

TUGAS AKHIR
INTERPRESTASI *ECONOMIZER* PADA SISTEM *LOGITUDINAL COIL*
***STEAM WATER TUBE BOILER* DITINJAU DARI EFISIENSI**
PEMBANGKIT TENAGA UAP BAHAN BAKAR SOLAR



**Disusun Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Pendidikan Jurusan
Teknik Kimia Program Studi DIV (Sarjana Terapan) Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
Aryo Juliansyah Pratama
0613 4041 1639**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
INTERPRESTASI ECONOMIZER PADA SISTEM LOGITUDINAL COIL
STEAM WATER TUBE BOILER DITINJAU DARI EFISIENSI
PEMBANGKIT TENAGA UAP BAHAN BAKAR SOLAR

OLEH:

Aryo Juliansyah Pratama
0613 4041 1639

Menyetujui,
Pembimbing I,

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

Palembang, Agustus 2017

Pembimbing II,

Ir. Arizal Aswan, M.T
NIDN 0024045811

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Di Jurusan Teknik Kimia Program Studi
Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 26 Juli 2017**

Tim Penguji:

Tanda Tangan

- | | | |
|--|----------|----------|
| 1. Ir. Sahrul Effendy, M.T.
NIDN 0023126309 | (|) |
| 2. Zurohaina, S.T., M.T.
NIDN 0018076707 | (|) |
| 3. Ahmad Zikri, S.T., M.T.
NIDN 0007088601 | (|) |

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

**Ir. Arizal Azwan, M.T.
NIDN 0024045811**

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

KECERDASAN BUKANLAH TOLAK UKUR KESUKSESAN, TETAPI DENGAN MENJADI CERDAS KITA BISA MENGGAPAI KESUKSESAN. BERANGKAT DENGAN PENUH KEYAKINAN, BERJALAN DENGAN PENUH KEIKHLASAN, DAN ISTIQOMAH DALAM MENGHADAPI COBAAN KERJAKANLAH, WUJUDKANLAH, INGAT....!!! HANYA PADA ALLAH, APAPUN DAN DI MANAPUN KITA, KEPADA DIA-LAH TEMPAT MEMINTA DAN MEMOHON.

KUPERSEMBAHKAN UNTUK :

- **ALLAH SWT TEMPATKU MENGADU DAN MEMOHON**
- **IBUKU NORA YOSEVY YANG MENJADI PENYEMANGAT SERTA MALAIKAT DALAM HIDUPKU**
- **AYAHKU ARWAN YANG SELALU MEMOTIFASI DAN MENGINGATKAN MANA HAL YANG BAIK DALAM HIDUPKU**
- **ADEKKU DWI ARVITA YANG SELALU MENGALAH DEMI AKU**
- **KELUARGA BASAR H. RUSLIMANSYAH (KAKEK) & NURAI SYAH (NENEK) YANG SELALU MENDUKUNG SERTA MENDO'AKAN AKU**
- **PAPI TAHDIR PRAMONA YANG SETIA MEMBIMBING DARI AWAL SAMPAI SAAT INI**
- **PAPI RIZAL YANG BERSEMANGAT MEMBIMBING**
- **RENI TRI SUBEKTI CINTAKU YANG SELALU MEMBERIKAN SEMANGAT & DUKUNGAN DALAM SEGALA HAL DALAM HIDUPKU**
- **KK BUNGA ABEL, IMAM, RIDHO, INDAR, ISMI, YUDHA, GILANG, OEL, RISKI, IWON DAN SAYA SENDIRI (ARYO) YANG INSYAALLAH SUKSES SEMUA**
- **POPPY PAMELA PUTRIE, FATIMAH SHOHINA PUTRI, DEA ANGGRAENI, FITRIANI, SUCI ANANDA PUTRI YANG TIDAK PERNAH BOSAN MEMBANTU & MENGAJARIKU**

- **TEKNIK ENERGI 13 YANG TELAH BERJUANG BERSAMA MENUJU MASA DEPAN YANG CERAH**

ABSTRAK

INTERPRESTASI *ECONOMIZER* PADA SISTEM *LOGITUDINAL COIL STEAM WATER TUBE BOILER* DITINJAU DARI EFISIENSI PEMBANGKIT TENAGA UAP BAHAN BAKAR SOLAR

(Aryo Juliasnyah Pratama, 2017, 142 Halaman, 93 Tabel, 48 Gambar, 4Lampiran)

Kehilangan panas merupakan salah satu faktor penting yang sangat perlu diperhatikan dalam pengoperasian pembangkit listrik tenaga uap (Steam Power Generation) . Kehilangan panas yang terlalu besar yang terdapat pada gas buang sisa pembakaran adalah salah satunya. Temperatur gas buang yang masih terlalu besar akan mengurangi efisiensi boiler. Maka untuk mengatasi buang. Temperatur gas buang yang masih terlalu tinggi dapat dimanfaatkan kembali untuk masalah tersebut digunakan economizer sebagai alat untuk mengurangi temperatur gas menaikkan temperatur air umpan didalam economizer dengan cara melewati gas buang tersebut kemudian diukur temperatur gas buang dan temperatur air umpan. Setelah dilakukan perhitungan maka didapat nilai flue gas dengan economizer sebesar 9088,4591 kcal dan tanpa economizer sebesar 11507,0167 kcal. Dapat dilihat terjadi pengurangan panas dengan menggunakan economizer sebesar 2104,8419 Kcal dengan efisiensi siklus sebesar 18,18 % untuk rasio udara pembakaran 16,5:1 Jadi untuk mengurangi loss yang besar dapat menggunakan economizer sangat membantu meningkatkan efisiensi siklus dari Steam Power Genration.

Kata kunci: Kehilangan panas, Flue Gas, Rasio Udara Bahan Bakar, Ekonomizer, Efisiensi Siklus

ABSTRACT

INTERPRESTASI *ECONOMIZER* PADA SISTEM *LOGITUDINAL COIL STEAM WATER TUBE BOILER* DITINJAU DARI EFISIENSI PEMBANGKIT TENAGA UAP BAHAN BAKAR SOLAR

(Aryo Juliasnyah Pratama, 2017, 142 Pages, 93 Tables, 48 Images, 4 Appendix)

Heat loss is one of the most important factors to be considered in the operation of Steam Power Generation. The excessive heat losses contained in the exhaust gases of combustion are one of them. Exhaust gas temperature is still too large will reduce the efficiency of the boiler. So to overcome the waste. Excessive exhaust gas temperatures can be recovered for the problem economizer uses as a means of reducing the temperature of the gas raising the feed water temperature in the economizer by passing the exhaust gas and then measuring the temperature of the flue gas and feed water temperature. After done the calculation then got the value of flue gas with economizer equal to 9088,4591 kcal and without economizer equal to 11507,0167 kcal. Can be seen the reduction of heat by using economizer of 2104,8419 Kcal with cycle efficiency of 18.18% for the combustion air ratio 16.5: 1 So to reduce the loss of a large can use economizer is very helpful to improve the efficiency of the cycle of Steam Power Genration.

Keywords: Heat loss, Flue Gas, Air Fuel Ratio, Economizer, Cycle Efficiency

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan ini disusun berdasarkan data aktual dari lapangan untuk menyelesaikan Pendidikan Program Studi S1 Terapan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Pembantu Direktur 3 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 Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Tahdid, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Dosen Pembimbing Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Bapak/Ibu Dosen Teknik Kimia, selaku Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang telah memberi dukungan moral maupun material.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Angkatan 2013.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran

yang bersifat membangun dari semua pihak dan semoga kekurangan ini tidak mengurangi manfaat hasil Laporan Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Kimia khususnya Program Studi S1 Terapan Teknik Energi.

Palembang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ketel Uap.....	5
2.2 Bagian-bagian boiler	6
2.3 Esensi Ketel Uap yang Baik.....	8
2.4 Pemilihan Ketel Uap	8
2.5 Klasifikasi Ketel Uap	9

2.6 Keuntungan dan Kerugian Ketel Pipa Air	11
2.7 Perpindahan Panas pada Boiler	12
2.7.1 Perpindahan Panas Secara Pancaran (<i>radiation</i>)	12
2.7.2 Perpindahan Panas Secara Aliran (<i>convection</i>)	12
2.7.3 Perpindahan Panas Secara Rambatan (<i>conduction</i>)	13
2.8 Proses Pemanasan Air	13
2.9 Keterpasangan Peralatan Pada Economizer	15
2.10 Analisa Performansi Boiler	23

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Desain Fungsional	25
3.2 Pendekatan Desain Struktural.....	25
3.3 Pertimbangan Percobaan.....	27
3.3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	27
3.3.2 Alat dan Bahan	27
3.3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	29
3.4 Alur Logika Penelitian.....	30
3.5 Pengamatan	30
3.6 Prosedur Kerja.....	31

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	34
4.2 Pembahasan.....	35
4.2.1 Analisa Pengaruh Ekonomiser dilihat dari Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar terhadap Temperatur Flue Gase.....	35
4.2.2 Analisa Pengaruh Ekonomiser dilihat dari Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar terhadap Kandungan Panas Flue Gase	36
4.2.3 Analisa Pengaruh Ekonomiser dilihat dari Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar terhadap Effiseinsi Termal Siklus	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40

DAFTAR PUSTAKA	41
----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Bagian-bagian Boiler	5
Gambar 2.2 Water tube boiler.....	9
Gambar 2.3 Kurva Steam Jenuh	14
Gambar 2.4 Skematik Economizer	16
Gambar 2.5 Soot blower	18
Gambar 2.6 Ash Handling System.....	19
Gambar 2.7 Penampang Economizer	21
Gambar 2.8 Grafik penggunaan economizer	22
Gambar 2.9 Neraca panas energi boiler (Bureau of energy efficiency)	23
Gambar 2.10 Diagram kehilangan energi pada boiler (UNEP, 2004)	24
Gambar 3.1 diagram Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	29
Gambar 3.2 Alur Logika Penelitian	30
Gambar 4.1 Hubungan rasio udara bahan bakar terhadap temperatur <i>flue</i> <i>Gase</i>	35
Gambar 4.2 Hubungan rasio udara bahan bakar terhadap kandungan panas	

dialiran <i>flue gase</i>	37
Gambar 4.3 Peralatan Ekonomiser hasil disain	38
Gambar 4.4 Hubungan Rasio Bahan Bakar Dengan Efisiensi Termal	
Siklus	39
Gambar L3.1 Blok Diagram Neraca Massa Boiler Furnace	53
Gambar L3.2 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	62
Gambar L3.3 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	68
Gambar L3.4 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	74
Gambar L3.5 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	82
Gambar L3.6 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	88
Gambar L3.7 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	96
Gambar L3.8 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	102
Gambar L3.9 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	109
Gambar L3.10 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	115
Gambar L3.11 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	122
Gambar L3.12 Blok Diagram Neraca Panas Boiler Furnace	123
Gambar L4.1. <i>Steam Drum</i>	139
Gambar L4.2 <i>Longitudinal Tubesheet</i>	139
Gambar L4.3 <i>Tubesheet Superheater</i>	139
Gambar L4.4 <i>Furnace</i>	139
Gambar L4.5 Kompresor	140
Gambar L4.6 Tangki Bahan Bakar	140
Gambar L4.7 Suhu Turbin	140

Gambar L4.8 Kondensor	140
Gambar L4.9 Pompa	140
Gambar L4.10 Level Volume	140
Gambar L4.11 Kontrol Panel	141
Gambar L4.12 Generator	141
Gambar L4.13 <i>Burner</i>	141
Gambar L4.14 <i>Open Pulley</i>	141
Gambar L4.15 <i>Temperature</i>	141
Gambar L4.16 <i>Pressure Gauge</i>	141
Gambar L4.17 <i>Flowmeter</i>	142
Gambar L4.18 <i>Water Tank</i>	142
Gambar L4.19 <i>Tubesheet Economizer</i>	142
Gambar L4.20 Prototipe <i>Steam Power Generator</i> Keseluruhan	142

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 4.1 Data hasil peneltian	34
Tabel L1.1 Spesifikasi Ruang Bakar	43
Tabel L1.2 Spesifikasi <i>FireTube Boiler</i>	43
Tabel L1.3 Spesifikasi Turbin	43
Tabel L1.4 Spesifikasi Generator	44

Tabel L1.5 Spesifikasi Kondensor	44
Tabel L1.6 Spesifikasi Kompresor.....	44
Tabel L1.7 Spesifikasi <i>OilTank</i>	45
Tabel L1.8 Spesifikasi Pompa	45
Tabel L2.1 Data Komposisi Bahan Bakar Solar	46
Tabel L2.2 Data Waktu Pemanasan <i>Untuk Start Up</i> Rasio 17:1	47
Tabel L2.3 Data Waktu Pemanasan <i>Untuk Start Up</i> Rasio 16,5:1	47
Tabel L2.4 Data Waktu Pemanasan <i>Untuk Start Up</i> Rasio 16:1	47
Tabel L2.5 Data Waktu Pemanasan <i>Untuk Start Up</i> Rasio 15,5:1	48
Tabel L2.6 Data Waktu Pemanasan <i>Untuk Start Up</i> Rasio 15:1	48
Tabel L2.7 Data Kondisi <i>Steady State</i> Rasio 17:1	49
Tabel L2.8 Data Kondisi <i>Steady State</i> Rasio 16,5:1	49
Tabel L2.9 Data Kondisi <i>Steady State</i> Rasio 16:1	50
Tabel L2.10 Data Kondisi <i>Steady State</i> Rasio 15,5:1	50
Tabel L2.11 Data Kondisi <i>Steady State</i> Rasio 15:1	51
Tabel L3.1 Komposisi Solar	53
Tabel L3.2 Perhitungan Komposisi Solar	53
Tabel L3.3 Neraca Massa pada Furnace	56
Tabel L3.4 Komposisi Solar	57
Tabel L3.5 Komposisi Flue Gas Solar	57
Tabel L3.6 Komposisi Mol Flue Gas Basah	61
Tabel L3.7 Komposisi Mol Udara Basah Masuk ke Ruang Bakar	61
Tabel L3.8 Neraca Massa pada Furnace	61

Tabel L3.9 Komposisi Mol Flue Gas Kering	64
Tabel L3.10 Konstanta Kapasitas Panas	64
Tabel L3.11 Konstanta Kapasitas Panas	65
Tabel L3.12 Panas Sensibel Flue Gas	66
Tabel L3.13 Neraca Energi Seputar Boiler Furnace	68
Tabel L3.14 Komposisi Solar	69
Tabel L3.15 Komposisi Flue Gas Solar	69
Tabel L3.16 Komposisi Mol Flue Gas Basah	73
Tabel L3.17 Komposisi Mol Udara Basah Masuk ke Ruang Bakar	73
Tabel L3.18 Neraca Massa pada Furnace	73
Tabel L3.19 Komposisi Mol Flue Gas Kering	77
Tabel L3.20 Konstanta Kapasitas Panas	77
Tabel L3.21 Konstanta Kapasitas Panas	78
Tabel L3.22 Panas Sensibel Flue Gas	78
Tabel L3.23 Neraca Energi Seputar Boiler Furnace.....	82
Tabel L3.24 Komposisi Solar	83
Tabel L3.25 Komposisi Flue Gas Solar	83
Tabel L3.26 Komposisi Mol Flue Gas Basah	87
Tabel L3.27 Komposisi Mol Udara Basah Masuk ke Ruang Bakar	87
Tabel L3.28 Neraca Massa pada Furnace	87
Tabel L3.29 Komposisi Mol Flue Gas Kering	91
Tabel L3.30 Konstanta Kapasitas Panas	91
Tabel L3. 31 Konstanta Kapasitas Panas	92

Tabel L3.32 Panas Sensibel Flue Gas	92
Tabel L3.33 Neraca Energi Seputar Boiler Furnace	96
Tabel L3.34 Komposisi Solar	97
Tabel L3.35 Komposisi Flue Gas Solar	97
Tabel L3.36 Komposisi Mol Flue Gas Basah	101
Tabel L3.37 Komposisi Mol Udara Basah Masuk ke Ruang Bakar	101
Tabel L3.38 Neraca Massa pada Furnace	101
Tabel L3.39 Komposisi Mol Flue Gas Kering	104
Tabel L3.40 Konstanta Kapasitas Panas	104
Tabel L3.41 Konstanta Kapasitas Panas	106
Tabel L3.42 Panas Sensibel Flue Gas	106
Tabel L3.43 Neraca Energi Seputar Boiler Furnace	109
Tabel L3.44 Komposisi Solar	110
Tabel L3.45 Komposisi Flue Gas Solar	110
Tabel L3. 46 Komposisi Mol Flue Gas Basah	114
Tabel L3.47 Komposisi Mol Udara Basah Masuk ke Ruang Bakar	114
Tabel L3.48 Neraca Massa pada Furnace	114
Tabel L3.49 Komposisi Mol Flue Gas Kering	117
Tabel L3.50 Konstanta Kapasitas Panas	117
Tabel L3.51 Konstanta Kapasitas Panas	119
Tabel L3.52 Panas Sensibel Flue Gas	119
Tabel L3.53 Neraca Energi Seputar Boiler Furnace	122
Tabel L3.54 Komposisi Mol Flue Gas Kering	124

Tabel L3.55 Konstanta Kapasitas Panas	124
Tabel L3.56 Konstanta Kapasitas Panas	125
Tabel L3.57 Panas Sensibel Flue Gas	125
Tabel L3.58 Komposisi Mol Flue Gas Kering	127
Tabel L3.59 Konstanta Kapasitas Panas	127
Tabel L3.60 Konstanta Kapasitas Panas	128
Tabel L3.61 Panas Sensibel Flue Gas	129
Tabel L3.62 Komposisi Mol Flue Gas Kering	130
Tabel L3.63 Konstanta Kapasitas Panas	130
Tabel L3.64 Konstanta Kapasitas Panas	131
Tabel L3.65 Panas Sensibel Flue Gas	132
Tabel L3.66 Komposisi Mol Flue Gas Kering	133
Tabel L3.67 Konstanta Kapasitas Panas	133
Tabel L3.68 Konstanta Kapasitas Panas	134
Tabel L3.69 Panas Sensibel Flue Gas	135
Tabel L3.70 Komposisi Mol Flue Gas Kering	136
Tabel L3.71 Konstanta Kapasitas Panas	136
Tabel L3.72 Konstanta Kapasitas Panas	137
Tabel L3.73 Panas Sensibel Flue Gas	138

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
LAMPIRAN I	43
LAMPIRAN II	46
LAMPIRAN III	53
LAMPIRAN IV	139
LAMPIRAN V	143