

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP
(Evaluasi Terhadap Sistem Thermal dan Kerja Turbin)**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
(D IV) pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

**Oleh :
Reza Gustarani Daneswari
0611 4041 1554**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP
(Evaluasi Terhadap Sistem Thermal dan Kerja Turbin)**



Menyetujui,
Pembimbing I

Ir. Arizal Aswan, M.T
NIP. 195804241993031001

Ketua Program Studi
S.1 Terapan Teknik Energi

Ir. Arizal Aswan, M.T
NIP. 195804241993031001

Palembang, Juni 2015

Pembimbing II

Ir.K.A. Ridwan,M.T
NIP. 196002251989031002

Ketua Jurusan
Teknik Kimia

Ir. Robert Junaidi, M.T
NIP. 196607121993031003

Menyetujui,

ABSTRAK

Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Evaluasi Terhadap Sistem Thermal dan Kerja Turbin)

(Reza Gustarani Daneswari, 2015, 93 halaman, 26 Tabel, 40 gambar, 5 Lampiran)

PLTU merupakan suatu sistem pembangkitan listrik yang mengkonversikan energi kimia menjadi energi listrik dengan air sebagai fluida kerjanya. PLTU ini sendiri adalah salah satu pembangkit listrik yang dalam pengoperasiannya menggunakan peralatan (komponen-komponen) yang saling berkaitan antara satu dan lainnya seperti boiler, furnace, turbin uap, generator, panel listrik, superheater dan lain sebagainya. Penelitian dilakukan menggunakan metode pendekatan struktural dan fungsional. Air dari penampungan dipompakan ke dalam boiler untuk dipanaskan untuk dirubah mejadi bentuk uap. Uap ini kemudian dialirkan ke turbin melalui nosel dan menumbuk sudu-sudu turbin sehingga turbin berputar pada kecepatan tertentu menyebabkan generator bekerja mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. (Hasil penelitian didapatkan spesifikasi boiler jenis *vertical fire tube boiler* dengan tekanan uap operasi 5 bar. Dimensi boiler diameter 50 cm, tinggi 100 cm dan didalamnya terdapat pipa api dengan diameter 2,5 cm sebanyak 9 buah. Bahan bakar yang digunakan solar dan volume air maksimal 70 liter. Material yang digunakan yaitu carbon steel SA 285 Grade C dan untuk pipa-pipa materialnya yaitu seamless carbon steel SA 63 Grade B. Ruang bakar menggunakan *steel* dan terdapat 2 buah burner di dalamnya. Dari Pengujian yang dilakukan merupakan pengukuran unjuk kerja unit-unit yang terdapat dalam sistem tersebut juga pengukuran keseluruhan sistem. Analisanya merupakan hasil perhitungan unjuk kerja dan perbandingan unjuk kerja yang ditunjukkan pada putaran turbin.

Kata Kunci : Prototipe PLTU miniplant, *Boiler*, Ruang Bakar,

ABSTRAK

Prototype Steam Power Plant (Evaluation of the Thermal System and the Turbin Work)

(Reza Gustarani Daneswari, 2015, 93 pages, 26 Tabels, 5attachment)

PLTU is a system of electric generation that convert chemical energy into electrical energy with water as the fluid it works. PLTU is one of the power plants that operate using equipment (components) that are interconnected between one and the other like a boiler, furnace, steam turbin, generator, electric panel, superheater and the others. Research carried out using the method of structural and functional approach. The water pumped into the shelter of the boiler for heated to steam shape became transformed. And the the steam piped to a turbinethrough the nozzle and turbine vanes so the turbine spinning at a given speed causes the generatorto work transforming the kinetic energy into electrical energy. The research results obtaines by the boilers pesification type vertical fire tube boiler with steam operation 5 Bar. The dimension of the boiler's diamtre 50 cm, height 100 cm, and there in lies the fire tube with a diameter of 2,5 cm by as much as. Diesel fuel used and the volume of water maximum of 70 liters. The material used carbon steel type S 285 Grade C and the material for tubes pipe seamless steel carbon SA 63 Grade B. Furnace made of steel and there are 2 burner in it. From the testing that is done the performance measurement units contained in the system is also the overall measurement system. The result of the analysis is result of calculalation of performance and comparative performance indicated on the turbine rotation.

Key words : Prototype Miniplant Boiler, Boiler, Furnace,

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Jangan berhenti berharap, karena Allah lebih tahu saat yang tepat mengabulkan permintaanmu ”

Kupersembahkan untuk :

- ② *Kedua Orang Tua serta Kakek dan Nenekku Tercinta*
- ② *Adikku “Riry Maretarani Daneswari”*
- ② *Pembimbing I dan Pembimbing II*
- ② *Teman-Temanku kelas 8 EGB dan Teman Seperjuangan TA*
- ② *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (Evaluasi Terhadap Sistem Thermal dan Kerja Turbin)”**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Februari – Mei 2015.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. RD. Kusumanto, S.T, M.M, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Robert Junaidi, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
3. Zulkarnain, S.T, M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T, selaku Ketua Program studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
5. Ir. Arizal Aswan, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. K.A. Ridwan, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Jurusan teknik Kimia dan teknik Energi atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang telah memberikan do'a, restu, motivasi, bantuan moril dan semangat serta dukungannya selalu penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Terima kasih kepada kelompok *Steam Power Plant* atas segala bantuannya, secara langsung maupun tak langsung.
10. Teman-teman 8 EGB dan teman-teman Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2011 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya kepada kita, Amin.

Palembang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Boiler.....	4
2.2 Boiler Pipa Api (Fire Tube Boiler)	4
2.3 Dasar Termodinamika.....	6
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga uap	9
2.5 Komponen-komponen Boiler.....	11
2.6 Turbin Uap	13
2.7 Proses Pembakaran.....	17
2.8 Bahan Bakar	19
2.9 Perpindahan Kalor.....	22
BAB III. METODELOGI PENELITIAN	28
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	28
3.2 Pendekatan Desain Struktural	28
3.3 Pertimbangan Percobaan	35
3.4 Pengamatan	37
3.5 Prosedur	37
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil	40
4.2 Pembahasan.....	43

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Boiler Vertikal.....	6
2. Diagram Temperatur-Entropi.....	8
3. Skematik Pembangkit Listrik Tenaga Uap	9
4. Siklus Rankine Sederhana.....	10
5. Proses Ekspansi pada Nozel.....	16
6. Prinsip Dasar Sudu Reaksi dan Sudu Impuls	16
7. Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding	23
8. Perpindahan Panas Konveksi	26
9. Perpindahan Panas pada Sistem Radial Silinder	26
10. Perpindahan Kalor pada Dinding Silinder Berlapis	27
11. <i>Fire Tube Boiler</i>	29
12. Desain <i>Fire Tube Boiler</i>	30
13. <i>Boiler</i> Pipa Api Vertikal (<i>Vertikal Fire Tube Boiler</i>)	31
14. Bagian-bagian <i>boiler</i> pipa api	31
15. Ukuran Badan Boiler.....	32
16. <i>Tubesheet</i>	32
17. Penampang Tube	33
18. Desain <i>Fire Tube Boiler</i> Keseluruhan	33
19. Grafik Waktu Pemanasan untuk <i>Start Up</i>	44
20. Bog Diagram Neraca Panas	45
21. Grafik Pengaruh Tekanan Steam Terhadap Putaran Turbin	48
22. Grafik Pengaruh Putaran Turbin Terhadap efisiensi turbin	48
23. <i>Boiler</i>	94
24. <i>Tubesheet</i>	94
25. <i>Superheater</i>	94
26. <i>Furnace</i>	94
27. Kompresor	95
28. Tangki Bahan Bakar.....	95

29. Sudu Turbin.....	95
30. Kondensor	95
31. Pompa	95
32. Level Volume.....	95
33. Panel Listrik	96
34. Generator.....	96
35. Pully	96
36. <i>Burner</i>	96
37. Termometer	96
38. <i>Pressure Gauge</i>	96
40. <i>Prototype Steam Power Plant</i> Keseluruhan.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Solar.....	20
2. Spesifikasi LPG.....	22
3. Konduktivitas Termal Berbagai Bahan	35
4. Waktu Pemanasan untuk <i>Start Up</i>	41
5. Neraca Massa Seputar <i>Boiler Furnace</i>	41
6. Neraca Panas Seputar <i>Boiler Furnace</i>	42
7. Kondisi Operasi saat <i>Running</i>	42
8. Pengaruh Putaran Penurunan Putaran Turbin terhadap Daya Turbin	43
9. Pengaruh Putaran Turbin Terhadap Efisiensi Turbin.....	43
10. Komposisi Ultimater Bahan Bakar Solar	52
11. Komposisi <i>Dry Flue Gas</i>	52
12. Waktu Pemanasan untuk <i>Start Up</i>	53
13. Kondisi Operasi saat <i>Running</i>	53
14. Pengaruh Putaran Penurunan Putaran Turbin terhadap Daya Turbin	53
15. Perhitungan Komposisi Solar.....	54
16. Komposisi molar Udara Basah masuk Ruang Bakar	57
17. Komposisi Mol Flue Gas	57
18. Komposisi Molar Udara Basah Masuk Ruang Bakar	58
19. Neraca Massa Pada <i>Furnace</i>	58
20. Neraca Massa,Seputar <i>Boiler Furnace</i>	58
21. Data Operasi Satu Jam	59
22. Data Komposisi Flue Gas Kering	61
23. Konstanta Komponen Gas	61
24. Panas Sensibel Komposisi Udara.....	62
25. Neraca Energi Pada Boiler Furnace	65
26. Persentase Neraca Energi Pada Boiler Furnace	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Pengamatan	52
2. Perhitungan	54
3. Perhitungan Desain	68
4. Gambar	97
5. Surat-surat	98