

**PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR
TERHADAP TEMPERATUR DAN TEKANAN *SUPERHEATED*
STEAM PADA *DOUBLE DRUMS WATER TUBE BOILER*
KONDISI *STEADY***



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

OLEH :

**YULI CATUR WULANDARI
NPM 061640411587**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2020

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR
TERHADAP TEMPERATUR DAN TEKANAN SUPERHEATED
STEAM PADA DOUBLE DRUMS WATER TUBE BOILER
KONDISI STEADY**

OLEH :

YULI CATUR WULANDARI

061640411587

Palembang, Oktober 2020

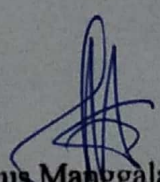
Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Ir. Irawan Rusnadi, M.T.

NIDN 0002026710


Agus Manggala, S.T., M.T.

NIDN 0026088401

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia,



Ir. Jaksen M. Amin, MSi.

NIP 196209041990031002

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji

Di Jurusan Teknik Kimia Program Studi Sarjana Terapan Teknik Energi

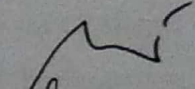
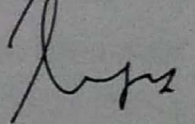
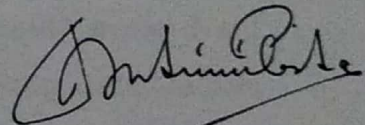
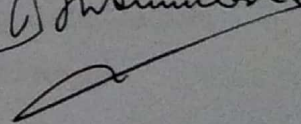
Politeknik Negeri Sriwijaya

Pada tanggal 17 September 2020

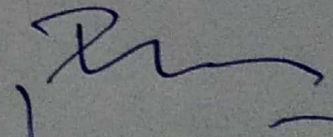
Tim Penguji:

1. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S.
NIDN 0023107103
2. Ir. Erlinawati, M.T.
NIDN 005076115
3. Ir. Sutini Pujiastuti Lestari, M.T.
NIDN 0023105603

Tanda Tangan

()
()
()


Palembang, Oktober 2020
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Energi


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

ABSTRAK

PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP TEMPERATUR DAN TEKANAN *SUPERHEATED STEAM* PADA *DOUBLE DRUMS WATER TUBE BOILER* KONDISI *STEADY*

(Yuli Catur Wulandari, 2020 : 53 halaman, 3 tabel, 14 gambar, 4 lampiran)

Proses pembakaran pada *boiler* memiliki peran yang penting untuk menjaga temperatur uap (*steam*) dan tekanan uap pada nilai tertentu. Pada proses pembakaran membutuhkan sejumlah bahan bakar dan udara dengan komposisi atau rasio tertentu agar terjadi pembakaran yang optimal. Optimal tidaknya proses pembakaran dapat diketahui dari presentase udara berlebih (*% excess air*) dan rasio udara bahan bakar. Oleh karena itu diperlukan campuran rasio udara bahan bakar yang tepat agar proses pembakaran di dalam *burning zone* berlangsung dengan baik. Pada penelitian ini digunakan variasi rasio udara bahan bakar solar dan *excess air* yang berbeda yakni, 123,67 (6%), 128,33 (10%), 133,00 (18%), 142,33 (22%) terhadap temperatur, tekanan, entalpi *superheated steam*. Hasil penelitian didapatkan bahwa rasio udara bahan bakar ke-4 yang menghasilkan temperatur (229°C), tekanan (5 bar) dan entalpi (697,10 Kkal/Kg) tertinggi.

Kata kunci : *boiler*, rasio udara bahan bakar, solar, *superheated steam*, temperatur, tekanan

ABSTRACT

PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP TEMPERATUR DAN TEKANAN *SUPERHEATED STEAM* PADA *DOUBLE DRUMS WATER TUBE BOILER* KONDISI *STEADY*

(Yuli Catur Wulandari, 2020 : 53 pages, 3 tables, 14 pictures, 4 attachments)

The combustion process in a boiler has an important role in maintaining the steam temperature and steam pressure at a certain value. The combustion process requires a certain amount of fuel and air with a certain composition or ratio for optimal combustion. Whether the combustion process is optimal or not, it can be seen from the percentage of excess air (% excess air) and the ratio of air to fuel. Therefore it is necessary to mix the right air fuel ratio so that the combustion process in the burning zone runs well. In this study, different variations in the air ratio of diesel fuel and excess air were used, namely, 123.67 (6%), 128.33 (10%), 133.00 (18%), 142.33 (22%) to temperature, pressure, enthalpy of superheated steam. The results showed that the air-to-fuel ratio was the highest which produced the highest temperature (229 ° C), pressure (5 bar) and enthalpy (697,10 Kcal / Kg).

Keyword : boiler, air fuel ratio, diesel, *superheated steam*, temperature, pressure

MOTTO

**“Karenan sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Al-
Inssyirah : 5-6)**

**“URIP iku URUP ”
(Hidup itu Nyala)**

Karya ini kupersembahkan untuk :

- Allah SWT yang selalu melindungi dan menuntun jalan hidupku
- Orangtua yang terus berdoa untukku
- Saudara-saudaraku (Mbak Ika, Mb Dwi, Mas Agung) yang terus *mensupport*
- Teman-teman seperjuangan Teknik Energi angkatan 2016
- LDK KARISMA

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 Temperatur dan Tekanan *Superheated Steam* pada *Double Drums Water Tube Boiler* Kondisi *Steady*”.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil Penelitian Tugas Akhir penulis selama enam bulan mulai dari Februari sampai Juli 2020 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.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 DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Agus Manggala, S.T., 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. Zurohaina, 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. Kedua orang tua saya dan keluarga atas segala dukungan, doa serta kasih sayangnya.
11. Rekan-rekan seperjuangan Tahdid's Steam 2020 yang terus memupuk kerjasama dan membangun kesolidan.
12. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi, terutama kelas 8EGA angkatan 2016 yang saling memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
13. Semua orang yang telah membantu memberi ide dan saran dalam penulisan ini.
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, Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
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 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Perumusan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Boiler	4
2.2 Klasifikasi Boiler	4
2.2.1 Ketel Pipa Api (<i>Fire Tube Boiler</i>)	4
2.2.2 Ketel Pipa Air (<i>Water Tube Boiler</i>)	5
2.3 Komponen Boiler	6
2.3.1 Sistem Superheater	7
2.4 Prinsip Kerja Boiler	8
2.5 Termodinamika	9
2.5.1 Hukum Termodinamika I	9
2.5.2 Hukum Termodinamika II	10
2.5.3 Entalpi	11
2.5.4 Hubungan Entalpi-Entropi	11
2.6 Diagram Fase Air	12
2.6.1 Uap (<i>Steam</i>)	13
2.7 Pembakaran	14
2.7.1 Kebutuhan Udara Pembakaran	15
2.7.2 Kebutuhan Udara Teoritis	16
2.7.3 Udara Berlebih	17
2.7.4 Bahan Bakar	17
2.8 Perpindahan Kalor	19

2.8.1 Perpindahan Panas secara Konduksi	19
2.8.2 Perpindahan Panas secara Konveksi.....	19
2.8.3 Perpindahan Panas secara Radiasi.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	21
3.2 Pendekatan Desain Struktural	23
3.3 Pertimbangan Percobaan	29
3.3.1 Waktu dan Tempat.....	29
3.3.2 Bahan dan Alat	29
3.3.3 Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana	31
3.4 Prosedur Percobaan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Data Hasil Penelitian	34
4.2 Pembahasan.....	35
4.2.1 Analisa AFR terhadap Temperatur-Tekanan <i>Superheated Steam</i>	35
4.2.2 Analisa AFR terhadap Entalpi <i>Superheated Steam</i>	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Solar	18
Tabel 3.1 Bahan dan Alat Kontruksi <i>Double Drum Cross Section Water Tube</i> ...	30
Tabel 4.1 Data Pengamatan Rasio Udara Bahan Bakar <i>Superheated Steam</i>	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ketel Pipa Api	5
Gambar 2.2 Ketel Pipa Air	6
Gambar 2.3 Distribusi Temperatur dari <i>Superheater</i>	8
Gambar 2.4 Diagram Temperatur dan Entropi.....	10
Gambar 2.5 Diagram Temperatur-Entalpi	11
Gambar 2.6 Diagram Entalpi-Entropi.....	12
Gambar 2.7 Diagram Fase Air.....	12
Gambar 3.1 Perangkat <i>Double Drums Cross Section Water Tube Boiler</i>	23
Gambar 3.2 Tampak Depan <i>Boiler</i>	24
Gambar 3.3 Tampak Samping <i>Boiler</i>	24
Gambar 3.4 Tampak Atas <i>Boiler</i>	25
Gambar 3.5 <i>Isometric Boiler</i>	25
Gambar 3.6 Skema Rasio Udara Bahan Bakar.....	26
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh AFR terhadap Entalpi <i>Superheated Steam</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I Data Penelitian	41
Lampiran II Perhitungan	42
Lampiran III Dokumentasi	51
Lampiran IV Surat-Surat.....	54