

**EFFISIENSISTEAM POWER GENERATION DITINJAU DARI
PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR PADA
BOX LONGITUDINAL COIL STEAM WATER TUBE BOILER**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan (D-IV) Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

**Dini Oktarina
0613 4041 1662**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**EFFISIENSI *STEAM POWER GENERATION* DITINJAU DARI
PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR PADA
*BOX LONGITUDINAL COIL STEAM WATER TUBE BOILER***

Oleh :

**Dini Oktarina
0613 4041 1662**

**Mengetahui,
Pembimbing I,**

**Ir. Tri Widagdo, M.T.
NIDN. 0003096110**

**Palembang, Juli 2017
Menyetujui,
Pembimbing II,**

**Tahdid, S.T., M.T
NIDN. 0013027203**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

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

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Di Jurusan Teknik Kimia Program Studi S1 (Terapan) Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 27 Juli 2017**

Tim Penguji :

- 1. Dr. Eka Sri Yusmartini, M.T** ()
NIDN. 0004046101

- 2. Lety Trisnaliani, S.T., M.T** ()
NIDN. 0203047804

- 3. Zulkarnain, S.T., M.T.** ()
NIDN. 0025027103

**Palembang, Juli 2017
Mengetahui
Ketua Program Studi
S1 (Terapan) Teknik Energi**

**Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIP. 195804241993031001**

ABSTRAK

Effisiensi *Steam Power Generation* ditinjau dari pengaruh rasio udara bahan bakar solar pada *box longitudinal coil steam water tube boiler*

(Dini Oktarina, 2017: 106 halaman, 39 tabel, 49 gambar, 7 lampiran)

Prototipe steam power generation adalah satu unit mini plant pembangkit listrik tenaga uap, dilengkapi dengan beberapa unit utama seperti boiler, furnace, kompresor, pompa, tabung bahan bakar, turbin uap, dan kondensor. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menentukan pengaruh rasio udara bahan bakar terhadap efisiensi *steampower generation* dan mendapatkan kondisi optimal rasio udara bahan bakar. Metode yang dilakukan adalah studi literatur dan rancang bangun. Prosedur dilakukan dengan parameter tetap yaitu volume bahan bakar solar yang digunakan, sedangkan parameter berubah yaitu tekanan udara bahan bakar dengan variasi 15:1, 15,5:1, 16:1, 16,5:1, dan 17:1. Tipe *Boiler* yang digunakan adalah *box longitudinal coil water tube boiler* dan turbin tipe uap. Penggunaan variabel rasio udara bahan bakar dilakukan untuk melihat efisiensi yang optimum dalam menghasilkan daya listrik terhadap penggunaan jumlah udara dan bahan bakar. Berdasarkan parameter tersebut, daya listrik dan efisiensi *steam power generation* yang ideal dengan penggunaan rasio udara bahan bakar yang efektif berada pada rasio 16,5:1 dengan efisiensi 4,469%.

Kata Kunci : PLTU, Rasio, Effisiensi .

ABSTRACT

The efficiency of the Steam Power Generation in terms of the influence of the ratio of diesel fuel on the air box longitudinal coil steam water tube boiler

(Dini Oktarina, 2017 :106 page , 39 Tables, 49Figure, 7 Appendix)

Prototype steam power generation unit is a mini plant steam power plant, equipped with some of the major units such as boilers, furnaces, compressors, pumps, fuel tubes, steam turbine, and the condenser. The purpose of this thesis is to determine the influence of the air-fuel ratio against the steam power generation efficiency and getting the optimum condition of air-fuel ratio. Methods undertaken was the literary studies and architecture. The procedure is done with fixed parameters, namely the volume of diesel fuel are used, while the parameter modifier is the fuel with air pressure variations 15:1, 15.5:1, 16:1, 16.5:1, and 17:1. The type of Boiler used are box longitudinal coil water tube boiler and steam turbine type. The use of air-fuel ratio variables are done to see the optimum efficiency in generating electrical power against the use of the amount of air and fuel. Based on these parameters, the power and the efficiency of the steam power generation the ideal with the use of air-fuel ratio which effectively is at the ratio of 16,5:1 with 4.469% efficiency.

Keywords: PLTU, Ratio, Efficiency.

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan adalah kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dengan suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain hanya kepada Tuhanlah hendaknya berharap”

(Q.S Al-Insyiroh 6-9)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya jualah sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan sesuai rencana. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu' Alaihi Wassalam beserta para keluarga dan sahabatnya hingga akhir zaman.

Penlis menyusun laporan ini dilaksanakan untuk memenuhi syarat kelulusan pada jurusan Teknik Kimia Prodi S1 (Terapan) Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Laporan ini disusun berdasarkan hasil pengamatan dan data-data yang diperoleh saat melakukan Rancang Bangun *Steam Power Generation*.

Dalam melaksanakan Penelitian Tugas Akhir ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih, khususnya kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos R.S. S.T., M.T. selaku Pembantu Direktur I Bidang Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Adi Syakdani, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Arizal Aswan., M.T. selaku ketua Prodi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Tri Widagdo, M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Tahdid, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

9. Kedua orang tuaku dan saudara saudara perempuanku yang tak henti-hentinya mendoakan, menyemangatiku dan yang telah memberikan bantuan baik secara moril maupun materiselama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan 8.EG.C yang selalu menyemangati dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Tim *Steam Power Generation* yang selalu memberikan masukan dan menyemangati dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Heru anggara yang telah memberikan support, saran, dan kritiknya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Sahabat dan teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Kimia Prodi S1 (Terapan) Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya angkatan 2013,
14. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan Tugas Akhir ini, baik itu berupa saran, do'a, maupun dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menulis Laporan Tugas Akhir ini, dan penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan laporan ini, dan penulis membuka diri untuk segala kritik dan saran yang bersifat mendukung dari pembaca, guna menyempurnakan apa yang penulis buat. Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iv
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Perumusan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	6
2.2 Siklus Termodinamika	7
2.3 <i>Boiler</i>	10
2.4 Generator	28
2.5 Proses Pembakaran	28
2.6 Karakteristik Bahan Bakar	34
2.7 Udara	35
2.8 Air Umpan	36
2.9 Kualitas Uap	38
2.10 Diagram Fasa	39
2.11 Perhitungan Efisiensi <i>Steam Power Generation</i>	40
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	41
3.2 Pendekatan Desain Struktural	42
3.3 Pertimbangan Percobaan	45
3.4 Pengamatan	48
3.5 Prosedur Percobaan	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN-LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Spesifikasi Bahan Bakar Solar	36
2	Sifat-sifat Udara	37
3	Persyaratan Air Umpan <i>Boiler</i>	38
4	Hasil Penelitian	53
5	Spesifikasi Ruang Bakar	60
6	Spesifikasi <i>Fire Tube Boiler</i>	60
7	Spesifikasi Turbin	60
8	Spesifikasi Generator	61
9	Spesifikasi Kondensor	61
10	Spesifikasi Kompresor	61
11	Spesifikasi <i>Oil Tank</i>	62
12	Spesifikasi Pompa	62
13	Data Komposisi Bakar Solar	63
14	Data Waktu Pemanasan <i>Start Up</i> 17:1	64
15	Data Waktu Pemanasan <i>Start Up</i> 16,5:1	64
16	Data Waktu Pemanasan <i>Start Up</i> 16:1	64
17	Data Waktu Pemanasan <i>Start Up</i> 15,5:1	65
18	Data Waktu Pemanasan <i>Start Up</i> 15:1	65
19	Data Kondisi <i>Steady State</i> 15:1	66
21	Data Kondisi <i>Steady State</i> 15,5:1	67
23	Data Kondisi <i>Steady State</i> 16:1	68
25	Data Kondisi <i>Steady State</i> 16,5:1	69
27	Data Kondisi <i>Steady State</i> 17:1	70
28	Komposisi Solar	78
29	Perhitungan Komposisi Solar	78
30	Neraca Massa pada Furnace	81
31	Komposisi Solar	82
32	Komposisi Flue Gas	82
33	Komposisi Mol Flue Gas Basah	86
34	Komposisi Mol Udara Basah Masuk Ruang Bakar	86
35	Komposisi Mol Flue Gas Kering	89
36	Konstanta Kapasitas Panas	89
37	Konstanta Kapasitas Panas	90
38	Panas Sensibel Flue Gas	91
39	Neraca Energi Seputar Boiler Furnace	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Komponen-Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Uap	6
2	Bagan Sederhana Siklus Rankine	8
3	Diagram T-s Siklus Rankine	9
4	Ketel Pipa Api	15
5	<i>Fire Tube Boiler</i>	16
6	Ketel Pipa Air	17
7	Ketel Tegak	18
8	Ketel Mendatar	19
9	Ruang Bakar	22
10	<i>Burner</i>	23
11	<i>Economizer</i>	24
12	<i>Boiler Drum</i>	26
13	<i>Stack</i>	26
14	<i>Forced Drought Fan (FDF)</i>	27
15	<i>Air Preheater</i> (Pemanas Awal Udara)	27
16	<i>Air Heater</i>	28
17	Grafik Hubungan Efisiensi Pembakaran dengan Udara Berlebih	32
18	Diagram Fase	39
19	Desain Tube pada Furnace	43
20	Rancang <i>Prototype Steam Power generation</i>	43
21	<i>Steam Power Generation</i> Tanpa Depan.....	44
22	<i>Steam Power Generation</i> Tanpa Samping.....	44
23	<i>Steam Power Generation</i> Tanpa Belakang.....	45
24	<i>Flow diagram</i> Sistem SPG	48
25	Rasio Udara bahan bakar terhadap q_{loss}	54
26	Rasio Udara bahan bakar terhadap daya(watt)	55
27	Rasio Udara bahan bakar terhadap efisiensi SPG	56
28	Diagram Neraca Massa <i>Boiler Furnace</i>	78
29	Diagram Neraca Panas <i>Boiler Furnace</i>	94
30	<i>Steam drum</i>	100
31	<i>Longitudinal Coil Boiler</i>	100
32	<i>Tubesheet Superheater</i>	100
33	<i>Furnace</i>	100
34	Kompresor	101
35	Tangki Bahan Bakar	101
36	Sudu Turbin	101
37	Kondenser	101
38	Pompa	101
39	Level Volume	101
40	Kontrol Panel	102
41	Generator	102

42	<i>Burner</i>	102
43	<i>Open pulley sistem</i>	102
44	<i>Temperatur Gauge</i>	102
45	<i>Pressure Gauge</i>	102
46	<i>Flowmeter</i>	103
47	<i>Water Tank</i>	103
48	<i>Tubesheet Economizer</i>	103
49	<i>Prototipe Steam Power Generation</i>	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Spesifikasi Peralatan	60
2	Data Penelitian	63
3	Perhitungan Desain	72
4	Perhitungan Aktual	78
5	Gambar Alat	100
6	Dokumentasi	104
7	Surat Menyurat	106