

LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE POWER GENERATION
**(Interpretasi Saturated Burning Zone ditinjau dari Flame Temperatur pada
Steam Power Generation Closed Cycle System)**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan (D IV) pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

**Oleh :
Mutiara Maulia
0611 4041 1552**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE STEAM POWER PLANT
(Analisis Kehancuran Exergi dan *Fouling Factor* pada Kondensor)



Menyetujui,
Pembimbing I

Ir. Erlinawati, M.T
NIP. 196107051988112001

Ketua Program Studi
S.1 Terapan Teknik Energi

Ir. Arizal Aswan, M.T
NIP. 195804241993031001

Palembang, Juni 2015

Pembimbing II

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

Ketua Jurusan
Teknik Kimia

Ir. Robert Junaidi, M.T
NIP. 196607121993031003

Menyetujui,

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

SUCCESS IS THE BEST
REVENGE

Kupersembahkan untuk :

- *Kedua Orang Tua Tercinta, Ummi dan Buya*
- *Kedua Adik ku Sulthon Aziman dan Salwa Akasyah N.S*
- *Pembimbing I dan Pembimbing II*
- *Teman-Temanku kelas 8 EGB dan Teman Seperjuangan Teknik Energi 2011*
- *Almamaterku tercinta*

ABSTRAK

Interpretasi Saturated Burning Zone Ditinjau dari Flame Temperatur pada Steam Power Generation Closed Cycle System

(Mutiarra Maulia, 2015 : 132 halaman, 33 tabel, 19 gambar, 5 lampiran)

Steam Power Generation merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas dari *steam* untuk memutar turbin sehingga dapat digunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui generator. Reaksi kimia pembakaran terjadi melalui suatu proses oksidasi senyawa-senyawa karbon, hidrogen dan sulfur yang ada dalam bahan bakar umumnya menghasilkan nyala api. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menentukan kondisi operasi optimum ditinjau dari temperatur nyala api (*flame temperature*) dalam ruang bakar (*burning zone*), *loss heat flue gas* dan efisiensi boiler tipe *fire tube boiler*. Prosedur dilakukan dengan parameter tetap yaitu volume bahan bakar solar yang digunakan sebanyak 4 Liter, sedangkan parameter peubah yaitu tekanan udara bahan bakar dengan variasi 4, 5, 6, dan 7 Bar. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan temperatur flame teoritis solar berada pada kisaran 481,62 °C - 527,21 °C sedangkan secara aktual dengan menggunakan thermo gun didapatkan temperatur flame 470 °C - 528 °C. Dari penelitian yang dilakukan Tekanan udara bahan bakar optimum adalah 5 Bar dengan temperatur nyala api sebesar 527,21 °C menghasilkan efisiensi sebesar 60,85%

Kata kunci : *Fire Tube Boiler*, *Flame Temperature*, *Burning Zone*, efisiensi

ABSTRACT

The interpretation of Saturated Burning Zone Reviewed from Flame Temperature on Steam Power Generation Closed Cycle System

(Mutiara Maulia, 2015 : 132 halaman, 33 tabel, 19 gambar, 5 lampiran)

Steam Power Generation is a power plant that utilizes the heat energy of the steam to turn a turbine so that it can be used to generate electric power through the generator. The chemical reaction of burning occurs through an oxidation process of carbon compounds, hydrogen and sulfur that are present in the fuel generally produce flame. The purpose of this undergraduate thesis is to determine the optimum operating conditions in terms of temperature of a flame of fire (Flame temperature) in the combustion chamber (the burning zone), loss of heat flue gas and efficiency of boiler type fire tube boiler. The procedure is done with fixed parameters, namely the volume of diesel fuel used by as much as 4 liters, while the independent parameter, i.e. the fuel with the air pressure variation 4, 5, 6, and 7 Bar. Based on the results of the calculation of the theoretical flame temperature solar incentives that are in the range $481,62^{\circ}\text{C} - 527,21^{\circ}\text{C}$ whereas in actual using thermo gun obtained temperature flame $470^{\circ}\text{C} - 530^{\circ}\text{C}$. From research conducted fuel optimum air pressure is 5 Bar with temperature flames of $527,21^{\circ}\text{C}$ generating efficiency of 60,85%.

Kata kunci : Fire Tube Boiler, Flame Temperature, Burning Zone, efficiency

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**PROTOTYPE POWER GENERATION (Interpretasi Saturated Burning Zone ditinjau dari Flame Temperatur pada Steam Power Generation Closed Cycle System)**”

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Februari – Mei 2015.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. RD. Kusumanto, S.T, M.M, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Robert Junaidi, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
3. Zulkarnain, S.T, M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T, selaku Ketua Program studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
5. Tahdid, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Fatria, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Jurusan teknik Kimia dan teknik Energi atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang telah memberikan do'a, restu, motivasi, bantuan moril dan semangat serta dukungannya selalu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Terima kasih kepada kelompok *Steam Power Plant* atas segala bantuannya, secara langsung maupun tak langsung.
10. Teman-teman 8 EGB dan teman-teman Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2011 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridhonya kepada kita, Amin.

Palembang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan Masalah	4
BAB II. URAIAN PROSES	
2.1 Proses Pembakaran	5
2.2 Perubahan Fase Pada Zat Murni	11
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	15
2.4 Boiler	18
2.5 Furnace	29
2.6 Karakteristik Bahan Bakar	33
2.7 Udara	39
2.8 Air Umpan	40
2.9 Proses Perpindahan Panas	40
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	42
3.2 Pendekatan Desain Struktural	42
3.3 Pertimbangan Percobaan	48
3.4 Pengamatan	50
3.5 Prosedur Percobaan	50
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	53
4.2 Pembahasan	54
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61

DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi <i>Furnace</i>	30
2. Spesifikasi Bahan Bakar Solar	34
3. Sifat-sifat Udara	39
4. Persyaratan Air Umpan Boiler	40
5. Data Komposisi Solar	53
6. Data Hasil pengamatan	53
7. Data Hasil Pengamatan	54
8. Data Hasil Perhitungan dan Pengukuran	57
9. Data Komposisi Solar dalam %Massa	63
10. Data Operasi Hasil Pengamatan.....	63
11. Data Operasional.....	64
12. Data Komposisi % Massa Flue Gas.....	64
13. Perhitungan Komposisi Solar.....	66
14. Komposisi molar udara basah masuk ruang bakar	69
15. Komposisi Mol Flue Gas Basah.....	70
16. Komposisi Massa Udara Basah Masuk Ruang Bakar.....	70
17. Neraca Massa pada <i>Furnace</i>	70
18. Neraca Massa pada <i>Boiler Furnace</i>	71
19. Neraca Massa pada <i>Boiler Furnace</i> dengan Tekanan Udara 5 bar.....	71
20. Neraca Massa pada <i>Boiler Furnace</i> dengan Tekanan Udara 6 bar.....	71
21. Neraca Massa pada <i>Boiler Furnace</i> dengan Tekanan Udara 7 bar.....	72
22. Panas Reaksi	73
23. Panas Reaksi	73
24. Panas Reaksi	74
25. Panas Reaksi	74
26. Flame Temperatur	75
27. Komponen flue gas kering	80
28. Konstanta komponen gas	81
29. Panas sensibel komposisi udara	81
30. Neraca energi boiler furnace untuk tekanan udara bahan bakar 5 bar	85
31. Neraca energi boiler furnace untuk tekanan udara bahan bakar 6 bar	85
32. Neraca energi boiler furnace untuk tekanan udara bahan bakar 7 bar	86
33. Efisiensi boiler furnace	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik Hubungan Efisiensi Pembakaran dengan Udara Berlebih.....	12
2. Air pada Fase Cair Tekan (<i>Compressed Liquid</i>).....	12
3. Air pada Fase Cair Jenuh (<i>Saturated Liquid</i>).....	13
4. Campuran Air dan Uap	13
5. Uap Jenuh.....	14
6. Uap <i>Superheated</i>	14
7. Diagram T – v Pemanasan Air pada Tekanan Konstan	15
8. Skematik Pembangkit Listrik Tenaga Uap	16
9. <i>Boiler</i> Pipa Api.....	22
10. Fire tube boiler	43
11. Desain <i>Fire Tube Boiler</i> tampak depan	44
12. Desain <i>Fire Tube Boiler</i> tampak samping	45
13. Desain <i>Fire Tube Boiler</i> tampak atas.....	46
14. Desain <i>Steam Power Plant</i> Secara Keseluruhan.....	46
15. Hubungan Waktu dan Temperatur steam.....	55
16. Grafik Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar terhadap Temperatur Flame.....	56
17. Grafik Hubungan Flame Temperatur terhadap Effisiensi Thermal Boiler.....	58
18. Grafik Hubungan Tekanan Udara Bahan Bakar terhadap Effisiensi Thermal Boiler	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan	63
2. Perhitungan	65
3. Perhitungan dan Gambar Desain.....	87
4. Gambar.....	129
5. Data Pengesahan, Surat Rekomendasi dan Surat Asistensi	133