

**EFISIENSI TERMAL *WATER TUBE BOILER*
BAHAN BAKAR SOLAR PADA PRODUKSI
*SATURATED STEAM***



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

Oleh:

Ali Ridho

061740411491

**JURUSAN TEKNIK KIMIA PRODI DIV TEKNIK ENERGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN UPGRADE ALAT *WATER TUBE*
BOILER
(Efisiensi Termal *Water Tube Boiler* Bahan Bakar Solar Pada Produksi
Saturated Steam)**

OLEH :

Ali Ridho

061740411491

Palembang, Agustus 2021

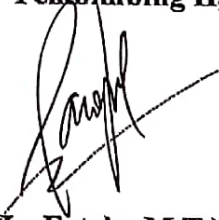
**Menyetujui
Pembimbing I,**



(Ir. Jaksen M. Amin., M. Si.)

NIDN. 0004096205

Pembimbing II,



(Ir. Fatria, M.T.)

NIDN. 0021026606

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimla@polsri.ac.id.

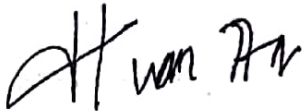




Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 29 Julii 2021

Tim Penguji:

Tanda Tangan

1. Ir. K.A. Ridwan., M.T
NIDN 0025026002
2. Ir. Aida Syarif, M.T.
NIDN 0011016505
3. Yohandri Bow, S.T.,M.S
NIDN 0023107103

()
()
()

Palembang, Agustus 2021

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



Ir. Sahrul Effendy A.,M.T.
NIP. 196312231996011001

ABSTRAK

Efisiensi Termal *Water Tube Boiler* Bahan Bakar Solar Pada Produksi *Saturated Steam*

(Ali Ridho, 2021, Laporan Tugas Akhir; 55 Halaman, 3 Tabel, 15 Gambar)

Water Tube Boiler adalah sebuah ketel uap yang digunakan untuk untuk menghasilkan uap, yang terdiri atas dua bagian penting yaitu furnace ruang untuk menghasilkan panas yang didapat dari pembakaran bahan bakar dan steam drum sebagai reservoir untuk mengubah air menjadi uap. *Water Tube Boiler* terdiri dari beberapa tube yang disusun secara berlawanan arah dengan *drum*, dengan sudut kemiringan sebesar 65° pada *tube* dengan tujuan untuk mengurangi gaya gravitasi sehingga akan mempercepat proses penguapan, serta memiliki dua buah *drum*. Bahan bakar yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan bahan bakar cair yaitu solar dengan rasio udara bahan bakar sebagai variable berubah, bahan bakar yang digunakan sebanyak 6,4 Liter dan rasio udara bahan bakar 137.66 (*excess* 18%) sebagai variable tetap. Level Ketinggian air yang digunakan dari 20 % hingga 60 %. Dari hasil penelitian ini menghasilkan kinerja alat *Water Tube Boiler* yang baik yaitu pada rasio udara bahan bakar 137.66 (*excess* 18%) , dimana efisiensi *boiler* yang didapatkan sebesar 63.72 %, dengan temperature steam sebesar 158.9°C , tekanan *steam* sudah mencapai tekanan optimum yaitu sebesar 5 bar.

Kata Kunci : *Water Tube Boiler, Level Ketinggian Air, Efisiensi Termal,*

ABSTRACT

Thermal Efficiency of Solar Fuel Water Tube Boiler in Saturated Steam Production

(Ali Ridho, 2021, Final Report; 55 Pages, 3 Tables, 15 Images)

Water Tube Boiler is a steam boiler that is used to generate steam, which consists of two important parts, namely the furnace room to generate heat obtained from burning fuel and the steam drum as a reservoir to convert water into steam. The Water Tube Boiler consists of several tubes. which is arranged in the opposite direction to the drum, with a tilt angle of 65° on the tube with the aim of reducing the force of gravity so that it will accelerate the evaporation process, and has two drums. The fuel used in this study uses liquid fuel, namely diesel with the air-fuel ratio as a changing variable, the fuel used is 6.4 liters and the air-fuel ratio is 137.66 (excess 18%) as a fixed variable. Level The water level used is from 20% to 60%. From the results of this study, the performance of the Water Tube Boiler tool is good, namely at the air-fuel ratio of 137.66 (excess 18%), where the boiler efficiency obtained is 63.72%, with a steam temperature of 158.9°C , the steam pressure has reached the optimum pressure of 5 bar.

Keywords : Water Tube Boiler, Water Level, Thermal Efficiency,

MOTTO

“Q.S Mubammad Ayat 7 “

**“Urusan Allah dulu aja diselesaikan, biar Allah yang seleaikan
urusan kita.”**

**“Sebaik-baik orang ialah yang mempelajari dan mengajarkan
Al-Qur’an”**

“Bismillah Aja, Selesai semua kok”

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 “Efisiensi Termal *Water Tube Boiler* Bahan Bakar Solar Pada Produksi *Saturated Steam*”.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil Penelitian Tugas Akhir penulis selama enam bulan mulai dari Februari sampai Juli 2021 di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya untuk memenuhi persyaratan kurikulum jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV 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. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Fatria, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ir. Hj. Sutini Pujiastuti Lestari, M.T., selaku Pembimbing Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.

8. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia, selaku Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Umi, Aba, Adik-adikku, 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 DIV Teknik Energi, terutama kelas 8 EGA angkatan 2017 yang saling memberikan dorongan, serta menjadi suport system untuk saling mendukung menjadi orang yang sukses.
12. BPH KAMMI Al Hadiid yang menjadi rekan perjuangan, yang sudah mau menemani perjuangan dengan kesibukan yang luar biasa.
13. Keluarga Rumah Tahfizh Al Firdaus yang selalu suport do'a dan menjaga keistiqoma'an untuk dekat dengan Al-Qur'an.
14. Keluarga liqo dan terkhusus rekan Betayam Veby team yang sudah sama-sama berjuang dan saling mendukung untuk menghadapi kerasnya dunia.
15. 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	iii
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Definisi Boiler.....	5
2.3 Jenis-jenis Boiler.....	5
2.4 Prinsip Kerja Boiler.....	7
2.5 Komponen Boiler	7
2.6 Termodinamika.....	9
2.6.1 Hukum Ternodinamika I.....	9
2.6.2 Hukum Ternodinamika II.....	9
2.6.3 Entalpi.....	11
2.7 Diagram Fase Air.....	12
2.7.1 Uap (Steam).....	13
2.8 Pembakaran	14
2.8.1 Kebutuhan Udara Pembakaran.....	15
2.8.2 Kebutuhan Udara Teoritis.....	17
2.8.3 Udara Berlebih.....	18
2.8.4 Bahan Bakar.....	19
2.9 Efisiensi Thermal Boiler.....	20
2.9.1 Metode Langsung.....	20
2.9.2 Metode Tidak Langsung.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Pendekatan Desain Fungsional.....	22
3.2 Pendekatan Desain Struktural.....	24
3.3 Pertimbangan Percobaan.....	26
3.3.1 Waktu dan Tempat.....	26
3.3.2 Bahan dan Alat.....	27

3.3.3 Perlakuan dan Analisis Stastistik Sederhana.....	31
3.3.4 Prosedur Percobaan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Data Hasil Penelitian.....	35
4.2 Pembahasan.....	36
4.2.1 Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Temperatur <i>Saturated Steam</i> (T)	36
4.2.2 Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Tekanan <i>Saturated Steam</i> (Bar).....	37
4.2.3 Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Entalpy <i>Saturated Steam</i> (h).....	38
4.2.4 Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Efisiensi Thermal	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Solar.....	5
Tabel 4.1 Data Pengamatan Level Ketinggian Air.....	41
Tabel 4.3 Nilai Efisiensi Thermal.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Produk boiler dari Henan Keifeng Sweet Boiler Co. Ltd China .	4
Gambar 2.2 <i>Fire Tube Boiler</i>	5
Gambar 2.3 <i>Water Tube Boiler</i>	6
Gambar 2.4 Diagram Temperatur dan Entropi.....	10
Gambar 2.5 Diagram Temperatur-Entalpi.....	11
Gambar 2.6 Diagram Fase Air.....	12
Gambar 2.7 Grafik Stoikiometrik Rasio Udara Bahan Bakar.....	16
Gambar 3.1 Perangkat <i>Water Tube Boiler</i>	24
Gambar 3.2 Skema Rasio Udara Bahan Bakar.....	25
Gambar 3.3 Gambar Teknik Rancang Bangun <i>Water Tube Boiler</i> Sebelum diupgrade.....	25
Gambar 3.4 Gambar Teknik Rancang Bangun <i>Water Tube Boiler</i> Setelah diupgrade.....	26
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Level Ketinggian Air Terhadap Tekanan Saturated Steam.....	36
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Level Ketinggian Terhadap dan Tekanan Saturated Steam.....	37
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Level Ketinggian Air Terhadap Entalpi Saturated Steam.....	39
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Level Ketinggian Cairan Terhadap Effisiensi Thermal.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN I Data Pengamatan.....	44
LAMPIRAN II Perhitungan.....	45
LAMPIRAN III Dokumentasi.....	54
LAMPIRAN IV Surat-Menyurat.....	56