

ISSN 1410 - 8070

SAINSTEK

Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Jurnal Sainstek	Volume XII	Nomor 2	Halaman 109 - 196	Padang Desember 2015
--------------------	---------------	------------	----------------------	-------------------------

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS NEGERI PADANG

SAINSTEK
Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
ISSN 14108070
SK REKTOR IKI P PADANG NO.142/K12/PT/1998

Penasehat
Rektor UNP Padang
Yanuar Kiram

Pengarah
Pembantu Rektor I
Agusrianto

Pemimpin Umum
Ketua Lembaga Penelitian UNP Padang
Alwen Bentri

Pemimpin Redaksi/Ketua Penyunting
Zulhendra

Sekretaris Redaksi/Waka Penyunting
M. Giatman

Anggota Redaksi /Penyunting Ahli
Hasan Maksum
Festiyed
Anizam Zein
Rusli HAR
Jon Efendi
Yushamdi

Sekretariat
Teti Suarni
Riza Febria
Eniyarsyah
Hardiyanto
Annisa Rahmayuni
Bulat Siregar

Alamat Redaksi:
Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang
Telp. (0751) 443450, fax.(0751) 7055628

EDITORIAL

Pemanfaatan teknologi komputer dan informatika telah merambah berbagai bidang kehidupan dan bidang ilmu. Bidang ilmu dasar yang sensitif dan bidang aplikasi keteknikan yang rumit telah memanfaatkan komputer dan informatika. Menggunakan komputer dapat diproses informasi dengan cepat, akurat dan tepat waktu, dapat pula disimulasikan proses dan kondisi yang rumit serta sensitif terhadap perubahan kecil. Pengolahan dan pemodelan sistem untuk berbagai keperluan juga semakin efisien dengan menggunakan komputer.

Pemodelan merupakan tahap awal pemecahan masalah bidang sains dan aplikasi teknologi. Model matematik sederhana sampai yang rumit dapat diformulasikan menggunakan bantuan komputer. Model-model keteknikan juga digunakan mendeskripsikan formulasi abstrak kedalam tataran aplikasi dan dapat pula menyederhanakan permasalahan yang dihadapi sebelum tahap rancangan.

Tulisan dalam edisi Sainstek kali ini cukup beragam, namun tema yang diangkat bidang elektronika, teknik elektro, dan kimia. Tótoh Andayono mengawali kajian pengaruh angkutan sedimen dasar terhadap perhitungan debit sedimen suspensi dan lokasi pengambilan sampelnya. Selanjutnya Andrizar meneliti *coefficient of performance testing and refrigeration effect of the refrigerant mc-134 on car air conditioning system*.

Selanjutnya M. Ikhsal Mursan, Daswarman, dan Erzeddin Alwi menulis tentang pengaruh intensitas tekanan kampas rem terhadap tingkat keausan kampas rem sepeda motor yamaha mio. Kemudian Donny Fernandez, Erzedin Alwi dan Sugito Rolis membahas pengaruh penonaktifan ais disertai modifikasi jalur masuk udara terhadap letupan knalpot dan emisi gas buang. Sedangkan M Nasir dan Syahrizal Anwar Pulungan meneliti analisis ketebalan asap motor diesel yang menggunakan bahan bakar solar dan pertamina dex.

Kajian lainnya edisi ini adalah Eko Priyanda, Martias dan Toto Sugiarto meneliti mengenai perbandingan panas mesin untuk beberapa merk minyak pelumas pada sepeda motor matic yamaha mio. Dalam bidang yang sama, Yosra Ramadhan, Faisal Ismet dan Dwi Sudarno Putra menulis studi potensi termoelektrik dalam mengubah energi panas terbuang pada knalpot menjadi energi listrik. Selanjutnya Arwizet K membahas tentang pengaruh sifat-sifat termodinamika udara dan konsentrasi zat garam terhadap laju pembentukan korosi pada baja karbon rendah. Mohamad Dendi Junaedi, Andrizar dan Wagino juga membahas tentang pengaruh penambahan electronic fan pada intake manifold terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi. Meri Azmi, Yance Sonatha, Humaira, dan Ronal Hadi membahas mengenai rancang bangun sistem informasi simpan pinjam pada koperasi jasa keuangan syariah. Kemudian, Dwiny Meidelfi membahas mengenai penerapan metode SAW (Simple Additive Weighting) dalam pendukung keputusan pemilihan kepala daerah. Terakhir, Yudhi Hidayat, Nizwardi Jalinus, dan M. Giatman meneliti mengenai kebijakan TIK dalam implementasi E-Government di Kota Bukittinggi (ICT Policy on Implementation of E-Government in Bukittinggi City Government). Selamat membaca!

Redaksi

ISI NOMOR INI

1. PENGARUH ANGKUTAN SEDIMEN DASAR TERHADAP PERHITUNGAN DEBIT SEDIMEN SUSPENSI DAN LOKASI PENGAMBILAN SAMPELNYA (Totoh Andayono)	109
2. COEFFICIENT OF PERFORMANCE TESTING AND REFRIGERATION EFFECT OF THE REFRIGERANT MC-134 ON CAR AIR CONDITIONING SYSTEM (Andrizal).....	118
3. PENGARUH INTENSITAS TEKANAN KAMPAS REM TERHADAP TINGKAT KEAUSAN KAMPAS REM SEPEDA MOTOR YAMAHA MIO (M. Ikhbal Mursan, Daswarman, Erzeddin Alwi)	125
4. PENGARUH PENONAKTIFAN AIS DISERTAI MODIFIKASI JALUR MASUK UDARA TERHADAP LETUPAN KNALPOT DAN EMISI GAS BUANG (Donny Fernandez, Erzeddin Alwi, Sugito Rolis)	130
5. ANALISIS KETEBALAN ASAP MOTOR DIESEL YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN PERTAMINA DEX (M Nasir, Syahrizal Anwar Pulungan).....	138
6. PERBANDINGAN PANAS MESIN UNTUK BEBERAPA MEREK MINYAK PELUMAS PADA SEPEDA MOTOR MATIC YAMAHA MIO (Eko Priyanda, Martias, Toto Sugiarto)	142
7. STUDI POTENSI THERMOELEKTRIK DALAM MENGUBAH ENERGI PANAS TERBUANG PADA KNALPOT MENJADI ENERGI LISTRIK (Yosra Ramadhan, Faisal Ismet, Dwi Sudarno Putra).....	147
8. PENGARUH SIFAT - SIFAT THERMODINAMIKA UDARA DAN KONSENTRASI ZAT GARAM TERHADAP LAJU PEMBENTUKAN KOROSI PADA BAJA KARBON RENDAH (Arwizet K)	153
9. PENGARUH PENAMBAHAN <i>ELECTRONIC FAN</i> PADA <i>INTAKE MANIFOLD</i> TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI (Mohamad Dendi Junaedi, Andrizal, Wagino)	162
10. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI SIMPAN PINJAM PADA KOPERASI JASA KEUANGAN SYARIAH (Meri Azmi, Yance Sonatha, Humaira, Ronal Hadi).....	172
11. PENERAPAN METODE SAW (SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING) DALAM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN KEPALA DAERAH (Dwiny Meidelfi).....	180
12. KEBIJAKAN TIK DALAM IMPLEMENTASI E-GOVERNMENT DI KOTA BUKITTINGGI (ICT POLICY ON IMPLEMENTATION OF E-GOVERNMENT IN BUKITTINGGI CITY GOVERNMENT) (Yudhi Hidayat, Nizwardi Jalinus, M.Giatman).....	184
13. INDEKS SUBJEK	192
14. INDEKS PENGARANG	193
15. BORANG BERLANGGANAN	194
16. PANDUAN PENULISAN	195

COEFFICIENT OF PERFORMANCE TESTING AND REFRIGERATION EFFECT OF THE REFRIGERANT MC-134 ON CAR AIR CONDITIONING SYSTEM

Andrizal^{*)}

ABSTRACT

Use the MC-134 with the issue of energy saving and environmentally friendly is still widely accepted as the use of R134a as refrigerant. This is due to public concern over the nature of the hydrocarbons that can burn and cooling capabilities that have not been convincing. The ability of an air conditioning unit can be seen from the Coefficient of Performance (COP) and Refrigeration Effect (RE). COP is a comparison of the effectiveness of the cooling evaporator with a given compressor work while RE is the enthalpy of the refrigerant after the evaporator divided by the enthalpy of refrigerant entering the evaporator. This study uses a single blower car conditioning system with refrigerant MC-134. Round compressor is set from 1500 to 2500 rpm. Data research includes testing the pressure and temperature of refrigerant at the inlet and outlet of the compressor and the evaporator. The results showed an average COP MC-134 is 4.40 and Re MC-134 is 396.27 kJ / kg. This means that the use of MC-134 in automobile air conditioning systems can provide good cooling effect and the relatively good performance.

Keywords: *Refrigerant, Pressure, Temperature, COP, and the Cooling Effect.*

ABSTRAK

Pemakaian hidrokarbon dengan isu hemat energi dan ramah lingkungan masih belum bisa diterima secara luas seperti pemakaian refrigeran r134a. Hal ini disebabkan oleh kekhawatiran masyarakat akan sifat hidrokarbon yang bisa terbakar dan kemampuan pendinginan yang belum meyakinkan. Kemampuan sebuah sistem pengkondisian udara dapat dilihat dari Kemampuan Unjuk Kerja (Coefficient of Performance / COP) dan Efek Pendinginan (Refrigeration Effect / RE). COP adalah perbandingan dari efektifitas pendinginan evaporator dengan kerja yang diberikan oleh kompresor. Dan RE adalah enthalpi fluida pendingin setelah evaporator dibagi dengan enthalpi refrigeran memasuki evaporator. Penelitian ini menggunakan sistem pengkondisian udara satu blower dengan refrigeran MC-134. Putaran kompresor diatur dari 1500 sampai dengan 2500 rpm. Pengujian dilakukan pada empat titik yaitu pada saluran masuk dan saluran keluar fluida pendingin kompresor dan evaporator. Data hasil penelitian menunjukkan rata-rata COP MC134 adalah 4.40 dan RE MC134 adalah 396.27 kJ/kg. Ini berarti bahwa penggunaan MC134 pada sistem AC mobil relatif dapat menghasilkan Kemampuan Unjuk Kerja dan Efek Pendinginan yang relatif baik.

Kata kunci: *Refrigeran, Tekanan, Temperatur, Kemampuan Unjuk Kerja, dan Efek Pendinginan*

*) Automotive Engineering Program, Department of Automotive Engineering, Faculty of Engineering, Padang State University. andrizal_55@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Dalam suatu sistem pengkondisian udara salah satu hal penting yang perlu diperhatikan adalah Refrigeran. Refrigeran adalah fluida pembawa panas yang mudah berubah bentuk dari wujud cair ke gas atau sebaliknya dengan menyerap atau melepas panas yang digunakan dalam siklus mesin pendingin.

Refrigeran yang digunakan sebagian besar refrigeran sintetis seperti: R-11, R-12, R-22, R-134a, R-502. Dapat dimaklumi bahwa penggunaan refrigeran sintetis ini lebih disukai karena mempunyai sifat teknis yang lebih baik, namun sifat yang merusak lingkungan menyebabkan para pakar refrigerasi mulai berusaha menemukan refrigeran yang memiliki sifat ramah terhadap lingkungan. Dari berbagai penelitian ditemukan zat pendingin alami yang lebih ramah lingkungan, seperti Propana, Butana dan Iso-Butana yang kemudian dikenal dengan Refrigeran Hidrokarbon (HC atau Non CFC).

Solusi dimana Hidrokarbon dapat digunakan sebagai refrigeran pengganti adalah karena refrigeran HC mempunyai sifat yang sama baik dengan refrigeran yang biasa digunakan. Mucicool (MC-22) merupakan zat pendingin alami yang terbuat dari bahan Hidrokarbon yang kompatibel dengan mesin pendingin yang biasa memakai R-22, selain itu kinerja dari HC ini sebaik CFC.

Mesin refrigerasi yang paling banyak digunakan khususnya sistem pengkondisian udara mobil saat ini adalah mesin refrigerasi siklus kompresi uap. Dalam bidang otomotif sistem pengkondisian udara 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 sistem pengkondisian udara mobil sebagai suatu keharusan.

Refrigeran yang digunakan secara luas pada sistem pengkondisian udara mobil adalah (*Chloro Fluoro Carbons*) CFC 12 dikenal dengan R-12. R-12 merupakan refrigeran 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 refrigeran 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, dimana 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)*.

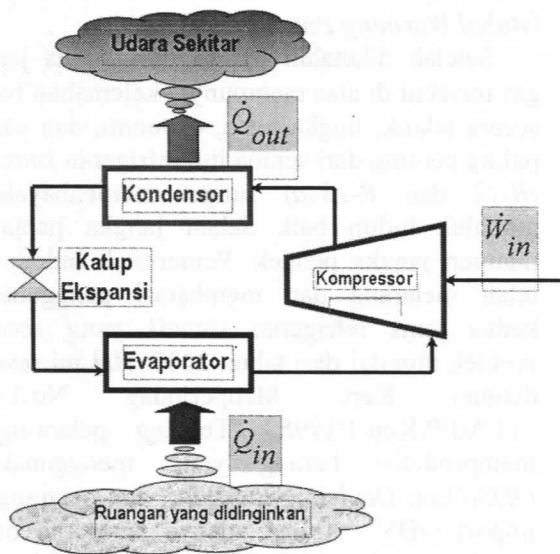
Setelah diketahui bahwa dari kedua jenis gas tersebut di atas mempunyai kelemahan baik secara teknik, lingkungan, ekonomi, dan yang paling penting dari semua itu, refrigeran sintetis (R-12 dan R-134a) sangat membahayakan makhluk hidup baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Pemerintah Indonesia telah melarang dan membatasi penggunaan kedua jenis refrigeran sintetis yang secara pretek 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 refrigeran yang ramah lingkungan, maka dibuatlah refrigeran alami yang ramah lingkungan, yaitu *Hydrocarbon Refrigerant*.

Mucicool 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 pengkondisian udara apakah sistem bekerja sebagaimana mestinya atau tidak, dapat dilihat dari nilai COP (*Coefficient of Performance*) sistem tersebut.

KAJIAN TEORITIS

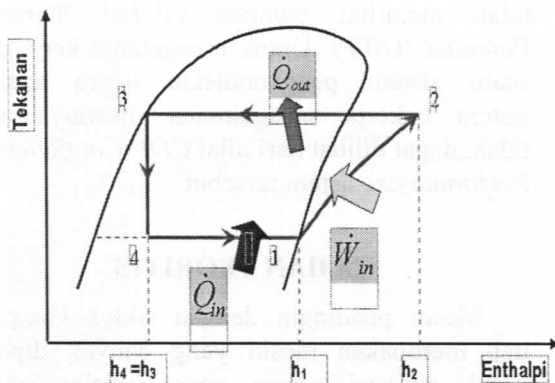
Mesin pendingin dengan siklus kompresi uap merupakan mesin yang banyak dipakai untuk aplikasi sistem pengkondisian udara. Pada siklus ini penyerapan panas dilakukan dalam evaporator dengan temperatur dan tekanan rendah. Di dalam evaporator, refrigeran

berubah dari fase cair menjadi fase gas, lalu masuk ke kompresor. Karena kerja kompresor, refrigeran menjadi gas bertemperatur dan bertekanan tinggi. Untuk melepaskan panas yang diserap oleh evaporator, refrigeran diembunkan di dalam kondensor sehingga refrigeran menjadi cair. Sebelum refrigeran memasuki evaporator, refrigeran diekspansikan melalui katup ekspansi terlebih dahulu. (Moran, 2000: 138). Instalasi mesin pendingin kompresi uap ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Skematik Siklus Kompresi Uap (Stoecker 1996: 187)

Siklus kompresi uap pada diagram tekanan-entalpi (p-h diagram) dan diagram skematik mesin pendingin siklus kompresi uap ditunjukkan oleh Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Tekanan-Entalpi Siklus Kompresi Uap (Stoecker 1996: 187)

1 – 2 Proses Kompresi

Tahap ini terjadi di kompresor dimana refrigeran yang berfase uap dengan temperatur dan tekanan rendah dikompresi secara isentropic sehingga temperatur dan tekanannya menjadi tinggi, besar kapasitas pemanasan dapat ditulis dengan persamaan (Moran, 2000: 142) :

$$Q_w = m^o (h_3 - h_2)$$

Dimana :

Q_w = Kapasitas pemanasan (kj/s)

m^o = Laju aliran refrigerant (kg/s)

$h_3 - h_2$ = Kerja kompresi (kj/kg).

2 – 3 Proses Kondensasi

Tahap ini terjadi di dalam kondensor, dimana panas dari refrigeran yang berfase uap dari kompresor dibuang ke lingkungan sehingga refrigeran tersebut mengalami kondensasi. Pada tahap ini terjadi perubahan fasa dari dari fasa uap superheat menjadi fasa cair jenuh, pada fasa cair jenuh ini tekanan dan temperaturnya masih tinggi. Menurut Merle (2011:157) besarnya kalor yang dilepaskan di kondensor adalah :

$$q_c = h_3 - h_4$$

Dimana :

q_c = Kalor yang dilepas di kondensor (kj/kg)

h_3 = Entalpi refrigerant yang keluar dari kompresor (kj/kg)

h_4 = Entalpi refrigerant cair jenuh (kj/kg)

3 – 4 Proses Ekspansi

Tahap ini terjadi di katup ekspansi dimana refrigeran diturunkan tekanannya yang diikuti dengan turunnya temperatur isentalphi.

4 – 1 Proses Evaporasi

Pada tahap ini terjadi pertukaran kalor di evaporator, dimana kalor dari lingkungan atau media yang didinginkan diserap oleh refrigeran cair dalam evaporator sehingga refrigeran cair yang berasal dari katup ekspansi yang bertekanan dan bertemperatur rendah berubah fasa dari fasa cair menjadi uap yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi. Maka besar kalor yang diserap oleh refrigeran adalah :

$$Q_c = \dot{m} (h_2 - h_1) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- Q_c = Banyaknya kalor yang diserap di evaporator per satuan waktu (kJ/s).
- \dot{m} = Laju aliran massa refrigerant (kg/s).
- $h_2 - h_1$ = Efek refrigerasi (kJ/kg).

Performa Sistem pengkondisian udara

Performa *air conditioning* biasanya disebut juga dengan *Coefficient of Performance (COP)* atau disebut juga dengan koefisien prestasi. Menurut Stoecker (1996:178) mengungkapkan “Koefisien prestasi adalah perbandingan antara kalor yang diserap *evaporator* dari lingkungan (efek refrigerasi) dengan kerja isentropik kompresor”. *COP* yang tinggi sangat diharapkan karena hal itu menunjukkan bahwa sejumlah kerja tertentu refrigerasi hanya memerlukan sejumlah kecil kerja.

Menurut Merle (2011: 211) *Coefficient of Performance (COP)* dapat dirumuskan :

$$COP = \frac{Q_E}{m (h_2 - h_1)} \dots \dots \dots (2)$$

$$Q_E = m. (h_1 - h_4) \dots \dots \dots (3)$$

$$W_c = m. (h_2 - h_1) \dots \dots \dots (4)$$

$$COP = \frac{Q_E}{W_c} \dots \dots \dots (5)$$

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)

Efek pendinginan

Menurut Stoecker (1996: 189) efek pendinginan adalah banyaknya panas yang diserap oleh refrigeran pada evaporator

$$Re = (h_1 - h_4) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

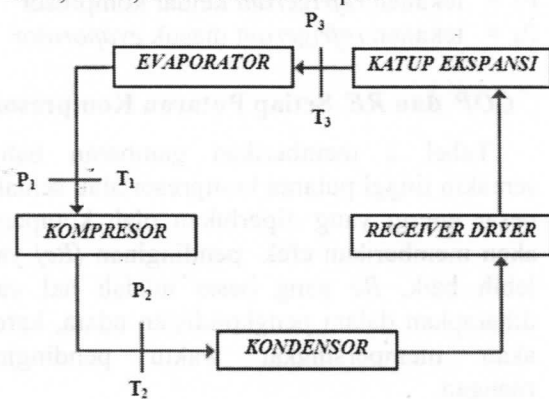
- Re : Efek pendinginan (kJ/kg)
- h_1 : *Enthalpy refrigerant* masuk kompresor (kJ/kg)
- h_4 : *Enthalpy refrigerant* masuk evaporator (kJ/kg)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Untuk itu diperlukan sistem pengkondisian udara yang dapat berkeja dengan baik. Semua komponen AC harus dapat berkerja dan tekanan pengisian Refrigeran MC 134 disesuaikan dengan tekanan standarnya. Pengujian *COP* dan *RE* dilakukan didasarkan hasil pengukuran tekanan dan temperatur pada 6 tingkat putaran kompresor, yaitu 1500, 1700, 1900, 2100, 2300 dan 2500 rpm.

Penelitian ini dilakukan pada sistem pengkondisian udara single blower yang terpasang pada engine stand kijang 5 K di laboratorium pengujian kendaraan Jurusan Teknik Otomotif FT UNP Padang.

Pengambilan data temperatur dan tekanan dilakukan pada tiga titik ($T_1 - P_1, T_2 - P_2$, dan $T_3 - P_3$), masing tiga kali pada putaran 1500, 1700, 1900, 2100, 2300 dan 2500 rpm.



Gambar 3. Pengujian temperatur dan tekanan sistem pengkondisian udara

Teknik Analisa Data

Teknik analisis data dilakukan dengan menghitung *COP* dari sistem pengkondisian udara berdasarkan data pengukuran temperatur dan tekanan yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa sistem pengkondisian udara dapat berfungsi dengan baik. Evaporator dan kondensor sebagai alat penukar kalor dapat bekerja merubah fase dari fluida pendingin. Temperatur T_1 memberikan gambaran bahwa proses evaporasi pada evaporator dapat terjadi secara sempurna pada

putaran tinggi saat tekanan hisap kompresor paling rendah. Begitu juga proses kondensasi pada kondensor terjadi pada tekanan terendah.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran

Putaran Kompresor (RPM)	Temperatur Rata-rata (°C)			Tekanan Rata-rata (psi)		
	T ₁	T ₂	T ₄	P ₁	P ₂	P ₄
1500	-0,9	48,0	-0,6	22,3	168,3	22,3
1700	-1,6	48,5	-1,1	21,0	168,3	21,3
1900	-2,1	49,4	-1,6	19,3	170,0	20,3
2100	-2,9	48,9	-2,1	18,3	171,7	20,0
2300	-3,5	49,7	-3,0	17,3	171,7	19,0
2500	-4,2	49,9	-3,4	16,0	173,3	18,3

Keterangan :

- T₁ = temperatur *refrigerant* masuk kompresor
- T₂ = temperatur *refrigerant* keluar kompresor
- T₄ = temperatur *refrigerant* masuk *evaporator*
- P₁ = tekanan *refrigerant* masuk kompresor
- P₂ = tekanan *refrigerant* keluar kompresor
- P₄ = tekanan *refrigerant* masuk *evaporator*

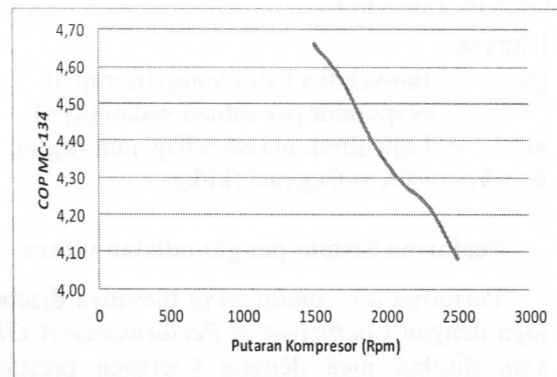
COP dan RE Setiap Putaran Kompresor

Tabel 2 memberikan gambaran bahwa semakin tinggi putaran kompresor atau semakin besar energi yang diperlukan oleh kompresor akan memberikan efek pendinginan (*Re*) yang lebih baik. *Re* yang besar adalah hal yang diharapkan dalam pengkondisian udara, karena akan mempersingkat waktu pendinginan ruangan.

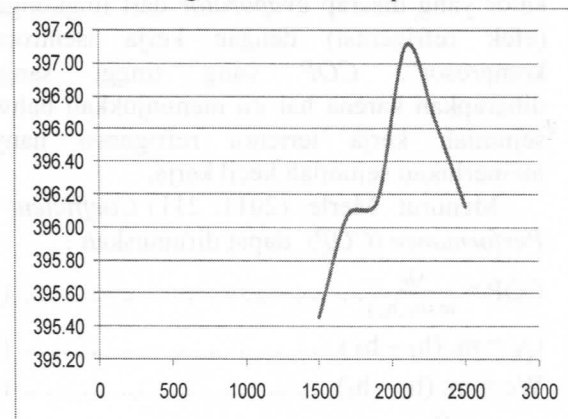
Tabel 2. COP dan RE MC-134

Putaran Kompresor (RPM)	COP rata-rata	Re Rata-rata (kJ/kg)
1500	4,66	395,46
1700	4,56	396,08
1900	4,40	396,16
2100	4,29	397,11
2300	4,22	396,65
2500	4,08	396,13

Nilai *COP* penggunaan *MC-134* justru turun pada putaran tinggi. Hal ini dapat terjadi akibat pemakaian tenaga yang besar oleh kompresor saat berputar pada kecepatan tinggi.



Gambar 4. Grafik Hubungan *COP MC134* dengan Putaran Kompresor



Gambar 5. Grafik Hubungan *RE MC134* dengan Putaran Kompresor

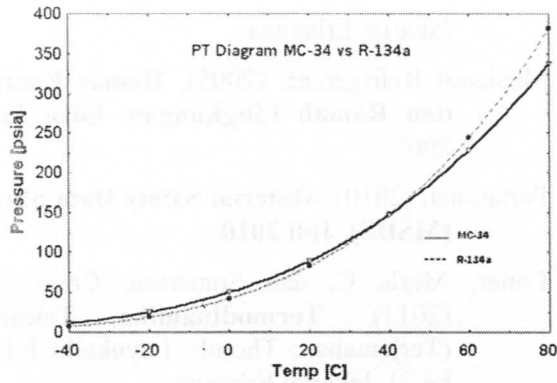
Pembahasan

Coefficient of Performance (COP)

Secara keseluruhan rata-rata *COP MC-134* dari variasi putaran kompresor adalah 4,37.

Penurunan nilai *COP* pada putaran tinggi wajar terjadi pada hampir semua jenis *refrigeran* yang dipakai pada sistem pengkondisian udara. Hal ini disebabkan oleh kenaikan tekanan kompresor pada putaran tinggi (pada batas pengaturan) yang mengakibatkan naiknya temperatur *refrigeran*. Seperti terlihat pada gambar 6.

Penurunan nilai *COP MC-134* dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kapasitas dan kemampuan pendinginan kondensor yang digunakan pada sistem pengkondisian udara. Penggunaan kondensor yang tepat akan menjamin pelepasan kalor *refrigeran* dapat terjadi dengan baik.

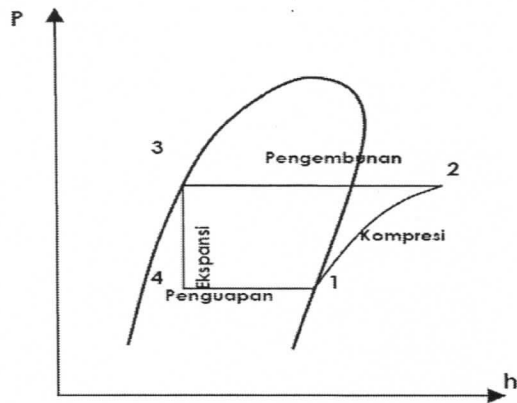


Gambar 6. Perbandingan Profil Tekanan dan Temperatur antara MC-134 dengan R-134a (Pertamina, 2004)

Saat ini sudah banyak jenis kondensor yang tersedia dan dapat digunakan pada sistem pengkondisian udara mobil, seperti kondensor multiflow dengan *sub cooling system*.

Refrigerant Effect (RE)

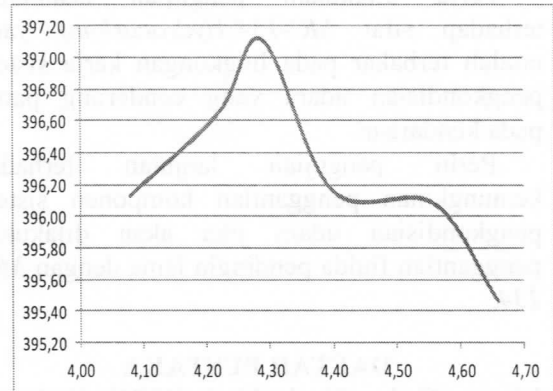
Grafik *Refrigerant Effect (Re) MC-134* yang terlihat pada gambar 5 merupakan grafik parabolik. *RE* terendah adalah 395,46 pada putaran kompresor 1500 rpm, dan tertinggi 397,11 pada putaran 2100 rpm, dan kembali turun jika putaran terus dinaikan. Secara keseluruhan, rata-rata nilai *Re MC-134* adalah 396,27. Nilai *Re MC-134* yang besar, memberikan efek pada suhu evaporator yang lebih dingin.



Gambar 7. Grafik P-h

Jika dikaitkan dengan grafik P-h pada gambar 7, terlihat bahwa nilai enthalpi $h1$ dan $h4$ sangat bergantung pada proses perubahan fase dari refrigeran di evaporator. Ini berarti bahwa nilai kalor laten penguapan refrigeran yang tinggi akan memberikan efek pendinginan

yang besar. Sementara tekanan relative tidak terlalu berpengaruh pada *RE*.



Gambar 8. Grafik Hubungan COP dan RE MC-134

Hubungan COP dan RE MC134

Dari gambar 8 di atas, terlihat bahwa hubungan antara *RE* dengan *COP* sistem membentuk kurva parabolik, di mana posisi *COP* terbesar terdapat pada *Re* 397,11. Selanjutnya *COP* sistem mengalami penurunan. Penurunan *COP* ini disebabkan oleh karena kenaikan putaran kompresor yang sudah lebih tinggi jika dibandingkan nilai kapasitas pendinginan *MC=134*. Ini berarti untuk mempertahankan nilai *Re* yang tinggi diperlukan adanya penyesuaian dengan komponen sistem pengkondisian udara yang akan dipakai.

PENUTUP

Kesimpulan

Secara keseluruhan dari beberapa variasi putaran kompresor diperoleh nilai rata-rata *COP MC-134* adalah 4,37, dan *RE MC-134* adalah 396,27. Ini menunjukkan kemampuan unit pengkondisian udara yang menggunakan *MC-134* relatif baik.

Untuk mendapatkan nilai *COP dan RE* yang tinggi pada masing-masing putaran kompresor, diperlukan adanya penyesuaian komponen sistem pengkondisian udara. Seperti unit penukar kalor kondensor atau cooling fan yang lebih besar kapasitas dan ukurannya.

Unit sistem pengkondisian udara single blower yang terpasang pada engine stand kijang 5 K dengan fluida pendingin *MC-134* memberikan dampak pendinginan yang relative baik dan tidak terlalu jauh berbeda dengan jenis fluida pendingin lainnya.

Saran

Perlu dilakukan pengujian keamanan terhadap sifat *MC-134(Hydrocarbon)* yang mudah terbakar pada lingkungan kerja sistem pengkondisian udara yang cenderung panas pada kendaraan.

Perlu pengujian lanjutan terhadap kemungkinan penggantian komponen sistem pengkondisian udara jika akan dilakukan penggantian fluida pendingin lama dengan *MC-134*.

DAFTAR PUSTAKA

- Lipson, C dan Sheth, N. J. (1973). **Statistical Design and Analysis of Engineering Experiments**. Mc Graw – Hill: USA.
- Moran, Michael J dan Shapiro, Howard N. 2000. **Termodinamika Teknik**. Jakarta: Erlangga.
- Musicool Refrigerant. (2005). **Hemat Energi dan Ramah Lingkungan**. Edisi Juni 2005.
- Pertamina. (2010). **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.
- Stoecker, W. F. dan Jones, J. W. (1996). **Refrigerasi dan Pengkondisian Udara**. (Terjemahan: Supratman Hara Edisi ke-2). Jakarta: Erlangga.
- Wiranto, Arismunandar dan Saito, Heizo. (1991). **Penyegaran Udara**. Jakarta: Pradinya Paramita.

