

PROTOTYPE STEAM POWER PLANT
**(Analisis Kehancuran Exergi dan *Fouling Factor* pada
Kondensor)**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan (S.1 Terapan) Teknik Energi pada Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

**MUTIARA PUTRI
0611 4041 1507**

**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 :

DREAM IT. BELIEVE IT. ACHIEVE IT

Kupersembahkan untuk :

- *Kedua Orang Tua Tercinta, Mama dan Papa*
- *Kedua Kakak ku dr. Intan Purnama dan dr. Dedy Kurniawan*
- *Pembimbing I dan Pembimbing II*
- *Teman-Temanku kelas 8 EGA dan Teman Seperjuangan Teknik Energi 2011*
- *Almamaterku tercinta*

ABSTRAK

PROTOTYPE STEAM POWER PLANT (ANALISIS KEHANCURAN EXERGI DAN FOULING FACTOR PADA KONDENSOR)

(Mutiara Putri, 2015, 80 halaman, 20 tabel, 24 gambar, 5 lampiran)

Tujuan penelitian untuk mendapatkan satu unit *prototype steam power plant* sebagai pembuktian teori tentang *boiler* pipa api dan pembangkitan listrik seperti yang ada di industri energi. Dengan mensirkulasikan air pendingin pada kondensor agar uap dari turbin terkondensasi dengan baik. Berdasarkan pengaruh variasi laju alir air pendingin pada 15 L/menit, 12 L/menit dan 9 L/menit untuk mendapatkan nilai kehancuran exergi dan faktor pengotor di dalam pipa-pipa kondensor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil laju alir air pendingin maka nilai kehancuran exergi semakin besar, tetapi faktor pengotor yang ada di dalam pipa-pipa kondensor stabil pada nilai 0,001. Kondisi yang baik dari laju alir air pendingin adalah 9 L/menit dengan volume uap dan kondensat adalah 20 L selama kondensor beroperasi.

Kata Kunci: *prototype*, *boiler*, kondensor, exergi.

ABSTRACT

PROTOTYPE STEAM POWER PLANT (DESTRUCTION OF EXERGY AND FOULING FACTOR OF CONDENSER)

(Mutiarra Putri, 2015, 80 pages, 20 Tables, 24 Figures, 5 Appendix)

The purposes of getting a unit of power plant as the prototype of steam boiler proof of the theory of electricity generator seem like in the energy industry. Circulating of cooling water system from the ouput of steam turbine would be condensation on condenser so as well. Based on the influence of the variation from the flowrate of cooling water such as 15 L/min, 12 L/min, and 9 L/min to get the right value of exergy destruction and fouling factor on the condenser. The results from calculating actual data were show the good condition of fouling factor of condenser is 0.001. A good condition of the cooling water flowrates is 12 L/min within volumes of steam and volumes of condensate is 20 L condenser operates.

Keyword: prototype, boiler, condenser, exergy

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dan penyusunan laporan ini dapat terselesaikan sesuai rencana. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu 'Alaihi Wassalam.

Judul Tugas Akhir yang diangkat penulis dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah “*Prototype Steam Power Plant (Kinerja Kondensor Ditinjau dari Laju Alir Air Pendingin).*”

Adapun tujuan dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk menyelesaikan pendidikan Program Studi S1 (Terapan) Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

Atas selesainya penulisan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara moril maupun materil kepada:

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 Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Erlinawati, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang tak pernah lelah memberikan bantuan dan dukungannya kepada penulis sehingga laporan ini dapat selesai sebagaimana mestinya.
6. Tahdid,S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memotivasi dan membantu penulis sehingga laporan ini dapat selesai sebagaimana mestinya.
7. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

9. Bapak/Ibu Staf Administrasi Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Bapak/Ibu Teknisi Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
11. Mama Suhaibah, Papa Muhammad Ali dan saudara perempuanku satu-satunya dr. Intan Purnama tercinta yang selalu memberikan dukungan, mulai dari memotivasi, dukungan materil, doa hingga segala keperluan yang penulis butuhkan dala rangka penulisan laporan ini.
12. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Energi POLSRI yang telah memberi semangat.
13. Rekan-rekan satu kelompok: Mulyati, Ramadhan, Agung Azhari, Weriana, Reza Gustarani, Mutiara Maulia, Galih, Henna, Erik, Difa, dan Ade Clara.
14. Saudara-saudara seperjuangan di kelas EG A 2011 yang selama empat tahun ini memberikan warna dan arti untuk penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat mendukung dari pembaca, guna kesempurnaannya di masa yang akan datang. Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat berguna dan ada manfaatnya bagi setiap pembaca semua.

Palembang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Perumusan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	4
2.2 Siklus Rankine	4
2.3 Proses Terbentuknya Uap	5
2.4 Jenis Boiler	6
2.4.1 <i>Water Tube Boiler</i>	6
2.4.2 <i>Fire Tube Boiler</i>	7
2.5 <i>Heat Exchanger</i>	7
2.6 Kondensor	9
2.7 Exergi	11
2.8 Faktor Pengotoran (<i>Fouling Factor</i>).....	13
2.9 <i>Logarithmic Mean overall Temperatur Difference (LMTD)</i>	13
2.10 Entalpi	16
2.11 Entropi	17
2.12 Persamaan Interpolasi Linier	18
2.13 Perpindahan Kalor	18
2.13.1 Konduksi	18
2.13.2 Konveksi	19
2.13.3 Radiasi	20
2.14 Perpindahan Kalor ke Fluida dengan Perubahan Fase.....	20
2.14.1 Perpindahan Kalor dari Uap yang Mengembun	21
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	22
3.2 Pendekatan Desain Struktural	22
3.2.1 Desain Peralatan	23
3.3 Pertimbangan Percobaan	26
3.3.1 Waktu dan Tempat	26

3.3.2 Alat dan Bahan	27
3.3.2.1 Peralatan <i>Prototype Steam Power Plant</i>	27
3.3.2.2 Peralatan Laboratorium	28
3.3.2.3 Bahan yang Digunakan	28
3.3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	28
3.4 Pengamatan	29
3.5 Prosedur Percobaan	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Penelitian	31
4.1.1 Penggunaan Air Pendingin	31
4.1.2 Hasil Perhitungan	31
4.2 Pembahasan	32
4.2.1 Kehancuran Exergi pada Kondensor	32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN I	38
LAMPIRAN II	41
LAMPIRAN III.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Komponen-komponen Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	4
2. Boiler Fire Tube.....	7
3. Bentuk Pipa Susunan Segiempat dan Segitiga.....	9
4. Partially Condenser.....	10
5. Overhead Condenser.....	10
6. Surface Condenser.....	11
7. Kondensor.....	12
8. LMTD untuk aliran berlawanan.....	14
9. LMTD untuk paralel <i>flow</i>	15
10. Kondensor Tampak Depan.....	23
11. Kondensor Tampak Samping.....	24
12. Kondensor Tampak Atas.....	25
13. Hubungan antara Laju Alir Air Pendingin dengan Kehancuran Exergi	32
14. <i>Fouling Factor</i> Kondensor pada <i>Prototye Steam Power Plant</i>	33
15. Diagram Alir Perhitungan Neraca Massa.....	41
16. Neraca massa pada kondensor.....	47
17. Diagram Alir Neraca Panas Kondensor.....	52
18. Neraca Panas Kondensor.....	57
19. Kondensor.....	58
20. Desain Kondensor.....	59
21. <i>Prototype Steam Power Plant</i>	87
22. Unit Kondensor pada <i>Prototype Steam Power Plant</i>	87
23. Kondensor Bagian Dalam Saat Pengoperasian.....	88
24. Alat Pengukur Tegangan Listrik pada <i>Prototype Steam Power Plant</i> .	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Faktor Pengotoran (<i>fouling factor</i>)	13
2. Penggunaan Air pendingin.....	31
3. Hasil Perhitungan Kehancuran Exergi pada Kondensor.....	31
4. Hasil Perhitungan Fouling Factor pada Kondensor.....	32
5. Saturated Steam Temperature.....	42
6. Saturated Steam Temperature	42
7. Neraca Massa pada Kondensor	44
8. Neraca Massa pada Kondensor.....	47
9. Neraca Massa pada Kondensor.....	47
10. Saturated Steam Temperature.....	48
11. Saturated Steam Temperature.....	49
12. Hasil Perhitungan entropi dan Entalpi.....	50
13. Hasil Perhitungan Kehancuran Exergi.....	50
14. Saturated Water Steam	52
15. <i>Saturated Steam</i>	53
16. Saturated Water Steam.....	54
17. Neraca Panas pada Kondensor.....	63
18. Neraca Panas pada Kondensor.....	63
19. Neraca Panas pada Kondensor.....	66
20. Hasil Perhitungan Fouling Factor.....	69