

PERBANDINGAN *COEFFICIENT OF PERFORMANCE (COP)* *REFRIGERANT R-134a* DENGAN *REFRIGERANT MC-134* PADA SISTEM PENGKONDISIAN UDARA MOBIL

Roni Irawan¹, Andrizal², Irma Yulia Basri³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Otomotif FT UNP
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar 25131 INDONESIA
roniirawan1018725@gmail.com

Intisari --- *Coefficient of Performance (COP)* merupakan perbandingan efek refrigerasi dengan kerja kompresor. Efek refrigerasi adalah *enthalpy refrigerant* masuk kompresor atau sesudah evaporator dibagi dengan *enthalpy refrigerant* masuk evaporator atau sesudah katup ekspansi. Sedangkan kerja kompresor adalah *enthalpy refrigerant* masuk kondensor atau sesudah kompresor dibagi dengan *enthalpy refrigerant* masuk kompresor atau sesudah evaporator. Atau ringkasnya *Coefficient of Performance (COP)* adalah perbandingan efektifitas pendinginan evaporator dengan kerja yang diberikan kompresor. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan membandingkan *Coefficient of Performance Refrigerant R-134a* dengan *Refrigerant MC-134* pada Sistem Pengkondisian Udara Mobil. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan mengambil data secara langsung pada sistem *air conditioner* yang menggunakan *R-134a* dan *MC-134* pada *engine stand* yang sedang diuji pada putaran kompresor 1500 RPM, 1700 RPM, 1900 RPM, 2100 RPM, 2300 RPM dan 2500 RPM. Hasil penelitian tersebut adalah nilai *COP R-134a* lebih tinggi dari nilai *COP MC-134* dengan nilai masing-masing *COP R-134a* adalah 5,48, 5,55, 5,29, 4,46, 4,62, 3,86 dan *COP MC-134* adalah 4,66, 4,56, 4,40, 4,29, 4,42, 4,08. Karena mencari nilai *COP* terlebih dahulu ditentukan nilai efek refrigerasi, sehingga nilai efek refrigerasi *R-134a* dengan *MC-134* juga dapat ditentukan yaitu efek refrigerasi *R-134a* lebih rendah dari nilai efek refrigerasi *MC-134* dengan nilai masing-masing *Re R-134a* adalah 151,65 kJ/kg, 151,31 kJ/kg, 151,50 kJ/kg, 150,77 kJ/kg, 150,57 kJ/kg, 149,55 kJ/kg dan *Re MC-134* adalah 395,46 kJ/kg, 396,08 kJ/kg, 396,16 kJ/kg, 397,11 kJ/kg, 396,65 kJ/kg, 396,13 kJ/kg.

Kata Kunci --- *Refrigerant, Enthalpy, COP, RPM Putaran Kompresor.*

Abstract --- *Coefficient of Performance (COP)* is the ratio of the compressor refrigeration effect. The cooling effect is the *enthalpy of the refrigerant entering the compressor or after the evaporator* divided by the *enthalpy of refrigerant entering the evaporator or after the expansion valve*. While the work is the *enthalpy of the refrigerant entering the compressor condenser or compressor* divided by the *enthalpy of the refrigerant entering the compressor or after the evaporator*. Or summarily *Coefficient of Performance (COP)* is a comparison of the effectiveness of the cooling evaporator with a given compressor work. This study aimed to quantify and compare the *Coefficient of Performance of Refrigerant R-134a Refrigerant with MC-134 on Car Air Conditioning System*. This study uses an experimental research by taking the data directly to the system air conditioners that use *R-134a* and *MC-134* on the engine stand being tested at 1500 RPM rotation compressor, 1700 RPM, 1900 RPM, 2100 RPM, 2300 RPM and 2500 RPM. The results of these studies is the *COP* value of *R-134a* is higher than the value of *COP MC-134* with the value of each *COP R-134a* was 5.48, 5.55, 5.29, 4.46, 4.62, 3.86 and *COP MC-134* is 4.66, 4.56, 4.40, 4.29, 4.42, 4.08. Due to seek first *COP* value determined value refrigerasi effect, so that the value of *R-134a* refrigeration effect with the *MC-134* can also be determined that *R-134a* refrigeration effect is lower than nilai refrigeration effect of *MC-134* with the value of each *Re R-134a* is 151.65 kJ/kg, 151.31 kJ/kg, 151.50 kJ/kg, 150.77 kJ/kg, 150.57 kJ/kg, 149.55 kJ/kg and *Re MC-134* is 395.46 kJ/kg, 396.08 kJ/kg, 396.16 kJ/kg, 397.11 kJ/kg, 396.65 kJ/kg, 396.13 kJ/kg.

Keywords --- *Refrigerant, enthalpy, COP, RPM compressor.*

1. Pendahuluan

Siklus refrigerasi merupakan sebuah mekanisme berupa siklus yang mengambil energi (*thermal*) dari daerah bersuhu rendah dan dibuang ke daerah bersuhu tinggi. Siklus ini berlawanan dengan proses spontan yang terjadi sehari-hari, maka diperlukan masukan energi untuk menjalankan siklus refrigerasi. Mesin refrigerasi adalah mesin yang dapat menimbulkan efek refrigerasi tersebut, sedangkan *refrigerant* adalah zat yang digunakan sebagai fluida kerja dalam proses penyerapan panas.

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 khususnya *air conditioner* mobil saat ini adalah mesin refrigerasi siklus kompresi uap. Dalam bidang otomotif mesin refrigerasi mempunyai peranan penting dalam menciptakan kondisi yang aman dan nyaman saat berkendara. Kondisi tropis di Indonesia yang umumnya mempunyai temperatur dan kelembaban tinggi menjadikan keberadaan *air conditioner* mobil sebagai suatu keharusan.

Fluida pendingin (*refrigerant*) yang digunakan secara luas pada *air conditioner* mobil adalah (*Chloro Fluoro Carbons*) *CFC 12* dikenal dengan *R-12*. *R-12* merupakan *refrigerant* yang tidak berwarna, hampir tidak berbau dan titik didih pada tekanan atmosfer (*Normal Boiling Point*) -29°C . *R-12* bersifat tidak beracun, tidak korosif, tidak menyebabkan iritasi, dan tidak mudah terbakar. Namun ditinjau dari aspek lingkungan *R-12* ternyata berdampak pada terjadinya penipisan lapisan ozon. Sehingga industri refrigerasi beralih menggunakan *refrigerant* yang ramah lingkungan. Salah satu fluida alternatif *R-12* adalah (*Hydro Fluoro Carbons*) *HFC-134a* atau dikenal dengan *R-134a*. Telah banyak diketahui bahwa properti kimia *R-134a* lebih unggul bila ditinjau dari aspek lingkungan, dimanana tidak beresiko menimbulkan efek penipisan ozon.

Sulitnya perlakuan *R-134a* sebagai pengganti *R-12* dikarenakan perlu adanya penyesuaian perangkat keras, pelumas, serta perlakuan khusus dalam operasional penggunaannya, ternyata *R-134a* masih

memiliki dampak *Global Warming Potential* (*WGP*). Setelah diketahui bahwa dari kedua jenis gas tersebut di atas mempunyai kelemahan baik secara teknik, lingkungan, ekonomi, dan yang paling penting dari semua itu, *refrigerant sintetik* (*R-12* dan *R-134a*) sangat membahayakan makhluk hidup baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Pemerintah Indonesia telah melarang dan membatasi penggunaan kedua jenis *refrigerant sintetik* yang secara pretekt dimulai dari tahun 2007. Hal ini sesuai dengan Kep. Menperindag No: 110-111/MPP/Kep/1/1998, "Tentang pelarangan memproduksi barang yang menggunakan *ODS* (*Ozon Depleting Substant*) dan pelarangan import *ODS*". Akibat adanya peraturan baru ini, harus ada alternatif pengganti *refrigerant* yang ramah lingkungan, maka dibuatlah *refrigerant* alami yang ramah lingkungan, yaitu *Hydrocarbon Refrigerant*.

Musicool merupakan *Hydrocarbon Refrigerant* produksi PT. Pertamina (Persero) yang sudah diproduksi di dalam negeri dengan beberapa grade salah satunya adalah *MC-134* sebagai pengganti *R-134a* yang diindikasikan tidak merusak lapisan ozon, ramah lingkungan, tidak memiliki dampak *Global Warming Potential* (*GWP*). Untuk mengetahui kerja dari suatu sistem refrigerasi apakah sistem bekerja sebagaimana mestinya atau tidak, dapat dilihat dari nilai *COP* (*Coefficient of Performance*) sistem tersebut.

Coefficient of Performance merupakan salah satu indikator pada suatu sistem refrigerasi yang sangat menentukan kerja dari sistem itu sendiri. Kerja kompresor dalam sistem refrigerasi sangat tergantung dari nilai *COP*, semakin tinggi nilai *COP* dari suatu sistem refrigerasi maka sistem tersebut bekerja lebih baik.

2. Kajian Teoritis

2.1 Defenisi Air Conditioner

Menurut Stoecker dan Jones (1996: 1) "Pengkondisian udara adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu kelembaban, kebersihan dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada di dalamnya".

Menurut Aris Munandar dan Heizo Saito (1991: 1) mengungkapkan "Penyegaran

udara adalah proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu”.

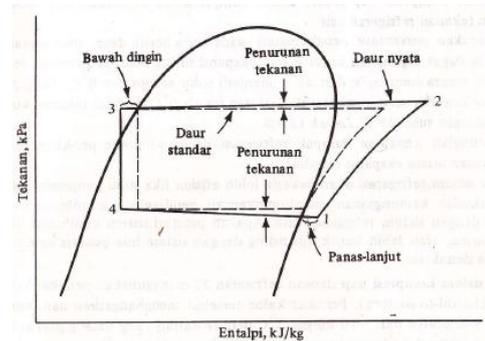
2.2 Siklus-Siklus Refrigerasi

Menurut Ricky Gunawan (1988: 9) mengemukakan “Refrigerasi adalah pemindahan panas dari suatu tempat ke tempat lain melalui perubahan keadaan (phasa) suatu cairan”. Mesin refrigerasi adalah mesin yang dapat menimbulkan efek refrigerasi tersebut, sedangkan *refrigerant* adalah zat yang digunakan sebagai fluida kerja dalam proses penyerapan panas.

Alat-alat refrigerasi paling sering beroperasi berdasarkan siklus yang menggunakan *refrigerant* yang diuapkan di dalam siklus. Berikut ini adalah siklus Refrigerasi Kompresi Uap Aktual, yang mana dicari dalam penelitian ini.

2.2.1 Siklus Refrigerasi Uap Aktual

Pada kenyataannya siklus kompresi uap aktual mengalami penyimpangan dari kompresi uap standar, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1. Merle C. Potter dan Craig W. Somerton (2011: 210) mengemukakan penyimpangan siklus aktual dari siklus standar adalah sebagai berikut: Penurunan tekanan karena gesekan di dalam pipa-pipa penghubung, perpindahan kalor terjadi karena dari atau ke *refrigerant* melalui pipa-pipa yang menghubungkan berbagai komponen, penurunan tekanan terjadi melalui tabung-tabung kondensor dan *evaporator*, perpindahan kalor terjadi dari kompresor, efek-efek gesekan dan separasi aliran terjadi pada bilah-bilah kompresor, uap yang masuk ke kompresor mungkin sedikit lebih *super-heat*, temperatur cairan yang keluar dari kondensor mungkin lebih rendah daripada temperatur jenuh.



Gambar 1. Siklus Kompresi Uap Aktual dibandingkan dengan Siklus Kompresi Uap Standar (Sumber: W. F. Stoecker & J. W. Jones, 1996: 191).

2.3 Refrigerant

Terjadinya suatu proses pendinginan diperlukan suatu bahan yang mudah dirubah bentuknya dari gas menjadi cair atau sebaliknya. Bahan pendingin ini disebut dengan *refrigerant*. Ricky Gunawan (1988: 9) mengatakan “*Refrigerant* adalah fluida yang digunakan untuk menyerap panas melalui perubahan phasa, dari cair ke gas (evaporasi) dan membuang panas melalui perubahan phasa gas ke cair (kondensasi)”. Stoecker dan Jones (1996: 279) juga mengemukakan “*Refrigerant* yaitu cairan-cairan yang digunakan untuk membawa energi kalor bersuhu rendah dari suatu lokasi ke tempat lain”.

2.3.1 R-134a

R-134a sebagai salah satu alternatif pengganti *R-12* memiliki beberapa properti yang baik, tidak beracun, tidak mudah terbakar, dan relatif stabil. Tetapi *R-134a* juga memiliki kelemahan diantaranya tidak bisa dijadikan pengganti *R-12* secara langsung tanpa melakukan modifikasi sistem refrigerasi (*drop in substitute*), relatif mahal, dan masih memiliki potensi sebagai zat yang dapat menyebabkan efek pemanasan global karena memiliki *Global Warming Potential (GWP)* yang signifikan. Selain itu *R-134a* sangat bergantung kepada pelumas *sintetik* yang sering menyebabkan masalah dengan sifatnya yang *higroskopis*.

Kelebihan *R-134a*:

- 2.3.1.1 Merupakan senyawa kimia yang utama yang stabil untuk membawa panas dan tidak mudah terbakar.
- 2.3.1.2 Memiliki karakteristik tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak bersifat korosif.

Kekurangan R-134a:

- 2.3.1.1 Menimbulkan pemanasan global.
- 2.3.1.2 Beracun.



Gambar 2. Tabung R-134a

2.3.2 Musicool (MC-134)



Gambar 3. Musicool (MC-134)(Sumber: Gasdom.pertamina.com)

Musicool Gas Pendingin Alami (Hydrocarbon Refrigerant) buatan PERTAMINA Indonesia, adalah refrigerant bahan dasar hydrocarbon alam sehingga termasuk dalam kelompok refrigerant ramah lingkungan yang dirancang sebagai alternatif pengganti sintetik kelompok halocarbon CFC: R-12, HCFC: R22 dan HFC: R-134a.

Di Indonesia dengan potensi bahan baku yang dimiliki, maka teknologi hydrocarbon refrigerant merupakan pilihan yang tepat dan terbaik agar terhindar dari kebijaksanaan pasar global yang memperhatikan aspek lingkungan dan Eko-Label yaitu produk yang memenuhi standar untuk perlindungan lingkungan. Teknologi hydrocarbon sebagai refrigerant akan menjadi salah satu alternatif yang dapat memberikan nilai tambah bagi bahan hydrocarbon itu sendiri yang sampai saat ini sebagian besar hanya digunakan sebagai bahan bakar.

2.4 Performa Air Conditioner

Performa air conditioning system biasanya disebut juga dengan Coefficient of Performance (COP) atau disebut juga dengan koefisien prestasi. Menurut Stoecker dan Jones (1996: 178) mengungkapkan “Koefisien prestasi adalah perbandingan antara kalor yang diserap evaporator dari lingkungan (efek refrigerasi) dengan kerja isentropik kompresor”. COP yang dicari pada pengujian ini adalah COP siklus aktual pada air conditioner yang menggunakan R-134a dan pada air conditioner yang menggunakan MC-134.

Siklus refrigerasi aktual terjadi karena terdapat penyimpangan yang terjadi pada siklus refrigerasi standar. COP yang tinggi sangat diharapkan karena hal itu menunjukkan bahwa sejumlah kerja tertentu refrigerasi hanya memerlukan sejumlah kecil kerja. Sebelum menghitung COP aktual terlebih dahulu diketahui efek refrigerasi atau dampak refrigerasi air conditioner tersebut. Efek refrigerasi dinyatakan dalam persamaan berikut:

Efek refrigerasi:

$$Re = (h_1 - h_4) \text{ (W.F. Stoecker \& J.W. Jones, 1996: 189)}$$

Keterangan:

Re : Efek refrigerasi (kJ/kg)

h₁ : Enthalpy refrigerant masuk kompresor (kJ/kg)

h₄ : Enthalpy refrigerant masuk evaporator (kJ/kg)

Coefficient of Performance (COP)

$$Q_E = m \cdot (h_1 - h_4) W_c = m \cdot (h_2 - h_1)$$

$$COP = \frac{Q_E}{WC}$$

$$COP = \frac{Q_E}{m (h_2 - h_1)} \text{ (Merle C. Potter dan Craig W. Somerton, 2011: 211)}$$

Keterangan:

Q_E : Laju refrigerasi (kW)

W_C : Daya kompresor (kW)

h_1 : *Enthalpyrefrigerant* masuk kompresor (kJ/kg)

h_2 : *Enthalpyrefrigerant* keluar kompresor (kJ/kg)

h_4 : *Enthalpyrefrigerant* masuk *evaporator* (kJ/kg)

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa perbandingan *COPair conditioner* pada mobil yang menggunakan *R-134a* dengan yang menggunakan *MC-134*. Dalam model penelitian ini terdapat satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol dengan pola tabel seperti tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Pola Penelitian

Kelompok	Perlakuan	Hasil Pengujian	Keterangan
R	X ₁	O ₁	Perlakuan dengan memberikan <i>refrigerant</i> jenis A.
R	X ₂	O ₂	Perlakuan dengan memberikan <i>refrigerant</i> jenis B.

Keterangan:

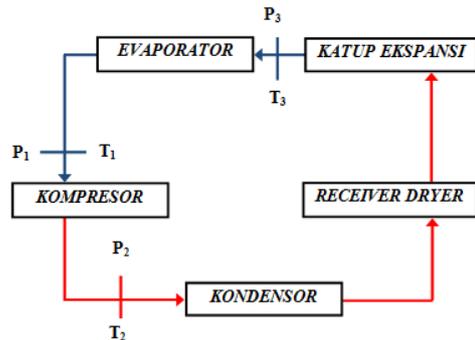
R : Kelompok eksperimen dan kontrol.

X1 : Perlakuan dengan memberikan *refrigerant* jenis A.

X2 : Perlakuan dengan memberikan *refrigerant* jenis B.

O1 : Pengaruh dengan memberikan *refrigerant* jenis A.

O2 : Pengaruh dengan memberikan *refrigerant* jenis B.



Gambar 4. Pengujian *Air Conditioner* Menggunakan *R-134a* dan *Air Conditioner* Menggunakan *MC-134*.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah *air conditioner* yang menggunakan *R-134a* dan *air conditioner* yang menggunakan *MC-134*.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Tahap persiapan alat dan bahan

3.3.2 Hidupkan *engine* hingga mencapai suhu kerjanya yaitu pada temperatur 75°C - 85°C.

3.3.3 Hidupkan *air conditioner* hingga mencapai tekanan *drastic*.

3.3.4 Pengukuran dilakukan untuk mengetahui temperatur dan tekanan *refrigerant* pada siklus *air conditioner* sesuai dengan titik yang telah ditentukan seperti pada gambar 20.

3.3.5 Pengambilan data pada enam variasi putaran kompresor, yaitu pada putaran 1500 RPM, 1700 RPM, 1900 RPM, 2100 RPM, 2300 RPM dan 2500 RPM.

3.3.6 Pengambilan data dilakukan dua kali (pada *engine* yang sama), pertama *air conditioner* yang menggunakan *R-134a* dan ke-dua *air conditioner* yang menggunakan *MC-134*.

3.4 Teknik Analisa Data

Teknik analisis data dilakukan dengan menghitung *COP* dari masing-masing *air conditioner*, saat menghitung *COP* nilai efek refrigerasi harus dicari terlebih dahulu karena *COP* merupakan perbandingan antara efek refrigerasi dengan kerja *isentropik* kompresor. Kemudian dilakukan uji beda dengan rumus *t-test* tidak berkorelasi.

3.4.1 Efek Refrigerasi

$Re = (h_1 - h_4)$ (W. F. Stoecker & J. W. Jones, 1996: 187)

Keterangan:

Re = Efek Refrigerasi

h_1 = Enthalpy refrigerant masuk kompresor

h_4 = Enthalpy refrigerant masuk evaporator

3.4.2 Coefficient of Performance (COP)

$Q_E = m. (h_1 - h_4)$ $W_C = m. (h_2 - h_1)$

$COP = \frac{Q_E}{W_C}$

$COP = \frac{m.(h_1 - h_4)}{m.(h_2 - h_1)}$ (Merle C. Potter dan

Craig W. Somerton, 2011: 211)

Keterangan:

Q_E = Laju refrigerasi (kW)

W_C = Daya kompresor (kW)

h_1 = Enthalpy refrigerant masuk kompresor (kJ/kg)

h_2 = Enthalpy refrigerant keluar kompresor (kJ/kg)

h_4 = Enthalpy refrigerant masuk evaporator (kJ/kg)

3.4.3 t-test

$$t_2 = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2} \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}} \quad (\text{Lipson, 1973: 138})$$

Keterangan:

t_2 = harga pengujian

\bar{x} = rata-rata dari data pertama

\bar{y} = rata-rata dari data kedua

S_x^2 = standar deviasi data pengujian pertama

S_y^2 = standar deviasi data pengujian kedua

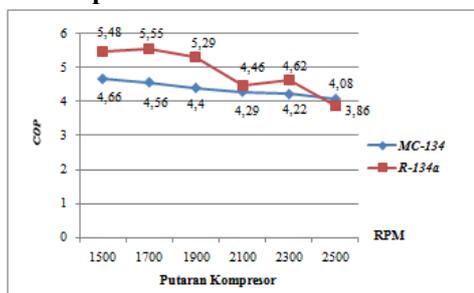
n_x = jumlah pengambilan data pertama

n_y = jumlah pengambilan data kedua

$\mu_x - \mu_y$ = perbedaan rata-rata y_1 dan y_2 yang mana bernilai 0.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 COP Rata-Rata Setiap Putaran Kompresor.

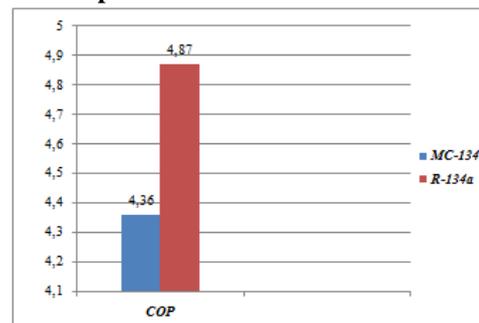


Gambar 5. Grafik Perbandingan Rata-Rata COP_{R-134a} dengan COP_{MC-134} Setiap Putaran Kompresor.

Berdasarkan grafik perbandingan COP rata-rata setiap putaran kompresor *air conditioner* di atas dapat dilihat bahwa

COPair conditioner mobil yang menggunakan *MC-134* lebih rendah dibandingkan dengan *COPair conditioner* mobil yang menggunakan *R-134a*.

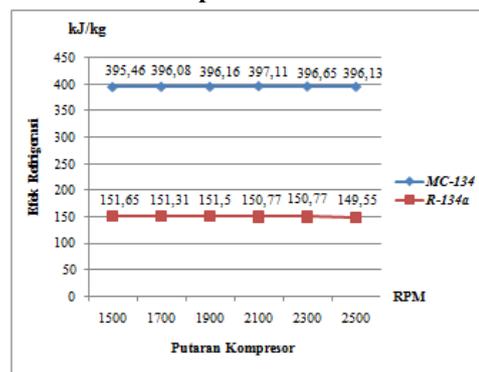
4.2 COP Rata-Rata Semua Putaran Kompresor.



Gambar. 6 Grafik Perbandingan Rata-Rata COP_{R-134a} dengan COP_{MC-134} Semua Putaran Kompresor.

Berdasarkan grafik perbandingan rata-rata COP semua putaran kompresor *air conditioner* di atas dapat dilihat bahwa rata-rata *COPair conditioner* mobil yang menggunakan *MC-134* lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata *COPair conditioner* mobil yang menggunakan *R-134a*.

4.3 Efek refrigerasi Rata-Rata Setiap Putaran Kompresor.

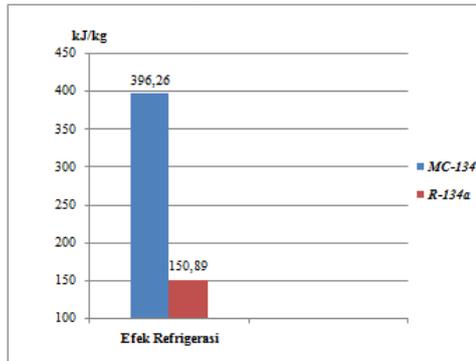


Gambar 7. Grafik Perbandingan Rata-Rata Efek Refrigerasi *R-134a* dengan *MC-134* Setiap Putaran Kompresor.

Berdasarkan grafik perbandingan efek refrigerasi setiap putaran kompresor *air conditioner* di atas dapat dilihat bahwa efek refrigerasi *air conditioner* mobil yang menggunakan *MC-134* lebih tinggi dibandingkan dengan efek refrigerasi *air*

conditioner mobil yang menggunakan R-134a.

4.4 Efek Refrigerasi Rata-Rata Semua Putaran Kompresor.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Rata-Rata Efek Refrigerasi R-134a dengan MC-134 Semua Putaran Kompresor.

Berdasarkan grafik perbandingan rata-rata efek refrigerasi semua putaran kompresor *air conditioner* di atas dapat dilihat bahwa rata-rata efek refrigerasi *air conditioner* mobil yang menggunakan MC-134 lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata efek refrigerasi *air conditioner* mobil yang menggunakan R-134a.

Setelah COP dan efek refrigerasi setiap putaran kompresor *air conditioner* mobil yang menggunakan R-134a dan *air conditioner* mobil yang menggunakan MC-134 diketahui, kemudian dicari rata-ratanya, rata-rata inilah yang digunakan dalam analisis data.

4.5 Coefficient of Performance (COP)

COP rata-rata *air conditioner* mobil yang menggunakan R-134a setiap putaran kompresor 1500 RPM, 1700 RPM, 1900 RPM, 2100 RPM, 2300 RPM dan 2500 RPM masing-masing adalah 5,48, 5,55, 5,29, 4,46, 4,62, 3,86 dan COP rata-rata *air conditioner* mobil yang menggunakan MC-134 setiap putaran kompresor masing-masing adalah 4,66, 4,56, 4,40, 4,29, 4,42, 4,08.

4.6 Efek Refrigerasi

Efek refrigerasi rata-rata *air conditioner* mobil yang menggunakan R-134a setiap putaran kompresor 1500 RPM, 1700 RPM, 1900 RPM, 2100 RPM, 2300 RPM dan 2500 RPM masing-masing adalah 151,65 kJ/kg,

151,31 kJ/kg, 151,50 kJ/kg, 150,77 kJ/kg, 150,57 kJ/kg, 149,55 kJ/kg dan Efek refrigerasi rata-rata *air conditioner* mobil yang menggunakan MC-134 setiap putaran kompresor masing-masing adalah 395,46 kJ/kg, 396,08 kJ/kg, 396,16 kJ/kg, 397,11 kJ/kg, 396,65 kJ/kg, 396,13 kJ/kg.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

5.1.1 *COPair conditioner* mobil yang menggunakan R-134a lebih tinggi dari *COPair conditioner* mobil yang menggunakan MC-134. Dengan nilai rata-rata COP setiap putaran kompresor 1500 RPM, 1700 RPM, 1900 RPM, 2100 RPM, 2300 RPM dan 2500 RPM masing-masing COP R-134a adalah 5,48, 5,55, 5,29, 4,46, 4,62, 3,86 dan COP MC-134 adalah 4,66, 4,56, 4,40, 4,29, 4,42, 4,08.

5.1.2 Efek refrigerasi *air conditioner* mobil yang menggunakan R-134a lebih rendah dari efek refrigerasi *air conditioner* mobil yang menggunakan MC-134. Dengan nilai rata-rata efek refrigerasi setiap putaran kompresor 1500 RPM, 1700 RPM, 1900 RPM, 2100 RPM, 2300 RPM dan 2500 RPM masing-masing Re R-134a adalah 151,65 kJ/kg, 151,31 kJ/kg, 151,50 kJ/kg, 150,77 kJ/kg, 150,57 kJ/kg, 149,55 kJ/kg dan Re MC-134 adalah 395,46 kJ/kg, 396,08 kJ/kg, 396,16 kJ/kg, 397,11 kJ/kg, 396,65 kJ/kg, 396,13 kJ/kg.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan hal-hal sebagai berikut:

5.2.1 Sebelum melakukan penelitian pada *air conditioning system* diharapkan terlebih dahulu memeriksa kebocoran agar tidak sering mengisi *refrigerant* karena adanya *refrigerant* yang terbuang.

5.2.2 Penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan langsung pada mobil dengan *air conditioning system* yang

bekerja normal. Karena jika *air conditioning system* bekerja tidak normal akan berpengaruh pada nilai temperatur, tekanan dan *enthalpy* sehingga akan berpengaruh pada nilai *COP*.

- 5.2.3 Penelitian selanjutnya diharapkan tidak hanya menghitung dan membandingkan *COP* *air conditioner* saja, tetapi juga menghitung laju aliran udara dalam evaporator dan beban pendinginan *air conditioner*.

DAFTAR PUSTAKA

- AFROX, Material Safety Data Sheet (MSDS) R-134a*, juli 2011.
- Andrizal. 2012. *Teknik Pengkondisian Udara*.
- Buku *Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. 2010. Kementrian Pendidikan Nasional Universitas Negeri Padang.
- Buku *PedomanDasar Pengetahuan A/C Mobil (HFC 134a)* PT. Nippon denso Indonesia.
- Junisra, Syam. 2011. *JPM Automotive Education Center & Equipment, Excellence Automotive Training International*.
- Lipson, C dan Sheth, N. J. 1973. *Satistical Design and Analysis of Engineering Experiments*. Mc Graw – Hill: USA.
- Materi Pengenalan Produk Hydrocarbon Refrigerant Pertamina Musicool*. 2012. Padang.
- Materi Seminar dan Pelatihan tentang Refrigerant Musicool*. 3-5 Maret 2004. Jakarta: di Penelitian dan Laboratorium Pertamina.
- Moran, Michael J dan Shapiro, Howard N. 2000. *Termodinamika Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Musicool Refrigerant. Hemat Energi dan Ramah Lingkungan*. Edisi Juni 2005.
- Pertamina, *Material Safety Data Sheet (MSDS)*, juli 2010.
- Potter, Merle C. dan Somerton, Craig W. 2011. *Termodinamika Teknik*. (Terjemahan: Thombi Layukallo Edisi ke-2). Jakarta: Erlangga.
- Ricky, Gunawan. 1998. *Pengantar Teori Teknik Pendinginan (Refrigerasi)*. Jakarta: DEPDIKBUD DIKTI Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Stoecker, W. F. dan Jones, J. W. 1996. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. (Terjemahan: Supratman Hara Edisi ke-2). Jakarta: Erlangga.
- Sugyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumanto. 2005. *Dasar-Dasar Mesin Pendingin*. Yogyakarta: Andi.
- Tecumseh Products Company, Guidelines For Utilization of R-134a* (Pedoman Pemanfaatan *R-134a*), Michigan 49286.
- Wiranto, Arismunandar dan Saito, Heizo. 1991. *Penyegaran Udara*. Jakarta: Pradinya Paramita.
- <http://gasdom.pertamina.com> (Diakses 8 Juni 2014).