

**ANALISIS SISTEM TERMAL DITINJAU DARI PENGARUH
RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP PRODUKSI
*SUPERHEATED STEAM CROSS SECTION WATER TUBE BOILER***



**Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (DIV) pada
Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

**SALISA FIKAMALATI
0616 4041 1914**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

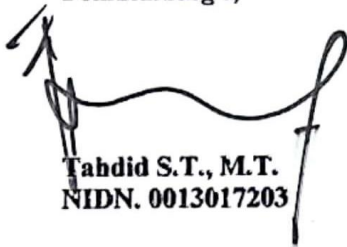
**ANALISIS SISTEM TERMAL DITINJAU DARI PENGARUH RASIO
UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP PRODUKSI
SUPERHEATED STEAM CROSS SECTION WATER TUBE BOILER**

OLEH :


**SALISA FIKAMALATI
NPM 061640411914**

Palembang, Oktober 2020

**Menyetujui,
Pembimbing I,**


**Tabdid S.T., M.T.
NIDN. 0013017203**

Pembimbing II,


**Ir. Erlinawati, M.T.
NIDN. 0005076115**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


**Ir. Jaksen M. Amin, M.Si
NIP. 196209041990031002**

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada tanggal 17 September 2020**


Tim Penguji :

Tanda Tangan

1. Zurohaina, S.T.,M.T.
NIDN 0018076707

()

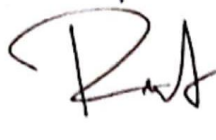
2. Dr. Martha Aznury, M.Si.
NIDN 0019067006

()

3. Ibnu Hajar, S.T.,M.T.
NIDN 0016027102


()

4. Rima Daniar, S.St., M.T.
NIDN 2022029201

()

Palembang, September 2020

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan (DIV) Teknik Energi


Ir. Sahrul Effendy, M.T.
NIP 196312231996011001

ABSTRAK

ANALISIS SISTEM TERMAL DITINJAU DARI PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP PRODUKSI *SUPERHEATED STEAM CROSS SECTION WATER TUBE BOILER*

(Salisa Fikamalati, 2020 : 42 Halaman, 14 Tabel, 9 Gambar, 4 Lampiran)

Boiler adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan *steam*. *Steam* diperoleh dengan cara pemanasan, dimana sumber panas berasal dari hasil pembakaran bahan bakar yang ada di *furnace*. *Boiler* ini dikatakan *Cross Section Double Drum Water Tube* dikarenakan memiliki dua drum (*double drum*) yang ditempatkan secara menyilang ke sumber panas dan *tube* dipasang secara berlawanan arah dengan *drum*, kemudian dengan kemiringan *tube* 65° agar mengurangi gaya gravitasi sehingga mempercepat proses penguapan molekul air. Bahan bakar yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan bahan bakar cair yaitu solar dengan rasio udara bahan bakar sebagai variable berubah, sedangkan bahan bakar sebanyak 15 Liter dan air umpan boiler sebanyak 75 kg sebagai variable tetap. Rasio udara bahan bakar yang digunakan pada rentang *excess* 6% hingga *excess* 22%. Hasil perhitungan didapatkan efisiensi *furnace* pada alat *cross section water tube boiler* adalah 69,25% pada rasio udara dan bahan bakar adalah *excess* 18% dengan tekanan *superheated steam* sudah mencapai tekanan optimum yaitu sebesar 5 bar serta didapatkan *heat loss* konveksi dari permukaan *furnace* sebanyak 1370,1581 Btu/hr

Kata Kunci: *Cross Section Double Drum Water Tube Boiler*, *furnace*, bahan bakar, *tube*, *superheated steam*, *heat loss*.

ABSTRACT

THE ANALYSIS OF THERMAL SYSTEM BASED ON THE INFLUENCE OF DIESEL AIR RATIO ON SUPERHEATED STEAM PRODUCTION OF CROSS SECTION WATER TUBE BOILER

(Salisa Fikamalati, 2020: 42 Pages, 14 Tables, 9 Figures, 4 Attachments)

Boiler is a closed vessel used to produce steam. Steam is obtained from heating, whose source comes from the combustion of fuel in furnace. A Cross Section Double Drum Water Tube has two drums (double drum) which are placed crosswise to the heat source and tube is installed in the opposite direction to the drum, then positioned at 65° slope to reduce the force of gravity and to accelerate the evaporation process of water molecules. The fuel used in this research used diesel fuel with air to fuel ratio as a changing (dependent) variable, while 15 liters of fuel and 75 kg of boiler feed water were fixed (independent) variables. The air to fuel ratio used ranged from excess 6% to excess 22%. The calculation results showed that the furnace efficiency in water tube boiler cross section tool was 69.25% at air to fuel ratio of excess 18% with the superheated steam pressure had reached the optimum pressure of 5 bar and the convection heat loss was obtained from furnace surface as much as 1370.158 Btu / hr

Keywords: *Cross Section Double Drum Water Tube Boiler, Furnace, Fuel, Tube, Superheated Steam, Heat Loss.*

MOTTO

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada tuhanlah kehendaknya kamu berharap
(QS. Insyirah, Ayat :5-6)*

Hanya ada dua pilihan untuk memenangkan kehidupan : keberanian atau keikhlosan. Jika tidak berani, ikhlaslah menerimannya. Jika tidak ikhlas, beranilah mengubahnya.(Toto Rahardjo)

Kupersembahkan Untuk:

- ALLAH SWT, Sembah sujudku kepadaMu Ya Rabb
- Kedua orang tua ku tercinta, yang menginginkan keberhasilanku atas segala segala cinta dan kasih sayang, perhatian dan doa tulus untukku
- Desan pembimbingku Bapak Tahdid, S.T., M.T & Ibu Ir. Erlinawati, M.t
- Teman – teman seperjuangan TA Tahdid’ s Team
- Saudaraku Tercinta EGC Squad dan Sedulur Energi 2016
- Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Sistem Termal Ditinjau dari Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar Terhadap Produksi *Superheated Steam Cross Section Water Tube Boiler***”.

Penulis menyusun laporan ini berdasarkan hasil pengamatan dan data-data yang diperoleh saat melakukan Tugas Akhir. Dalam melaksanakan Tugas Akhir ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan Rasulllah SAW yang senantiasa memberikan ridho dan jalan dalam setiap langkahku.
2. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ir. Jaksen M.Amin, M.Si. 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. Sahrul Effendy A, M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Tahdid, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membimbing dan memberikan motivasi yang sangat luar biasa dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Ir. Erlinawati, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen, Teknisi dan Administrasi di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Kedua orang tua ku yaitu ibu ayah tercinta yang selalu memberiku semangat, memberikan motivasi, dan selalu memenuhi kebutuhanku selama perkuliahan.
10. Keluargaku tersayang kakak afid, mbak sherly, kak viar, mbak wulan dan keponakanku yang sangat menggemaskan Arsenio yang telah

memberikanku semangat, hiburan saat lelahku yang sangat berat dan menemaniku dalam menghadapi masalah apapun yang sedang aku hadapi.

11. Teman-teman seperjuangan Tahdid's Team yang telah membantu dan bekerja sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Sahabat dan saudaraku tercinta EGC Squad Bekka, Balqis, Mona, dan Raffi yang telah menemani hari-hari ku selama 4 tahun perkulihanku yang terus menghibur, membantu dalam segala hal dan selalu berbagi cerita suka maupun duka.
13. Sedulur Energi 2016 yang telah memberikan semangat dan masukkan dalam menyelesaikan Tugas 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, September 2020

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	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Perumusan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Boiler	4
2.2 Klasifikasi Boiler.....	4
2.3 Komponen – Komponen Boiler	7
2.4 Prinsip Kerja Boiler.....	10
2.5 Dasar Termodinamika.....	10
2.5.1 Hukum Termodinamika I	11
2.5.2 Hukum Termodinamika II.....	11
2.6 Proses Pembakaran.....	12
2.7 Rasio Udara-Bahan Bakar (<i>Air-Fuel Ratio/AFR</i>)	13
2.8 Air Umpan	13
2.9 Udara	14
2.10 Bahan Bakar	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Pendekatan Desain Fungsional.....	17
3.2 Pendekatan Desain Struktural.....	19
3.3 Pertimbangan Percobaan	21
3.3.1 Waktu dan Tempat	21
3.3.2 Alat dan Bahan	21
3.4 Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana	25
3.5 Pengamatan	26
3.6 Prosedur Percobaan	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1.1 Hasil.....	30
4.1.1 Data Hasil Pengamatan	31

4.2	Pembahasan	34
4.2.1	Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Temperatur <i>Superheated Steam Cross Section Water Tube Boiler</i>	34
4.2.2	Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Tekanan <i>Superheated Steam Cross Section Water Tube Boiler</i>	35
4.2.3	Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Efisiensi <i>Furnace dan Heat Loss Cross Section Water Tube Boiler</i>	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Klasifikasi <i>Boiler</i>	5
2.2 Persyaratan Air Umpan <i>Boiler</i>	14
2.3 Sifat-sifat Udara	14
2.4 Spesifikasi Minyak Solar	16
3.1 Rasio Udara Bahan Bakar	26
4.1 Rasio Udara Bahan Bakar	30
4.2 Data Kondisi Operasi Udara Bahan Bakar, dan Air Umpan Boiler	31
4.3 Data Hasil Percobaan <i>Superheated Steam</i>	31
4.4 Neraca Massa (AFR 15,78:1).....	32
4.5 Neraca Massa (AFR 16,738:1).....	32
4.6 Neraca Massa (AFR 16,97:1).....	32
4.7 Neraca Massa (AFR 17,57:1).....	33
4.8 Neraca Massa (AFR 18,16:1).....	33
4.9 Hubungan Rasio Udara/Bahan Bakar Terhadap Efisiensi <i>Furnace</i> dan <i>Heat Loss</i>	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Konfigurasi <i>Fire Tube Boiler</i>	6
2.3 Konfigurasi <i>Water Tube Boiler</i>	7
3.1 Perangkat <i>Cross Section Water Tube Boiler</i>	19
3.2 Skema Rasio Udara Bahan Bakar	20
3.3 Desain <i>Cross Section Water Tube Boiler</i>	20
4.1 Grafik Hubungan Temperatur <i>Superheated Steam</i> pada Kondisi <i>Steady State</i> dengan Rasio Udara Bahan Bakar Solar	34
4.2 Grafik Hubungan Tekanan <i>Superheated Steam</i> pada Kondisi <i>Steady State</i> dengan Rasio Udara Bahan Bakar Solar	35
4.3 Grafik Rasio Udara-Bahan Bakar Terhadap Efisiensi <i>Furnace</i>	37
4.4 Grafik Hubungan Antara Efisiensi <i>Furnace</i> Terhadap <i>Heat Loss</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1	43
Lampiran 2	52
Lampiran 3	63
Lampiran 4	65