

## **PENGUJIAN KINERJA HFC-134A REFRIGERANT MOTOR PADA AC MOBIL (PERCOBAAN STATIS) DENGAN VARIASI KECEPATAN PUTAR KOMPRESOR**

**Dwi Cahyo Marindho<sup>1)</sup>, Rianto Wibowo<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Progdi Teknik Mesin, Universitas Muria Kudus  
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352  
email: rianto.wibowo@umk.ac.id

### **Abstrak**

*Unjuk kerja mesin pendingin dipengaruhi oleh besarnya efek refrigerasi dan kerja kompresor, sehingga untuk mendapatkan performa mesin pendingin yang optimal perlu dilakukan pengujian terhadap variabel-variabel tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pengujian unjuk Kerja AC Mobil (Static Experiment) menggunakan refrigeran HFC134a dengan variasi kecepatan putar kompresor.*

*Sistem pengkondisian udara yang digunakan saat ini pada mobil adalah sistem kompresi uap. Potensi pemanasan global yang tinggi dari R22 pada sistem AC mobil telah mendorong pengembangan mengenai teknologi alternatif untuk mengurangi pengaruh pemanasan global dari sistem tersebut. HFC134a merupakan salah satu refrigeran alternatif untuk sistem refrigerasi yang dapat mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menguji HFC134a pada sistem AC mobil dengan putaran kompresor pada penelitian ini divariasikan pada 1000 rpm, 1400 rpm, 1800 rpm, dan 2000 rpm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa COP optimal AC sebesar 3,5 dicapai pada putaran kompresor 1400 rpm*

**Kata kunci:** AC mobil, COP, refrigeran, HFC134a

## **1.PENDAHULUAN**

Aplikasi sistem refrigerasi saat ini meliputi bidang yang sangat luas, mulai dari keperluan rumah tangga, industri otomotif, pertanian, industri gas, petrokimia, perminyakan, dan sebagainya. Mesin refrigerasi yang paling banyak digunakan saat ini adalah mesin refrigerasi siklus kompresi uap.

Performa suatu sistem refrigerasi tergantung pada banyak faktor, diantaranya adalah efisiensi kompresor, jenis refrigeran yang digunakan, efisiensi kondensor dan evaporator serta kinerja dari katup ekspansi yang digunakan.

Penggunaan refrigerant sintetis (seperti refrigerant chloro fluoro carbon -CFC dan hydro chloro Sejak ditemukan pada sekitar tahun 1930 hingga pertengahan dekade 1970-an, dampak fluoro carbon-HCFC) belum menjadi masalah lingkungan. Hal ini bukan berarti penggunaan refrigerant tersebut tidak mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi lebih disebabkan terbatasnya pengetahuan dan kesadaran lingkungan pada saat itu. Dengan bertambahnya pengetahuan dan kesadaran lingkungan, ternyata penggunaan refrigerant sintetis tersebut menimbulkan masalah terhadap lingkungan. Refrigerant yang semula dipandang sangat ideal dan sempurna, kini dipandang berbahaya sehingga perlu dihapus penggunaannya.

Pada instalasi AC mobil, Pengujian Kinerja Mobile Air Conditioning (Percobaan Static) Memanfaatkan HFC-134a refrigerant dengan Pendingin Beban Variasi. Selama ini masih belum banyak penelitian mengenai pengujian unjuk kerja refrigeran dalam sistem AC mobil ditinjau dari aspek mekanis yang salah satunya dengan variasi kecepatan motor.

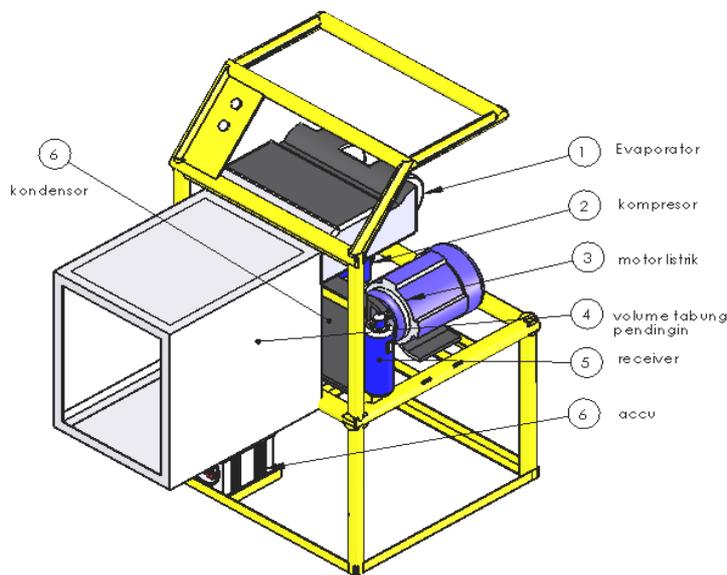
Berdasarkan masalah tersebut maka perlu dilakukan pengujian untuk membandingkan unjuk kerja sistem AC mobil menggunakan refrigeran HFC-134a dengan variasi kecepatan motor.

## **2.METODOLOGI**

Pada penelitian ini refrigeran yang digunakan adalah: Refrigeran HFC-134a Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Alatperaga AC mobil, yang terdiri dari:

- a. Motor 1 phase
- b. Kompresor tipe *swash plate*
- c. Kondensor tipe *multi passage* dengan *extra fan*
- d. *Receiver/filter-dryer*
- e. Katup ekspansi tipe *internal equalizing*
- f. Evaporator tipe *plate fin*
- g. *Blower* sentrifugal dengan motor tipe *ferrite* dan kipas tipe *siroco*
- h. Termostat
- i. Penerus gerak motor listrik (pulver sabuk mobil Kijang LSX-G)
- j. *Pressure gauge low and high pressure*
- k. Stop kontak



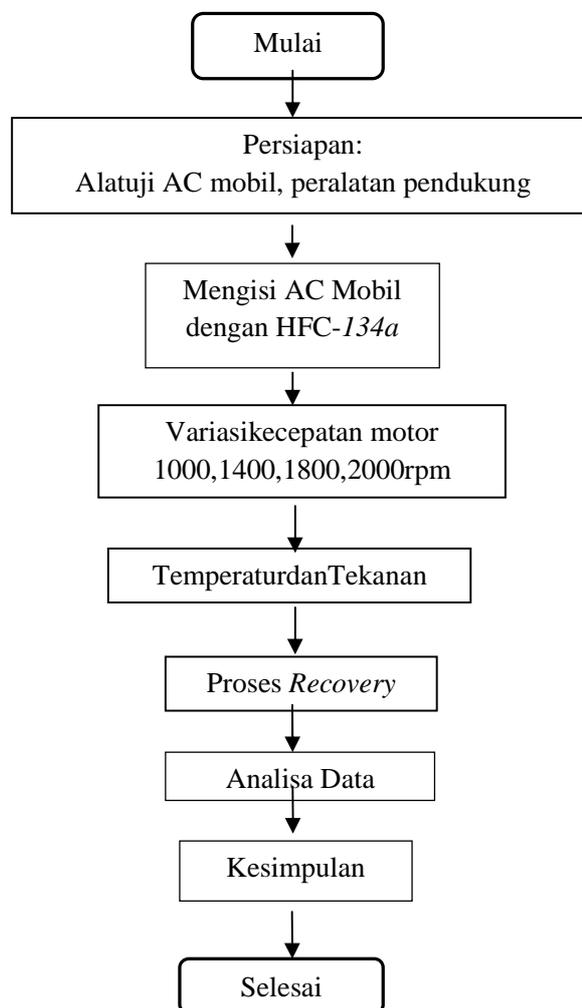
**Gambar 1 Alat Uji Mesin Refrigerasi**

#### Tahap persiapan.

1. Persiapan dan pemasangan seluruh alat ukur yang digunakan dalam pengujian, seperti: termometer digital, dan alat pendukung lainnya.
  - a. Sebelum dicharging, sistem harus divakum terlebih dahulu. Kemudian memastikan apakah sistem mengalami kebocoran. Apabila tekanan *pressure gauge* naik, maka sistem mengalami kebocoran sehingga harus dilakukan tindakan untuk mengatasinya.
  - b. Mengisi pelumas kompresor ke dalam sistem.
  - c. Mengisi refrigerant sampai tekanan tertentu dan mencatat berat refrigeran yang dimasukkan ke dalam sistem. Berat refrigeran yang discharging harus sama untuk kedua refrigeran.
  - d. Percobaan dilakukan sebanyak 4 variasi putaran kompresor setiap refrigeran, yaitu: 1000 rpm, 1400 rpm, 1800 rpm, dan 2000 rpm.  
Untuk mendapatkan nilai putaran pulley pada kompresor seperti variasi yang diinginkan, dilakukan penggantian pulley motor dengan ukuran seperti pada tabel berikut :
    1. Setelah beban pendinginan terpasang, maka sistem AC mobil siap dijalankan.
    2. Menyalakan *power supply*.

3. Mengatur frekuensi dari *inverter* sehingga putaran kompresor menunjukkan 1000 rpm pada *astroscope*.
4. Menjalankan sistem pengkondisian udara selama 15 menit.
5. Setelah itu, mencatat seluruh data temperature ruangan, suhu, dan tekanan dari refrigeran.
6. Percobaan akan diulangi untuk kecepatan motor 1400 rpm.
7. Mengulangi langkah (6) – (9).
8. Percobaan akan diulangi untuk kecepatan motor 1800 rpm.
9. Mengulangi langkah (6) - (9).
10. Percobaan akan diulangi untuk kecepatan motor 2000 rpm.
11. Mengulangi langkah (6) - (9).

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Bagan Alir Kegiatan Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Menghitung COP carnot.

Daur refrigerasi Carnot merupakan suatu pembatas yang tidak dapat dilebihi jika melakukan kerja di antara dua suhu tertentu. Mesin Carnot menerima energy kalor pada suhu tinggi merubah

sebagian menjadi kerja, dan mengeluarkan sisanya sebagai kalor pada suhu yang lebih rendah. Seluruh proses pada daur Carnot secara termodinamika bersifat reversibel (dapatdibalik), sehingga proses 1-2 dan 3-4 bersifat isentropik. Hal ini menyebabkan efisiensi dari daur Carnot lebih tinggi dari yang dapat dicapai oleh daur nyata. (W.F. Stoecker& J.W. Jones,1996)

$$COP = \frac{T_L}{T_H - T_L} \quad (3.1)$$

dimana:

TL = Temperaturrefrigeransaatmenyerapkalor (temperatur evaporator)

TH = Temperaturrefrigeransaatmelepaskalor (temperaturkondensor)

Dengan perhitungan diatas, maka diperoleh table COP carnot HFC-134a sebagai berikut:

**Tabel 1.COPcarnot HFC-134a denganbebanvariasi**

NO	Variasi Kecepatan Motor	Temperatur evap(°C)	Temperatur kondensor(°C)	COP Carnot
1	1000	8	24	17.5625
2	1400	7	26	14.73684
3	1800	6,5	28,5	12.70455
4	2000	5,5	29	11.85106

### 3.2 Menghitung COP aktual

$$COP_{actual} = \frac{h_3 - h_4}{h_{2a} - h_1} \quad (3.2)$$

dimana:

h<sub>1</sub> = enthalpirefrigeranmasukkompresor (kJ/kg)

h<sub>2a</sub> =enthalpirefrigerankeluarkompresor (kJ/kg)

h<sub>4</sub> = enthalpirefrigerankeluar evaporator (kJ/kg)

h<sub>5</sub> = enthalpirefrigeranmasuk evaporator (kJ/kg)

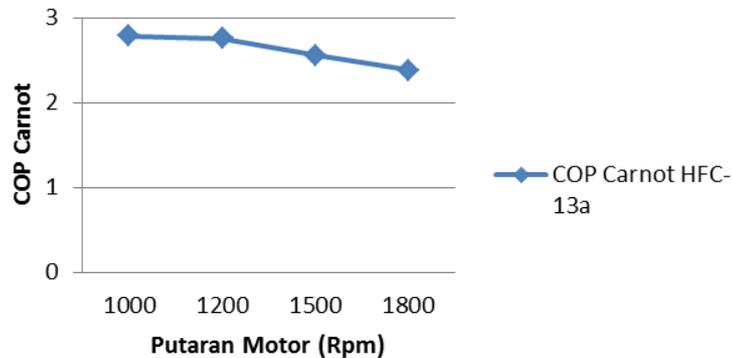
**Tabel 2.COP<sub>aktual</sub>HFC-134a dengan variasi**

NO	Variasi Kecepatan Motor	h1 (kJ/kg)	h <sub>5</sub> (kJ/kg)	H <sub>2s</sub> (kJ/kg)	H <sub>2a</sub> (kJ/kg)	H4 (kJ/kg)	h5 - h4 (kJ/kg)	h2a - h1 (kJ/kg)	COP aktual
1	1000	403.27	405.45	416.35	445.95	255.65	149.8	42.68	3.509841
2	1400	401.82	402.97	419.95	448.35	256.91	146.06	46.53	3.13905
3	1800	399.68	399.82	421.81	450.05	258.62	141.2	50.37	2.803256
4	2000	398.75	399.75	422.75	451.89	259.7	140.05	53.14	2.635491

### 3.3 Pengaruh variasi kecepatan motor terhadap *Coefficient Of Performance Carnot* (COP<sub>Carnot</sub>).

Gambar berikut menunjukkan grafik COP<sub>Carnot</sub> terhadap variasi putaran kompresor. Pada grafik tersebut terlihat bahwa COP<sub>Carnot</sub> mengalami penurunan dengan meningkatnya

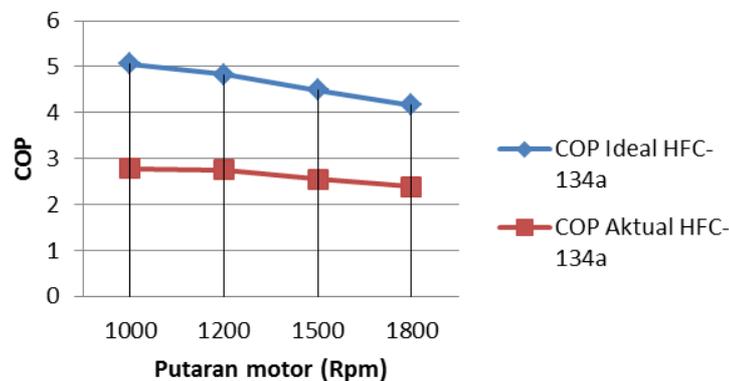
putaran kompresor. Hal ini dikarenakan semakin tinggi putaran kompresor maka temperature masuk evaporator semakin menurun, sedangkan temperature kondensor semakin meningkat. Fenomena ini menyebabkan perbedaan antara kalor yang dikeluarkan dan kalor yang ditambahkan kedalam sistem semakin besar, sehingga kerja bersih yang dilakukan juga akan meningkat, seperti yang ditunjukkan pada gambar



**Gambar 3 Grafik hubungan COP Carnot dengan variasi putaran motor**

### 3.4 Pengaruh variasi kecepatan motor terhadap $COP_{\text{aktual}}$

Gambar berikut menunjukkan grafik  $COP_{\text{aktual}}$  dan  $COP_{\text{ideal}}$  terhadap variasi putaran kompresor. Pada grafik tersebut menunjukkan nilai dari  $COP_{\text{ideal}}$  lebih tinggi bila dibandingkan dengan  $COP_{\text{aktual}}$ . Hal ini disebabkan karena pada kondisi actual terjadi kerugian-kerugian seperti penurunan tekanan dan gesekan, sehingga mengakibatkan kerja kompresi akan meningkat.



**Gambar 4 Grafik Hubungan  $COP_{\text{aktual}}$  dan  $COP_{\text{ideal}}$  dengan variasi putaran motor**

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Semakin tinggi putaran kompresor maka COP akan mengalami penurunan.
- (2) Semakin tinggi putaran kompresor maka laju aliran massa refrigeran semakin meningkat.
- (3) Semakin tinggi putaran kompresor maka kapasitas refrigerasi akan meningkat.
- (4) Daya kompresi akan meningkat seiring dengan meningkatnya putaran kompresor.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Air Conditioning Systems, Departement of Mechanical Engineering, University Teknologi Malaysia, Johor Bahru.
- Ari Darmawan., Nathanael P. Tandian., Willy Adriansyah., 2004, Training Manual, Institut Teknologi Bandung, Jakarta.
- Dekleva, T.W., 1992: " Retrofitting MAC systems with HFC-134a - an update." International CFC and Halon Alternatives Conference, Sept 29 -Oct 1,
- Domanski, Piotr A., McLinden, Mark O., 1992, A Simplified Cycle Simulation Model for the Performance rating of Refrigerans and Refrigeran mixtures, National Institute of Standards and Technology, USA.
- Karyanto. E, dkk., 2004, Penuntun Praktikum Teknik Mesin Pendingin, Restu Agung, Jakarta.
- Moran, M. J., and Shapiro, H. N., 2000, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 4th Edition, New York.