

**ANALISIS PEMANFAATAN GAS BUANG UNTUK MENINGKATKAN  
KUALITAS *WATER TUBE BOILER* MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR  
SOLAR**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma IV  
Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**OLEH :  
JURIWON  
0613 4041 1690**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PEMANFAATAN GAS BUANG UNTUK  
MENINGKATKAN KUALITAS *WATER TUBE BOILER*  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR**

OLEH:

JURIWON  
0613 4041 1690

Palembang, Juli 2017

Menyetujui,  
Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. Arizal Aswan, M. T.  
NIDN. 0024045811

Ir. Sahrul Effendy, M.T.  
NIDN. 0023126309

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Adi Syakdani S.T., M.T.  
NIP. 196904111992031001

*MOTTO :*

- ❖ *Jangan mudah menyerah dalam menjalani kehidupan, seberat apapun cobaan yang datang kita harus berani untuk menghadapinya. Yakinkanlah Tuhan tidak akan memberikan cobaan melebihi dari kemampuan yang kita miliki. Karena aku yakin semua akan indah pada waktunya.*
- ❖ *Kebahagiaan terbesar dalam hidup adalah ketika kita bisa membuat kedua orang kita bangga atas apa yang telah kita raih.*
- ❖ *Jangan pilih-pilih dalam berteman, karena kita tidak tau siapa yang menolong kita dalam keadaan sulit.*

*Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT*

*Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada:*

- ❖ *Tuhan Yang Maha Esa.*
- ❖ *Kedua orangtuaku yang telah memberikan kasih sayang, pengorbanan, semangat dan kerja keras untuk kami anakmu.*
- ❖ *Kedua kakakku Rajito dan Kartutik yang selalu menjaga dan peduli kepadaku.*
- ❖ *Semua keluarga besarku yang telah banyak membantu dalam segala hal*
- ❖ *Kedua pembimbingku Ir. Arizal Aswan, M.T. dan Ir. Sahrul Effendy, M.T. serta Tahdid, S.T., M.T. yang tanpa lelah dan sabar memberikan bimbingan, nasihat dan motivasi kepadaku.*
- ❖ *Sahabat terbaik selama masa perkuliahan Imam "Silit" Nuradha Pramubelta, Aryo "Kampung" Juliansyah Pratama, M Ridho "BF Collector" Fitriyanto, Indar "Tuling Kembar" Sanjaya, Gilang "BF Fans" Rinditya, Ismi "Mulut Lancip"*

*Asyof, Rizky "Matot" Cek, Yudha "Buntut"  
Ganta, Iwon "Ceme" dan Abel "Tompul".*

- ❖ *Teman-teman satu tim pembangkit listrik tenaga uap POLSRJ.*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan EG.D'13 dan Teknik Energi 2013.*

## ABSTRAK

### ANALISIS PEMANFAATAN GAS BUANG UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS *WATER TUBE BOILER* MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR

---

(Juriwon, 2017, 77 halaman, 34 tabel, 34 gambar, 6 lampiran)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit listrik tenaga termal yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di dunia, karena efisiensinya sangat baik sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis. Prinsip kerja dari PLTU adalah mengubah energi termal yang dimiliki oleh uap (*steam*) menjadi energi listrik, melalui pemanfaatan air untuk menghasilkan *steam* bertekanan yang akan digunakan sebagai penggerak generator untuk menghasilkan listrik dengan media turbin untuk mengubah energi termal menjadi energi mekanik. Untuk melihat keberhasilan dari diversifikasi dilakukan analisa neraca massa dan neraca energi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui distribusi kebocoran kalor dengan analisa gas buang sehingga dapat meningkatkan kualitas *water tube boiler*. Dengan menentukan target tekanan 10 bar dan 15 bar. Kebocoran kalor yang terjadi akibat peristiwa perpindahan panas dan panas terakumulasi dalam sistem diminimalisasi dengan perbaikan-perbaikan sistem pada *water tube boiler*.

Kata Kunci : *Water Tube Boiler*, Temperatur, Tekanan, Heat loss.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF USE OF GAS WASTE TO INCREASE THE QUALITY OF WATER TUBE BOILER USING SOLAR FUEL

---

(Juriwon, 2017, 77 Pages, 34 Tables, 34 Images, 6 Inclosures)

Steam Power Plant (PLTU) is a thermal power plant that is widely used to meet the needs of electrical energy in the world, because the efficiency is very good so as to produce electrical energy is economical. The working principle of the steam power plant is to convert the thermal energy possessed by steam into electrical energy, through the utilization of water to produce a pressurized steam which will be used as a generator drive to generate electricity with the turbine medium to convert thermal energy into mechanical energy. To see the success of diversification is done mass balance analysis and energy balance. The purpose of this research is to know the distribution of heat leak with exhaust gas analysis so as to improve water tube boiler quality. By setting the target pressure 10 bars and 15 bars. Heat leakage that occurs due to heat transfer and heat events accumulated in the system is minimized with system improvements to the water tube boiler.

Keywords: Water Tube Boiler, Temperature, Pressure, Heat loss.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan lapaoran Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS PEMANFAATAN GAS BUANG UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS WATER TUBE BOILER MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR”**

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Prodi Sarjana Terapan Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Maret-Juli 2017.

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. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Adi Syakdani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi 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. Sahrul Effendy, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Tahdid, S.T.,M.T., selaku Dosen yang telah banyak membantu dan memberi motivasi serta arahan selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Ir. Fatria, M. T., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama 4 tahun yang telah menjaga serta memberi motivasi dan nasihat kepada anak didiknya Energi.D'13.
9. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Teknisi Laboratorium di Jurusan Teknik Kimia atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Karmin dan ibunda Yanti serta Kakakku Rajito dan Ayukku Kartutik, yang telah memberikan do'a restu, motivasi, bantuan moril materil dan semangat serta dukungannya selalu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.  
Terima kasih atas segala dukungannya, baik secara langsung maupun tak langsung.
11. Sahabat terbaik selama masa perkuliahan Imam "Silit" Nuradha Pramubelta, Aryo "Kamput" Juliansyah Pratama, M Ridho "BF Collector" Fitriyanto, Indar "Tuling Kembar" Sanjaya, Gilang "BF Fans" Rinditya, Ismi "Mulut Lancip" Asyof, Rizky "Matot" Cek, Yudha "Buntut" Ganta, Bang Oel dan Abel "Tompul" .
12. Rekan-rekan satu kelompok Pembangkit Listrik Tenaga Uap POLSRI.
13. Rekan-rekan satu perjuangan Energi.D'13 selama 4 tahun bersama dalam susah maupun senang. GOOD LUCK buat kedepannya.
14. Teman-teman Teknik Energi Angkatan 2013 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. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Juli 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Bahan Bakar .....	4
2.1.1 Solar .....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap .....	6
2.3 Siklus <i>Rankine</i> Ideal .....	6
2.4 Analisis Energi pada Sistem Pembangkit Listrik .....	8
2.5 Sifat-sifat Udara .....	10
2.5.1 Kelembaban Udara ( <i>Humidity</i> ) .....	11
2.5.2 Jenis-jenis Kelembaban Udara .....	12
2.6 Prinsip Pembakaran .....	13
2.7 Reaksi Pembakaran .....	14
2.8 Rasio Udara dan Udara Berlebih .....	14
2.8.1 Rasio Udara Bahan Bakar .....	15
2.9 Nilai Kalor Bahan Bakar .....	15
2.10 Profil Pembakaran .....	17
2.11 <i>Burner</i> .....	18
2.11.1 <i>Burner</i> dengan Bahan Bakar Cair .....	18

2.11.2 <i>Burner</i> dengan Bahan Bakar Gas .....	19
2.11.3 <i>Burner</i> untuk Bahan Padat .....	21
2.12 Diagram Alir Proses pada <i>Water Tube Boiler</i> .....	23
2.12.1 Aliran Massa secara Menyeluruh .....	24
2.12.2 Aliran Energi secara Menyeluruh .....	24
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Pendekatan Desain Fungsional .....	27
3.2 Pendekatan Desain Struktural .....	27
3.3 Pertimbangan Percobaan .....	28
3.3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian .....	28
3.3.2 Alat dan Bahan .....	29
3.3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	30
3.4 Alur Logika Penelitian .....	33
3.5 Pengamatan .....	34
3.6 Prosedur Kerja .....	34
3.7 Matrix Penelitian .....	37
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	38
4.1.2 Data Hasil Pengamatan .....	38
4.1.3 Data Hasil Perhitungan .....	39
4.2 Pembahasan .....	40
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Spesifikasi Solar .....	5
2. Laju Alir Steam .....	38
3. Laju Alir <i>Blowdown</i> .....	38
4. Data Proses Pengamatan <i>Steam Power Plant</i> .....	38
5. Neraca Massa .....	39
6. Neraca Energi Seputar <i>Boiler Furnace</i> 10 bar .....	39
7. Neraca Energi Seputar <i>Boiler Furnace</i> 15 bar .....	39
8. Energi yang Belum Dimanfaatkan pada Tekanan 10 bar .....	43
9. Energi yang Belum Dimanfaatkan pada Tekanan 15 bar .....	43
10. Laju Alir Steam .....	48
11. Laju Alir <i>Blowdown</i> .....	48
12. Data Proses <i>Steam Power Plant</i> .....	48
13. Komposisi <i>Dry Flue Gas</i> .....	51
14. Komposisi <i>Wet Flue Gas</i> .....	51
15. Komposisi Udara Suplai .....	52
16. Neraca Massa .....	52
17. Komposisi Mol <i>Flue Gas</i> .....	54
18. Konstanta Kapasitas Panas .....	54
19. Konstanta Kapasitas Panas .....	55
20. Panas Sensibel <i>Flue Gas</i> .....	55
21. Neraca Energi Seputar <i>Boiler Furnace</i> 10 bar .....	58
22. Komposisi Mol <i>Flue Gas</i> .....	60
23. Konstanta Kapasitas Panas.....	60
24. Konstanta Kapasitas Panas.....	61
25. Panas Sensibel <i>Flue Gas</i> .....	61
26. Neraca Energi Seputar <i>Boiler Furnace</i> 15 bar .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Uap .....	6
2. Siklus <i>Rankine</i> Sederhana .....	7
3. Siklus <i>Rankine</i> Ideal dan Aktual .....	10
4. <i>Psychrometric Chart And Air Characteristic</i> .....	12
5. Profil Pembakaran Bahan Bakar .....	17
6. <i>Non Aerated Burner</i> .....	20
7. <i>Aerated Burner</i> .....	20
8. <i>Venturi Burner Gas</i> .....	21
9. <i>Pulverized Fuel Burner</i> .....	22
10. <i>Underfeed Stoker</i> .....	23
11. Aliran Massa dan Energi .....	23
12. Flow Diagram Sistem Pembangkit Tenaga Uap .....	32
13. Alur Logika Penelitian .....	33
14. Blog Diagram Neraca Massa Seputar <i>Boiler Furnace</i> .....	40
15. <i>Steam Drum</i> .....	66
16. <i>Longitudinal Tubesheet</i> .....	66
17. <i>Tubesheet Superheater</i> .....	66
18. <i>Furnace</i> .....	66
19. Kompresor .....	67
20. Tangki Bahan Bakar .....	67
21. Sudu Turbin .....	67
22. Kondensor .....	67
23. Pompa .....	67
24. Level Volume .....	67
25. Kontrol Panel .....	68
26. Generator .....	68
27. <i>Burner</i> .....	68
28. <i>Open Pulley Sistem</i> .....	68
29. <i>Temperature Gauge</i> .....	68
30. <i>Pressure Gauge</i> .....	68
31. <i>Flowmeter</i> .....	69
32. <i>Water Tank</i> .....	69
33. <i>Tubesheet Economizer</i> .....	69
34. Prototipe <i>Steam Power Plant</i> Keseluruhan .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan .....	46
Lampiran 2. Data Perhitungan .....	49
Lampiran 3. Gambar Alat .....	65
Lampiran 4. Surat-Surat .....	70