

PENGUJIAN UNJUK KERJA
SOLAR ASSISTED HEAT PUMP WATER HEATER
MENGGUNAKAN HFC-134a DENGAN VARIASI INTENSITAS RADIASI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Oleh :
TRI KARIYANTO
NIM 41309120039

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2015

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tri Kariyanto
NIM : 41309120039
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Industri
Judul Skripsi : **Pengujian Unjuk Kerja Solar Assisted Heat Pump Water Heater Menggunakan HFC-134a dengan Variasi Intensitas Radiasi**

. Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan salinan atau duplikat dari orang lain, kecuali pada bagian yang telah disebutkan pada bagian yang telah disebutkan sumbernya dalam daftar referensi.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 22 November 2015



LEMBAR PENGESAHAN

PENGUJIAN UNJUK KERJA

SOLAR ASSISTED HEAT PUMP WATER HEATER

MENGGUNAKAN HFC-134a DENGAN VARIASI INTENSITAS RADIASI



Dosen Pembimbing

(Nanang Rukyat ST.MT)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran ALLAH SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Skripsi “Pengujian Sistem Kerja *Solar Assisted Heat Pump Water Heater* Menggunakan HFC-134a Dengan Variasi Intensitas Radiasi” ini dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana

Dalam Penyelesaian Skripsi ini tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Bp. Dr. Nanang Ruhyat MT. Selaku pembimbing tugas akhir
2. Bapak dan Ibu tercinta yang telah mendukung baik spirit maupun materi

Semoga skripsi ini dapat berguna bagi ilmu pengetahuan dan kita semua
Amin.

Jakarta, 15 Juni 2014

Penulis

Tri Kariyanto

NIM 41309120039

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PERNYATAAN	II
LEMBAR PERRSETUJUAN	III
KATA PENGANTAR.....	IV
ABSTRAKS	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	VII
DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR NOTASI	IX
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan dan Manfaat	4
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Sejarah	6
2.2. Dasar Teori	7
2.2.1. Pompa Kalor (<i>Heat Pump</i>)	7
2.2.2. Siklus Kompresi Uap Standar	10

2.2.3. Siklus Kompresi Uap Aktual	12
2.2.4. Prinsip Kerja SAHPWH	13
2.2.5. Komponen Pompa Kalor	14
2.2.5.1. Kompresor	14
2.2.5.2. Pelumas Kompresor	18
2.2.5.3. <i>Magnetic Clutch</i>	19
2.2.5.4. Kondensor1	21
2.2.5.5. <i>Receiver / Filter-Dryer</i>	22
2.2.5.6. Katup Ekspansi (<i>Expansion Valve</i>)	23
2.2.5.7. Evaporator	25
2.2.5.8. Penerus Gerak Motor Listrik	26
2.2.6. Persamaan Dalam Perhitungan	26
2.2.6.1. Perhitungan Secara Ideal	26
2.2.6.2. Perhitungan Secara Aktual	27

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Lokasi Penelitian	28
3.2. Bahan Penelitian	29
3.3. Alat Penelitian	29
3.4. Pelaksanaan Penelitian	38
2.2.1. Tahap Persiapan	38
2.2.2. Tahap Pengujian	39
3.5. Metode Analisis Data	40
3.6. Data dan Analisa	42

3.6.1. Data Pengujian	42
3.6.2. Data temperatur air	43
3.6.3. Perhitungan Secara Ideal	43
3.6.4. Perhitungan Secara Aktual	46
3.6.5. Analisis Data	53

BAB IV PENUTUP

4.1. Kesimpulan	59
4.2. Saran	60



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Siklus dasar Pompa kalor
- Gambar 2.2. Komponen Pompa kalor pada proses pemanasan
- Gambar 2.3. Komponen Pompa kalor pada proses pendinginan
- Gambar 2.4. Siklus Kompresi Uap Standar
- Gambar 2.5. Siklus kompresi uap aktual dan standar
- Gambar 2.6. Skema dasar *Solar Assisted Heat Pump Water Heater*
- Gambar 2.7. Kompresor tipe torak
- Gambar 2.8. *Valve Plate*
- Gambar 2.9. Langkah hisap
- Gambar 2.10. Langkah tekan
- Gambar 2.11. (a). Konstruksi *magnetic clutch*
(b). Mekanisme kerja *magnetic clutch*
- Gambar 2.12. *Magnetic clutch* tipe P
- Gambar 2.13. Mekanisme kerja kondensor
- Gambar 2.14. Konstruksi *Receiver*
- Gambar 2.15. Konstruksi katup ekspansi
- Gambar 2.16. Katup Ekspansi Tipe *Internal Equalizing*
- Gambar 2.17. Konstruksi evaporator
- Gambar 2.18. Siklus Kompresi Uap Standar
- Gambar 2.19. Diagram p-h siklus actual
- Gambar 3.1. Tabung Refrigeran Klea HFC-134a
- Gambar 3.2. Skema *Solar Assisted Heat Pump Water Heater*

Gambar 3.3. *Solar Assisted Heat Pump Water Heater*

Gambar 3.4. Skema *evaporator* / kolektor

Gambar 3.5. *Display* Termokopel

Gambar 3.6. *Flowmeter*

Gambar 3.7. Termometer digital

Gambar 3.8. *Stroboscope*

Gambar 3.9. *Fluke Power Quality Analyzer*

Gambar 3.10. Termokopel tipe T

Gambar 3.11. Pemasangan Termokopel tipe T pada pipa

Gambar 3.12. *Pyranometer*

Gambar 3.13. Pompa Kalor

Gambar 3.14. Alat pendukung pengujian sistem AC mobil

Gambar 3.15. Skema penelitian dari *Solar assisted heat pump water heater*.

Gambar 4.1 Data temperatur dan tekanan menit ke-20 variasi intensitas

radiasi 1000 W/m^2

Gambar 4.2. Diagram p-h siklus kompresi uap standar

Gambar 4.3. Diagram p-h siklus aktual

Gambar 4.4. Grafik temperatur air terhadap waktu dengan variasi intensitas

radiasi

Gambar 4.5. Grafik COP_{HP} terhadap waktu dengan variasi intensitas radiasi

Gambar 4.6. Grafik $\text{COP}_{\text{aktual}}$ terhadap waktu dengan variasi intensitas radiasi

Gambar 4.7. Grafik efek intensitas radiasi terhadap laju aliran refrigerant (m_{ref})

Gambar 4.8. Grafik efek intensitas radiasi terhadap kapasitas pemanasan (Q_{kond})

Gambar 4.9. Grafik P_2/P_1 terhadap waktu dengan variasi intensitas radiasi

Gambar 4.10. Diagram P-h untuk variasi intensitas radiasi 400 W/m^2

Gambar 4.11. Diagram P-h untuk variasi intensitas radiasi 600 W/m^2

Gambar 4.12. Diagram P-h untuk variasi intensitas radiasi 800 W/m^2

Gambar 4.13. Diagram P-h untuk variasi intensitas radiasi 1000 W/m^2



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1. Spesifikasi komponen pompa kalor

Tabel 4.1. Temperatur air untuk seluruh variasi intensitas radiasi

Tabel 4.2. COP_{HP} untuk variasi intensitas radiasi 1000 W/m^2

Tabel 4.3. COP_{HP} seluruh variasi intensitas radiasi

Tabel 4.4. COP_{aktual} untuk variasi intensitas radiasi 1000 W/m^2

Tabel 4.5. COP_{aktual} seluruh variasi intensitas radiasi

Tabel 4.6. m_{ref} untuk variasi intensitas radiasi 1000 W/m^2

Tabel 4.7. m_{ref} untuk seluruh variasi intensitas radiasi

Tabel 4.8. kapasitas pemanasan untuk variasi intensitas radiasi 1000 W/m^2

Tabel 4.9. kapasitas pemanasan seluruh variasi intensitas radiasi

Tabel 4.10. COP_{HP} untuk variasi intensitas radiasi 400 W/m^2

Tabel 4.11. COP_{HP} untuk variasi intensitas radiasi 600 W/m^2

Tabel 4.12. COP_{HP} untuk variasi intensitas radiasi 800 W/m^2

Tabel 4.13. COP_{aktual} untuk variasi intensitas radiasi 400 W/m^2

Tabel 4.14. COP_{aktual} untuk variasi intensitas radiasi 600 W/m^2

Tabel 4.15. COP_{aktual} untuk variasi intensitas radiasi 800 W/m^2

Tabel 4.16. m_{ref} untuk variasi intensitas radiasi 400 W/m^2

Tabel 4.17. m_{ref} untuk variasi intensitas radiasi 600 W/m^2

Tabel 4.18. m_{ref} untuk variasi intensitas radiasi 800 W/m^2

Tabel 4.19. kapasitas pemanasan untuk variasi intensitas radiasi 400 W/m^2

Tabel 4.20. kapasitas pemanasan untuk variasi intensitas radiasi 600 W/m^2

Tabel 4.21. kapasitas pemanasan untuk variasi intensitas radiasi 800 W/m^2



DAFTAR NOTASI

COP_{aktual} = koefisien prestasi aktual

COP_{PHP} = koefisien prestasi ideal

h_f = Enthalpi refrigeran pada kondisi cair jenuh, kJ/kg

h_g = Enthalpi refrigeran pada kondisi uap jenuh, kJ/kg

h_1 = Enthalpi gas refrigeran pada tekanan evaporator, kJ/kg

h_2 = Enthalpi gas refrigeran pada tekanan kondensor, kJ/kg

h_{2a} = Enthalpi refrigeran masuk kondensor, kJ/kg

h_3 = Enthalpi cairan refrigeran pada tekanan kondensor, kJ/kg

h_4 = Enthalpi cairan dan gas refrigeran pada tekanan evaporator, kJ/kg

P = Tekanan, Mpa

P_{evap} = Tekanan refrigeran pada sisi evaporator, MPa

P_{kond} = Tekanan refrigeran pada sisi kondensor, MPa

P_1 = Tekanan refrigeran keluar evaporator, MPa

P_2 = Tekanan refrigeran masuk kondensor, MPa

P_3 = Tekanan refrigeran keluar kondensor, MPa

P_4 = Tekanan refrigeran masuk evaporator, MPa

Q = Debit aliran refrigeran, m³/s

Q_{in} = Kalor yang diserap oleh evaporator, kW

Q_{kond} = Kalor yang dilepas oleh kondensor, kW

s_f = Entropi refrigeran pada kondisi cair jenuh, kJ/kg.K

s_g = Entropi refrigeran pada kondisi uap jenuh, kJ/kg.K

s_1 = Entropi refrigeran pada tekanan evaporator, kJ/kg.K

s_2 = Entropi refrigeran pada tekanan kondensor, kJ/kg.K

T = Temperatur, oC

T1 = Temperatur refrigeran keluar evaporator, oC

T2 = Temperatur refrigeran masuk kondensor, oC

T3 = Temperatur air yang dipanaskan , oC

T4 = Temperatur refrigeran keluar kondensor, oC

T5 = Temperatur refrigeran masuk *flowmeter*, oC

T6 = Temperatur refrigeran masuk katup ekspansi, oC

T7 = Temperatur refrigeran masuk evaporator, oC

W_{komp} = Kerja kompresor, kW

x = Kualitas uap jenuh refrigeran

m_{ref} = Laju aliran massa refrigerant, kg/s

ρ = Densitas refrigeran, kg/m³

