

**PENERAPAN ”*THROTTLING PROCESS*”
DALAM PEMANFAATAN KEMBALI ENERGI PANAS**

SKRIPSI

Oleh :

ZULKIFLI

06 06 04 2203



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

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Kami menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENERAPAN ”*THROTTLING PROCESS*” DALAM PEMANFAATAN KEMBALI ENERGI PANAS

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 dilingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 10 Juli 2008

Zulkifli

NPM. 06 06 04 2203

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PENERAPAN ”*THROTTLING PROCESS*” DALAM PEMANFAATAN KEMBALI ENERGI PANAS

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 03 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 10 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Engkos A. Kosasih, MT

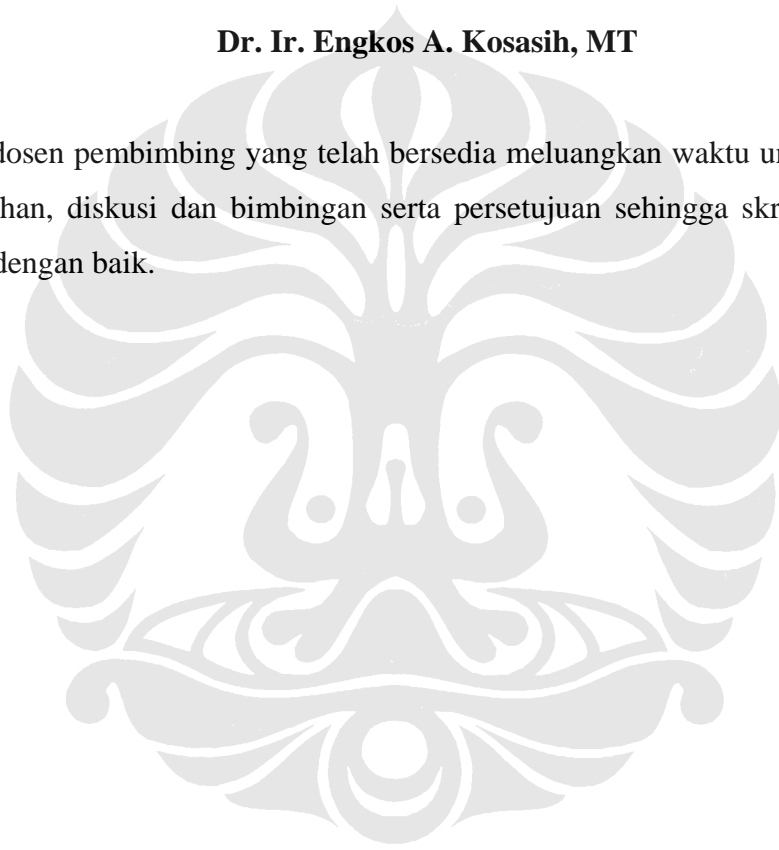
NIP. 131 999 248

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 TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR ISTILAH / NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 LATAR BELAKANG	1
I.2 TUJUAN PENELITIAN	2
I.3 PEMBATASAN MASALAH	2
I.4 METODOLOGI PENELITIAN	3
I.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 HUKUM TERMODINAMIKA DAN SISTEM TERBUKA	5
2.2 SIFAT-SIFAT FLUIDA	7
2.3 PROSES THROTTLING	8
2.4 SISTEM REFRIGERASI	8
2.5 KIPAS	11
2.6 POMPA	12
2.7 SISTEM PEMBANGKIT PLTU	12
BAB III PERANCANGAN, INSTALASI PERALATAN DAN PENGUJIAN	14
3.1 PERANCANGAN ALAT	14
3.1.1 DESIGN REAKTOR	14

3. 1. 2. KECEPATAN AIR YANG MELEWATI KATUP EXPANSI...	16
3. 1. 3. JUMLAH ALIRAN FASA UAP & FASA CAIR	16
3. 1. 4. KAPASITAS PENDINGINAN U/ MENDINGINKAN UAP17
3. 1. 5. DAYA LISTRIK YANG DIBUTUHKAN U/ WATER HEATER	18
3. 1. 6. POMPA	18
3.2 DESKRIPSI ALAT DAN BAHAN	19
3.2.1 TABUNG REAKTOR	21
3.2.2 WATER HEATER DAN HEATER CONTROLLER.....	22
3.2.3 POMPA	23
3.2.4 AIR CONDITIONER	23
3.2.5 KATUP EKSPANSI	24
3.2.6 ALAT PEMBUAT VAKUM	24
3.3 SET UP ALAT	29
3. 4. PROSEDUR PENGUJIAN	29
BAB IV ANALISA EKSPERIMEN DAN SIMULASI	31
4.1 PENGAMBILAN DATA	32
4.2 ANALISA EKSPERIMEN.....	32
4.3 ANALISA SIMULASI	37
4. 3. 1. PERHITUNGAN EFFISIENSI THERMAL PERANCANGAN PLTU	37
4. 3. 2. PERANCANGAN PLTU ALAT THROTTLING	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1. KESIMPULAN	43
5.2 SARAN	43
DAFTAR ACUAN	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	46

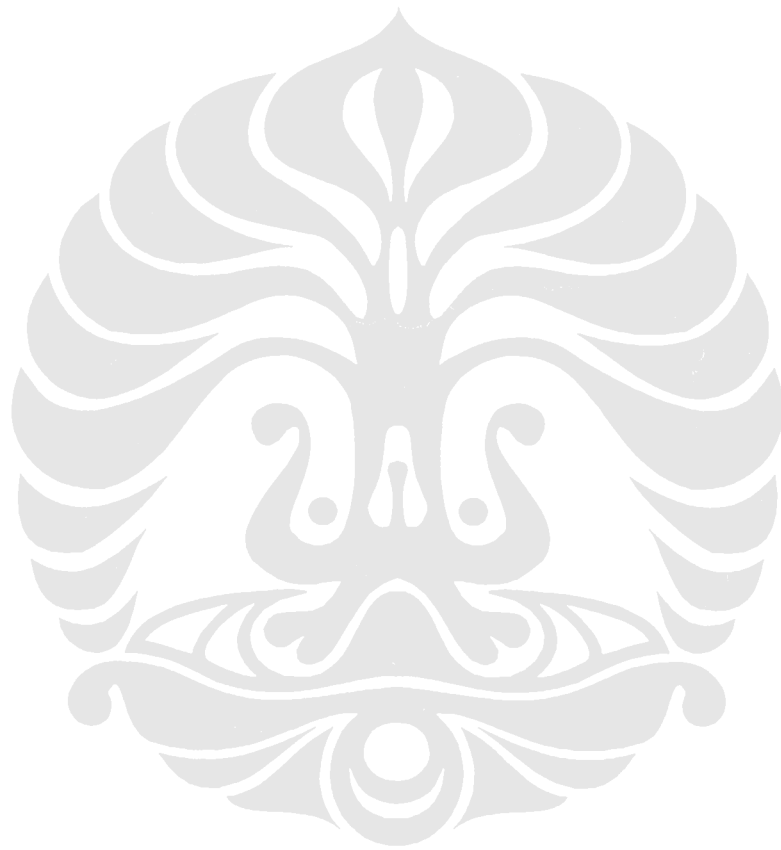
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagan Sistem Aliran Tunak Dengan Satu Aliran Masuk Dan Keluar.....	6
Gambar 2.2 T-S Diagram Fluida Air.....	7
Gambar 2.3 Fase Diagram Air.....	7
Gambar 2.4 Skema Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap.....	9
Gambar 2.5 Diagram Tekanan–Entalpi Pada Proses Refrigerasi Siklus Kompresi Uap.....	10
Gambar 2.6 Siklus PLTU.....	12
Gambar 2.7 T-S Diagram Untuk Siklus Rankine.....	12
Gambar 2.8 P-V Diagram Untuk Siklus Rankine.....	13
Gambar 3.1 Skema Alat Uji.....	15
Gambar 3.2 Penampang Katup Ekspansi.....	16
Gambar 3.3 Alat uji <i>Throttling Process</i>	20
Gambar 3.4 Tabung 1.....	21
Gambar 3.5 Tabung 2.....	21
Gambar 3.6 Water Heater	22
Gambar 3.7 Heater Controller.....	22
Gambar 3.8 Pompa 1.....	23
Gambar 3.9 Pompa 2.....	23
Gambar 3.10 Air Conditioner Dan Controller-nya.....	23
Gambar 3.11 katup ekspansi.....	24
Gambar 3.12 Pompa Vakum dan Ejektor Udara.....	24
Gambar 3.13 Flow Meter.....	25
Gambar 3.14 Temperatur Indikator.....	25
Gambar 3.15 Pressure Indikator.....	26
Gambar 3.16 <i>Vacuum Gauge</i>	26
Gambar 3.17 Ember Dan Selang Karet & Katup Pengatur Tekanan Air.....	28

Gambar 3.19 Baterai Sebagai Sumber Tegangan Kipas.....28

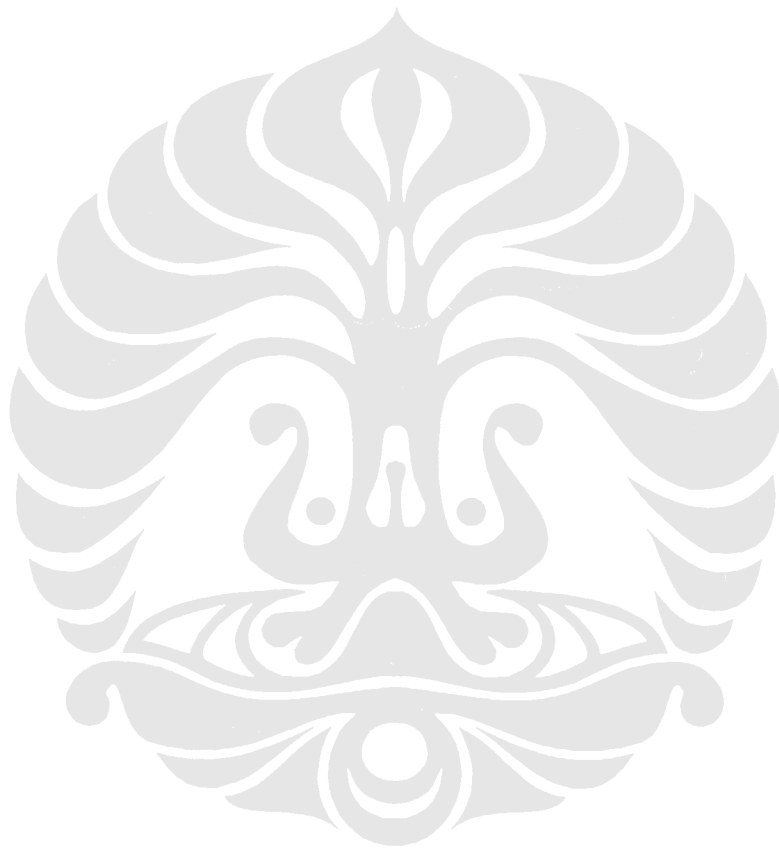
Gambar 4.1 Skema Throttling Process Dalam Siklus PLTU..... 37

Gambar 4.2 Distribusi Suhu Kondensor 40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kalor Spesifik Untuk Barbagai Proses	Halaman 9
-------------------------------------------------------------	--------------



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.....	46
Lampiran 2 Tabel iterasi daya AC yang digunakan pada tekanan air masuk 1 Kg/cm ² dan kevakuman 755 mmHg.....	48
Lampiran 3 Tabel iterasi daya water heater yang digunakan pada tekanan air masuk 1 Kg/cm ² dan kevakuman 755 mmHg.....	50
Lampiran 4 Tabel iterasi daya pompa 1 yang digunakan pada tekanan air masuk 1 Kg/cm ² dan kevakuman 755 mmHg.....	52
Lampiran 5 Tabel data kalibrasi flow meter sekaligus data flow katup Ekspansi	54
Lampiran 6 Tabel data kalibrasi pressure indikator.....	56
Lampiran 7 Tabel data kalibrasi vacuum gauge	57
Lampiran 8 Tabel data pengujian alat throttling process	58
Lampiran 9 Tabel data simulasi perhitungan efisiensi termal PLTU konvensional dan PLTU yang ditambahkan dengan alat throttling process	61
Lampiran 10 Tabel sifat termodinamik air dan uap air	62
Lampiran 11 Simbol untuk beberapa jenis katup	69

DAFTAR SINGKATAN



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

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Dimensi
C_p	Kapasitas kalor spesifik pada tekanan tetap	[KJ/Kg.°C]
C_v	Kapasitas kalor spesifik pada volume tetap	[KJ/Kg.°C]
u	Energi dalam spesifik	[KJ/Kg]
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]
v	Volume spesifik	[m ³ /Kg]
P	Tekanan	[Pa]
ρ	Massa jenis	[Kg/m ³]
g	Percepatan gravitasi	[m/s ²]
w_T	Kerja turbin	[KJ/Kg]
w_p	Kerja pompa	[KJ/Kg]
q_{in}	Kalor yang ditambahkan pada boiler	[KJ/Kg]
q_{out}	Kalor yang dibuang di kondensor	[KJ/Kg]
w_{net}	Kerja netto	[KJ/Kg]
η_{th}	Efisiensi termal	[%]
X_{uap}	Fraksi massa fasa uap	[%]
X_{air}	Fraksi massa fasa air	[%]