



**PENGARUH VARIASI PANJANG KONDENSOR TERHADAP
COP (COEFFICIENT OF PERFORMANCE) MESIN
REFRIGERASI DENGAN FLUIDA LPG (LIQUIFIED
PETROLEUM GAS)**

SKRIPSI

Oleh

**Heru Kurniawan
NIM 091910101026**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2014



**PENGARUH VARIASI PANJANG KONDENSOR TERHADAP
COP (COEFFICIENT OF PERFORMANCE) MESIN
REFRIGERASI DENGAN FLUIDA LPG (LIQUIFIED
PETROLEUM GAS)**

SKRIPSI

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

Oleh

Heru Kurniawan

NIM 091910101026

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa penguasa kehidupan dunia dan akhirat. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tuaku, Bapak Sukani dan Ibu Giyanti yang telah mengajarkanku arti kehidupan
2. Adiku Ragel Suhadi yang selalu menjadi sumber semangat
3. Keluarga besar yang selalu membantu dan memberi dukungan
4. Arum Cahya Intani orang terkasih yang selalu setia menemani dan memberikanku semangat
5. Sahabat-sahabat terbaikku yang slalu memberiku semangat dan dorongan ATC (Arek Tembakur City), Komunitas Seruji
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu kepadaku
7. DPU serta DPA, bapak Digdo dan bapak Nasrul yang sangat amat membantu penyusunan skripsi ini
8. Parner-patner skripsiku “Tim Coolcas”
9. Keluarga besar N-Gine Teknik Mesin angkatan tahun 2009 yang banyak membantu dan memberikan semangat
10. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember
11. Dan seluruh pihak yang telah mendukung yang tak bisa kusebutkan satu persatu

MOTTO

“Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua”

(Aristoteles)

“Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah”

(Lessing)

“Banyak orang takut mengatakan apa yang mereka inginkan. Itulah mengapa mereka tidak mendapatkan apa yang mereka inginkan”

(Andre Malraux)

“Doa – doa mu lah yang sebenarnya membuatmu kuat”

(M Shadows A7X)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Heru Kurniawan

NIM : 091910101026

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“PENGARUH VARIASI PANJANG KONDENSOR TERHADAP COP (COEFICIENT OF PERFORMANCE) MESIN REFRIGERASI DENGAN FLUIDA LPG (LIQUID PETROLEUM GAS)”** adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada intitusi manapun, 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 manapun serta bersedia mendapat sangsi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, juli 2014

Yang menyatakan,

Heru Kurniawan

NIM 091910101026

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI PANJANG KONDENSOR TERHADAP COP (COEFICIENT OF PERFORMANCE) MESIN REFRIGERASI DENGAN FLUIDA LPG (LIQUIFIED PETROLEUM GAS)

Oleh

Heru Kurniawan

NIM 091910101026

Pembimbing

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Panjang Kondensor terhadap COP (Coefficient of Performance) Mesin Refrigerasi dengan Fluida LPG (Liquid Petroleum Gas)” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : jumat, 4 Juli 2014

Tempat : Ruang Ujian II Dekanat Fakultas Teknik

Tim Penguji

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

NIP 19680617 199501 1 001

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

NIP 19711114 199903 002

Mengetahui

Penguji I

Penguji II

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.

NIP 19681207 199512 1 002

Andi Sanata, S.T., M.T.

19750502 200112 1 001

Mengesahkan Dekan Fakultas Teknik

Ir. WidyonoHadi , MT.

NIP 196104141989021001

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI PANJANG KONDENSOR TERHADAP COP (COEFICIENT OF PERFORMANCE) MESIN REFRIGERASI DENGAN FLUIDA LPG (LIQUID PETROLEUM GAS); Heru Kurniawan; 091910101026; 2014; 56 halaman; Program Studi Strata Satu (S1); Jurusan Teknik Mesin; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Pada awalnya teknologi kulkas hanya dipergunakan sebagai alat pembuatan es tetapi kini telah berkembang dengan pesat seiring berjalanya waktu juga menjadi alat untuk mengawetkan berbagai bahan makanan maupun makanan jadi. Dengan melihat pentingnya fungsi dari mesin referigerasi, maka berbagai masalah timbul dalam pengoptimalan kinerja mesin tersebut antara lain yang pertama paling umum dijumpai setelah pemakaian beberapa tahun yaitu adanya penurunan laju perpindahan kalor pada kondensor yang berkaitan erat dengan perubahan suhu kondensasi sehingga akan mempengaruhi koefisien prestasi (harahap, 2006).

Oleh karena itu variasi beberapa komponen dapat dilakukan untuk memperbaiki koefisien dari prestasi kerja mesin pendingin. Dalam hal ini panjang kondensor dan refrigeran menggunakan LPG (Lequifed Petrileum Gas). Penelitian-penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa perlakuan kondensor dapat meningkatkan koefisien prestasi mesin pendingin.

Rangkaian sederhana yang dibuat berupa rangkaian mesin refrigerator yang terdiri dari kompresor, kondensor, pipa kapiler, evaporator dan komponen-komponen lainnya. Pada dasarnya mesin pendingin ini refrigerator ini hanya digunakan untuk proses pendinginan dalam ruangan kulkas tidak untuk proses freezing (pembekuan). Dengan memasang beberapa alat pengukur tekanan dan suhu yaitu pressure gauge dan termokopel, rangkaian ini digunakan untuk melihat besarnya tekanan dan suhu pada setiap titik yang telah ditentukan. Titik-titik tersebut dipasang pada beberapa

komponen antara lain titik T1 dan P1 diletakan pada masukan kompresor. Titik T2 dan P2 teletak pada keluaran kompresor dan titik-titik lain seperti T3 dan T4 yang diletakan pada masukan evaporator dan keluaran evaporator. Titik T5 yang diletakan dalam ruangan kulkas yang berfungsi untuk melihat suhu ruangan kulkas. Adapun kondensor yang divariasikan sepanjang 10, 12, 14 meter

Penelitian tentang “Pengaruh Variasi Panjang Kondensor terhadap COP (Coeficient of Perfomance) Mesin Refrigerasi dengan fluida LPG (*Liquified Petroleum Gas*)” dilakukan di Laboraturium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Dari hasil penelitian yang diperoleh bahwa semakin panjang kondensor meningkatkan COP mesin refrigerasi. Hal ini dikarenakan proses pelepasan kalor pada kondensor semakin besar sehingga nilai rasio pelepasan kalor mesin refrigerasi semakin baik. Fakta ini dapat dilihat dari tingginya nilai COP terjadi pada variasi panjang kondensor 14 meter sebesar 14,07.

SUMMARY

EFFECT OF VARIATION OF LONG CONDENSER COP (COEFICIENT OF PERFORMANCE) REFRIGERATION MACHINE BY FLUID LPG (LIQUID PETROLEUM GAS); Heru Kurniawan; 091910101026; 2014; 56 pages; Study Program Tier One (S1); Department of Mechanical Engineering; Faculty of Engineering; University of Jember.

At first refrigerator technology only used as a means of making ice but now has grown rapidly over the months has also become a tool for preserving various foodstuffs and processed foods. By looking at the importance of the function of the machine referigerasi, then various optimization problems arising in the performance of such machines include the most common after the first few years, namely the use of a decrease in the rate of heat transfer at the condenser which is closely related to changes in temperature so that condensation will affect the achievement coefficient (harahap , 2006).

Therefore, variations in some components can be done to improve the coefficient of performance of refrigeration. In this case the length of the condenser and refrigerant use LPG (Gas Petrileum lequifed). Previous studies suggested that treatment can increase the coefficient achievement condenser refrigeration.

Simple circuit made a series of refrigeration machine consisting of a compressor, condenser, capillary tube, evaporator and other components komponen. Basically this cooler refrigeration machine is only used for cooling in the room fridge was not for the freezing process (freezing). By installing several pressure gauges and pressure gauge and temperature are thermocouples, this circuit is used to see the magnitude of the pressure and temperature at every point that has been determined. These points are mounted on several components, among others, point T1 and P1 placed at the input of the compressor. Point T2 and P2 teletak the compressor output and other points such as T3 and T4 yangdiletakan at the input and output evaporator

evaporator. T5 dots are placed in the room refrigerator that works to see a refrigerator room temperature. The condenser is varied along the 10, 12, 14 meters

Research on "The Effect of Variations in length condensers to COP (coefficient of performance) Refrigeration Engineering by Fluid LPG (Liquefied Petroleum Gas)" conducted in Energy Conversion Laboratory Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember. The research results are obtained that the longer the condenser increases the COP of refrigeration machines. This is because the heat release in the condenser so that the greater the value of the ratio of heat release refrigeration machine the better. This fact can be seen from the high value of COP occurs in the condenser 14 meters length variation of 14.07.

PRAKATA

Segala puji syukur kehadirat 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 Ir. Digdo Listyadi S., M.sc. selaku Dosen pembimbing utama, Bapak Nasrul Ilminnafik ST., MT. Selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya dalam penyusunan skripsi ini.
- 2) Orang Tua Penulis, Bapak Sukani dan ibu Giyanti Orang yang selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk doa, nasehat dan 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, 91 juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
BAB1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Refrigerasi Sederhana	4
2.1.1 Evaporator	5
2.1.2 Pipa Kapiler	5
2.1.3 Kompresor	6
2.1.4 Kondensor	7
2.1.4.1 Kapasitas Kondensor	8
2.1.5 Alat ekspansi	8
2.1.6 Komponen Pendukung pada Sistem Refrigerasi	8
2.2 Siklus Refrigerasi	10

2.2.1 Dampak Refrigerasi dan Kerja Kompresi	11
2.2.2 Kapasitas Refrigerasi.....	11
2.2.3 Siklus Refrigerasi Siklus Uap Ideal	12
2.2.2 Siklus Refrigerasi Siklus Uap Aktual.....	11
2.3 Pemilihan Refrigeran	16
2.3.1 Jenis Refrigeran.....	16
2.3.2 Chlorofluorocarbon CFC	17
2.3.3 Refrigeran Hidrokarbon	19
2.4 LPG (Liquefied Petrileum Gas).....	21
2.4.1 Pengertian LPG	21
2.4.2 Komposisi LPG	22
2.4.3 Propana dan Butana.....	22
2.5 Beban Pendingin dalam Siklus Refrigeran	24
2.6 Kondisi Steady State pada suatu Sistem	27
2.7 Hipotesa.....	27
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Metode Penelitian.....	28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.3 Alat dan Bahan.....	28
3.3.1 Alat	29
3.3.2 Bahan.....	29
3.3.3 Spesifikasi Refrigerator	29
3.4 Variabel penelitian	29
3.4.1 Variabel Bebas	29
3.4.2 Variable terikat.....	29
3.5 Prosedur Penelitian	30
3.6 Diagram Alir Penelitian	34
3.7 Tabel Jadwal Rencana Kegiatan	35
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	36

4.1 Hasil Pengujian	36
4.2 Pembahasan	38
BAB 5. PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Komponen Lemari Es 4
2.2	Evaporator 5
2.3	Pipa Kapiler 6
2.4	Thermostatic Expansion Valve..... 8
2.5	Filter Dryer dan Sight Glass 9
2.6	Liquid Reciver 10
2.7	Skema Refrigerator 10
2.8	Kapasitas Refrigeran terhadap suhu Evaporator 12
2.9	Skema Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Ideal 13
2.10	Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Aktual..... 15
2.11	Bahaya Refrigeran 19
2.12	Nilai ODP dan GWP pada macam refrigerant 20
2.13	Gambar molekul Propana 23
2.14	Gambar molekul Butana 23
2.15	Kondisi-kondisi seimbang dan tidak seimbang Laju aliran massa..... 25
2.16	Penurunan Dampak Refrigerasi bila sejumlah uap pipa kapiler 26
2.17	Skema Pengumpulan data 31
2.18	Perancangan alat (pemasangan termokopel dan pressure gauge)..... 33
2.19	Gambar Diagram alir penelitian 34
2.20	Gambar Grafik perbedaan suhu evaporator terhadap waktu pada variasi panjang kondensor yang berbeda 37
2.21	Grafik koefisien prestasi (COP) terhadap suhu evaporator pada panjang kondensor standar (8 meter)..... 39
2.22	Grafik dampak refrigerasi terhadap waktu pada panjang kondensor

2.23	standar (8meter).....	40
2.24	Grafik kerja kompresi terhadap waktu pada panjang kondensor standart (8 meter).....	41
2.25	Grafik kapasitas refrigerasi terhadap waktu pada kondensor standart (8 meter).....	41
2.26	grafik rasio pelepasan kalor terhadap suhu pada kondensor (8 meter)....	42
2.27	Grafik dampak refrigerasi terhadap waktu pada panjang kondensor yang berbeda.....	45
2.28	Grafik kerja kompresi terhadap waktu pada panjang kondensor yang berbeda.....	46
2.29	Grafik kapasitas rerigerasi terhadap waktu pada panjang kondensor yang berbeda.....	47
2.30	Grafik rasio pelepasan kalor terhadap waktu pada panjang kondensor yang berbeda.....	47
2.31	Grafik coefisient of perfomance terhadap waktu pada panjang kondensor yang berbeda.....	48
2.32	Grafik perbedaan coeficient of perfomance terhadap waktu pada variasi panjang kondensor yang berbeda	49
2.33	Grafik perbedaan dampak refrigerasi terhadap waktu pada variasi panjang kondensor yang berbeda	49
2.34	Grafik perbedaan coeficient of perfomance terhadap waktu pada variasi panjang kondensor yang berbeda	50
2.35	Grafik perbedaan coeficient of perfomance terhadap waktu pada variasi panajang kondensor yang berbeda.....	50
2.36	Grafik perbedaan coeficient of perfomance terhadap waktu pada variasi panajang kondensor yang berbeda.....	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kelompok Refrigeran Organik	17
2.2 Properties of macam-macam refrigerant.....	17
2.3 Beberapa penelitian menggunakan refrigeran LPG.....	24
2.4 Pengambilan Data.....	31
2.5 Jadwal Rencana Kegiatan	35
2.6 Hasil pengujian dengan panjang kondensor 8 meter	36
2.7 Hasil pengujian dengan panjang kondensor 10 meter	36
2.8 Hasil pengujian dengan panjang kondensor 12 meter	37
2.9 Hasil pengujian dengan panjang kondensor 14 meter	37
2.10 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan panjang kondensor 8 meter	39
2.11 Dampak refrigerasi, kerja kompresi, kapasitas refrigerasi, dan COP pada mesin pendingin dengan media pendingin udara	39
2.12 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan panjang kondensor 10 meter ..	44
2.13 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan panjang kondensor 10 meter ..	44
2.14 Hasil pengujian dan nilai entalpi dengan panjang kondensor 14 meter ..	45
2.15 Dampak refrigerasi, kerja kompresi, kapasitas refrigerasi, RPK dan COP pada mesin pendingin dengan variasi panjang kondensor yang berbeda.....	45

DAFTAR ISTILAH

T1	: Suhu masukan kompresor (kJ/kg)
T2	: Suhu keluaran kompresor (kJ/kg)
T3	: Suhu masukan evaporator (kJ/kg)
T4	: Suhu keluaran evaporator (kJ/kg)
T5	: Suhu ruangan kulkas (kJ/kg)
P1	: Tekanan masukan kompresor (kJ/kg)
P2	: Tekanan keluaran kompresor (kJ/kg)
h1	: entalpi masukan kompresor (kJ/kg)
h2	: entalpi keluaran kompresor (kJ/kg)
h3	: entalpi masukan evaporator (kJ/kg)
h4	: entalpi keluaran evaporator (kJ/kg)
q _e	: dampak refrigerasi (kJ/kg)
W	: kerja kompresi (kJ/kg)
Q	: kapasitas kefrigerasi (kW)
COP	: koefisien prestasi
\dot{m}	: laju alir massa (kg/s)
c _p	: kalor jenis udara (J/kg °C)
ΔT	: perubahan suhu (°C)
ρ	: massa jenis (kg/m ³)
P _{manifold}	: tekanan manifold (kg/m ³)
t	: waktu (menit/detik)
Aselang	: Luas keluaran selang (m ³)
GWP	: Global warming Potential
ODP	: Ozone Depletion Potential