



**PENGARUH PENAMBAHAN *FAN* PEMBUANG UDARA PADA  
KONDENSOR TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN  
PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERAN LPG**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Eko Widodo**  
**NIM 101910101010**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**



**PENGARUH PENAMBAHAN *FAN* PEMBUANG UDARA PADA  
KONDENSOR TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN  
PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERAN LPG**

**SKRIPSI**

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

Oleh  
**Eko Widodo**  
**NIM 101910101010**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Siti Asrurin dan Ayahanda Suyono yang tercinta, terima kasih atas pengorbanan, usaha, kasih sayang, dorongan, nasehat dan air mata yang menetes dalam setiap untaian do'a yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi perjuangan dan keberhasilan penulis;
2. Guru-guru sejak TK hingga SMK, dosen, dan seluruh civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

## MOTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 6)\*)

atau

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang pada diri mereka.

(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)\*)

atau

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

(terjemahan Surat Al-Baqarah ayat 286)\*)

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eko Widodo

NIM : 101910101010

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul ” Pengaruh Penambahan *Fan* Pembuang Udara pada Kondensor terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin menggunakan Refrigeran LPG” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab tanpa ada unsur pemaksaan serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2014

Yang Menyatakan,

Eko Widodo  
101910101010

## **SKRIPSI**

### **PENGARUH PENAMBAHAN *FAN* PEMBUANG UDARA PADA KONDENSOR TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERAN LPG**

Oleh  
**Eko Widodo**  
**NIM 101910101010**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. FRANCISCUS XAVERIUS  
Kristianta M.Eng.

## PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi berjudul ” Pengaruh Penambahan *Fan* Pembuang Udara pada Kondensor terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin menggunakan Refrigeran LPG” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Jumat, 23 Mei 2014

tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Tim Penguji,

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Digo Listyadi Setyawan, M.Sc.  
NIP 19680617 199501 1 001

Ir. FX. Kristianta M.Eng.  
NIP 19650120 200112 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.  
NIP 19681205 199702 1 002

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.  
NIP 19691201 199602 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Penambahan *Fan* Pembuang Udara pada Kondensor terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin menggunakan Refrigeran LPG;** Eko Widodo, 101910101010; 2014; 55 halaman; Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

Perkembangan sistem refrigerasi terutama untuk mesin pendingin sangat pesat. Perkembangan yang pesat ini tidak lepas dari kebutuhan masyarakat akan mesin pendingin semakin meningkat. Sedangkan, semakin meningkatnya kebutuhan mesin pendingin maka konsumsi energi akan semakin meningkat. Selain itu, fluida yang digunakan sebagai refrigeran dalam mesin pendingin adalah CFC (*Cloroflourocarbon*) yang memiliki potensi untuk merusak ozon dan potensi penyebab pemanasan global yang besar jika berada di atmosfer. Perbaikan mesin pendingin dibutuhkan untuk menambah efisiensi supaya kebutuhan energi yang dikonsumsi dapat diturunkan seperti meningkatkan pelepasan kalor pada kondensor dengan penambahan *fan* pembuang udara. Selain itu untuk menurunkan tingkat perusakan ozon maupun pemanasan global dibutuhkan refrigeran pengganti yang lebih ramah lingkungan sebagai contohnya adalah LPG. Tujuan penelitian untuk mengetahui (1) perbandingan Kerja kompresi dan prestasi kerja dari refrigeran LPG dengan R-22, (2) mengetahui pengaruh penambahan *fan* pembuang udara pada kondensor terhadap prestasi kerja mesin pendingin menggunakan refrigeran LPG.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dengan rangkaian mesin pendingin sederhana. Rangkaian alat uji berupa refrigerator yang terdiri atas kompresor, evaporator, pipa kapiler, kondensor, filter dryer, dan komponen pendukung lainnya dengan refrigeran R22 dan LPG. selain itu pada kondensor ditambahkan *fan* pembuang udara dengan daya yang berbeda-beda yaitu 0 Watt, 4,8 Watt, 9,6 Watt, dan 14,4 Watt. Dengan penambahan alat ukur tekanan pada dua titik yaitu pada discharge dan suction line pada kompresor digunakan untuk mengetahui



tekanan dan penambahan alat ukur temperatur pada lima titik yaitu pada discharge line, suction line, output kondensor, input evaporator, dan evaporator. Penelitian dilakukan dalam waktu 60 menit dengan pengambilan data pada menit ke 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, dan 60.

Dari hasil penelitian didapatkan refrigeran LPG dapat meningkatkan prestasi kerja 36,2% lebih tinggi dibanding refrigeran R22. Tetapi refrigeran LPG juga meningkatkan kerja kompresi 25,9% lebih tinggi dibandingkan dengan refrigeran R22 sehingga kompresor dengan refrigerant LPG lebih cepat panas. Penambahan *fan* pembuang udara dapat memperbesar prestasi kerja mesin pendingin karena meningkatkan dampak refrigerasi dan menurunkan kerja kompresi. Penambahan *fan* dengan daya *fan* 14,4 Watt memiliki prestasi kerja yang paling baik karena dapat meningkatkan prestasi kerja atau COP sebesar 24,5% dan dapat menghasilkan keuntungan daya sebesar 183,509 Watt dibandingkan dengan tanpa penambahan *fan*.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan *Fan* Pembuang Udara pada Kondensor terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin menggunakan Refrigeran LPG.” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Ir. Widyono Hadi, M.T. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Andi Sanata S.T., M.T. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
3. Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. FX. Kristianta, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga dapat terlaksana dengan baik;
4. Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya;
5. Mahros Darsin S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama kuliah;
6. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengorbanan, saran dan kritik kepada penulis;
7. Ibunda Siti Asrurin dan Ayahanda Suyono yang telah memberikan segalanya kepada penulis;

8. Binar Arum Oktavia yang selalu mendukung dan membantu atas terselesainya penulisan skripsi;
9. Hasby, Sandi, Ubaidillah, Tantowi, dan Bagus, yang telah membantu penelitian;
10. Teman-temanku seperjuangan Mechanical-X yang selalu memberi suport dan berjuang bersama;
11. Teman-teman KKN Desa Candijati Januar, Susi, Nikmah, dan Andy;
12. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Tujuan</b> .....	4
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Definisi Refrigerasi</b> .....	5
<b>2.2 Siklus Refrigerasi</b> .....	5
<b>2.3 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap</b> .....	6
2.3.1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Ideal.....	8
2.3.2 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Aktual.....	9
<b>2.4 Komponen Utama Pada Sistem Refrigerasi Kompresi Uap</b> .....	10
2.4.1 Kompresor.....	10
2.4.2 Kondensor .....	12
2.4.3 Evaporator .....	12
2.4.4 Pipa Kapiler.....	13
2.4.5 Filter Dryer.....	14
2.4.6 Katup Ekspansi .....	14
<b>2.5 Dampak Refrigerasi dan Kerja Kompresi sari Sistem Refrigerasi</b> .....	15
<b>2.6 Kapasitas Refrigerasi dan COP Mesin Pendingin</b> .....	16
<b>2.7 Penelitian Sebelumnya</b> .....	17
<b>2.8 Pemilihan Refrigeran</b> .....	18
2.8.1 Jenis-Jenis Refrigeran .....	18
<b>2.9 Chloroflourocarbon (CFC)</b> .....	22
2.9.1 Masalah Refrigeran CFC.....	22
2.9.2 Refrigeran Hidrokarbon .....	23
<b>2.10 LPG (Liquified Petroleum Gas)</b> .....	25
2.10.1 Pengertian LPG .....	25

2.10.2	Komposisi LPG.....	25
2.10.3	Sifat sifat LPG.....	27
<b>2.10</b>	<b>Hipotesis .....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Metode Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Alat dan Bahan .....</b>	<b>28</b>
3.3.1	Alat dan Instrumen Penelitian.....	28
3.3.2	Bahan Penelitian.....	29
3.3.	Spesifikasi Refrigerator.....	29
<b>3.4</b>	<b>Variabel .....</b>	<b>29</b>
3.4.1	Variabel Bebas .....	29
3.4.2	Variabel Terikat .....	29
<b>3.4</b>	<b>Prosedur Penelitian .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5</b>	<b>Skema Rangkaian Alat Uji .....</b>	<b>31</b>
<b>3.7</b>	<b>Pengambilan Data .....</b>	<b>32</b>
<b>3.8</b>	<b>Diagram Alir .....</b>	<b>33</b>
<b>3.9</b>	<b>Jadwal Rencana Penelitian.....</b>	<b>34</b>
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>Data Hasil Pengujian.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2</b>	<b>Temperatur Refrigerator.....</b>	<b>36</b>
<b>4.3</b>	<b>Rasio Pelepasan Kalor .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>Dampak Refrigerasi .....</b>	<b>38</b>
<b>4.5</b>	<b>Kerja Komprsi.....</b>	<b>41</b>
<b>4.6</b>	<b>Kapasitas refrigerasi .....</b>	<b>44</b>
4.6.1	Hubungan Temperatur Evaporator terhadap Kapasitas Refrigerasi dan Dampak Refrigerasi .....	46
<b>4.7</b>	<b>Prestasi Kerja (COP) .....</b>	<b>48</b>
4.7.1	Hubungan COP dan Temperatur Kondensor terhadap Debit Udara Pembuang Panas .....	50
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>53</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran.....</b>	<b>53</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	Kelompok refrigeran organic penyusun LPG ..... 20
2.2	Properti dari berbagai refiigeran ..... 21
2.3	Sifat R22 dan LPG ..... 26
3.1	Spesifikasi refrigerator ..... 29
3.2	Contoh data yang akan diambil..... 32
3.3	Jadwal rencana penelitian ..... 34
4.1	Hasil pengujian dengan refrigeran LPG ..... 35
4.2	Hasil pengujian dengan R22 dan LPG tanpa <i>fan</i> pembuang udara. .... 36
4.3	Rasio pelepasan kalor. .... 38
4.4	Keuntungan daya akibat penambahan <i>fan</i> ..... 51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Skema Refrigerator .....	6
2.2 Siklus refrigerasi kompresi uap standar.....	7
2.3 Skema siklus refrigerasi kompresi uap ideal .....	8
2.4 Skema siklus refrigerasi kompresi uap aktual .....	10
2.5 Kompresor tipe hermetic .....	11
2.6 Kondensor.....	12
2.7 Evaporator pada refrigerator.....	13
2.8 Pipa kapiler .....	13
2.9 Katup ekspansi.....	15
2.10 Kapasitas refrigerasi terhadap suhu evaporator.....	16
2.11 Bahaya refrigeran CFC .....	23
2.12 Nilai ODP dan GWP refrigeran.....	24
3.1 Skema rangkaian alat uji.....	31
3.2 Alat pengujian.....	31
3.3 Diagram alir penelitian .....	33
4.5 Grafik temperatur refrigerator dengan refrigeran R22 dan LPG .....	36
4.1 Grafik temperatur refrigerator pada penambahan <i>fan</i> dengan daya 0, 4,8 Watt, 9,6 Watt, dan 14,4 Watt.....	37
4.2 Grafik dampak refrigerasi refrigeran LPG dan R22.....	39
4.3 Grafik dampak refrigerasi pada penambahan <i>fan</i> dengan daya 0, 4,8 Watt, 9,6 Watt, dan 14,4 Watt.....	40
4.4 Grafik kerja kompresi refrigeran LPG dan R22.....	42
4.5 Grafik kerja kompresi pada penambahan <i>fan</i> dengan daya 0, 4,8 Watt, 9,6 Watt, dan 14,4 Watt.....	43
4.6 Grafik kapsaitas refrigerasi. ....	44
4.7 Grafik kapasitas refrigerasi pada penambahan <i>fan</i> dengan daya 0, 4,8 Watt, 9,6 Watt, dan 14,4 Watt.....	45

4.8	Grafik hubungan temperatur evaporator terhadap kapasitas refrigerasi dan dampak refrigersai tanpa variasi menggunakan refrigeran LPG. ....	46
4.9	Grafik hubungan temperatur evaporator terhadap kapasitas refrigerasi dan dampak refrigersai pada daya <i>fan</i> 4,8 Watt menggunakan refrigeran LPG. ....	46
4.10	Grafik hubungan temperatur evaporator terhadap kapasitas refrigerasi dan dampak refrigersai pada daya <i>fan</i> 9,6 Watt menggunakan refrigeran LPG. ....	47
4.11	Grafik hubungan temperatur evaporator terhadap kapasitas refrigerasi dan dampak refrigersai pada daya <i>fan</i> 14,4 Watt menggunakan refrigeran LPG. ....	47
4.12	Grafik COP refrigeran LPG dan R22. ....	48
4.13	Grafik COP pada penambahan <i>fan</i> dengan daya 0, 4,8 Watt, 9,6 Watt, dan 14,4 Watt. ....	49
4.14	Grafik hubungan antara COP dan temperatur kondensor terhadap udara pembuang panas. ....	50
4.15	Grafik keuntungan daya akibat penambahan <i>fan</i> . ....	52