

ANALISIS ENERGI PADA *WATER TUBE BOILER*



**Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia**

OLEH :

**ANGGI DELLA SYAPUTRI
0614 3040 1220**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
ANALISIS ENERGI PADA *WATER TUBE BOILER*

OLEH:

ANGGI DELLA SYAPUTRI
0614 3040 1220

Menyetujui,
Pembimbing I,

Adi Syakdani, S.T.,M.T.
NIDN 0011046904

Palembang, Juli 2017

Pembimbing II,

Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIDN 0024045811

Mengetahui,
a.n Ketua Jurusan Teknik Kimia
Sekretaris Jurusan

Ahmad Zikri, S.T., M.T.
NIP 198608072012121003

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma III – Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 18 Juli 2017**

Tim Penguji:	Tanda Tangan
1. Anerasari Meidinariasty, B.Eng., M.Si. NIDN 0031056604	()
2. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. NIDN 0019116705	()
3. Taufik Jauhari, S.T., M.T. NIDN 0019037502	()

**Palembang, Juli 2017
Mengetahui,
a.n Ketua Jurusan Teknik Kimia
Sekretaris Jurusan**

**Ahmad Zikri, S.T., M.T.
NIP 198608072012121003**

ABSTRAK

ANALISIS ENERGI PADA *WATER TUBE BOILER*

Anggi Della Syaputri, 2017, 43 Halaman, 7 Tabel, 18 Gambar, 11 Lampiran

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit yang menggunakan uap untuk memutar turbin yang akan menggerakkan generator dan akhirnya menghasilkan listrik. Dalam proses PLTU terdapat berbagai macam peralatan utama seperti *boiler*, turbin, kondensor, dan generator. Konversi energi tingkat pertama yang berlangsung dalam *Steam Power Plant* adalah konversi energi primer menjadi energi panas (kalor), hal ini dilakukan dalam ruang bakar. Energi panas ini kemudian dipindahkan dalam air yang ada dalam *water tube boiler* untuk menghasilkan uap. Uap ini dialirkan ke turbin uap, energi (entalpi) uap dikonversikan menjadi energi mekanik penggerak generator, dan akhirnya energi mekanik dari turbin uap ini dikonversikan menjadi energi listrik oleh generator. Demikian pentingnya peran *boiler furnace* sebagai komponen utama pada *Steam Power Plant*, maka dilakukan uji kinerja dan menganalisis aliran massa dan energi sistem secara menyeluruh pada *boiler furnace*. Adapun parameter yang diamati meliputi bahan bakar, *flue gas*, temperatur dan tekanan *steam*. Berdasarkan parameter tersebut, *Steam Power Plant* yang dirancang memiliki efisiensi termal sebesar 33,36 %, dimana masih dapat ditingkatkan nilai efisiensinya dengan meminimasi kebocoran kalor radiasi dan konveksi pada area permukaan *boiler* sedangkan *specific fuel consumption* sebesar 0,16 kg bahan bakar/kg *steam*.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Uap, *Boiler Furnace*, *Liquefied Petroleum Gas*, Efisiensi Termal.

ABSTRACT

ENERGY ANALYSIS ON WATER TUBE BOILER

Anggi Della Syaputri, 2017, 43 Pages, 7 Tables, 18 Pictures, 11 Attachments

Steam Power Plant (PLTU) is the plant which uses steam to turn turbine that will eventually drive the generator and produce electricity. In its process, Steam Power Plant has some primary units such as boiler, turbine, condenser, and generator. The first stage of energy conversion which does in Steam Power Plant is the conversion of primary energy to be heat (calor), this one is done in the furnace. The heat then will be moved into water in the boiler to produce steam. Steam is conveyed to the steam turbine, in it, energy (enthalpy) is converted to be mechanical energy, and finally mechanical energy from steam turbine is then converted to be electricity by generator. Due to its important roles of boiler as primary unit of Steam Power Plant, then perform performance test and analyze mass flow and system energy thoroughly at boiler furnace. Parameters which studied are fuel, flue gas, temperature and pressure of steam, also rpm of turbine and generator. Based on those parameters, steam turbine generator prototype has thermal efficiency 33,35 %, which that efficiency still can be proved with minimize heat losses of radiation and convection on the surface of boiler while the specific fuel consumption is 0.16 kg of fuel / kg steam.

Keywords: Steam Power Plant, Boiler Furnace, Liquidified Petroleum Gas, Thermal Efficiency

MOTTO

“Barang siapa bersungguh – sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.”

(Q.S. Al – Ankabut [29] : 6)

“Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat.”

(Winston Churchill)

“Saya bisa menerima kegagalan, tapi saya tidak bisa menerima segala hal yang tak pernah diusahakan.”

“Kekuatan tidak berasal dari kemenangan. Perjuangan Adalah yang mendatangkan kekuatan. Jika anda melewati rintangan dan memutuskan untuk tidak menyerah, itulah kekuatan sejati.”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Laporan Akhir ini Untuk :

Ayahanda H. Ahmad Nazori, S.E. dan Ibunda Hj. Idaroyani, dua permata dalam hidupku yang tak henti - hentinya dengan tulus berjuang merawat dan membesarkanku, do'a yang senantiasa terucap untuk keberhasilanku serta kasih sayang yang selalu memberikanku semangat baru dalam menjalani kehidupan ini.

Ayundaku Rinanda Nataria, A.md. dan Novi Sri Rizki Rukmana, S.Pd., kakandaku Muhammad Sutrisna Putra, S.Pd. yang telah memberikan dukungan dan tak lelah mendengarkan curahan isi hatiku. Kakandaku Bripka Ahmad Khowasi, S.H. dan Muhammad Hakam Sidiq, S.T. yang selalu menjadi kakak ipar terbaik, serta Ghazara 'Ilma, Muhammad Zakir Zain, Muhammad Lathif Ghifari keponakanku tersayang yang memberikan senyum cerianya untukku.

Sahabat - sahabatku Muhammad Rizky Agus Dwiyananda, Dwinta Adelia, Windy Ulfa Gialini, Rally Art Indah, dan Ayu Alvu Alvin Ni'mah, A.md. yang selalu memberikan motivasi maupun semangat yang luar biasa.

Almamater tercinta yang telah mendewasakanku dan memberikan ukiran dalam perjalanan hidupku.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahorobbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang senantiasa memberikan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul "**Analisis Energi Pada Water Tube Boiler**". Tak lupa pula, Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan yang baik sepanjang zaman.

Laporan akhir ini merupakan hasil dari pengamatan dan data – data penelitian yang telah dilakukan. Tujuan penulisan Laporan Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis dan penyusunan laporan akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dorongan, semangat, bimbingan, dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos. R.S., S.T.,M.T. selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Adi Syakdani, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia dan Dosen Pembimbing I Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, nasihat serta kesabaran pada saat proses penyusunan laporan akhir.
4. Ahmad Zikri, S.T.,M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Arizal Aswan, M.T. selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Energi dan Dosen Pembimbing II Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, dan saran untuk perbaikan demi terselesaikannya laporan akhir ini.
6. Ir. Sofiah, M.T. selaku Pembimbing Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Tahdid, S.T.,M.T selaku Dosen yang telah memberikan arahan dan meperlancar penyelesaian studi yang bermanfaat bagi penulis.
8. Bapak dan Ibu Dosen di Program Studi Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah banyak membekali penulis dengan ilmu yang bermanfaat.
9. Bapak dan Ibu staff Laboratorium di Program Studi Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu memberi izin dan arahan dalam pelaksanaan penelitian.
10. Papa, mama, ayuk, dan kakak serta keponakanku yang telah memberikan do'a dan dukungan untuk keberhasilanku.
11. Sahabat – sahabatku tercinta dan Mradwiyanda teman spesialku terima kasih atas persahabatan, kebersamaan, nasehat, dan semangatnya selama ini.
12. Abang dan kakak PLTUp Squad (team *Steam Power Generation*) yang menjadi keluarga baru bagiku, terima kasih atas kebersamaanya.
13. Keluarga besar Teknik Kimia khususnya rekan – rekan seperjuanganku angkatan 2014 terima kasih atas do'a, dukungan dan kebersamaannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan akhir ini masih jauh dari sempurna. Penulis berharap semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin yaa Rabbal Alaamiin.

Palembang, Juli 2017

Penulis,

Anggi Della Syaputri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iv
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	5
2.2 Siklus Rankine Ideal	5
2.3 Analisis Energi Pada Sistem Pembangkit Listrik	7
2.4 Sifat-sifat Udara	9
2.5 Bahan Bakar	12
2.6 Prinsip Pembakaran	14
2.7 Reaksi Pembakaran	13
2.8 Rasio Udara dan Udara Berlebih	15
2.9 Nilai Kalor Bahan Bakar	16
2.10 Profil Pembakaran	17
2.11 <i>Burner</i>	19
2.12 Diagram Alir Proses pada <i>Water Tube Boiler</i>	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	28
3.4 Pengamatan	29
3.5 Prosedur Penelitian	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan	34
4.2 Pembahasan	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 42
5.2 Saran..... 42

DAFTAR PUSTAKA..... 43

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
1. Spesifikasi LPG	14
2. Komposisi Bahan Bakar LPG	34
3. Komposisi Flue gas	35
4. Data Waktu Pemanasan untuk <i>start up</i>	36
5. Data Kondisi <i>steady state</i>	36
6. Neraca Massa seputar <i>Boiler Furnace</i>	37
7. Neraca Energi seputar <i>Boiler Furnace</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1. Konsumsi Tenaga Listrik Per Kapita pada Tahun 2011-2015	1
2. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Uap	5
3. Siklus <i>Rankine</i> Sederhana	6
4. Siklus <i>Rankine</i> ideal dan aktual.....	9
5. <i>Psychrometric Chart and Air Characteristic</i>	11
6. Profil Pembakaran Bahan Bakar	18
7. <i>Non Aerated Burner</i>	20
8. <i>Aerated Burner</i>	21
9. <i>Venturi burner gas</i>	22
10. <i>Pulverized fuel burner</i>	23
11. <i>Underfeed stoker</i>	23
12. Aliran massa dan energi	24
13. Diagram Alir Penelitian.....	29
14. Diagram Alir Langkah kerja proses <i>start up</i>	31
15. Diagram Alir Langkah kerja proses <i>steady state</i>	33
16. Blog Diagram Neraca Massa Seputar <i>Boiler Furnace</i>	38
17. Blok Diagram Neraca Panas <i>Boiler Furnace</i>	39
18. Diagram Sangkey pada neraca energi <i>Boiler Furnace</i>	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
A Data – data	
Data Komposisi Bahan Bakar	43
B Perhitungan	
Perhitungan Neraca Massa <i>Boiler Furnace</i>	44
Perhitungan Neraca Energi <i>Boiler Furnace</i>	49
C Gambar	
<i>Flowsheet Diagram Alir Steam Power Plant</i>	54
<i>Alat Steam Power Plant</i>	55
D Surat – surat	
Surat Rekomendasi Laporan Akhir	56
Surat Keterangan Selesai Penelitian.....	57
Jadwal Kegiatan Penelitian	58
Surat Pernyataan	59
Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir	60
Lembar Asistensi Laporan Laporan Akhir	62
Lembar Revisi Laporan Laporan Akhir	64
Surat Keterangan Bebas Pinjaman	65