | 27 |
| Tabel 4.1. Hasil Pengumpulan Data.....                             | 43 |
| Tebel 4.2Daya Penggerak pompa .....                                | 49 |
| Tabel 4.3Efisiensi pompa pada <i>feed water system</i> .....       | 52 |
| Tebel 4.4Daya penggerak pompa pada <i>feed water system</i> .....  | 52 |
| Tebel 4.5Biaya Penggerak Pompa Pada <i>Feed Water System</i> ..... | 53 |