



**PENGARUH PENGGUNAAN *WATER COOLED CONDENSER*
TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN
MENGUNAKAN REFRIGERAN LPG**

SKRIPSI

Oleh
Galla Rezki Perdana
NIM 101910101063

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



**PENGARUH PENGGUNAAN *WATER COOLED CONDENSER*
TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN
MENGUNAKAN 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
Galla Rezki Perdana
NIM 101910101063

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta Alamiah dan Toto Tri Kumandoko yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak kenal serta doa yang tiada hentinya tercurahkan dengan penuh keikhlasan hati;
2. Kekasihku yang tercinta Umi Nadhoha yang senantiasa memberikan semangat dan dukungannya. Saya ucapkan terima kasih dan selalu tetap semangat;
3. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa menularkan ilmunya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah dikemudian hari. Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, bapak Ir. Digo Listyadi S, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Semua guru mulai dari guru TK, SD, SMP, maupun SMA yang tidak kenal lelah menularkan ilmunya, membimbing serta memberikan arahan yang terbaik hingga saya ke jenjang perguruan tinggi;
5. Teman-temanku yang telah membantu penelitian ini terselesaikan yaitu M. Luki Yudha A., Ubaidillah, M. Heru Kurniawan, Yuda Angga T., dan Arief Ginajar Dirgantara saya ucapkan terima kasih banyak dan semoga kebaikan kalian akan dibalas dengan kebaikan pula oleh-Nya. Serta teman-teman Mech-X yang tidak disebutkan satu-persatu namanya, saya ucapkan terima kasih atas dukungannya,

kekompakannya sehingga kita menjadi keluarga hingga saat ini dan sampai akhir hayat (Solidarity Forever).

MOTO

Dan Tuhanmu telah memerintahkan supaya kamu jangan menyembah selain Dia dan hendaklah kamu berbuat baik pada ibu bapakmu dengan sebaik-baiknya. Jika salah seorang di antara keduanya atau kedua-duanya sampai berumur lanjut dalam pemeliharaanmu, maka sekali-kali janganlah kamu mengatakan kepada keduanya perkataan “ah” dan janganlah kamu membentak mereka dan ucapkanlah kepada mereka perkataan yang mulia
(terjemahan Surat Al-Isra ayat 23) *)

Doa ibu adalah segala hal bagi anak-anaknya. Ibu adalah Tuhan kecil dengan ketulusan cintanya. Dia tidak pernah mengharapkan balasan apa-apa dari anak-anaknya. Baginya tugasnya hanyalah memberi dan memberi. Mengandung, melahirkan, menyusui, merawat, membesarkan hingga menghantarkan anaknya menjadi manusia yang berguna adalah kewajiban dari cinta yang Tuhan titipkan padanya. **)

Belajar dari hari kemarin, hidup untuk hari ini, berusaha untuk hari esok. Hal terpenting adalah tidak berhenti bertanya. ***)

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

**) Kejora, Kirana. 2011. *Air Mata Terakhir Bunda*. Jakarta: Hi-Fest Publishing.

***) Albert Einstein.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Galla Rezki Perdana

NIM : 101910101063

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH PENGGUNAAN *WATER COOLED CONDENSER* TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERAN 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, 28 Mei 2014

Yang menyatakan,

(Galla Rezki Perdana)

NIM 101910101063

SKRIPSI

PENGARUH PENGGUNAAN *WATER COOLED* *CONDENSER* TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERAN LPG

Oleh
Galla Rezki Perdana
NIM 101910101063

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Penggunaan *Water Cooled Condenser* Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Menggunakan Refrigeran LPG” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jum’at, 30 Mei 2014

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Nasrul Iminnafik, S.T., M.T.
NIP. 19711114 199903 1 002

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.
NIP 19680617 199501 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.
NIP 19681207 199512 1 002

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.
NIP 19600812 199802 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

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

RINGKASAN

Pengaruh Penggunaan *Water Cooled Condenser* Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Menggunakan Refrigeran LPG; Galla Rezki Perdana, 101910101063; 2014; 50 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kondensor adalah salah satu komponen penting dari mesin pendingin yang salah satu fungsinya sebagai *heat exchanger* yaitu memindahkan panas dari sistem ke lingkungan. Agar kondensor dapat bekerja dengan baik, kondensor perlu didinginkan supaya dapat memindahkan panas lebih cepat.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang peningkatan nilai COP mesin pendingin dengan variasi laju aliran air pendingin kondensor. Dengan bervariasi laju aliran air pendingin kondensor didapat perbandingan suhu dan tekanan pada tiap variasi sehingga nantinya akan dapat diketahui nilai COP optimum pada variasi laju aliran air pendingin kondensor. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah laju aliran air pendingin 0 ml/detik, 18,33 ml/detik, 36,67 ml/detik dan 73,33 ml/detik.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember, dimana mulai dari pembuatan alat *water cooled condenser* hingga pengujian mesin pendingin yang menggunakan alat *water cooled condenser* tersebut.

Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin besar laju aliran air pendingin kondensor maka semakin besar nilai COP dari mesin pendingin tersebut. Hal ini dapat dilihat mulai dari sebelum pemasangan *water cooled condenser*, nilai COP nya hanya mampu mencapai nilai sebesar 11,6 dan setelah pemasangan *water cooled condenser* dengan laju aliran 18,33 ml/detik nilai COP nya dapat mencapai 14,7. Sedangkan pada laju aliran air pendingin 73,33 ml/detik, nilai COP nya dapat mencapai 15,31.

SUMMARY

The Influence of Use of Water Cooled Condenser Towards Engine Coolant Performance Using LPG Refrigerants; Galla Rezki Perdana, 101910101063: 50 Pages; Mechanical Engineering Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

The condenser is one of the important components of engine coolant that one of its functions as a heat exchanger that transfers heat from the system to the environment. To be able to work with a good condenser, the condenser needs to be cooled in order to remove heat more quickly.

In this study, focused on the increase in value with the variation of COP refrigeration condenser cooling water flow rate. With vary the condenser cooling water flow rate ratio obtained at each temperature and pressure variations so that will be known at the optimum value of the COP variation condenser cooling water flow rate. Variations used in this study is the rate of flow of cooling water 0 ml / sec, 18.33 ml / sec, 36.67 ml / sec and 73.33 ml / sec.

This research was conducted at the Energy Conversion Laboratory Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember, where the start of the manufacture of water cooled condenser apparatus to test the engine cooling water cooled condenser using the tool.

From the results of the study found that the greater the condenser cooling water flow rate, the greater the value of the COP of the refrigeration machine. It can be observed from the prior installation of water cooled condenser, the COP value was only able to reach a value of 11.6 and after installation of water cooled condenser with a flow rate of 18.33 ml / sec its COP value can reach 14.7. While the cooling water flow rate 73.33 ml / sec, it can achieve a COP value of 15.31.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Penggunaan *Water Cooled Condenser* terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin menggunakan Refrigeran LPG”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Ir. Digo Listyadi S., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama, Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali memberikan saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penulisan skripsi ini;
3. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Ibunda Alamiah dan Ayahanda Toto Tri Kumandoko yang telah memberikan dan melakukan segalanya untuk penulis;
5. Kekasihku Umi Nadhoha yang mendorongku untuk lebih cepat menyelesaikan tugas akhir ini;
6. Pakdhe, budhe, dan keluarga besarku yang menemani kehidupan sehari-hariku;
7. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
8. Kawan-kawan Mechanical-X dan kawan-kawan jurusan teknik mesin universitas jember yang telah mengajarku arti kebersamaan dan saling membutuhkan satu sama lain;

9. Kakak dan adik kos se Kusuma Garden;
10. Teman-teman se KKN kelompok 73 yang telah mengajari aku akan arti pentingnya hidup bermasyarakat;
11. Mas Taufik yang telah memberikan bantuan, masukan, dan data terhadap penelitian ini;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.8.1 Penggunaan Water Cooled Condenser Pada AC Window....	5
2.8.2 Efek Perubahan Laju Aliran Massa Air Pendingin	6
2.8.3 Analisis Pengaruh Elevasi Aliran Air Pendingin	7

2.2 Definisi Pengkondisian Udara	8
2.3 Komponen Utama Sistem Refrigerasi	9
2.8.1 Kompresor	9
2.8.2 Kondensor	10
2.8.3 Katup Ekspansi	10
2.8.4 Evaporator	11
2.4 Prinsip Kerja Mesin Pendingin	12
2.4.1 Kapasitas Refrigerasi	13
2.4.2 Dampak Refrigerasi	14
2.4.3 Kerja Kompresor	14
2.4.4 COP	12
2.5 Pengaruh Debit Aliran Air Pendingin Terhadap COP	15
2.6 Kondensor	17
2.7 Bak Pendingin	17
2.8 Refrigeran	18
2.8.1 Pemilihan Refrigeran	18
2.8.2 Refrigeran LPG	20
2.9 Hipotesis	20
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat dan Instrumen Penelitian	21
3.2.2 Bahan Penelitian	21
3.2.3 Spesifikasi Refrigerator	22
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Persiapan Alat Pengujian	22
3.4.2 Pemeriksaan Alat Pengujian	23
3.4.3 Tahapan Pengambilan Data	23

3.5 Rangkaian Refrigerator	23
3.6 Variabel Penelitian.....	24
3.6.1 Variabel Bebas	24
3.6.2 Variabel Terikat	25
3.7 Pengambilan Data	25
3.8 Diagram Alir	26
3.9 Jadwal Rencana Penelitian	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Pengujian	28
4.1.1 Hasil Pengujian Media Pendingin Udara	28
4.1.2 Hasil Pengujian Media Pendingin Air Laju 0 ml/detik.....	28
4.1.3 Hasil Pengujian Media Pendingin Air Laju 18,33 ml/detik..	29
4.1.4 Hasil Pengujian Media Pendingin Air Laju 36,67 ml/detik..	29
4.1.5 Hasil Pengujian Media Pendingin Air Laju 36,67 ml/detik..	29
4.2 Pembahasan	31
4.2.1 Analisa Kinerja Mesin Pendingin Media Pendingin Udara ..	31
4.2.2 Analisa Kinerja Mesin Pendingin Media Pendingin Air	36
4.2.3 Analisis Pelepasan Kalor	42
4.2.3 Analisis Grafik Keseluruhan	45
BAB 5. PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
2.1 Hubungan antara N-COP-TR- ΔP pada tiap percobaan	5
2.2 Hubungan antara efek perubahan laju aliran massa air pendingin dengan kalor yang dilepaskan	7
2.3 Hubungan antara COP dengan laju perpindahan panas pada ketinggian menara air pendingin 3 m	8
2.4 Kompresor	9
2.5 Kondensor	10
2.6 Katup Ekspansi	11
2.7 Evaporator	11
2.8 Skema aliran refrigeran pada lemari es	13
2.9 Skema bak pendingin	18
3.1 Skema rangkaian refrigerator	24
3.2 Diagram alir penelitian	27
4.1 Perbedaan suhu evaporator terhadap waktu pada variasi pendinginan yang berbeda	30
4.2 COP terhadap suhu evaporator pada variasi pendinginan udara .	32
4.3 Dampak refrigerasi terhadap waktu pada variasi pendinginan udara	33
4.4 Kerja kompresi terhadap waktu pada variasi pendinginan udara .	34
4.5 Kapasitas refrigerasi terhadap waktu pada variasi pendinginan udara	35
4.6 COP terhadap waktu pada variasi pendinginan udara	36
4.7 Hubungan antara COP dan temperatur evaporator terhadap laju aliran air pendingin	37
4.8 Hubungan antara COP dan temperatur kondensor terhadap	

laju aliran air pendingin	38
4.9 Dampak refrigerasi terhadap waktu pada variasi pendinginan	
air yang berbeda-beda	39
4.10 Kerja kompresi terhadap waktu pada variasi pendinginan	
air yang berbeda-beda	40
4.11 Kapasitas refrigerasi terhadap waktu pada variasi pendinginan	
air yang berbeda-beda	41
4.12 COP terhadap waktu pada variasi pendinginan air yang	
berbeda-beda	42
4.13 Kalor yang dilepas bak pendingin air terhadap waktu pada	
variasi pendinginan air yang berbeda-beda	43
4.14 Perbedaan dampak refrigerasi terhadap waktu pada variasi	
pendinginan yang berbeda.....	45
4.15 Perbedaan kerja kompresi terhadap waktu pada variasi	
pendinginan yang berbeda	46
4.16 Perbedaan kapasitas refrigerasi terhadap waktu pada variasi	
pendinginan yang berbeda	47
4.17 Perbedaan COP terhadap waktu pada variasi pendinginan	
yang berbeda	48

DAFTAR TABEL

HALAMAN

2.1 Massa jenis pada beberapa material	15
3.1 Spesifikasi refrigerator	22
3.2 Contoh data yang akan diambil	25
3.3 Jadwal Rencana Penelitian	27
4.1 Hasil temperatur media pendingin udara	28
4.2 Hasil temperatur media air pada laju 0 ml/detik	28
4.3 Hasil temperatur media air pada laju 18,33 ml/detik	29
4.4 Hasil temperatur media air pada laju 36,67 ml/detik	29
4.5 Hasil temperatur media air pada laju 73,33 ml/detik	29
4.6 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan media pendingin udara ...	31
4.7 Hasil perhitungan dampak refrigerasi, kerja kompresi, kapasitas refrigerasi, dan COP pada mesin pendingin dengan media pendingin udara	32
4.8 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan media pendingin air pada laju 0 ml/detik	37
4.9 Kalor yang dilepas oleh bak penampung air pada variasi laju air yang berbeda-beda	43
4.10 Rasio pelepasan kalor pada variasi pendingin yang berbeda-beda	44

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
LAMPIRAN 1. TABEL DATA	53
A1.1 Hasil pengujian pertama dengan media pendingin udara	53
A1.2 Hasil pengujian kedua dengan media pendingin udara	53
A1.3 Hasil pengujian ketiga dengan media pendingin udara	53
A2.1 Hasil pengujian pertama dengan media pendingin air pada laju 0 ml/detik	54
A2.2 Hasil pengujian kedua dengan media pendingin air pada laju 0 ml/detik	54
A2.3 Hasil pengujian ketiga dengan media pendingin air pada laju 0 ml/detik	54
A3.1 Hasil pengujian pertama dengan media pendingin air pada laju 18,33 ml/detik	55
A3.2 Hasil pengujian kedua dengan media pendingin air pada laju 18,33 ml/detik	55
A3.3 Hasil pengujian ketiga dengan media pendingin air pada laju 18,33 ml/detik	55
A4.1 Hasil pengujian pertama dengan media pendingin air pada laju 36,67 ml/detik	56
A4.2 Hasil pengujian kedua dengan media pendingin air pada laju 36,67 ml/detik	56
A4.3 Hasil pengujian ketiga dengan media pendingin air pada laju 36,67 ml/detik	56
A5.1 Hasil pengujian pertama dengan media pendingin air pada laju 73,33 ml/detik	57
A5.2 Hasil pengujian kedua dengan media pendingin air pada laju 73,33 ml/detik	57

A5.3 Hasil pengujian ketiga dengan media pendingin air pada laju 73,33 ml/detik	57
B1.1 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan media pendingin udara	58
B1.2 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan media pendingin air pada laju 0 ml/detik	58
B1.3 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan media pendingin air pada laju 18,33 ml/detik	58
B1.4 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan media pendingin air pada laju 36,67 ml/detik	59
B1.5 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan media pendingin air pada laju 73,33 ml/detik	59
C1.1 Dampak refrigerasi, kerja kompresi, kapasitas refrigerasi, dan COP pada mesin pendingin dengan media pendingin udara	59
C1.2 Dampak refrigerasi, kerja kompresi, kapasitas refrigerasi, dan COP pada mesin pendingin dengan media pendingin air	60
LAMPIRAN 2. PERHITUNGAN	61
A. Mencari Laju Aliran Massa	61
B. Mencari Dampak Refrigerasi, Kerja Kompresi, Kapasitas Refrigerasi dan COP	61
C. Mencari Kalor yang Dilepas oleh Bak Penampung	63
D. Mencari Rasio Pelepasan Kalor	63
LAMPIRAN 3. TABEL PROPERTIES REFRIGERAN	64
LAMPIRAN 4. GAMBAR DAN ALAT PENGUJIAN	67
LAMPIRAN 5. KANDUNGAN LPG PERTAMINA	71
LAMPIRAN 6. TABEL NILAI ENTALPI REFRIGERAN	72