

ALAT THROTLLING PROCESS
UNTUK PEMANFAATAN ULANG ENERGI
(*HEAT RECOVERY*)

SKRIPSI

Oleh

ACHMAD SYAHUGI
04 03 02 003 3



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

**ALAT THROTLLING PROCESS
UNTUK PEMANFAATAN ULANG ENERGI
(HEAT RECOVERY)**

SKRIPSI

Oleh

ACHMAD SYAHUGI

04 03 02 003 3



**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 :

ALAT THROTLLING PROCESS
UNTUK PEMANFAATAN ULANG ENERGI
(*HEAT RECOVERY*)

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, 7 Juli 2008

Achmad Syahugi
NPM. 04 03 02 003

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**ALAT THROTLLING PROCESS
UNTUK PEMANFAATAN ULANG ENERGI
(*HEAT RECOVERY*)**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini akan diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 30 Juni 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

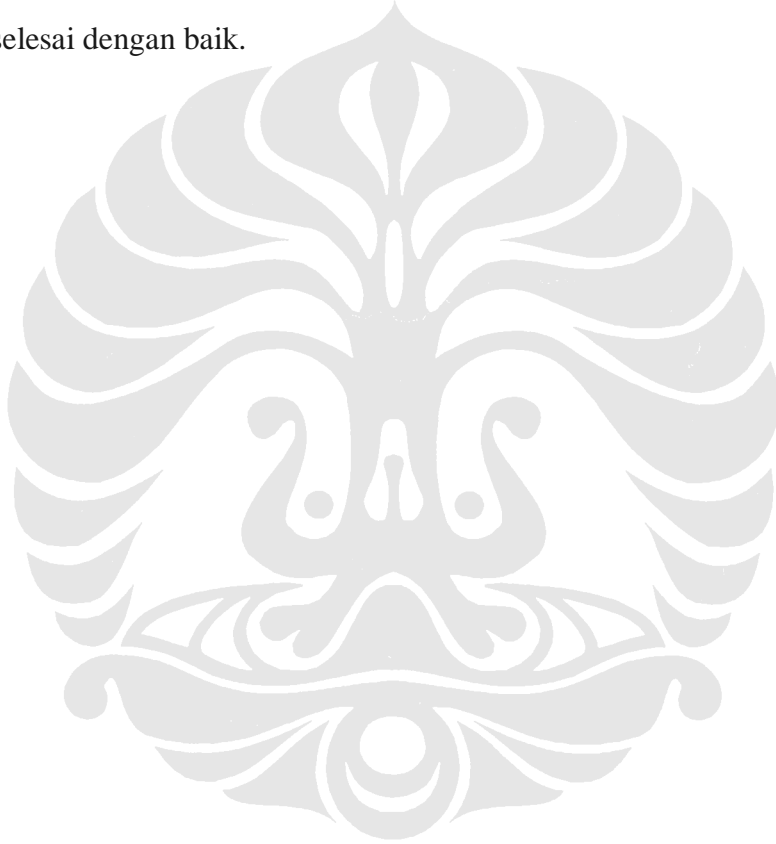
NIP. 131 999 248

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 SIMBOL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN.....	4
1.3 BATASAN MASALAH.....	4
1.4 METODE PENULISAN.....	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	6
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 HUKUM TERMODINAMIKA DAN SISTEM TERBUKA.....	7
2.2 SIFAT-SIFAT FLUIDA AIR.....	10
2.2.1 TITIK <i>TRIPLE</i> AIR.....	10
2.3 PROSES <i>THROTTLING</i>	11
2.4 SISTEM REFRIGERASI.....	12
2.5 POMPA AIR.....	15
2.6 POMPA VAKUM.....	15
2.7 SIKLUS PLTU.....	16

BAB III PERANCANGAN, INSTALASI PERALATAN DAN PENGUJIAN.....	19
3.1 PERANCANGAN ALAT.....	19
3.1.1 DESIGN REAKTOR (MENENTUKAN TEBAL, T).....	19
3.1.2 FLOW KATUP EKSPANSI.....	19
3.1.3 JUMLAH ALIRAN FASA UAP & FASA CAIR.....	21
3.1.4 KAPASITAS PENDINGINAN UNTUK MENINGKONDISASI UAP.....	22
3.1.5 DAYA LISTRIK WATER HEATER.....	23
3.1.6 DAYA POMPA.....	23
3.2 DESKRIPSI ALAT DAN BAHAN.....	25
3.3 <i>SET UP</i> ALAT.....	35
3.4 PROSEDUR PENGUJIAN.....	36
 BAB IV ANALISA SIMULASI DAN EKSPERIMEN.....	 38
4.1 ANALISA SIMULASI.....	38
4.1.1 PERHITUNGAN EFISIENSI THERMAL PERANCANGAN PLTU.....	40
4.1.2 PERANCANGAN PLTU DENGAN ALAT <i>THROTTLING</i> <i>PROCESS</i>	43
4.2 ANALISA EKSPERIMEN.....	43
4.2.1 KENDALA-KENDALA YANG TIMBUL SELAMA PROSES SET UP.....	43
4.2.2 PENGAMBILAN DATA.....	45
4.2.3 ANALISA DATA PENGUJIAN.....	46
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 49
5.1 KESIMPULAN.....	49
5.2 SARAN.....	49
DAFTAR ACUAN.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagan Sistem Aliran Tunak Dengan Satu Aliran Masuk Dan Keluar	8
Gambar 2.2 T-S Diagram Fluida Air	10
Gambar 2.3 Fase Diagram Air	11
Gambar 2.4 Skema Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap	13
Gambar 2.5 Diagram Tekanan–Entalpi Pada Proses Refrigerasi Siklus Kompresi Uap	13
Gambar 2.6 Pergerakan Rotasi Rotor Pompa Menghisap Udara/Gas	14
Gambar 2.7 Siklus PLTU	17
Gambar 2.8 T-S Diagram Untuk Siklus Rankine	17
Gambar 2.8 P-V Diagram Untuk Siklus Rankine	17
Gambar 3.1 Skema Alat Uji	20
Gambar 3.2 Penampang Katup Ekspansi	23
Gambar 3.3 Alat uji <i>Throttling Process</i>	26
Gambar 3.4 Tabung 1	27
Gambar 3.5 Tabung 2	27
Gambar 3.6 Water Heater	28
Gambar 3.7 Heater Controller	28
Gambar 3.8 Pompa 1	29
Gambar 3.9 Pompa 2	29
Gambar 3.10 Air Conditioner Dan Controller-nya	29
Gambar 3.11 katup ekspansi	30
Gambar 3.12 Pompa Vakum dan Ejektor Udara	30
Gambar 3.13 Flow Meter	31
Gambar 3.14 Temperatur Indikator	33
Gambar 3.15 Pressure Indikator	33
Gambar 3.16 <i>Vacuum Gauge</i>	34
Gambar 3.17 Ember Dan Selang Karet	36

Gambar 3.18 Katup Pengatur Tekanan Air	37
Gambar 3.19 Baterai Sebagai Sumber Tegangan Kipas	38
Gambar 4.1 Skema Throttling Process Dalam Siklus PLTU	41
Gambar 4.2 Distribusi Suhu Kondensor	44

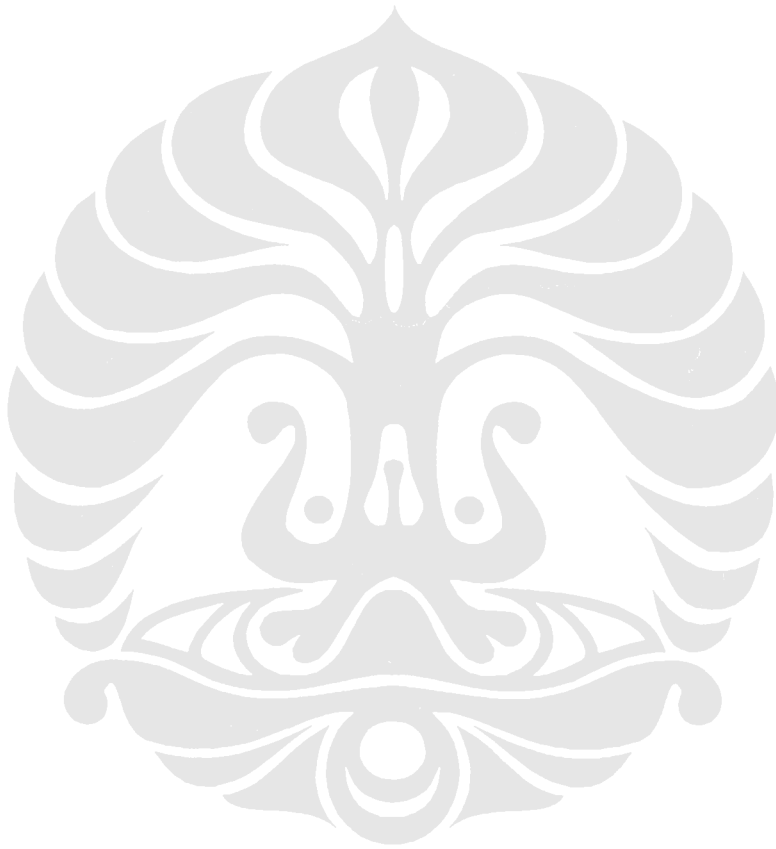


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kalor Spesifik Untuk Berbagai 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	21
Lampiran 2 Tabel iterasi daya AC yang digunakan pada tekanan air masuk 1 Kg/cm ² dan kevakuman 755 mmHg	22
Lampiran 3 Tabel iterasi daya water heater yang digunakan pada tekanan air masuk 1 Kg/cm ² dan kevakuman 755 mmHg.	23
Lampiran 4 Tabel iterasi daya pompa 1 yang digunakan pada tekanan air masuk 1 Kg/cm ² dan kevakuman 755 mmHg	24
Lampiran 5 Tabel data kalibrasi flow meter sekaligus data flow katup Ekspansi	31
Lampiran 6 Tabel data kalibrasi pressure indikator	32
Lampiran 7 Tabel data kalibrasi vacuum gauge	33
Lampiran 8 Tabel data pengujian alat throttling process	43
Lampiran 9 Tabel data simulasi perhitungan efisiensi termal PLTU konvensional dan PLTU yang ditambahkan dengan alat throttling process	43
Lampiran 10 Tabel sifat termodinamik air dan uap air	44

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 SIMBOL

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	[%]