

**PENGUJIAN ”*THROTTLING PROCESS*”
UNTUK KONSERVASI ENERGI**

SKRIPSI

Oleh

MAHPUDI BAISIR
06 06 04 209 0



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP, 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Kami menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGUJIAN ”*THROTTLING PROCESS*” UNTUK KONSERVASI ENERGI

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 7 Juli 2008

Mahpudi Baisir

NPM. 06 06 04 2090

PENGESAHAN

Sksripsi dengan judul :

PENGUJIAN ”*THROTTLING PROCESS*” UNTUK KONSERVASI ENERGI

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 7 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Engkos A. Kosasih, MT

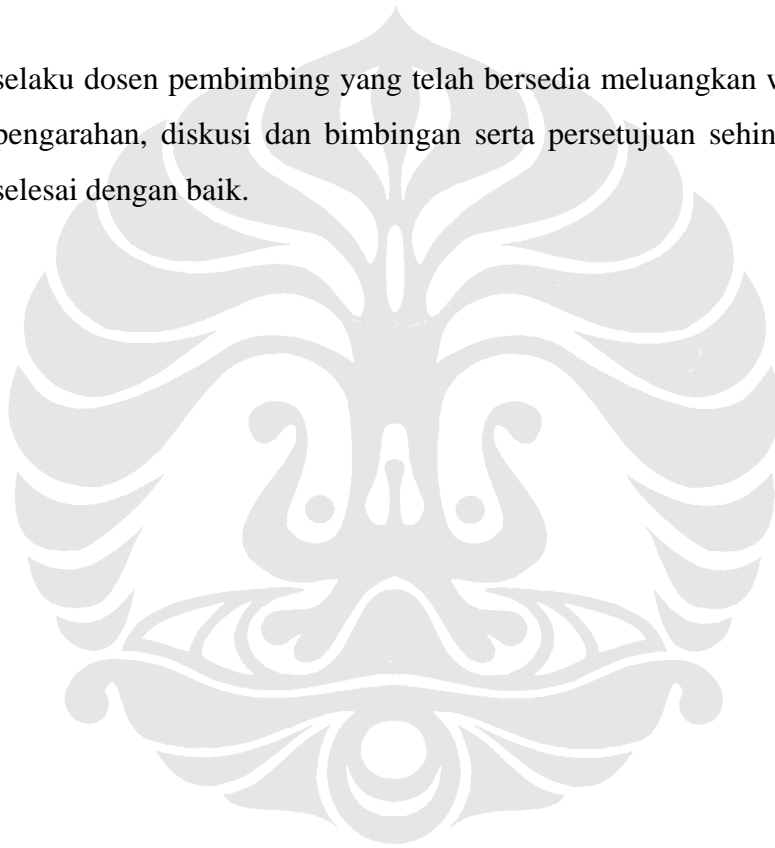
NIP. 131 999 248

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr. Ir. Engkos A. Kosasih, MT

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

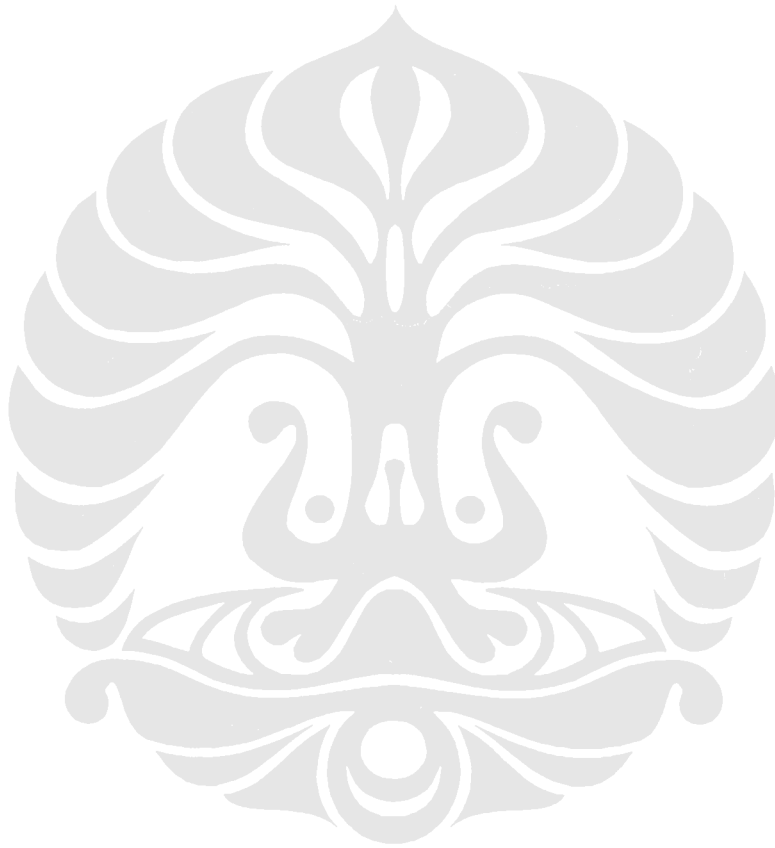
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 METODE PENELITIAN.....	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 HUKUM TERMODINAMIKA DAN SISTEM TERBUKA.....	6
2.2 SIFAT-SIFAT FLUIDA AIR.....	9
2.3 PROSES <i>THROTTLING</i>	10
2.4 SISTEM REFRIGERASI.....	11
2.5 POMPA AIR.....	13
2.6 POMPA VAKUM.....	14
2.7 SIKLUS PLTU.....	15

BAB III PERANCANGAN, SET UP PERALATAN DAN PROSEDUR	
PENGUJIAN.....	18
3.1 PERANCANGAN ALAT.....	18
3.1.1 DESIGN REAKTOR (MENENTUKAN TEBAL, T).....	18
3.1.2 FLOW KATUP EKSPANSI.....	18
3.1.3 JUMLAH ALIRAN FASA UAP & FASA CAIR.....	20
3.1.4 KAPASITAS PENDINGINAN UNTUK MENGKONDENSASI	
UAP.....	21
3.1.5 DAYA LISTRIK WATER HEATER.....	21
3.1.6 DAYA POMPA.....	22
3.2 DESKRIPSI ALAT DAN BAHAN.....	23
3.3 <i>SET UP</i> ALAT.....	34
3.4 PROSEDUR PENGUJIAN.....	35
BAB IV ANALISA SIMULASI DAN EKSPERIMEN.....	37
4.1 ANALISA SIMULASI.....	37
4.1.1 PERHITUNGAN EFISIENSI THERMAL PLTU	
KONVENSIONAL.....	37
4.1.2 SIMULASI PLTU DENGAN ALAT <i>THROTTLING</i>	
<i>PROCESS</i>	39
4.2 ANALISA EKSPERIMEN.....	42
4.2.1 KENDALA-KENDALA YANG TIMBUL SELAMA PROSES	
SET UP.....	42
4.2.2 PENGAMBILAN DATA.....	44
4.2.3 ANALISA DATA PENGUJIAN.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 KESIMPULAN.....	48
5.2 SARAN.....	48
DAFTAR ACUAN.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagan sistem aliran tunak dengan satu aliran masuk dan keluar	7
Gambar 2.2 T-S diagram fluida air	9
Gambar 2.3 Fase diagram air	10
Gambar 2.4 Skema mesin refrigerasi siklus kompresi uap	12
Gambar 2.5 Diagram tekanan–entalpi pada proses refrigerasi siklus kompresi uap	12
Gambar 2.6 Pergerakan rotasi rotor pompa menghisap udara/gas	15
Gambar 2.7 Siklus PLTU	15
Gambar 2.8 T-S diagram untuk siklus rankine	16
Gambar 2.8 P-V diagram untuk siklus rankine	16
Gambar 3.1 Konsentrasi tegangan pada tabung	18
Gambar 3.2 Skema alat uji	19
Gambar 3.3 Penampang katup ekspansi	20
Gambar 3.4 Alat uji <i>Throttling Process</i>	24
Gambar 3.5 Tabung 1	25
Gambar 3.6 Tabung 2	25
Gambar 3.7 Water Heater	26
Gambar 3.8 Heater Controller	26
Gambar 3.9 Pompa 1	27
Gambar 3.10 Pompa 2	27
Gambar 3.11 Air conditioner dan controller-nya	27
Gambar 3.12 Katup Ekspansi	28
Gambar 3.13 Pompa vakum dan ejektor udara	29
Gambar 3.14 Flow Meter	29
Gambar 3.15 Temperatur Indikator	30
Gambar 3.16 Pressure Indikator	30

Gambar 3.17 <i>Vacuum Gauge</i>	31
Gambar 3.18 Ember dan selang karet	32
Gambar 3.19 Katup pengatur tekanan air	33
Gambar 3.20 Baterai sebagai sumber tegangan kipas	33
Gambar 4.1 Skema throttling process dalam siklus pltu	37
Gambar 4.2 Distribusi suhu kondensor	40

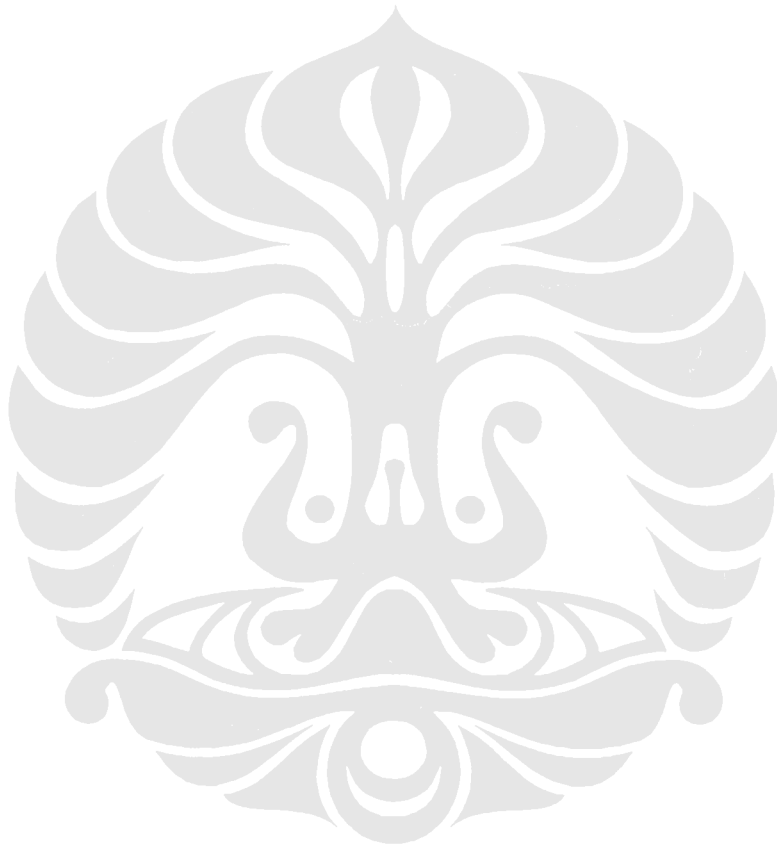


DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 Energi Panas Buangan *Flue Gas* Pada Pembangkit Di Indonesia 2

Tabel 2.1 Kalor Spesifik Untuk Berbagai Proses 8



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel Iterasi % Air Dan % Uap Dari Air Yang Dicerat Pada Tekanan Air Masuk 1 Kg/cm ² Dan Kevakuman 755 mmhg	51
Lampiran 2 Tabel Iterasi Daya AC Yang Digunakan Pada Tekanan Air Masuk 1 Kg/cm ² Dan Kevakuman 755 mmhg	53
Lampiran 3 Tabel Iterasi Daya Water Heater Yang Digunakan Pada Tekanan Air Masuk 1 Kg/cm ² Dan Kevakuman 755 mmhg	55
Lampiran 4 Tabel Iterasi Daya Pompa 1 Yang Digunakan Pada Tekanan Air Masuk 1 Kg/cm ² Dan Kevakuman 755 mmhg	57
Lampiran 5 Tabel Data Kalibrasi Flow Meter Sekaligus Data Flow Katup Ekspansi	59
Lampiran 6 Tabel Data Kalibrasi Pressure Indikator	61
Lampiran 7 Tabel Data Kalibrasi Vacuum Gauge	62
Lampiran 8 Tabel Data Pengujian Alat Throttling Process	63
Lampiran 9 Tabel Data Simulasi Perhitungan Efisiensi Thermal PLTU Konvensional Dan PLTU Yang Ditambahkan Dengan Alat Throttling Process	64
Lampiran 10 Tabel Sifat Termodinamik Air Dan Uap Air	67
Lampiran 11 Simbol Untuk Berbagai Jenis Katup	74
Lampiran 12 Hasil Simulasi Perhitungan Efisiensi Thermal PLTU 50 MW	75

DAFTAR SINGKATAN

AC	Air Conditioner
cmHg	Centimeter Kolom Air Raksa
COP	Coefficient of Performance
EP	Energi Potensial
EK	Energi Kinetik
EF	Energi Fluida
in	Inlet
MW	Megawatt
mmHg	Milimeter Kolom Air Raksa
out	Outlet
Pa	Pascal
PK	Power Kraft
PLTU	Pusat Listrik Tenaga Uap
PLTGU	Pusat Listrik Tenaga Gas Uap
PLTG	Pusat Listrik Tenaga Gas
PLTD	Pusat Listrik Tenaga Diesel
PVC	Polivinyl Chlorida
TK	Tingkat Keadaan
TI	Temperature Indikator
TTD	Thermal Temperature Difference
vs	Versus

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
C_p	Kapasitas kalor spesifik pada tekanan tetap	$\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$
C_v	Kapasitas kalor spesifik pada volume tetap	$\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$
g	Percepatan gravitasi	m/s^2
h	Entalpi spesifik	kJ/kg
h_f	Entalpi spesifik fasa fluida	kJ/kg
h_g	Entalpi spesifik fasa uap	kJ/kg
h_{fg}	Selisih entalpi spesifik fasa fluida dan uap	kJ/kg
η_{th}	Efisiensi thermal	%
ρ	Massa jenis	kg/m^3
P	Tekanan	Pa
q_{in}	Kalor yang ditambahkan pada boiler	kJ/kg
q_{out}	Kalor yang dibuang di kondensor	kJ/kg
u	Energi dalam spesifik	kJ/kg
v	Volume spesifik	m^3/kg
w_{net}	Kerja netto	kJ/kg
w_T	Kerja turbin	kJ/kg
w_p	Kerja pompa	kJ/kg
X_{uap}	Fraksi massa fasa uap	%
X_{air}	Fraksi massa fasa air	%