

TUGAS AKHIR

SIMULASI *CYCLE TEMPO* TERHADAP 22 FLUIDA KERJA PADA *POWER MECHANICAL TURBOCHARGER*

Tugas Akhir Ini Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Dalam Mencapai Gelar Strata Satu (S1)



UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : IRWAN SETIAWAN

NIM : 41309010036

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2013**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Irwan Setiawan
NIM : 41309010036
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : **Simulasi Cycle Tempo Terhadap 22 Fluida
Kerja Pada Power Mechanical Turbocharger.**

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan dan tata tertib Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, September 2013



Penulis

LEMBAR PENGESAHAN

SIMULASI *CYCLE TEMPO* TERHADAP 22 FLUIDA KERJA
PADA *POWER MECHANICAL TURBOCHARGER*

Disusun Oleh :

NAMA : Irwan Setiawan

NIM : 41309010036

Program Studi : Teknik Mesin



Pembimbing,

UNIVERSITAS
Universitas
MERCU BUANA
(Ir. Rully Nutranta M,Eng)

Mengetahui

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



(Prof. Dr. Ir. Gimbal Doloksaribu)

ABSTRAK

**Simulasi Cycle Tempo Terhadap 22 Fluida Kerja
Pada Mechanical Power Turbocharger**

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan simulasi *power mechanical turbocharger* dalam *Organic Rankine Cycle* (ORC) dan pemilihan jenis fluida kerja (*refrigerant*) yang nantinya dapat digunakan pada alat uji yang dibuat, agar dapat mengetahui nilai *power mechanical* yang dihasilkan oleh simulasi maupun keadaan aktual dalam *organic rankine cycle*.

Organic rankine cycle merupakan proses konversi energi hasil modifikasi *siklus rankine* yang menggunakan fluida organik (*refrigerant*) sebagai fluida kerja yang memiliki titik didih rendah. Sistem terdiri dari 4 komponen utama yaitu Evaporator, Kondensor, Pompa dan Turbin. Sistem ini memerlukan temperatur dan tekanan rendah untuk menghasilkan uap refrigerant yang digunakan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan energi listrik.

Metode penelitian yang penulis gunakan adalah dengan perhitungan simulasi *cycle tempo* yang berkaitan dengan judul yang diambil oleh penulis. Adapun teknik pengumpulan data yang diperoleh dari data karakteristik fluida kerja (*refrigerant*) yaitu dengan menggunakan data *Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties*. Simulasi *cycle power mechanical turbocharger* terhadap 22 jenis *referigrant* ini dilakukan pada *setting point temperature inpur turbin 70°C, output 40°C - 70°C* dan *pressure 1 bar – 15 bar*

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan diperoleh nilai *power mechanical* turbin tertinggi dihasilkan oleh R218 dengan *input turbin 70°C, output 40°C*, dan *pressure 10 bar* didapat *power mechanical* sebesar 5,64 kW, *power mechanical* turbin rata – rata dihasilkan oleh R236fa dengan *input turbin 70°C, output 40°C*, dan *pressure 4 bar* dihasilkan *power mechanical* sebesar 2,73 kW, sedangkan *power mechanical* turbin terendah dihasilkan oleh R21 dengan *input turbin 70°C, output 40°C*, dan *pressure 2,5 bar* didapat *power mechanical* sebesar 1,29 kW.

Kata Kunci : *Power mechanical, turbocharger siklus rankine organik, konversi energi, fluida kerja,, Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties R218,R236fa, R21.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaan nirahim

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Rabb yang menguasai semua yang ada di langit dan bumi, yang berkehendak atas segala sesuatu yang ada. Sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Karena penulis hanya seorang manusia biasa yang tak lepas dari kekurangan, maka penulis akui bahwa isi dari tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran serta ide yang membangun demi kemajuan penulis di masa yang akan datang.

Dalam membuat tugas akhir ini penulis dibantu oleh banyak orang. Maka dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada orang yang turut mambantu, terutama kepada :

1. Allah SWT, Sang Khalik, Rabb yang mengatur kehidupan umatNya, yang memudahkan segala urusan dan selalu menemani umatNya disaat apapun.
2. Kedua orang tua tercinta yang selalu kuhormati, terima kasih atas doamu, dukungan serta pembiayaan atas pendidikan selama ini. Selalu doakan anakmu ini agar menjadi anak yang kau harapkan dan selalu berbakti kepadamu serta dapat membalas segala kebaikanmu.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Gimbal Dolok Saribu, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Ir. Rully Nutranta M,Eng, Selaku pembimbing tugas akhir terima kasih kesabaran dan bimbingannya selama ini.

5. Bapak Munadi Firmansyah dan Bapak Sumantri Selaku Staff lab proses produksi, Terima kasih atas ide-ide yang diberikan penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Teknik, khususnya program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan ilmunya dalam menjalani perkuliahan dan memberikan semangat sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
7. Kakak- kakakku dan istrinya tercinta yang kuhormati dan sayangi terima kasih atas do'a dan dukungannya.
8. Komarudin ST terima kasih atas bimbingan dan nasihatnya. Semoga Allah selalu memberikan rahmatNya untuk keluarga.
9. Buat teman-teman teknik mesin angkatan 2009, diantaranya : Syahid Hasyim, Edhi Susanto ST, Anin Kurniawati, Swandya Eka Pratiwi, Widodo Saputra, Triyanto, Mulyadi, Yanu Biratmoko dan lain-lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas semua bantuan, dukungan dan motivasi kalian.
10. Teman – teman IMM Universitas Mercu Buana yang telah memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan laporan kerja praktek ini.
11. Semua pihak yang turut membantu, memberikan do'a restu dan semangat namun namanya tidak tercantum, penulis tetap mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kalian semua.

Semoga Allah membalas kebaikan semuanya karena telah membantu penulis menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mohon maaf bila dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dari penulis. Dan

semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak orang khususnya bagi yang membaca. *Amin yaa reba' alamin.*

Jakarta , September 2013

Penulis

(Irwan Setiawan)



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pernyataan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Grafik	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metodologi Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Dasar Termodinamika	6
2.1.1 Siklus termodinamika	6
2.1.2 Hukum Termodinamika Pertama	7
2.1.2 Definisi Energi	8
2.1.2 Macam – macam Energi.....	8
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	8
2.3 Siklus Ideal Rankine	9
2.4 Analisis Energi Pada Sistem Pembangkit Listrik	11
2.5 <i>Cycle Tempo</i>	14
2.6 <i>Turbocharger</i>	16

BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Skema <i>Organic Rankine Cycle</i>	21
3.1.1 Pompa <i>Steam</i>	22
3.1.2 <i>Booster Pump</i>	23
3.1.3 <i>Plate Heat Exchanger</i>	23
3.1.4 <i>Filter Dryer</i>	24
3.1.5 <i>Shut Off Valve</i>	24
3.1.6 <i>Refrigerant Accumulator</i>	25
3.1.7 <i>Liquid Receiver</i>	25
3.1.8 <i>Heater</i>	26
3.1.9 Turbin	26
3.1.10 <i>Pressure transmitter</i>	27
3.1.11 <i>Automatic Voltage Regulator</i>	27
3.1.12 <i>Heat Storage Tank</i>	28
3.1.13 <i>Cool Storage Tank</i>	29
3.1.14 <i>Thermocouple</i>	29
3.1.15 Data Akuisisi (NI-DAQ)	30
3.1.15 Thermostat	30
3.2 Tes Kebocoran	31
3.3 Pengujian dan Pengambilan Data	31
3.4 Diagram proses pengujian	33
BAB IV PERCOBAAN ALAT UJI DAN SIMULASI <i>CYCLE TEMPO</i>	34
4.1 Proses Pembuatan Alat Uji	34
4.2 Proses Percobaan Alat Uji	35
4.3 Analisa karakteristik 22 fluida kerja	37
4.4 Analisa <i>Power Mechanical</i> turbin dengan 22 fluida kerja	50
4.4.1 Perhitungan berdasarkan simulasi <i>cycle tempo</i>	50
4.4.2 Perhitungan berdasarkan rumus teori	62

BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1 Simpulan.....	79
5.2 Saran	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 P-V diagram pada siklus termodinamika	6
Gambar 2.2 Konversi Energi	7
Gambar 2.3. Skema pembangkit listrik tenaga uap	8
Gambar 2.4 Siklus Rankine Sederhana	10
Gambar 2.5 siklus rankine ideal dan aktual	14
Gambar 2.6 Prinsip Kerja <i>Turbocharger</i>	18
Gambar 3.1 Skema Alat Uji (<i>Organik rankine cycle</i>)	21
Gambar 3.2 Pompa <i>steam</i>	22
Gambar 3.3 <i>Booster pump</i>	23
Gambar 3.4 Plate heat exchanger	23
Gambar 3.5 <i>Filter Dryer</i>	24
Gambar 3.6 <i>Shut-Off Valve</i>	24
Gambar 3.7 Refrigerant Accumulator	25
Gambar 3.8 <i>Liquid receiver</i>	26
Gambar 3.9 <i>Heater</i>	26
Gambar 3.10 <i>Turbocharger</i>	27
Gambar 3.11 Pressure Transmitter	27
Gambar 3.12 Automatic voltage regulator	28
Gambar 3.13 Heat storage tank	28
Gambar 3.14 Cool storage tank	29
Gambar 3.15 <i>Thermocouple</i>	29
Gambar 3.16 Data Akuisisi (NI-DAQ)	30
Gambar 3.17 Termostat	30
Gambar 4.1 Skema ORC pada alat uji	35
Gambar 4.2 Karakteristik fluida kerja R-11 P= 1,5 bar	38
Gambar 4.3 Simulasi <i>Cycle Tempo</i> R-11	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Percobaan 1	36
Tabel 4.2 Percobaan 2	37
Tabel 4.3 karakteristik R11 dan R113	39
Tabel 4.4 karakteristik R114 dan R115	40
Tabel 4.5 karakteristik R12 dan R123	41
Tabel 4.6 karakteristik R124 dan 134a	42
Tabel 4.7 karakteristik R141b dan 142b	43
Tabel 4.8 karakteristik R152a dan R21	44
Tabel 4.9 karakteristik R218 dan R22	45
Tabel 4.10 Karakteristik R227ea dan R236ea	46
Tabel 4.11 karakteristik R236fa dan R245ea	47
Tabel 4.12 karakteristik R245fa dan R365mfc	48
Tabel 4.13 karakteristik RC318 dan PENTANE	49
Tabel 4.14 <i>Power Mechanical</i> Turbin R11 dan R113	51
Tabel 4.15 <i>Power Mechanical</i> Turbin R114 dan R115	52
Tabel 4.16 <i>Power Mechanical</i> Turbin R12 dan R123	53
Tabel 4.17 <i>Power Mechanical</i> Turbin R124 dan R134a	54
Tabel 4.18 <i>Power Mechanical</i> Turbin R141b dan 142b	55
Tabel 4.19 <i>Power Mechanical</i> Turbin R152a dan R21	56
Tabel 4.20 <i>Power Mechanical</i> Turbin R218 dan R22	57
Tabel 4.21 <i>Power Mechanical</i> Turbin R227ea dan R236ea	58
Tabel 4.22 <i>Power Mechanical</i> Turbin R236fa dan R245ca	59
Tabel 4.23 <i>Power Mechanical</i> Turbin 245fa dan R365mfc	60
Tabel 4.24 <i>Power Mechanical</i> Turbin RC318 dan PENTANE	61
Tabel 4.25 <i>Power Mechanical</i> Turbin R11 dan R113	63
Tabel 4.26 <i>Power Mechanical</i> Turbin R114 dan R115	64
Tabel 4.27 <i>Power Mechanical</i> Turbin R12 dan R123	65
Tabel 4.28 <i>Power Mechanical</i> Turbin R124 dan R134a	66
Tabel 4.29 <i>Power Mechanical</i> Turbin R141b dan 142b	67
Tabel 4.30 <i>Power Mechanical</i> Turbin R152a dan R21	68

Tabel 4.31 <i>Power Mechanical</i> Turbin R218 dan R22	69
Tabel 4.32 <i>Power Mechanical</i> Turbin R227ea dan R236ea	70
Tabel 4.33 <i>Power Mechanical</i> Turbin R236fa dan R245ca	71
Tabel 4.34 <i>Power Mechanical</i> Turbin 245fa dan R365mfc	72
Tabel 4.35 <i>Power Mechanical</i> Turbin RC318 dan PENTANE	73



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 <i>power mechanical</i> Tout 40 °C.....	74
Grafik 4.2 <i>power mechanical</i> Tout 45 °C.....	74
Grafik 4.3 <i>power mechanical</i> Tout 50 °C.....	75
Grafik 4.4 <i>power mechanical</i> Tout 55 °C.....	75
Grafik 4.5 <i>power mechanical</i> Tout 60 °C.....	76
Grafik 4.6 <i>power mechanical</i> Tout 65 °C.....	76
Grafik 4.7 <i>power mechanical</i> Tout 70 °C.....	77

