

**ANALISA EFISIENSI THERMAL REHEAT –
REGENERATIVE DI BOILER TYPE PIPA AIR PLTU
PACITAN PADA BEBAN 97,7 MW;236 MW
DAN 315 MW**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Persyaratan dalam Menempuh
Program Studi S-1**

Fakultas Teknik Progam Studi Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo



Disusun Oleh :

NAMA : AGUSTA KUKUH PRIHANDOKO

NIM : 16511018

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**

2017

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agusta Kukuh Prihandoko

NIM : 16511018

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul “Analisa Efisiensi Thermal Reheat-Regenerative Di Boiler Type Pipa Air Pltu Pacitan Pada Beban 97,7 MW;236 MW dan 315 Mw” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang / teliti didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur plagiarisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh – sungguhnya dan dengan sebenar – benarnya.

Ponorogo, Agustus 2017
Mahasiswa



Agusta Kukuh Prihandoko
NIM. 16511018

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Disusun Oleh:

Nama : Agusta Kukuh Prihandoko
NIM : 16511018
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Judul Skripsi : Analisa Efisiensi Thermal Reheat-Regenerative di Boiler Type
Pipa Air PLTU Pacitan Pada Beban 97,7 MW;236 MW dan 315
MW

Isi dan format skripsi ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo oleh :

Ponorogo, Agustus 2017

Dosen Pembimbing



Wawan Trisnadi Putra, ST.,MT
NIK. 1960111719900912

Mengetahui

Kaprodi Teknik Mesin



Wawan Trisnadi Putra, ST.,MT.
NIK. 1980022020130913

Dekan Fakultas Teknik



H. Aliyadi, MM.,M.Kom
NIK. 1964010319901912

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Nama : Agusta Kukuh Prihandoko
NIM : 16511018
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisa Efisiensi Thermal Reheat-Regenerative di Boiler Type Pipa Air
PLTU Pacitan Pada Beban 97,7 MW;236 MW dan 315 MW

Telah diuji dan dipertahankan di hadapan dosen penguji tugas akhir jenjang strata satu (S1)
pada :

Hari : Senin
Tanggal : 14 Agustus 2017
Nilai :

Dosen Penguji

Dosen Penguji I



Ir. Fadelan, MT.
NIK. 1961050919900912

Dosen Penguji II



Ir. Sudarno, MT
NIK. 1968070519990411

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Aliyadi, MM., M.Kom
NIK. 1964010319901912

Kaprodi Teknik Mesin



Wawan Trisnadi Putra, ST., MT.
NIK. 1980022020130913



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
Jl. Budi Utomo No.10, Ponorogo Telp. 0352 4811, 487662

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Aguta Kukuh Prihandoko
NIM : 16511018
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisa Efisiensi Thermal Reheat-Regenerative di Boiler Type
Pipa Air PLTU Pacitan Pada Beban 97,7 MW;236 MW dan 315
MW.
Batas Bimbingan Skripsi :
Dosen Pembimbing I : Wawan Trisnadi Putra, ST.,MT.

No.	Tanggal	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	19 NOPEMBER 2016	KONSULTASI JUDUL	
2.	25 NOPEMBER 2016	BAB 1	
3.	29 NOPEMBER 2016	ACC BAB 1	
4.	25 DESEMBER 2016	ACC BAB 2	
5.	3 JANUARI 2017	ACC BAB 3	
6.	13 FEBRUARI 2017	ACC UJIAN PROPOSAL	
7.	20 FEBRUARI 2017	KONSULTASI BAB 4	
8.	25 FEBRUARI 2017	ACC BAB 4	
9.	28 FEBRUARI 2017	ACC SKRIPSI	

Ponorogo, Agustus 2017
Dosen Pembimbing Skripsi I

Wawan Trisnadi Putra, ST.,MT.
NIK. 1980022020130913



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
Jl. Budi Utomo No.10, Ponorogo Telp. 0352 4811, 487662

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Agusta Kukuh Prihandoko
NIM : 16511018
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisa Efisiensi Thermal Reheat-Regenerative di Boiler Type
Pipa Air PLTU Pacitan Pada Beban 97,7 MW;236 MW dan 315
MW
Batas BimbinganSkripsi :
Dosen Pembimbing II : Ir. Muh.Malyadi MM.

No.	Tanggal	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	15 OKTOBER 2016	KONSULTASI JUDUL	f
2.	1 NOPEMBER 2016	RUMUSAN MASACAH dan TUJUAN	f
3.	16 NOPEMBER 2016	TINJAUAN PUSTAKA yang RELEVAN	f
4.	15 DESEMBER 2016	ACC BAB 1 dan 2	f
5.	7 JANUARI 2017	ACC BAB 3	f
6.	23 JANUARI 2017	DATA dan PEMBAHASAN	f
7.	7 FEBRUARI 2017	PERHITUNGAN	f
8.	27 FEBRUARI 2017	PEMBAHASAN SESUAI MASACAH	f
9.	13 FEBRUARI 2017	KESIMPULAN DPERBAIKI	f
10.	20 FEBRUARI 2017	ACC SKRIPSI	f

Ponorogo, Agustus 2017
Dosen Pembimbing Skripsi II

Ir. Muh. Malyadi MM.
NIK. 1960111719900912

MOTTO

“Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak,” **(Aldus Huxley)**

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan) ,tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” **(QS. Al-Insyirah, 6-8)**



PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT dan atas dukungan dan do'a dari orang-orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya haturkan syukur dan terima kasih kepada:

Allah SWT, karena hanya atas izinNya maka skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik

Bapak dan ibu saya yang luar biasa, telah memberikan dukungan moral maupun materi serta doa yang tiada henti untuk kesuksesan saya

Bapak-bapak dosen pengajar, pembimbing, dan penguji yang selama ini telah tulus ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tak ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik.

Saudara dan teman-teman saya, yang selalu memberikan support, semangat dan doa untuk keberhasilan ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin,segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat,karunia,petunjuk,pertolongan dan keridho'an – nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul : ANALISA EFISIENSI THERMAL REHEAT – REGENERATIVE DI BOILER TYPE PIPA AIR PLTU PACITAN PADA BEBAN 97,7 MW;236MW DAN 315 MW.

Skripsi ini disusun untuk melengkapi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) pada Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo. Berkenaan dengan selesainya Skripsi ini,maka penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu
2. Kedua Orang Tua yang telah dengan tulus ikhlas memberikan perhatian dan kasih sayang yang tidak terkira kepada penulis,serta atas segala do'a,harapan serta restunya.
3. Seluruh Pegawai PT.PJB UBJOM PLTU PACITAN,makasih atas kerjasamanya dan semua Fasilitas yang ada di Unit Kerja.
4. Bapak Ir.Aliyadi,MM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
5. Bapak Wawan Trisnadi Putra, ST,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
6. Bapak Ir.Malyadi ,MM selaku Dosen Pembimbing Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- 7.Bapak dan Ibu Dosen serta segenap karyawan Program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang dengan segala kemampuannya memberikan yang terbaik bagi Universitas Muhammadiyah.
8. Segenap Dosen penguji Sidang Skripsi saya.
- 9.Bhekty Chrisviandi yang telah sering meminjamkan motornya untuk saya kuliah dan bimbingan.
10. Istri saya Szatayu Nabila Agwi yang selalu memberi dukungan serta doanya kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua Pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, bimbingan, informasi dan dukungan moral kepada penulis selama menyelesaikan Skripsi

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini sangat jauh dari sempurna.tapi penulis tetap berharap semoga Skripsi ini bias bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan karunia-nya serta bimbingan-Nya kepada kita semua. Amin.

Ponorogo, Agustus 2017

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Peneliti Terdahulu	4
2.1.1. Sejarah Listrik	4
2.1.2. Sejarah Turbin Uap	4
2.1.1. Sejarah Generator	5
2.1.1. Konversi Energi	6
2.2. Proses Konversi Energi pada PLTU	6
2.3. Profil PLTU 1 Jatim Pacitan	9
2.3.1. Struktur Organisasi	9
2.4. Visi dan Misi PLTU Pacitan	9

2.5. Lokasi PLTU 1 Jawa Timur – Pacitan.....	11
2.6. Siklus Air,Uap,Bahan Bakar,Udara Pembakaran dan Gas Buang.....	12
2.6.1. Siklus Air.....	12
2.6.2. Siklus Uap.....	13
2.6.3. Siklus Bahan Bakar.....	14
2.6.4. Siklus Udara Bakar.....	15
2.6.5. Siklus Gas Buang.....	16
2.7. Boiler dan Peralatan Pelengkap.....	16
2.7.1. Boiler.....	18
2.7.2. Force Draft Fan (FD Fan).....	19
2.7.3. Induce Draft Fan (ID Fan).....	20
2.7.4. Primary Air Fan (PA Fan).....	22
2.7.5. Coal Pulverizer.....	25
2.7.6. Coal Feeder.....	26
2.7.7. Air Compressor.....	26
2.7.8. Sistem Soot Blower.....	28
2.8. Steam Turbin.....	28
2.8.1. Turbin.....	28
2.8.2. Circulating Water Pump.....	30
2.8.3. Condensor dan Condensate Pump.....	31
2.8.4. Liquid Ring Type Vacuum Pump.....	34
2.8.5. Closed Cooling Water Pump.....	35
2.8.6. Dearator.....	36
2.8. Electric Sistem.....	38
2.8.5. Generator.....	38
2.8.6. Transformator.....	42
BAB III METODE PENELITIAN.....	48
3.1. Diagram Penelitian.....	49
3.2. Tahap Identifikasi Awal.....	49
3.1.1. Identifikasi dan Penetapan Tujuan.....	49
3.1.2. Studi Lapangan.....	49
3.1.3. Studi Literatur.....	49

3.1.4. Wawancara	49
3.1.5. Argumentasi dan Eksperimen	49
3.3. Tahap Pengumpulan Data	49
3.4. Tahap Pengolahan Data	50
3.5. Tahap Analisis dan Kesimpulan	50
3.5.1. Analisis dan Rekomendasi	50
3.5.2. Kesimpulan dan Saran	50
3.6. Waktu dan Tempat Penelitian	50
3.7. Sistematika Penulisan	25
3.8. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	25
BAB IV PROSES PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	52
4.1. Data Pada Load 97,7 MW	52
4.1.1. Perhitungan dan Pembahasan	54
4.1.2. Kerja Turbin Aktual dan Efisiensi Thermal Siklus	54
4.2. Data Pada Load 236 MW	57
4.2.1 Perhitungan dan Pembahasan	59
4.2.2. Kerja Turbin Aktual dan Efisiensi Thermal Siklus	59
4.3. Data Pada Load 315 MW	63
4.3.1. Perhitungan dan Pembahasan	63
4.3.2. Kerja Turbin Aktual dan Efisiensi Thermal Siklus	63
BAB V PENUTUP	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Uap Hero	4
Gambar 2.2. Siklus Fluida Kerja Sederhana pada PLTU.....	7
Gambar 2.3. Diagram T-S Siklus PLTU (Siklus Rankine).....	8
Gambar 2.4. Makes PLTU Pacitan 2x315 MW	9
Gambar 2.5. Struktur Organisasi PT PJB UBJOM Pacitan	10
Gambar 2.6. Siklus Make Up Water	12
Gambar 2.7. DCS Fuel Oil System	14
Gambar 2.8. Gambar Siklus Distribusi Batubara.....	15
Gambar 2.9. Diagram Block Force Draft Fan.....	20
Gambar 2.10. Diagram Block Induce Draft Fan.....	22
Gambar 2.11. Diagram Block Primary Air Fan	24
Gambar 2.12. Pulverizer	25
Gambar 2.13. Coal Feeder	26
Gambar 2.14. Instrument Air Control.....	27
Gambar 2.15. Service Air Control	27
Gambar 2.16. Air Dryer.....	28
Gambar 2.17. Skema Kontruksi Kondenser	32
Gambar 2.18. Vacuum Pump.....	35
Gambar 2.19. Prinsip Kerja Dearator.....	36
Gambar 2.20. Dearator.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Desain Parameter Boiler	30
Tabel 2.2. Spesifikasi Force Draft Fan	31
Tabel 2.3. Spesifikasi Induce Draft Fan.....	32
Tabel 2.4. Spesifikasi Primary Air Fan.....	30
Tabel 2.5. Spesifikasi Pulverizer	31
Tabel 2.6. Spesifikasi Coal Feeder	32
Tabel 2.7. Turbin Main Technical Specification	30
Tabel 2.8. Spesifikasi Teknis CWP	31
Tabel 2.9. Spesifikasi Kondensor	32
Tabel 2.10. Spesifikasi Condensate Pump.....	30
Tabel 2.11. Spesifikasi Vacuum Pump	31
Tabel 2.12. Spesifikasi CCCW	32
Tabel 2.13. Spesifikasi Dearator	30
Tabel 2.14. Generator PLTU Pacitan.....	31
Tabel 2.15. Spesifikasi Transformator.....	32
Tabel 2.16. Fundamental Parameters Of Start Up/Standby Transformator.....	30
Tabel 4.1. Data yang diketahui dari komponen Utama Load 97,7 MW	52
Tabel 4.2. Data yang diketahui dari Komponen Pendukung I Load 97,7MW	53
Tabel 4.3. Data yang diketahui dari komponen pendukung II Load 97,7 MW	53
Tabel 4.4. Data yang diketahui dari komponen Utama Load 236 MW	57
Tabel 4.5. Data yang diketahui dari Komponen Pendukung I Load 236 MW	58
Tabel 4.6. Data yang diketahui dari komponen pendukung II Load 236 MW	59
Tabel 4.7. Data yang diketahui dari komponen Utama Load 315 MW	63
Tabel 4.8. Data yang diketahui dari Komponen Pendukung I Load 315 MW	63
Tabel 4.9. Data yang diketahui dari komponen pendukung II Load 315 MW	64

ANALISA EFISIENSI THERMAL REHEAT – REGENERATIVE DI BOILER TYPE PIPA AIR PLTU PACITAN PADA BEBAN 97,7 MW;236MW DAN 315 MW

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi tenaga yang cukup besar yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik melalui pembangkit-pembangkit listrik khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pada PLTU Pacitan, bahan bakar yang digunakan adalah batubara dan peralatan untuk membakarnya adalah *boiler*. Ketel uap (*boiler*) merupakan salah satu peralatan dalam siklus energi termal yang bertujuan merubah air menjadi uap. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan efisiensi thermal dari *boiler* di PLTU Pacitan 1 berdasarkan data operasional. Data yang dikumpulkan diperoleh dari PLTU Pacitan. Data kemudian digunakan untuk menghitung efisiensi termal dari *boiler*. Perhitungan menggunakan metode langsung diperoleh dari data komponen utama dan komponen pendukung. Hasil perhitungan menunjukkan besar Efisiensi Thermal Reheat-Regenerative Pada Beban 97,7 MW adalah 30,6985 %, pada beban 236 MW 34,552% , 315 MW adalah 38,5%. Efisiensi thermal siklus terbaik dari PLTU Pacitan pada beban 315 MW adalah sebesar 38,5 %. Dikarenakan kualitas batubara yang digunakan, perpindahan panas yang terjadi dan heat losses membuat efisiensi pada boiler tidak dapat maksimal. Hal ini salah satu penyebab efisiensi siklus yang kurang maksimal.

Kata Kunci: *Boiler* dan Efisiensi Thermal

**THERMAL EFFICIENCY ANALYSIS REHEAT-REGENERATIVE WATER PIPE
IN BOILER TYPE POWER PLANT PACITAN ON LOAD 97.7 MW; 236MW AND
315 MW**

ABSTRACT

Indonesia has a considerably high potential resources that can be harnessed to generate electricity through power plants. At Amurang Steam Power Plant (PLTU Pacitan), coal is used for the fuel and boiler is the equipment to burn the coal producing heat. Boiler is one of the equipments in the thermodynamics cycle which aims to turn the water into steam. This study was conducted to determine the thermal efficiency of the boiler in PLTU Pacitan 1 based on operational data. The data collected from the PLTU Pacitan . The data is then used to calculate the thermal efficiency of the boiler. Calculations using the data obtained directly from major components and supporting components. The calculations show major Reheat-Regenerative Thermal Efficiency At Expense of 97.7 MW is 30.6985%, at 34.552% load of 236 MW, 315 MW is 38.5% .Efisiensi best cycle thermal power plant produced 315 MW Pacitan on the load is equal to 38 , 5%. Due to the quality of coal used, heat transfer and heat losses that occur to maximize efficiency of the boiler can not have one cause maksimal. Hal cycle efficiency is less than the maximum.

Key Word: Boiler and Thermal Efficiency

