



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA EFISIENSI ISENTROPIK TURBIN UAP PADA
PLTU 1 JAWA BARAT INDRAMAYU**

TUGAS AKHIR

BAYU PAMUNGKAS

21050112083024

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT PLN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JUNI 2015



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA EFISIENSI ISENTROPIK TURBIN UAP PADA
PLTU 1 JAWA BARAT INDRAMAYU**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

BAYU PAMUNGKAS

21050112083024

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT PLN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JUNI 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 : BAYU PAMUNGKAS

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 :

Nama : BAYU PAMUNGKAS
NIM : 21050112083024
Judul Proyek Akhir : ANALISA EFISIENSI ISENTROPIK TURBIN UAP
PLTU 1 JAWA BARAT INDRAMAYU

Isi Tugas :

1. Mengumpulkan data Operasional Turbin Uap PLTU 1 Jawa Barat Indramayu
2. Menghitung dan Menganalisa efisiensi Isentropik turbin Uap.

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 : BAYU PAMUNGKAS
NIM : 21050112083024
Program Studi : DIII TEKNIK MESIN
Judul Tugas Akhir : ANALISA EFISIENSI ISENTROPIK TURBIN UAP
PLTU 1 JAWA BARAT INDRAMAYU

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 : Sri Utami Handayani, ST, MT (.....)
Penguji : Didik Ariwibowo , ST , MT (.....)
Penguji : Alaya Fadllu Hadi Mukhamad, ST , M.Eng (.....)

Semarang, Juni 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 : Bayu Pamungkas
NIM : 21050112083024
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 EFISIENSI ISENTROPIK TURBIN UAP PLTU 1 JAWA BARAT
INDRAMAYU

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 : Juni 2015

Yang menyatakan

(Bayu Pamungkas)

KATA PENGANTAR

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

Tugas Akhir yang dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui penerapan teori yang diperoleh di bangku kuliah ke dalam dunia industri Laporan ini disusun berdasarkan hasil diskusi dan pengolahan data-data dari literatur yang didapat oleh penulis dan bantuan orang-orang yang terkait yang selalu membantu penulis.

Dengan selesainya laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Ir. H. Zainal Abidin, MS, selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir. Bambang Winardi Selaku Ketua Program Kerjasama DIII FT UNDIP-PT. PLN.
3. Bapak Bambang Setyoko, ST, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
4. Drs. Ireng Sigit Armanto, M.Kes Selaku Koordinator Bidang Teknik Mesin Program Fakultas Diponegoro.
5. Ibu Sri Utami Handayani, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
6. Kepada Supervisor Operasi , Bpk Fredriko Sihombing yang telah mengijinkan kami mengambil data Operasi Turbin .

7. Bapak, Ibu dan adik tersayang, yang senantiasa memberikan do'a dan bantuan yang tak terhingga, baik dari segi moral maupun material.
8. Rekan-rekan DIII Teknik Mesin.
9. Dan semua pihak yang telah memberi saran-saran serta kritik yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka penulis mengharapkan saran dan kritik untuk lebih sempurnanya laporan ini.

Semarang, Juni 2015

PENULIS

ANALISA EFISIENSI ISENTROPIK

TURBIN UAP PLTU 1 JAWA BARAT INDRAMAYU

Abstrak

Turbin pada PLTU 1 Jawa Barat Indramayu telah dioperasikan sejak tahun 2011 sehingga dimungkinkan terjadi penurunan kinerja. Untuk mengetahui penurunan kinerja dilakukan perhitungan efisiensi dengan membandingkan daya aktual dan daya isentropik turbin. Analisa efisiensi dilakukan pada unit #2.

Perhitungan dilakukan untuk mencari besarnya nilai efisiensi isentropik (η_{is}), daya aktual turbin (P_{act}), daya turbin isentropis (P_{is}). Data parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan diambil dari komputer pemantau operasi di central control room dan data pada performance test.

Dari analisa efisiensi isentropik turbin diketahui bahwa efisiensi turbin tekanan rendah turun dari 95,6% menjadi 54,5% seiring dengan kenaikan beban. Penurunan di turbin tekanan rendah terjadi akibat kenaikan flow sehingga dayanya berkurang. Pada turbin tekanan menengah terjadi kenaikan efisiensi dari 72% menjadi 90,5% karena adanya kenaikan tekanan uap yang masuk ke reheater. Pada turbin tekanan tinggi efisiensinya konstan sekitar 80%. Untuk analisa daya aktual terhadap beban diperoleh selisih sekitar 0,4%-1,5%, hal itu menunjukkan bahwa performa turbin dan generator masih baik.

Kata Kunci : Efisiensi Isentropik, Turbin Uap, PLTU.

ISENTROPIC EFFICIENCY ANALYSIS OF STEAM TURBINE IN PLTU

1 JAWA BARAT INDRAMAYU

Steam turbine in PLTU 1 Jawa Barat Indramayu has been operated since early 2011, therefore its performance may have decreased. Calculation of efficiency is needed to find out the decrease of performance by comparing between the actual power and isentropic power of steam turbine. The object of analysis is turbine unit #2.

Calculated performance indicator includes isentropic efficiency, actual power of steam turbine and isentropic power of steam turbine. Data of parameter required in calculation are obtained from operation monitoring computer in central control room and data from performance test.

From the analysis of isentropic efficiency, low pressure turbine efficiency decreased from 95,6% to 54,5% within the increase of unit load. This decrease is due to the increase of steam extraction flow that reduces power produced. Efficiency increase was found in intermediate pressure turbine from 72% to 90,5% due to increase of pressure in reheating process. Efficiency of high pressure turbine was found out constant. In comparison between actual power and unit load, a difference of 0,4%-1,5% shows that steam turbine and generator still in good condition.

Keyword : Steam Turbine Isentropic Efficiency , Power .

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR ORISINALITAS	ii
LEMBAR TUGAS PROYEK AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI	viii
ABSTACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pembatasan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Sistematika Penyusunan Laporan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Siklus PLTU.....	5
2.1.1 Siklus Air dan Uap	5
2.1.2 Siklus Bahan Bakar	9
2.1.2.1 Siklus Bahan Bakar Cair	9
2.1.2.2 Siklus Batu Bara.....	11
2.2 Siklus Rankine.....	13
2.2.1 Siklus Rankine Ideal.....	13
2.2.2 Siklus Rankine dengan Pemanasan Ulang	14
2.3 Efisiensi.....	15
2.4 Definisi Turbin Uap	18

2.5	Klasifikasi Turbin Uap.....	18
2.6	Kerugian pada Turbin.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Alat.....	27
3.2	Bahan.....	27
3.3	Prosedur Pelaksanaan Tugas Akhir.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Menghitung Efisiensi Isentropik Turbin Uap.....	47
4.2	Menghitung Daya Aktual Turbin.....	49
4.3	Menghitung Daya Isentropik Turbin.....	50
4.4	Pembahasan.....	51
4.4.1	Efisiensi Isentropik terhadap Beban.....	51
4.4.2	Daya Aktual terhadap Beban.....	53
4.4.3	Daya Isentropik terhadap Beban.....	53
4.4.4	Daya HP,IP,LP Turbin terhadap Beban.....	54
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus Air dan Uap.....	5
Gambar 2.2. Siklus Bahan Bakar	9
Gambar 2.3. Siklus Rankine Ideal	13
Gambar 2.4. Siklus Rankine Reheat Teoritis.....	14
Gambar 2.5. Siklus Rankin Reheat Aktual	15
Gambar 2.6. Diagram H-s.....	16
Gambar 2.7. Mollier Diagram untuk ekspansi Turbin.....	17
Gambar 2.8. Perbedaan Turbin uap tipe Impuls dan Reaksi.....	19
Gambar 2.9. Turbin susunan Cross Compound	23
Gambar 2.10. Turbin susunan Tandem Compound	24
Gambar 2.11 Kerusakan pada poros turbin akibat pelumasan yang gagal	25
Gambar 3.1 Diagram alir Pelaksanaan Tugas Akhir	28
Gambar 3.2 Skema sistem termodinamika PLTU 1 Jawa Barat Indramayu	29
Gambar 3.3 <i>Feedwater System</i>	34
Gambar 3.4 <i>Extraction drain steam system</i>	35
Gambar 3.5 <i>Mainsteam System</i>	36
Gambar 3.6 <i>Condensate System</i>	37
Gambar 3.7 Display software chemical logic steamTab companion.....	38
Gambar 3.8 Nilai massflow dan enthalpy LP Heater 4	39
Gambar 4.1 Diagram H-s dan Diagram T-s.....	47
Gambar 4.2 Grafik efisiensi isentropik terhadap beban	51
Gambar 4.3 Grafik daya aktual terhadap beban	53
Gambar 4.4 Grafik daya isentropik terhadap beban	53
Gambar 4.5 Grafik daya aktual HP,IP dan LP Turbin terhadap beban	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data untuk perhitungan efisiensi isentropik turbin	Error! Bookmark not defined.	1
Tabel 3.2 Data untuk perhitungan Heat Balance	Error! Bookmark not defined.	2
Tabel 3.3 Daftar Notasi.....	Error! Bookmark not defined.	3
Tabel 3.4 Hasil pengambilan data efisiensi Isentropik 305 MW		44
Tabel 3.5 Hasil pengambilan data Heat Balance 305 MW	Error! Bookmark not defined.	
Tabel 3.6 Hasil pengambilan data massflow dan ekstraksi 305 MW	Error! Bookmark not defined.	6