

**ANALISIS SISTEM TERMAL PADA *DOUBLE DRUM WATER*
TUBE BOILER UNTUK MEMPRODUKSI *SATURATED*
STEAM BERDASARKAN PENGARUH RASIO UDARA
BAHAN BAKAR SOLAR**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Pendidikan Sarjana Terapan
pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

YENDAH SEPTI ANGGRIANI

0617 4041 1516

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS SISTEM TERMAL PADA *DOUBLE DRUM WATER TUBE BOILER* UNTUK MEMPRODUKSI *SATURATED STEAM* BERDASARKAN PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR

OLEH :

**YENDAH SEPTI ANGGRIANI
0617 4041 1516**

Palembang, September 2021

**Menyetujui
Pembimbing I,**

**Agus Manggala, S.T., M.T.
NIDN. 0026088401**

Pembimbing II,

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

**Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Kimia**






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

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada 29 Juli 2021**

Tim Penguji :

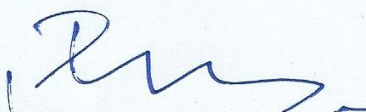
1. Ahmad Zikri, S.T.,M.T.
NIDN 0007088601
2. Ir. Fatria,MT.
NIDN 0021026606
3. Ir. Irawan Rusnadi.,M.T
NIDN 0002026710

Tanda Tangan

()
()
()

Palembang, Agustus 2021

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
(DIV) Teknik Energi


Ir. Sahrul Effendy A., M.T.
NIP. 196312231990110001

ABSTRAK

Analisis Sistem Termal pada *Double Drum Water Tube Boiler* Untuk Memproduksi *Saturated Steam* Berdasarkan Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar

(Yendah Septi Anggriani, 2021, Laporan Tugas Akhir; 60 Halaman, 8 Tabel, 10 Gambar)

Double Drum Water Tube Boiler adalah sebuah ketel uap yang digunakan untuk mengkonversikan air menjadi uap dengan cara pemanasan, dimana sumber panas tersebut berasal dari hasil pembakaran bahan bakar yang ada di ruang bakar (*furnace*). *Double Drum Water Tube Boiler* memiliki dua drum (*double drum*) yang ditempatkan secara menyilang ke sumber panas dan *tube* dipasangkan berlawanan arah dengan drum. Bahan bakar yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan bahan bakar cair yaitu solar dengan rasio udara bahan bakar sebagai variabel berubah sedangkan bahan bakar sebanyak 15 Liter dan air umpan boiler sebanyak 50 L sebagai variable tetap. Rasio udara bahan bakar yang digunakan pada rentang 15.78 (*excess 6%*) hingga 18.16 (*excess 22%*). Dari hasil penelitian ini didapatkan respon terbaik pada keinerja alat *Double Drum Water Tube Boiler* yaitu pada rasio udara bahan bakar 17.57 (*excess 18%*), dimana efisiensi *boiler* yang didapatkan sebesar 65.62 %, dengan temperature steam sebesar 158,92 °C, tekanan *steam* sudah mencapai tekanan optimum yaitu sebesar 5 bar serta rasio penguapan boiler sebesar 10,46.

Kata Kunci : *Double Drum Water Tube Boiler, Rasio Uara Bahan Bakar, Efisiensi Termal, Heat Loss, Rasio Penguapan.*

ABSTRACT

Thermal System Analysis on Double Drum Water Tube Boiler To Produce Saturated Steam Based On The Effect Of Air Fuel Ratio Of Diesel

(Yendah Septi Anggriani, 2021, Final Report; 60 Pages, 8 Tables, 10 Images)

Double Drum Water Tube Boiler is a steam boiler used to convert water into steam by heating, where the heat source comes from the combustion of fuel in the combustion chamber (furnace). Double Drum Water Tube Boiler has two drums (double drums) placed in cross to the heat source and the tube is paired in opposite directions with the drum. The fuel used in this study uses liquid fuel, namely diesel with the ratio of fuel air as a variable change while the fuel as much as 15 liters and boiler feed water as much as 50 L as a fixed variable. The ratio of fuel air used in the range of 15.78 (excess 6%) to 18.16 (excess 22%). From the results of this study, the best response to the Double Drum Water Tube Boiler device is at a fuel air ratio of 17.57 (excess 18%), where the efficiency of the boiler obtained is 65.62%, with a steam temperature of 158.92 °C, steam pressure has reached an optimum pressure of 5 bars and boiler evaporation ratio of 10.46.

Keywords: Double Drum Water Tube Boiler, Fuel Ratio, Efficiency Thermal, Heat loss, Evaporation Ratio.

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 hendaknya kamu berharap (QS. Al-Insyirah, Ayat : 5-6).

Semua impian kita dapat menjadi kenyataan jika kita memiliki keberanian untuk mengejarnya (Walt Disney).

Kupersembahkan Untuk :

- **Kedua Orang Tuaku**
- **Saudara dan Saudariku**
- **Kedua Dosen Pembimbingku**
- **Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya, serta salawat dan salam kita sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita ke arah kebenaran. Syukur alhamdulillah dengan seizin-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Sistem Termal pada *Double Drum Water Tube Boiler* Untuk Memproduksi *Saturated Steam* Berdasarkan Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar ”.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil Penelitian Tugas Akhir penulis selama enam bulan mulai dari Februari sampai Juli 2021 di Laboratorirum Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya untuk memenuhi persyaratan kurikulum jurusan Teknik Kimia Program Studi S1 Terapan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam melaksanakan laporan Penelitian Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si., 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. Sahrul Effendy A, M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Agus Manggala, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Tahdid, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ir. Sutini Pujiastuti Lestari, MT., selaku Pembimbing Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.

8. Bapak/Ibu Dosen Teknik Kimia, selaku Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Ibu, Bapak, dan keluarga atas segala macam dukungan, doa serta kasih sayangnya.
10. Rekan-rekan seperjuangan Tahdid's team 2021 yang terus berkerjasama dan membangun kesolidan.
11. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi, terutama kelas 8 EGA angkatan 2017 yang saling memberikan semangat dan dukungan kepada penulis..
12. Rekan-rekan staf dan pimpinan Family Course yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
13. Serta pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung, besar ataupun kecil, telah membantu penulis dalam kegiatan tugas akhir ini.

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

Palembang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR 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 Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Perumusan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian dan Jenis <i>Boiler</i>	4
2.2 Klasifikasi <i>Boiler</i>	4
2.1.1 <i>Boiler</i> Pipa Api	5
2.1.2 <i>Boiler</i> Pipa Air	5
2.3 Komponen-komponen <i>Boiler</i>	6
2.4 Termodinamika	8
2.5 Prinsip Kerja <i>Boiler</i>	9
2.6 Proses Pembakaran	11
2.7 Rasio Udara Bahan Bakar	12
2.8 Udara	13
2.9 Bahan Bakar	13
2.10 Efisiensi dan Rasio Penguapan <i>Boiler</i>	16
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 Bahan dan Alat	22
3.3.3 Perlakuan dan Analisis Stastistik Sederhana	26
3.4 Prosedur Percobaan	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Penelitian	30
4.1.1 Data Teoritis Percobaan	30
4.1.2 Data Pengamatan <i>Double Drum Water Tube Boiler</i>	31
4.1.3 Hasil Perhitungan <i>Double Drum Water Tube Boiler</i>	32
4.2 Pembahasan	34
4.2.1 Hubungan Rasio Udara / Bahan Bakar Solar terhadap Tekanan <i>Saturated Steam</i>	34
4.2.2 Hubungan Rasio Udara / Bahan Bakar Solar terhadap Entalpi	

<i>Saturated Steam</i>	35
4.2.3 Hubungan Rasio Udara / Bahan Bakar Solar terhadap Efisiensi Termal	36
4.2.4 Hubungan Rasio Udara / Bahan Bakar Solar terhadap <i>Heat Loss</i> ..	38
4.2.5 Hubungan Rasio Penguapan <i>Boiler</i> dan Efisiensi Termal	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi <i>Boiler</i>	5
Tabel 2.2 <i>Excess Air</i> dan O ₂ optimum pada gas buang berbagai Bahan Bakar	13
Tabel 2.3 Sifat-sifat Udara	13
Tabel 2.4 Spesifikasi Minyak Solar	15
Tabel 4.1 Data Teoritis Percobaan	30
Tabel 4.2 Data Pengamatan <i>Double Drum Water Tuibe Boiler</i>	31
Tabel 4.3 Nilai Efisiensi <i>Double drum water tube boiler</i> Hasil Perhitungan.	32
Tabel 4.4 Nilai Rasio Penguapan <i>Double drum water tube boiler</i> Hasil Perhitungan	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Fasa Air	9
Gambar 3.1 Perangkat <i>Cross Section Double Drum Water Tube Boiler</i>	19
Gambar 3.2 Skema Rasio Udara Bahan Bakar	20
Gambar 3.3 Gambar Teknik Rancang Bangun <i>Cross Section Water Tube Boiler</i>	20
Gambar 3.4 Gambar Teknik Rancang Bangun <i>Water Tube Boiler</i> setelah di Upgrade	21
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Rasio Udara /Bahan Bakar Solar terhadap Tekanan <i>Steam</i> (bar) Kondisi <i>Steady State</i>	34
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Rasio Udara /Bahan Bakar Solar terhadap Entalpi <i>Saturated Steam</i>	36
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Rasio Udara /Bahan Bakar Solar terhadap Efisiensi Termal (%) Kondisi <i>Steady State</i>	37
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Rasio Udara /Bahan Bakar Solar terhadap <i>Heat loss</i> (%) Kondisi <i>Steady State</i>	38
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Rasio Udara /Bahan Bakar Solar dan Rasio Penguapan terhadap efisiensi <i>Boiler</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran I.....	45
Lampiran II.....	47
Lampiran III	59

