

Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar terhadap *Flame Temperature* dan *Efisiensi Termal Double Drum Water Tube Boiler* pada Produksi *Saturated Steam* Proses *Non Steady State*.



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

Oleh:

Jihan Triani Annisya

0616 4041 1903

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

2020

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar terhadap *Flame Temperature* dan
Efisiensi Termal Double Drum Water Tube Boiler pada Produksi *Saturated
Steam Proses Non Steady State.***

OLEH :

Jihan Triani Annisya

0616 4041 1903

Palembang, Oktober 2020

Menyetujui
Pembimbing I,
(Ir. Irawan Rusnadi, M.T.)

NIDN. 0002026710


Pembimbing II,


(Ir. Arizal Aswan, M.T.)

NIDN. 0024045811

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

NIP. 196209041990031002

ABSTRAK

Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar terhadap Flame Temperature dan Efisiensi Termal *Double Drum Water Tube Boiler* pada Produksi *Saturated Steam* Proses *Non Steady State*.

(Jihan Triani Annisya, 2020, Laporan Tugas Akhir; 40 Halaman, 15 Tabel, 11 Gambar)

Ketel uap adalah suatu alat yang digunakan untuk mengkonversikan air menjadi uap dengan cara pemanasan, dimana sumber panas tersebut berasal dari hasil pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Uap diproduksi dengan penggunaan secara langsung kalor yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat, cair, gas, kalor energi listrik ataupun energi nuklir. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan difokuskan untuk menentukan rasio udara dengan bahan bakar solar yang paling tepat sehingga didapatkan hasil pembakaran yang maksimal. Produksi steam boiler saat ini sudah dapat dilihat dari Henan Kaifeng Swet Boiler Co. Ltd China pada tahun 2016, yang menggunakan sistem double drum vertical dengan efisiensi thermal sebesar 61.1% dan nilai penguapan mencapai 10 ton/hour. Ini sudah bisa dikatakan bagus, yaitu arah tube yang sangat vertikal antara steam drum dengan boiling drum, kemudian yang harus diperbaiki adalah dengan mengubah arah tube menjadi 65°. Kemiringan tube dibuat 65° bertujuan untuk mengurangi gaya gravitasi sehingga kecepatan penguapannya akan lebih baik dibandingkan dengan vertikal tube. Efisiensi bahan bakar dan waktu pencapaian tekanan uap yang cepat maka dibutuhkan alat bantuan bahan salah satunya economizer atau alat pemanas air.

Kata Kunci : *Boiler, Steam, Bahan bakar solar, Flame Temperature, Tekanan, Laju alir udara, waktu.*

ABSTRACT

Effect of Solar Fuel Air Ratio on Flame Temperature and Thermal Efficiency of Double Drum Water Tube Boiler on Non Steady State Process Saturated Steam Production.

(Jihan Triani Annisya, 2020, Final Report; 40 Pages, 15 Tables, 11 Images)

A steam boiler is a device used to convert water into steam by heating, where the heat source comes from the combustion of fuel in the combustion chamber. Steam is produced using direct use of heat generated from burning solid, liquid, gas, electric energy or nuclear energy. Therefore, this research will focus on determining the most appropriate ratio of air to diesel fuel so that combustion results are obtained. the maximum. The current steam boiler production can be seen from the Henan Kaifeng Swet Boiler Co. Ltd China in 2016, which uses a vertical double drum system with a thermal efficiency of 61.1% and an evaporation value of 10 ton/hour. This can be said to be good, namely the direction of the tube which is very vertical between the steam drum and the boiling drum, then what must be fixed is to change the direction of the tube to 65°. The inclination of the tube is made 65° aims to reduce the force of gravity so that the evaporation speed will be better than that of the vertical tube. Fuel efficiency and the time to reach steam pressure is fast, so a material aid tool is needed, one of which is an economizer or a water heater.

Keywords: Boiler, Steam, Diesel Fuel, Flame Temperature, Pressure, Air flow rate, time.

Motto

**TUHAN TIDAK MENUNTUTMU UNTUK BERHASIL
TAPI TUHAN HANYA MENYURUHMU BERJUANG UNTUK
MENJADI ORANG YANG BERHASIL.**

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 “Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar terhadap Flame Temperatur dan Efisiensi Termal Double Drum Water Tube *Boiler* pada produksi *Saturated Steam* proses *Non Steady State*”.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil Penelitian Tugas Akhir penulis selama lima bulan mulai dari Februari sampai Juni 2020 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. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Tahdid, S.T.,M.T., selaku dosen yang berperan dan berarti dalam penyelesaian pembangunan alat *Cross Section Double Drums Water Tube Boiler*.

8. Agus Manggala, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Bapak/Ibu Dosen Teknik Kimia, selaku Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Ayah, Almh Ibu, Ayuk, Kakak, dan keluarga atas segala dukungan, doa serta kasih sayangnya.
11. Afriando Fredrick Runtunuwu sebagai patner dari awal kuliah hingga sekarang yang setia menunggu dan menyemangati dalam perkuliahan dan pembuatan LA.
12. Rekan-rekan seperjuangan Tahdid's team 2020 yang terus memupuk kerjasama dan membangun kesolidan.
13. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi, terutama kelas 8EGC angkatan 2016 yang saling memberikan semangat dan dukungan kepada penulis..
14. 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, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| ABSTRAK | iii |
| MOTTO | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pengertian Boiler..... | 5 |
| 2.2 Klasifikasi Boiler | 6 |
| 2.3 Dasar Termodinamika..... | 11 |
| 2.4 Fungsi Boiler..... | 13 |
| 2.5 Flame Temperature | 14 |
| 2.6 Metode Pengkajian Efisiensi Boiler..... | 14 |
| 2.7 Kebutuhan Udara Pembakaran..... | 15 |
| 2.8 Bahan Bakar | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 18 |
| 3.1 Pendekatan Design Fungsional | 18 |
| 3.2 Pendekatan Design Struktural | 20 |
| 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 Statistik Sederhana..... | 26 |
| 3.4 Prosedur Percobaan..... | 26 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 28 |
| 4.1 Data Hasil Penelitian..... | 28 |
| 4.2 Pembahasan..... | 33 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 39 |
| 5.1 Kesimpulan | 39 |
| 5.2 Saran..... | 39 |
| DAFTAR PUSTAKA | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Gambar 2.1. Diagram sederhana fire tube boiler | 7 |
| 2. | Gambar 2.2. Ketel Pipa Air | 8 |
| 3. | Gambar 2.3. Cross drum boiler | 10 |
| 4. | Gambar 2.3. Diagram alir siklus Rankine sederhana | 13 |
| 5. | Gambar 2.3. Diagram T-s siklus Rankine sederhana | 13 |
| 6. | Gambar 3.1. Perangkat <i>Double Drum Cross Section Water Tube Boiler</i> | 20 |
| 7. | Gambar 3.2. Skema Rasio Udara Bahan Bakar | 21 |
| 8. | Gambar 4.1. Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Solar Terhadap Waktu Operasi (menit) dan Temperature Flame ($^{\circ}\text{C}$) | 34 |
| 9. | Gambar 4.2. Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Solar Terhadap Waktu Operasi (menit) dan Temperature Saturated Steam ($^{\circ}\text{C}$) | 35 |
| 10. | Gambar 4.3. Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Solar Terhadap Waktu Operasi (menit) dan Entalpy Steam (bar) | 37 |
| 11. | Gambar 4.4. Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Solar Terhadap Efisiensi Termal (%) | 37 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Tabel 2.1. Keuntungan dan Kerugian Boiler berdasarkan tipe pipa..... | 9 |
| 2. Tabel 3.1. Material dan alat konstruksi <i>Double Drum Cross Section Water Tube Boiler</i> | 24 |
| 3. Tabel 4.1. Rasio Udara Bahan Bakar | 28 |
| 4. Tabel 4.2. Data komposisi bahan bakar solar..... | 28 |
| 5. Tabel 4.3. Data Pengamatan dan Data Tabel Steam Untuk Rasio Udara 123,67 | 29 |
| 6. Tabel 4.4. Data Pengamatan dan Data Tabel Steam Untuk Rasio Udara 128,33 | 29 |
| 7. Tabel 4.5. Data Pengamatan dan Data Tabel Steam Untuk Rasio Udara 133.00 | 30 |
| 8. Tabel 4.6. Data Pengamatan dan Data Tabel Steam Untuk Rasio Udara 137.66 | 30 |
| 9. Tabel 4.7. Data Pengamatan dan Data Tabel Steam Untuk Rasio Udara 142.33 | 31 |
| 10. Tabel 4.8. Neraca Panas <i>Cross Section Water Tube Boiler</i> pada Rasio Udara Bahan Bakar 123,67 | 32 |
| 11. Tabel 4.9. Neraca Panas <i>Cross Section Water Tube Boiler</i> pada Rasio Udara Bahan Bakar 128,33 | 32 |
| 12. Tabel 4.10. Neraca Panas <i>Cross Section Water Tube Boiler</i> pada Rasio Udara Bahan Bakar 133.00 | 32 |
| 13. Tabel 4.11. Neraca Panas <i>Cross Section Water Tube Boiler</i> pada Rasio Udara Bahan Bakar 137.66 | 32 |
| 14. Tabel 4.12. Neraca Panas <i>Cross Section Water Tube Boiler</i> pada Rasio Udara Bahan Bakar 142.33 | 33 |
| 15. Tabel 4.13. Data Rasio Udara Bahan Bakar dan Efisiensi Termal | 33 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---------------------|----------------|
| 1. Lampiran 1 | 41 |
| 2. Lampiran 2 | 44 |
| 3. Lampiran 3 | 52 |
| 4. Lampiran 4 | 56 |