

**EFISIENSI TERMAL *WATER TUBE BOILER* BERBAHAN BAKAR GAS  
LPG PADA PRODUKSI *SATURATED STEAM* BERDASARKAN LEVEL  
KETINGGIAN AIR DALAM *STEAM DRUM***



**Disusun sebagai salah satu syarat  
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**Oleh:**

**DESTRY NADIA PUTRI  
0617 4041 1839**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**EFISIENSI TERMAL *WATER TUBE BOILER* BERBAHAN BAKAR GAS  
LPG PADA PRODUKSI *SATURATED STEAM* BERDASARKAN LEVEL  
KETINGGIAN AIR DALAM *STEAM DRUM***

**OLEH :**

**DESTRY NADIA PUTRI  
0617 4041 1839**

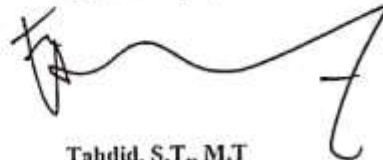
**Palembang, September 2021**

**Menyetujui,  
Pembimbing I,**



**E. Fatria, M.T  
NIP. 196602211994032001**

**Pembimbing II,**



**Tahdid, S.T., M.T  
NIP. 197201131997021001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**



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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA



Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp.(0711) 353414, Fax. (0711) 355918E-mail : info@polsriwijaya.ac.id

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

Tim Penguji :

Tanda Tangan

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

(  )

2. Ir. Sutini Pujiastuti Lestari, M.T.  
NIDN 0023105603

(  )

3. Ir. Arizal Aswan, M.T  
NIDN 0024045811

(  )

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* BERBAHAN BAKAR  
GAS LPG PADA PRODUKSI *SATURATED STEAM* BERDASARKAN  
LEVEL KETINGGIAN AIR DALAM *STEAM DRUM***

---

(Destry Nadia Putri, 2021, Laporan Tugas Akhir, 41 Halaman, 6 Tabel, 10 Gambar)

*Boiler* adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan *steam*. *Steam* diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisis air dengan bahan bakar. Umumnya *boiler* memakai bahan cair (*residu*, solar), padat (batubara), atau gas. *Boiler* yang digunakan seringkali terdapat masalah yang menyebabkan hasil *steam* yang kurang optimal. Pada penelitian kali ini akan difokuskan untuk menentukan ketinggian level cairan dengan bahan bakar gas yang paling tepat sehingga didapatkan hasil pembakaran yang maksimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperluas area *tube* sehingga luas area perpindahan panas pada *boiler* dapat meningkat, dengan merancang *Cross Section Water Tube Boiler* yang memiliki dua drum (*double drum*) yang ditempatkan secara menyilang ke sumber panas dan *tube* juga akan dipasang secara vertical. Dengan kemiringan  $65^\circ$  agar mempercepat penguapan molekul air yang diharapkan mampu menghasilkan *steam* yang lebih optimal. Parameter yang diamati berupa temperatur, tekanan, level ketinggian air, dan waktu proses, tujuannya untuk mengetahui pengaruh level ketinggian air terhadap laju produksi *saturated steam*. Variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini ini adalah udara *excess* sebesar 8%, rasio udara bahan bakar sebesar 16,23 dan laju alir bahan bakar 1,4 kg/jam, sedangkan variabel bebas nya yaitu air umpan sebesar 20%, 30%, 40%, 50% dan 60%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa Level ketinggian air sangat berpengaruh terhadap nilai efisiensi *cross section water tube boiler*.

***Kata Kunci*** : *Boiler, Steam, tube, Bahan bakar gas, Temperature, Tekanan, Level Ketinggian air, Efisiensi Termal.*

## ABSTRACT

### ***THERMAL EFFICIENCY OF BOILER WATER TUBE FUELED BY GAS LPG ON PRODUCTION OF SATURATED STEAM BASED ON WATER LEVEL IN THE STEAM DRUM***

---

(Destry Nadia Putri, 2021, Final Project, 41 Pages, 6 Tables, 10 Picture)

*Boiler is a closed vessel shaped device used to generate steam. Steam is obtained by heating a vessel filled with water with fuel. Generally, boilers use liquid (residue, diesel), solid (coal) or gaseous materials. The boilers used often have problems that cause less than optimal steam results. Constraints that occur are usually at a high level of liquid with fuel which causes the combustion results are not optimal and the resulting steam is not optimal. Therefore, this research aims to expand the tube area so that the heat transfer area in the boiler can increase, by designing a Cross Section Water Tube Boiler which has two drums (double drums) which are placed crosswise to the heat source and the tube will also be installed vertically. With a slope of  $65^\circ$  to accelerate the evaporation of water molecules which is expected to produce more optimal steam. Parameters observed in the form of temperature, pressure, water level, and processing time, the aim is to determine the effect of water level on the production rate of saturated steam. The fixed variables used in this research are excess air of 8%, air-fuel ratio of 16.23 and fuel flow rate of 1.4 kg/hour, while the independent variables are feed water of 20%, 30%, 40 %, 50% and 60%. Based on the research that has been done, it is known that the water level level greatly affects the efficiency of the water tube boiler cross section.*

**Keywords** : Boiler, Steam, tube, Gas fuel, Temperature, Pressure, Water level, Thermal Efficiency.

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

“Allah tidak akan menguji hamba-Nya di luar batas kemampuannya”

– Al-Baqarah : 286-

Kupersembahkan untuk :

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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun laporan tugas akhir.

Penulis menyusun laporan ini berdasarkan hasil pengamatan dan data-data yang diperoleh saat melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia. Dalam melaksanakan penelitian ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dr. 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 Ketua Program Studi D-IV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Fatria, M.T selaku pembimbing I Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan banyak masukan dan saran selama penyelesaian tugas akhir.
6. Tahdid, S.T., M.T selaku pembimbing II Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan banyak masukan dan saran selama penyelesaian tugas akhir.
7. Kedua Orangtua yang selalu mendoakan tiada henti dan telah memberikan dukungan moral dan materil selama ini. Terima kasih atas segala kerja keras dan perjuangan yang telah dilakukan hingga saya bisa menyelesaikan kuliah dan laporan akhir ini.
8. Keluarga tercinta yang selalu menjadi tempat bertukar pikiran. Terima kasih atas segala dukungan hingga saya bisa menyelesaikan kuliah dan laporan akhir ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan Tahdid's team 2021 yang terus bekerja sama dari awal hingga akhir.

10. Ayu Dzakiroh, Dyah Carissa Azaria dan Maulia Rizki sobat lambeku yang senantiasa selalu memberikan semangat.
11. Teman- teman kelas 8 EGD yang telah berjuang bersama-sama sampai kita berada di titik ini.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak guna kesempurnaannya di masa mendatang. Semoga kekurangan itu tidak mengurangi manfaat hasil penelitian ini.

Pada akhirnya semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, mahasiswa dan pihak Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2021

Penuli



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Perumusan Masalah.....	4
<b>BAB II TIJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. <i>Boiler</i> .....	5
2.1.1. Pengertian <i>Boiler</i> .....	5
2.1.2. Jenis-jenis <i>Boiler</i> .....	5
2.2. Prinsip Kerja <i>Boiler</i> .....	6
2.3. Hukum Termodinamika .....	7
2.4. Pembakaran .....	9
2.5. Proses Perpindahan Panas .....	10
2.6. <i>Saturated Steam</i> dan <i>Superheated Steam</i> .....	11
2.7. Rasio Udara Bahan Bakar ( <i>Air Fuel Ratio</i> ) .....	12
2.8. Bahan Bakar .....	12
2.9. <i>LPG (Liquified Petroleum Gas)</i> .....	13
2.10. Efisiensi Termal <i>Boiler</i> .....	15
2.11. Level Ketinggian Air .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1. Pendekatan Desain Fungsional .....	19
3.2. Pendekatan Desain Struktural.....	21
3.3. Pertimbangan Percobaan .....	23
3.3.1. Waktu dan Tempat .....	23
3.3.2. Bahan dan Alat .....	24
3.3.3. Perlakuan dan Analisis Statistika Sederhana .....	28
3.3.4. Pengamatan .....	28
3.3.5. Prosedur Percobaan .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>33</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	33
4.1.1. Data Percobaan .....	33

4.2. Pembahasan .....	35
4.2.1. Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Tekanan <i>Steam</i> (Bar) Kondisi <i>Steady State</i> .....	35
4.2.2. Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Entalpi <i>Steam</i> (kJ/kg) Kondisi <i>Steady State</i> .....	36
4.2.3. Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Temperatur (°C) Kondisi <i>Steady State</i> .....	37
4.2.4. Hubungan Level Ketinggian Air (%) terhadap Effisiensi Termal <i>Boiler</i> (%) Kondisi <i>Steady State</i> .....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1. Kesimpulan .....	40
5.2. Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. <i>Fire Tube Boiler</i> .....	5
2.2. <i>Water Tube Boiler</i> .....	6
2.3. <i>Reflex Glass</i> , Indikator Pengisian Air, Komponen <i>Water Level Gauge</i> .....	18
3.1. Perangkat <i>Water Tube Boiler</i> .....	21
3.2. Gambar Teknik Rancang Bangun <i>Water Tube Boiler</i> sebelum diupgrade....	22
3.3. Gambar Teknik Rancang Bangun <i>Water Tube Boiler</i> setelah diupgrade.....	22
4.1. Grafik Hubungan antara Level Ketinggian Air (%) terhadap Tekanan <i>Steam</i> (Bar) Kondisi <i>Steady State</i> .....	35
4.2. Grafik Hubungan antara Level Ketinggian Air (%) terhadap Entalpi <i>Steam</i> (kJ/kg) Kondisi <i>Steady State</i> .....	36
4.3. Grafik Hubungan antara Level Ketinggian Air (%) terhadap Temperatur (°C) Kondisi <i>Steady State</i> .....	37
4.4 Grafik Hubungan antara Level Ketinggian Air (%) terhadap Efisiensi Termal <i>Boiler</i> (%) Kondisi <i>Steady State</i> .....	38

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. <i>Excess Air</i> dan O <sub>2</sub> Optimum pada gas buang berbagai Bahan Bakar .....	12
2.2. Jenis LPG Menurut Peraturan Menteri ESDM No. 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian LPG .....	14
3.1. Perbandingan Alat sebelum dan setelah <i>diupgrade</i> .....	23
4.1. Data Percobaan .....	33
4.2. Data Percobaan berdasarkan Rasio BB Gas LPG 16,23 .....	34
4.3. Data Nilai Efisiensi untuk Level Ketinggian Air (%) berdasarkan Rasio Udara BB Gas LPG 16,23 .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 (Data Pengamatan) .....	42
2 (Perhitungan) .....	44
3 (Dokumentasi) .....	60
4 (Surat-Surat) .....	63