



**PENGARUH VARIASI BEBAN PENDINGIN  
TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN  
DENGAN REFRIGERAN R12 DAN LPG**

**SKRIPSI**

Oleh

**Mochamad Rizal Armajaya Yudha**

**NIM 091910101063**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**





**PENGARUH VARIASI BEBAN PENDINGIN  
TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN  
DENGAN REFRIGERAN R12 DAN LPG**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) Teknik  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Mochamad Rizal Armajaya Yudha**

**NIM 091910101063**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini adalah hasil kerja kerasku dengan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya persembahkan untuk

1. Allah SWT atas segala rizki dan hidayahnya yang telah diberikan, serta kepada junjunganku Nabi Muhammad SAW.
2. Keluargaku, ayahanda Moh. Suwarno dan ibunda Siti Nurhayati atas segala do'a, dukungan yang tak pernah surut dan materil. Tidak lupa adikku tercinta Ach. Ikmal Amin Afriyani yang tak henti-hentinya memberi semangat.
3. Semua keluargaku dari ibu dan ayah.
4. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu kepadaku.
5. Guru-guruku sejak TK hingga SMA.
6. Keluarga besar N-Gine Teknik Mesin angkatan tahun 2009 yang banyak membantu dan memberikan semangat.
7. Almamater tercinta "UNIVERSITAS JEMBER".
8. Teman-teman kos mangga 2, Latep, Agung, Deki, Arif, mas Wawan, mas Didit, Akbar, Alfa, yang selalu memberi dukungan dan semangat.
9. Dan seluruh pihak yang telah mendukung yang tak bisa kusebutkan satu persatu.

## **MOTO**

“Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang yang beriman”

**(QS. Al-Imran : 139)**

"Bersyukurlah pada apa yang anda miliki; maka anda akan mendapatkan lebih banyak. jika tidak mengfokuskan pada apa yang tidak anda miliki, maka anda tidak akan dan tidak akan pernah merasa cukup." **(Oprah Winfrey)**

*“Dan ketahuilah bahwa di dalam kesabaran terhadap hal yang engkau benci terdapat banyak kebaikan. Bahwa pertolongan itu (datang) setelah kesabaran, dan kelapangan itu (datang) setelah kesempitan serta bahwa kemudahan itu (datang) setelah kesulitan.”*

**(HR Ahmad)**

“Tidak ada eksperimen yang bisa membuktikan aku benar, namun sebaliknya sebuah eksperimen saja bisa membuktikan aku salah.”

**(Albert Einstein)**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mochamad Rizal Armajaya Yudha

NIM : 091910101063

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Pengaruh Variasi Beban Pendingin Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin dengan Refrigeran R12 dan LPG*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2013

Yang menyatakan,

Mochamad Rizal Armajaya Y

NIM 091910101063

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH VARIASI BEBAN PENDINGIN TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN DENGAN REFRIGERAN R12 DAN LPG**

Oleh

**Mochamad Rizal Armajaya Yudha**

**NIM 091910101063**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nasrul Ilminnafik S.T., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi S. MSc.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Beban Pendingin Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Dengan Refrigeran R12 dan LPG” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

**Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.**

NIP 197111141999031002

**Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc**

NIP 196806171995011001

Penguji I,

Penguji II,

**Dedi Dwilaksana, S.T., M.T.**

NIP 196912011996021001

**Hary Sutjahjono, S.T., M.T.**

NIP 196812051997021002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

**Ir. Widyono Hadi, M.T.**

NIP 196104141989021001



## RINGKASAN

**Pengaruh Variasi Beban Pendingin Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Dengan Refrigeran R12 dan LPG;** Mochamad Rizal Armajaya Yudha; 091910101063; 2013; 49 halaman; Program Studi Strata Satu (S1); Jurusan Teknik Mesin; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Sistem refrigerasi merupakan suatu sistem yang penting dalam kehidupan sehari-hari, pada kehidupan sekarang ini seperti lemari es, lemari es banyak digunakan sebagai alat pengawet makanan atau hanya sekedar mendinginkan makanan dan minuman. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang lebih efisien lagi dan dapat mengetahui tingkat efisiensi dari sistem refrigerasi yang digunakan sekarang ini, pada penelitian saya ini akan saya bandingkan hasil dari penggunaan refrigeran yang berbeda yaitu R12 dan LPG, diharapkan untuk refrigeran R12 (CFC) dapat diganti dengan LPG, karena R12 yang biasa disebut freon banyak menyebabkan kerusakan karena dapat mempercepat proses penipisan ozon dan pemanasan global yang dapat mengganggu perubahan iklim, merusak mata, menyebabkan kanker, menurunkan kekebalan tubuh, dan lain-lain. Permasalahan yang diteliti adalah dengan adanya penambahan beban pendinginan maka sejauh mana pengaruh dari variasi beban pendinginan terhadap kinerja mesin pendinginan dengan refrigeran R12 dan LPG, dan pengaruh variasi beban pendingin terhadap waktu pendinginan dengan refrigeran R12 dan LPG. Metode yang dipakai untuk mencari hasil dari penelitian pengaruh variasi beban pendingin terhadap kinerja mesin pendingin dengan menggunakan refrigeran R12 dan LPG. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mencari seberapa besar pengaruh dari variasi beban pendingin terhadap kinerja mesin pendingin, dan waktu pendinginan dengan refrigeran R12 dan LPG. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dari hasil penelitian menggunakan variasi beban lampu 20watt, 40watt, 60watt, dan 80watt pada waktu penelitian 30 menit untuk setiap beban pendingin dapat diketahui nilai optimum atau COP (*coefficient of Performance*) dari lemari es yang saya gunakan yaitu pada refrigeran R12 dan LPG pada beban 40 watt dan waktu 30 menit adalah 4,75 untuk R12 dan 5,00 untuk LPG.

Dapat disimpulkan bahwa pengaruh beban pendingin terhadap kinerja mesin pendingin menggunakan refrigeran R12 ditunjukkan pada koefisien kinerja (COP) tertinggi adalah 4,75 ketika beban sebesar 40 watt, pada refrigeran LPG koefisien kinerja (COP) tertinggi adalah 5,00 ketika beban 40 watt dari sini terlihat bahwa penggunaan refrigeran LPG lebih baik karena memiliki kinerja mesin yang cukup baik dibandingkan R12 dilihat dari COP yang didapat dari beban yang sama.

## **PRAKATA**

Segala puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat-Nya sehingga skripsi ini dapat tersusun sesuai dengan yang diharapkan. Penulis menyusun skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Selain itu penulis berharap agar skripsi yang telah tersusun ini dapat bermanfaat baik bagi penulis pada khususnya maupun bagi masyarakat pada umumnya.

Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan segenap pikiran maupun yang telah banyak membantu dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Nasrul Iminnafik, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Ir Digdo Listyadi S., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.
2. Orang Tua Penulis yang selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk do'a, pikiran maupun materi.
3. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam memberikan dukungan.
4. Semua pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Dalam penyusunan skripsi ini, Penulis berusaha semaksimal mungkin agar skripsi yang disusun ini menjadi sempurna tanpa adanya satu kekurangan apapun juga. Namun tidak menutup kemungkinan bagi pembaca yang akan memberikan saran ataupun kritik tentu saja akan penulis pertimbangkan.

Jember, Juni 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Sistem Refrigerasi</b> .....	5
<b>2.2 Kinerja Sistem Refrigerasi</b> .....	5
<b>2.3 Sistem Pemipaan</b> .....	8
2.3.1 Evaporator .....	9
2.3.2 Kompresor .....	10

2.3.3	Kondensor .....	11
2.3.4	Alat Ekspansi .....	11
2.3.4.1	Pipa Kapiler .....	11
<b>2.4</b>	<b>Komponen Pendukung pada Sistem Refrigerasi .....</b>	<b>13</b>
2.4.1	Solenoid Valve .....	13
2.4.2	Filter Dryer .....	13
2.4.3	Sight Glass .....	13
2.4.4	Access Port / Service Valve .....	13
2.4.5	Liquid Receiver .....	14
<b>2.5</b>	<b>Pemilihan Refrigeran .....</b>	<b>14</b>
2.5.1	Chlorofluorocarbon (CFC) .....	14
2.5.2	Refrigeran Hidrokarbon .....	15
<b>2.6</b>	<b>LPG (<i>Liquefied Petroleum Gas</i>) .....</b>	<b>16</b>
2.6.1	Reaksi Kimia Pembakaran pada LPG .....	18
2.6.2	Karakteristik LPG .....	20
2.6.3	Sifat LPG .....	20
<b>2.7</b>	<b>Titik Kesetimbangan Kompresor dan Pipa Kapiler .....</b>	<b>22</b>
<b>2.8</b>	<b>Beban Pendingin .....</b>	<b>23</b>
2.8.1	Pengaruh Variasi Beban Pendingin .....	23
2.8.2	Peningkatan Beban Refrigerasi .....	24
2.8.3	Penurunan Beban Pendingin .....	25
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Metode Penelitian .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>Alat dan Bahan .....</b>	<b>27</b>
3.3.1	Bahan Penelitian .....	27
3.3.2	Alat dan Instrumen Penelitian .....	27
<b>3.4</b>	<b>Variabel Penelitian .....</b>	<b>28</b>
3.4.1	Variabel Terikat .....	28

3.4.2	Variabel Bebas .....	28
<b>3.5</b>	<b>Prosedur Penelitian</b> .....	28
3.5.1	Persiapan Alat Pengujian .....	28
3.5.2	Tahapan Pengambilan Data .....	29
3.5.3	Skema Pengumpulan Data .....	30
<b>3.6</b>	<b>Diagram Alir Penelitian</b> .....	32
<b>3.7</b>	<b>Hipotesa</b> .....	33
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	32
<b>4.1</b>	<b>Hasil Pengujian</b> .....	32
4.1.1	Hasil Pengujian dengan Refrigeran R12 .....	32
4.1.2	Hasil Pengujian dengan Refrigeran LPG .....	35
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan</b> .....	38
4.2.1	Analisis kinerja mesin pendingin dengan refrigeran R12 .....	38
4.2.2	Analisis kinerja mesin pendingin dengan refrigeran LPG .....	40
4.2.3	Analisis grafik keseluruhan .....	43
<b>KESIMPILAN DAN SARAN</b>	.....	46
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan</b> .....	46
<b>5.2</b>	<b>Saran</b> .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

	<b>HALAMAN</b>
2.1 Skema Refrigerator .....	5
2.2 Komponen Sistem Pendingin pada Lemari Es.....	8
2.3 Sistem Pemipaan pada Lemari Es .....	9
2.4 Evaporator .....	10
2.5 Kompresor Torak .....	10
2.6 Thermostatik Expansion Valve .....	11
2.7 Pipa Kapiler .....	12
2.8 Filter Dryer dan Sight Glass .....	13
2.9 Liquid Receiver .....	14
2.10 Gambar Molekul Propana .....	18
2.11 Gambar Molekul Propana .....	19
2.12 Hubungan laju aliran massa refrigeran melewati kompresor dan pipa kapiler terhadap temperatur evaporator dan kondensor (A, B, dan C adalah titik setimbang).....	22
2.13 Efek variasi beban pada pipa kapiler sistem refrigerasi, A: pada beban rendah, B: Titik Desain, C: pada beban tinggi.....	23
3.1 Skema Pengumpulan Data .....	30
3.2 Perancangan Alat .....	30
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	32
4.1 Diagram P-h dalam sistem uji coba pada R12 dengan suhu pengembunan 33 °C dan suhu penguapan -13 °C pada waktu 30 menit .....	35
4.2 Grafik hubungan waktu pendinginan terhadap temperatur lemari es untuk setiap variasi beban pendingin pada R12 .....	39
4.3 Grafik hubungan beban pendinginan terhadap COP pada R12 .....	40

4.4	Grafik hubungan beban pendingin terhadap kapasitas refrigerasi ( $Q_e$ ) Daya kompresor (P) pada R12 .....	41
4.5	Grafik hubungan waktu pendinginan terhadap temperatur evaporator Untuk setiap variasi beban pendingin pada LPG .....	42
4.6	Grafik Hubungan beban pendinginan terhadap COP pada LPG.....	42
4.7	Grafik hubungan beban pendingin terhadap kapasitas refrigerasi ( $Q_e$ ) Daya kompresor (P) pada LPG .....	42
4.8	Grafik temperatur evaporator LPG dan R12 terhadap waktu .....	44
4.9	Grafik COP dari LPG dan R12 terhadap beban pendinginan.....	45
4.10..	Grafik $Q_e$ dan P pada LPG dan R12 terhadap beban pendingin .....	46



## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
2.1 Nilai GWP dan ODP pada Macam-macam Refrigeran .....	16
2.2 Refrigeran hidrokarbon .....	16
2.3 Karakteristik Propan dan Butan (Awal Syahri, 2006) .....	26
3.1 Pengambilan data LPG dan R12 .....	31
3.2 Jadwal rencana kegiatan penelitian .....	33
4.1 Hasil pengujian dengan refrigeran R12.....	34
4.2 Hasil tekanan pada pengujian dengan refrigeran R12 .....	35
4.3 Temperatur hasil uji coba dengan mengunkan R12 pada waktu 30 menit.....	34
4.4 Hasil perhitungan percobaan R12 pada waktu 30 menit.....	36
4.5 Hasil pengujian dengan refrigeran LPG.....	36
4.6 Hasil tekanan pada pengujian dengan LPG .....	37
4.7 Entalpi hasil uji coba dengan mengunkan LPG pada waktu 30 menit.....	37
4.8 Hasil perhitungan percobaan LPG pada waktu 30 menit.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
<b>A Lampiran Perhitungan</b> .....	51
A.1 Perhitungan R12 .....	51
A.2 Perhitungan LPG .....	62
<b>B Foto Penelitian</b> .....	74
<b>C Daftar Tabel</b> .....	77
<b>D Grafik Hasil Penelitian</b> .....	89