

TUGAS SARJANA
BIDANG KONVERSI ENERGI

“ANALISA *EXERGY* PADA MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP”

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Diajukan oleh :

MEGA ANDINA
1410017211032



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2018

CURICULUM VITAE



PERSONAL DATA

Nama Lengkap : Mega Andina
NPM : 1410017211032
Tempat / Tanggal Lahir : Batang Buo / 12 Februari 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Lintas Sumatera, Depan Terminal Bus Kiliran Jao
Kab. Sijunjung, Prov. Sumatera Barat.
Nama Orang Tua : Sarnedi (Ayah)
Rina Fitri (Ibu)
Alamat : Jl. Lintas Sumatera, Depan Terminal Bus Kiliran Jao
Kab. Sijunjung, Prov. Sumatera Barat

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SDN 15 Muaro Takung
Tahun 2002 – 2008
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 11 Sijunjung
Tahun 2008-2011
Sekolah Menengah Atas : SMAN 1 Canduang
Tahun 2011-2014
Perguruan Tinggi : Universitas Bung Hatta
Tahun 2014-2018

KERJA PRAKTEK

Tempat : PT. Wasco Engineering Indonesia, Batam
Judul Laporan : EPC

TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Analisa Eksergi Mesin Pendingin Kompresi Uap
E-Mail : Andinamega97@gmail.com



*Sujud syukur pada sang Maha Besar, Allah SWT
Terima kasihku pada pembawa cahaya penuntun, Nabi besar Muhammad SAW
Kecup indah untuk pembimbing kehidupan manusia, Alqur'an*

*Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan
Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan)
Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain
Dan kepada Tuhan-Mu hendaknya kamu berharap
(Q.S Al-Insyirah : 6 – 8)*

*Ya....., Allah...
Karena Mu jualah...
Pada hari ini...
Engkau beri aku kesempatan untuk membahagiakan
Orang-orang yang aku sayangi dan mengasihiku
Namun ..., kusadari perjuangan belum usai,
Tujuan belum tercapai
Esok maupun lusa aku masih mengharapkan Ridho-mu ya Allah*

*“Sesungguhnya Ridho Allah itu terletak pada Ridho kedua Orang Tua”
(Rasulullah SAW)*

Ibu

*Harapan mu untuk keberhasilan ku selalu kau iringi dengan do'a
Pengorbanan mu takakan terlupakan
Semoga aku selamanya menjadi anak yang berbakti*

Ayah

*Limpahan kasih sayangmu ku jadikan tongkat dalam berkarya
Tetesan air mata menjadi cambuk bagi kesuksesan
Kasih dan belaian mu menyejukkan sanubariku
Kesabaran mu meringankan langkah ku dalam
Meraih cita-cita ku.*

Alhamdulillah.....,
Dengan segenap rasa yang ada
Kupersembahkan hasil karya Ku ini untuk keluarga tercinta
Ayahanda Risman, Ibunda Marlis
Tiada terlukis kebahagiaanku atas jasa dan bimbingan kedua orang tuaku
Yang telah mengantarkan ku 'tuk meraih cita-cita meniti masa depan
Dan yang telah berkorban baik moril maupun materil
Serta do'anya sehingga aku berhasil memperoleh gelar Sarjana Teknik
Apa yang telah kuraih ini belum dapat membalas semua
Pengorbanan, do'a dan cinta kasihmu yang masih
Kurasakan sampai detik ini,
Tapi jasa dan teladanmu akan selalu ku kenang dalam nafasku.

Kawan 2x nan samo berjuang untuak mandapek gelar ST, Ridho (bala), Rendra (pendek), Ilham (baluik), Mega (preman), nanda, Erik, Andro (pak cik), Eki (beta), Hafiz (KP), olid, Fauzi (buya), Mori, panji, bg Johan, Iko baru awal kawan, masih banyak perjuangan kamungkonyo lai kawan..."dan untuak kawan – kawan saangkatan kok ado nan indak tasabuiik namoe, samo" bajuang lah, kunci kasuksesantu tagantuang jo usaho wak kawan – kawan. Dalam arti kato tarimo kasih banyak lah kato akhiran e!!!

Kawan 2x nan lagi mangaja ST Izil (sahabat) oi zil samangek zil, jan game juo nan dipadok an lai, jan batenggek jo cewek jo lai, pamaneh tu ilangan lah lai zil, mudah – mudahan apo nan ang inginan tacapai lah zil, den minta maaf kok ado kato" den nan manyingguang ang salamo ko dih zil, bakoa lamak wak bisuak ko dikampuang nak zil, Zeki(Ijek), Rian (Utit), Dori (Boy), Gevanos (Buser), Rjo (Randai), Yudi (Boy 2), Rino (komting), edo (mandan kora), Teguh, pokok e bagi angkatan 13 dan 14 "semangat kawan-kawan, janlah main- main juo kuliah tuuu"!!!

Special Thanks To

- *Kepada Ibu dan ayah, keluarga, Bapak Ir. Suryadimal, M.T dan Bapak Rizky Arman, S.T., M.T dan M. Aizatul Afkar.*

Semoga secercah keberhasilan ini menjadi pelita
Dalam perjalanan hidupku
Meraih sukses dimasa yang akan datang
Aaamiin..

Afdhal Zikri
13-009

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. Karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana, yang berjudul “**ANALISA EKSERGI MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP**”

Tugas Sarjana ini merupakan satu syarat akademis yang harus dilaksanakan oleh setiap Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta dalam menyelesaikan program Studi Strata Satu.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tuaku (Papa dan Mama) terima kasih yang setulus-tulusnya telah mendoakanku serta bantuan materinya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini, serta adik-adikku tercinta yang senantiasa mendoakanku tiada henti-hentinya.
2. Bapak Ir. Hidayat, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Dr. Hendra Suherman, S.T.M.T. pembimbing akademik yang telah sabar dan meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir ini serta telah memberikan ilmu, inspirasi, nasehat serta waktu untuk bertukar pikiran, sehingga membuka wawasan penulis.
4. Bapak Suryadimal., S.T.M.T. Selaku pembimbing I, Jurusan Teknik Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta
5. Bapak Dr. Yovial Mahjoeddin Rd., M.T Selaku pembimbing II Jurusan Teknik Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta
6. Bapak Ir. Kaidir, M. Eng Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta.
7. Bapak Dr. Yovial Mahyoeddin, S.T., M.T Selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin

Universitas Bung Hatta.

8. Bapak Suryadimal.,S.T.,M.T Selaku kepala laboratorium prestasi mesin, yang telah meminjamkan labornya, untuk penulis melakukan pengujian.
9. Seluruh Abang – Abang yang telah membantu penulis.
10. Seluruh teman-teman teknik mesin Universitas Bung Hatta.
11. Seluruh keluarga besarku dimanapun berada yang telah memberikan dorongan, semangat dan doa kepada penulis.
12. Dan seluruh Staff beserta Karyawan Universitas Bung Hatta.

Penulis ucapkan Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu, atas bantuannya baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas segala amal dan kebaikan yang telah di berikan kepada penulis sehingga terlaksananya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini masih sangat jauh dari sempurna baik dalam isi, teknik penyusunan maupun dalam penguasaan bahasa, untuk itu penulis berharap dengan senang hati menerima usul, saran dan kritikan demi sempurnanya tugas akhir ini dimasa yang akan datang.

Semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua khususnya bagi penulis sendiri, akhirnya penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Februari 2018

Penulis

ABSTRACT

Exergy is part of the energy that can be converted into work. Analysis of exergy is a method of analysis which is the application of the second thermodynamic term used to determine the efficiency or absence of a process in the use of energy. The purpose of the analysis of the exergy is to find a location in a process that is inefficient energy. Air Conditioner is a maintenance process for air, temperature, humidity, cleanliness and distribution simultaneously to achieve the comfortable conditions that residents need. This study is intended to obtain an exergy by varying the rotation of the condenser fan. A device capable of providing detailed measurement data. AC used type split 1 PK capacity, which is converted to portable form. In the data collection is done variation of condenser fan speed rotation, with 1 / 4.1 / 2.3 / 4 dimer openings and 1 dimer openings. Condenser data retrieval by varying the condenser fan speed with 1 / 4.1 / 2 and 1 lap openings, where the dimer as a condenser fan speed rotation controller. Data taken every 15 minutes 1 x and performed as much as 4x with 1 opening the same. Variations of condenser fan rotation are performed for good performance of this air conditioner. After the test, the calculation and discussion can be concluded, good performance at 30 minutes, current openings dimer 1 with value 2.47583. While the value of exergy at the highest exergy value at the opening current dimer 1/2, 45 minutes with a value of 3.076 kJ / kg ,

Keywords: *Exergy, COP, PF, AC, dimer, split, portable.*

ABSTRAK

Eksergi merupakan bagian energi yang dapat dikonversikan menjadi kerja. Analisis eksergi adalah suatu metoda analisis yang merupakan penerapan dari hukum termodinamika kedua yang digunakan untuk mengetahui efisien tidaknya suatu proses dalam penggunaan energi. Tujuan analisis eksergi adalah untuk mencari lokasi dalam proses yang energinya tidak efisien. Pengkondisi udara adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur temperatur, kelembaban, kebersihan dan pendistribusian secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan penghuni. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai eksergi dengan memvariasikan putaran fan kondensor. Sebagai alat ukur standar kemampuan *air conditioning* yang mampu memberikan data pengukuran yang detail. *Air conditioner* yang digunakan jenis *split* kapasitas 1 pk, yang diubah ke bentuk portabel. Dalam pengambilan data dilakukan variasi kecepatan putaran fan kondensor, dengan bukaan dimer 1/4, 1/2, 3/4 dan 1 bukaan dimer. Pengambilan data kondensor dilakukan dengan memvariasikan kecepatan fan kondensor dengan bukaan 1/4, 1/2 dan 1 putaran, dimana dimer sebagai pengontrol kecepatan putaran fan kondensor. Data diambil setiap 15 menit 1 x dan dilakukan sebanyak 4x dengan 1 bukaan yang sama. Variasi putaran fan kondensor dilakukan untuk mendapatkan nilai performa yang baik dari *Air conditioner* ini. Setelah dilakukan pengujian, perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan, performa yang baik pada waktu 30 menit, bukaan arus dimer 1 dengan nilai 2,47583. Sedangkan nilai eksergi tertinggi didapat pada Nilai eksergi tertinggi terdapat pada bukaan arus dimer 1/2, waktu 45 menit dengan nilai 3,076 kJ/kg, Kata Kunci : Eksergi, COP, PF, *Air conditioner*, dimer, *split*, portabel.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PERSEMBAHAN

ABSTRACT

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4

BAB II KAJIAN TEORI

2.1 Eksergi	6
2.1.1 Entropi.....	12
2.2 Kompresi Uap	15
2.2.1 Sistem Kompresi Uap Standar	16

2.2.2 Sistem Kompresi Uap Aktual	20
2.2.3 Komponen Mesin Refrigerasi Kompresi Uap.....	21
2.2.3.1 Kompresor.....	21
2.2.3.2 Kondensor	22
2.2.3.3 Katup Ekspansi	22
2.2.3.4 Evaporator	24
2.3 Refrigeran.....	24
2.3.1 Refrigeran 32.....	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	30
3.2 Waktu dan Tempat	30
3.3 Bahan dan Alat Uji.....	31
3.3.1 Bahan Yang Digunakan	31
3.3.2 Alat Uji.....	32
3.4 Alat Ukur Yang Digunakan	33
3.5 Metoda Pengumpulan Data dan Pengolaan Data.....	37
3.6 Langkah – Langkah Penelitian.....	38
3.7 Parameter Yang Digunakan	39
3.8 Pengambilan Data	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data.....	43
---------------------------------	----

4.2 Nilai Entalpi dan Entropi	44
4.3 Hasil Pengolahan Data Performa	47
4.4 Analisa Performa.....	48
4.5 Analisa Pembahasan.....	53

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Temperatur – Entropi Siklus Refrigerasi	7
Gambar 2.2 Sistem kompresi Uap	16
Gambar 2.3 Diagram p-H Siklus Kompresi Uap Standar	16
Gambar 2.4 Skema Sederhana Siklus Pendingin Kompresi Uap.....	18
Gambar 2.5 Siklus Kompresi Uap Standard an Siklus Aktual.....	20
Gambar 2.6 Kompresor	21
Gambar 2.7 Kondensor	22
Gambar 2.8 Katup Ekspansi.....	23
Gambar 2.9 Evaporator	24
Gambar 2.10 Tabung R32	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3.2 Mesin Pendingin Kompresi Uap	32
Gambar 3.3 Termometer Digital	33
Gambar 3.4 Anemometer	34
Gambar 3.5 Ampermeter.....	35
Gambar 3.6 Voltmeter.....	36
Gambar 4.1 Hubungan COP dengan Bukaannya Arus Dimer 1/4.....	48
Gambar 4.2 Hubungan COP dengan Bukaannya Arus Dimer 1/2.....	49
Gambar 4.3 Hubungan COP dengan Bukaannya Arus Dimer 3/4.....	50
Gambar 4.4 Hubungan COP dengan Bukaannya Arus Dimer 1.....	51
Gambar 4.5 Perbandingan COP vs Bukaannya Arus Dimer	52
Gambar 4.6 Perbandingan COP vs Bukaannya Arus Dimer	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Freon Di Indonesia.....	28
Tabel 3.1 Tabel Pengujian.....	42
Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data Mesin Kompresi Uap 1 PK	43
Tabel 4.2 Nilai Entalpi	44
Tabel 4.3 Nilai Entropi.....	45
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Performa Dari Sistem Pendingin Kompresi	47
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Bukaannya $\frac{1}{4}$	48
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Bukaannya $\frac{1}{2}$	49
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Bukaannya $\frac{3}{4}$	50
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Bukaannya 1	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses termodinamika *reversible* adalah proses yang dapat berbalik ke keadaan semula tanpa merubah sedikitpun kondisi lingkungan. Sehingga sistem dan lingkungannya dapat kembali ke keadaan awalnya pada akhir dari proses balik. Jika ini terj adi maka pertukaran panas bersih dan kerja bersih antara sistem dengan lingkungannya dapat dikatakan tidak ada (nol).

Semua proses nyata adalah tidak mampu balik (*irreversible*). Beberapa faktor yang menyebabkan ketidakmampubalikan pada siklus pendingin kompresi uap adalah gesekan dan perpindahan panas melalui perbedaan suhu batas pada evaporator, kompresor kondensor dan pipa-pipa refrigeran, kondisi *subcooling* agar seluruh refrigeran berada pada kondisi cair pada saat memasuki katup ekspansi, dan *superheating* agar seluruh refrigeran berada pada kondisi uap sebelum memasuki kompresor, dan input panas pada pipa-pipa saluran refrigeran

Prinsip hukum termodinamika pertama adalah bahwa energi dapat dikonversikan dari satu bentuk ke bentuk lain dan bersifat kekal. Pada kenyataannya potensial energi untuk digunakan yang terdapat dalam satu sistem akan mengalami penurunan akibat adanya sifat irreversibilitas. Hal ini juga berlaku dalam sistem refrigerasi. Untuk mengetahui besarnya energi yang dapat dikonversikan menjadi kerja secara cermat, mengetahui lokasi dan

besarnya energi yang hilang dan tak terpakai digunakan suatu metode analisis eksergi (Yamrutus, 2002)

Dari sudut pandang hukum Termodinamika pertama, COP adalah suatu ukuran khas untuk mengevaluasi sistem pendinginan. Namun demikian, menurut hukum Termodinamika kedua, analisis eksergi adalah ukuran yang umum diterapkan.

Yumrutas (2002) telah mengembangkan suatu model komputasi untuk menyelidiki sistem refrigerasi kompresi uap dengan refrigeran amonia. Pada kenyataannya, analisis eksergi telah menjadi suatu metoda penting dalam studi pendinginan.

Sedangkan menurut Sutanto (1985), tujuan analisis eksergi adalah untuk mencari lokasi dalam proses yang energinya tidak efisien. Terdapat berbagai macam sistem pendingin seperti kompresi uap, pendingin absorpsi dan lain-lain. Salah satu sistem pendingin yang banyak digunakan pada saat ini adalah sistem kompresi uap.

Eksergi adalah ukuran tingkat menjauhnya keadaan sistem dari keadaan lingkungan. Oleh karena itu eksergi adalah atribut dari sistem dan lingkungan bersama. Namun setelah lingkungan ditentukan, suatu nilai dapat ditentukan untuk eksergi dalam hal nilai properti untuk sistem saja, jadi eksergi dapat dianggap sebagai properti dari sistem.

Nilai eksergi tidak bisa bernilai negatif. Karena jika sistem berada pada keadaan lain selain keaaan mati, sistem akan dapat merubah kondisi secara spontan menuju ke keadaan mati. Kecenderungan ini terjadi jika keadaan mati

tercapai dan tidak diperlukan kerja untuk melakukan perubahan spontan (Moran, 2006).

1.2 Perumusan Masalah

Di perlukan suatu penelitian yang dapat mengetahui inovasi terbaru, agar dapat digunakan untuk praktek mata kuliah Mesin Konversi Energi yang bertujuan meningkatkan pemahaman tentang pengkonversian yang dapat mendorong mahasiswa untuk mencari penemuan baru sekaligus dapat melakukan perawatannya.

Berdasarkan hal di atas, permasalahan yang dapat dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana eksergi yang terjadi terhadap penggunaan beberapa refrigeran pada sistem refrigerasi kompresi uap?
2. Berapa besar eksergi mesin pendingin yang dimiliki oleh Laboratorium Prestasi Mesin, Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menentukan eksergi dari mesin pendingin kompresi uap.

1.4 Batasan Masalah

- Mesin pendingin yang digunakan tipe hermetic $\frac{1}{2}$ HP.
- Jenis fluida yang diujikan sebagai refrigerant adalah R – 32

- Pengambilan data setiap 15 menit selama satu jam tiap buka arus dimer
- Temperatur udara lingkungan 24°C – 30°C

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan ini, secara garis besar penulis membagi dalam beberapa bagian diantaranya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, Perumusan masalah, batasan masalah, Tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bab yang berisikan tentang teori-teori yang menunjang dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang waktu dan tempat penelitian, prosedur perencanaan sistem dan format dalam pengambilan data, dan jadwal penelitian.

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Berisi tentang analisa hasil pengujian dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN