

Komparasi Performa Sistem Refrigerasi Ac Mobil Dengan Refrigeran R-134a Terhadap Musicool-134a

Bagiyo Condro Purnomo¹, dan Suhanan²

¹ Mahasiswa Pasca Sarjana, Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
Email : superbgy@yahoo.com

²Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Abstrak

Perkembangan sistem pengkondisian udara terjadi pada sistem refrigerasi dan fluida kerja atau refrigerannya. Perkembangan dibidang refrigeran didorong oleh dua masalah lingkungan, yaitu penipisan lapisan ozon (ODP) dan pemanasan global (GWP). Sifat merusak lapisan ozon yang dimiliki oleh refrigeran dalam kelompok halocarbon yang termasuk didalamnya yaitu CFC dan HCFC, sedangkan refrigeran yang berpotensi untuk meningkatkan pemanasan global dalam kelompok halocarbon yaitu HFC. Untuk mengatasi kedua permasalahan tersebut diperlukan refrigeran dari alam atau refrigeran natural. Musicool merupakan refrigeran natural dari kelompok hidrokarbon yang diproduksi oleh Pertamina. Tujuan penelitian ini adalah mengganti (*retrofit*) refrigeran yang berpotensi ODP dan GWP (R-134a) dengan refrigeran Musicool-134a yang ramah lingkungan, serta mengetahui performa dari refrigeran Musicool-134a dalam sistem refrigerasi kompresi uap. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Lingkup penelitian ini mencakup dua variabel yaitu komposisi berat refrigeran (R-134a 600 gram, musicool 200 gram, musicool 250 gram dan musicool 300 gram) dan kecepatan putar mesin (1000 rpm dan 1500 rpm). Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa Massa refrigeran yang digunakan untuk mengganti R-134a ke musicool jauh lebih sedikit. Temperatur terendah dicapai dengan menggunakan refrigeran musicool 200 gram yaitu 6 °C. Penggunaan refrigeran musicool 300 gram, memberikan kerja kompresor yang lebih ringan, dilihat dari rasio kompresi kecil (4), tekanan hisap kompresor tinggi (42 Psi). Penggunaan *internal heat exchanger* (IHE) memberikan efek yang bagus terhadap suhu masuk ke evaporator lebih rendah dibanding tanpa IHE.

Kata kunci : *retrofit, refrigeran Hydrocarbon, refrigeran Musicool*

1. Pendahuluan

1.1. Latarbelakang

Sistem refrigerasi telah memainkan peran penting dalam kehidupan sehari-hari, tidak hanya terbatas untuk peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, namun juga telah menyentuh hal-hal esensial penunjang kehidupan manusia. Teknologi ini banyak diaplikasikan untuk penyimpanan dan pendistribusian makanan, penyejuk udara untuk kenyamanan ruangan baik pada industri, perkantoran, transportasi, dan rumah tangga. Sistem refrigerasi kompresi uap merupakan sistem refrigerasi yang paling banyak dipakai dalam proses pendinginan, pembekuan, dan penyejuk udara.

Mesin refrigerasi merupakan peralatan konversi energi yang mentransfer kalor dari media bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi dengan menggunakan kerja dari luar sistem. Perkembangan sistem pengkondisian udara terjadi baik pada sistem refrigerasi dan pada fluida kerja atau refrigerannya.

Perkembangan dibidang refrigeran juga didorong oleh dua masalah lingkungan, yakni penipisan lapisan ozon (ODP) dan pemanasan global (GWP). Sifat merusak lapisan ozon yang dimiliki oleh refrigeran dalam kelompok halocarbon yang termasuk didalamnya yaitu CFC dan HCFC. Refrigeran yang berpotensi untuk meningkatkan pemanasan global yaitu halocarbon dalam kelompok HFC.

Protocol montreal merupakan perjanjian internasional untuk mengatur dan melarang penggunaan zat-zat perusak ozon, sedangkan protocol Kyoto adalah sebuah persetujuan untuk mengatur dan mengurangi gas-gas penyebab terjadinya efek rumah kaca yang ditengarai menimbulkan pemanasan global (GWP). Apabila kedua protocol tersebut dilaksanakan secara bersama-sama maka secara umum tidak ada refrigeran komersial yang dapat dipakai kecuali refrigeran alami atau natural.

Refrigeran natural adalah refrigeran yang langsung berasal dari alam dan tidak memiliki dampak yang buruk terhadap lingkungan, tetapi beberapa refrigeran memiliki efek samping bagi penggunaannya seperti karena kadar racun yang tinggi dan mudah terbakar. Refrigeran natural yang biasa digunakan adalah air, udara, gas mulia, hidrokarbon, amonia dan karbondioksida.

Refrigeran yang mempunyai potensi untuk mengganti refrigeran kelompok halocarbon adalah salah satunya refrigeran hidrokarbon. Refrigeran hidrokarbon yang beredar dipasaran adalah Musicool, yang merupakan produk dari PERTAMINA.

1.2. Refrigeran Alamiah Musicool

Musicool adalah refrigeran dengan bahan dasar hidrokarbon alam dan termasuk dalam kelompok refrigeran ramah lingkungan, dirancang sebagai alternatif pengganti freon yang merupakan refrigeran sintetik kelompok halocarbon; CFC R-12, HCFC R-

22 dan HFC R-134a yang masih memiliki potensi merusak alam.

Musicool telah memenuhi persyaratan teknis sebagai refrigeran yaitu meliputi aspek sifat fisika dan termodinamika, diagram tekanan versus suhu serta uji kinerja pada siklus refrigerasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan beban pendingin yang sama, MUSICOOL memiliki keunggulan-keunggulan dibandingkan dengan refrigeran sintetic, diantaranya beberapa parameter memberikan indikasi data lebih kecil, seperti kerapatan bahan (*density*), rasio tekanan kondensasi terhadap evaporasi dan nilai viskositasnya, sedangkan beberapa parameter lain memberikan indikasi data lebih besar, seperti efek refrigerasi, COP, kalor laten dan konduktivitas bahan.

Keunggulan refrigeran musicool adalah (PERTAMINA, 2008):

1. Ramah Lingkungan dan nyaman, MUSICOOL tidak beracun, nyaman dan pelepasannya ke alam bebas tidak akan merusak lapisan ozon dan tidak menimbulkan efek pemanasan global.
2. Hemat Listrik/Energi, MUSICOOL mempunyai sifat termodinamika yang lebih baik sehingga dapat menghemat pemakaian energi/listrik hingga 30% dibanding dengan refrigeran fluorocarbon pada kapasitas mesin pendingin yang sama.
3. Lebih irit, MUSICOOL memiliki sifat kerapatan yang rendah sehingga hanya memerlukan sekitar 30% dari penggunaan refrigeran fluorocarbon pada kapasitas mesin pendingin yang sama.
4. Pengganti untuk Semua, MUSICOOL dapat menggantikan refrigeran yang digunakan selama ini tanpa mengubah atau mengganti komponen maupun pelumas.
5. Memenuhi Persyaratan International, Musicool memenuhi baku mutu internasional dalam pemakaian maupun implikasi yang menyertainya.

1.3. Perumusan Masalah

Permasalahan yang ada adalah bagaimana performa dari retrofit sistem AC mobil dengan menggunakan refrigeran Musicool dengan variasi jumlah massa refrigeran yang dimasukkan dan perubahan kecepatan putar kompresor.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengganti (retrofit) refrigeran yang berpotensi ODP dan GWP (R-134a) dengan refrigeran Musicool yang ramah lingkungan dalam sistem refrigerasi kompresi uap.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa sistem AC mobil dengan menggunakan refrigeran Musicool terhadap variasi jumlah massa refrigeran yang dimasukkan dan perubahan kecepatan putar kompresor.

1.5. Studi Pustaka

James M. (2008) membagi perkembangan refrigeran menjadi empat periode yaitu periode pertama, 1830-an hingga 1930-an, dengan kriteria refrigeran "apa pun yang bekerja di dalam mesin refrigerasi". Refrigeran yang digunakan dalam periode ini adalah ether, CO₂, NH₃, SO₂, hidrokarbon, H₂O, CCl₄, CHCs. Periode ke-dua, 1930-an hingga 1990-an menggunakan kriteria refrigeran aman dan tahan lama (safety and durability). Refrigeran pada periode ini adalah CFCs (Chloro Fluoro Carbons), HCFCs (Hydro Chloro Fluoro Carbons), HFCs (Hydro Fluoro Carbons), NH₃, H₂O. Periode ke-tiga, 1990-an hingga 2010-an, dengan kriteria refrigeran proteksi ozon (ozon protection). Refrigeran pada periode ini adalah HCFCs, NH₃, HFCs, H₂O, CO₂. Periode ke-empat, setelah 2010-an, dengan criteria refrigeran yang rendah potensi pemanasan global (low GWP).

Clelanda, dkk. (2009) melakukan penggantian (retrofit) sistem pendingin padapeternakan di Selandia Baru yang sebelumnya menggunakan HCFC-22. Investigasi dilakukan terhadap HCFC-22 dengan kapasitas sama terhadap campuran propana dan etana (Care-50), sehingga akan mengurangi penggunaan energi sebesar 6-8%, kemudian menggunakan propana (Care-40), mendapatkan penurunan energi sebesar 5% tetapi kapasitas pendinginan lebih rendah adalah 9%. Retrofit ini memiliki biaya murah, dapat meningkatkan efisiensi energi, serta dampak lingkungan yang rendah, minyak pelumas kompatibel dengan minyak mineral. campuran propana - etana memiliki kapasitas pendinginan yang sama dan sifat mudah terbakar dapat terkendali.

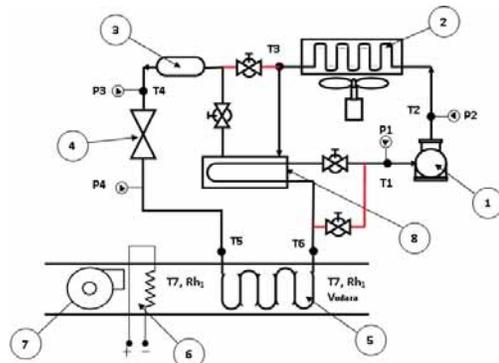
Padalkar, dkk. (2014) membahas penggunaan propana (HC-290) sebagai alternatif pengganti HCFC-22 yang aman dan hemat energi untuk AC split dengan kapasitas pendinginan nominal hingga 5,1 kW. Awalnya kinerja AC split disimulasikan untuk kapasitas pendinginan, rasio efisiensi energi (EER), dan isi refrigeran. Pengujian dilakukan untuk kasus yang berbeda beda dengan HCFC-22 dan HC-290. Kondisi pengujian adalah sesuai Standar India, IS 1391 (1992) Part I. Parameter berdasarkan pada kinerja simulasi dengan tujuan untuk mencapai EER maksimum untuk kapasitas pendinginan yang diinginkan. Tujuan lain adalah mengurangi isi dari HC-290 untuk menurunkan tingkat sifat mampu bakar. Pengurangan isi refrigeran dengan menggunakan dua jenis kondensor, pertama dengan ukuran tabung yang lebih kecil dan lain kondensor aliran paralel (PFC) atau minichannel kondensor. Untuk HC-290, tertinggi EER adalah 3,7 untuk kapasitas pendinginan 4,90 kW untuk isi refrigeran 360 g.

Dalkilic & Wongwises, (2010) melakukan studi teoritis kinerja pada sistem refrigerasi kompresi uap tradisional dengan campuran refrigeran berbasis HFC134a, HFC152a, HFC32,

HC290, HC1270, HC600, dan HC600a dilakukan untuk berbagai rasio dan hasilnya dibandingkan dengan CFC12, CFC22, dan HFC134a yang memungkinkan sebagai pengganti alternatif. Hasil teoritis menunjukkan bahwa semua pendingin alternatif dalam analisis memiliki koefisien kinerja sedikit lebih rendah (COP) dari CFC12, CFC22, dan HFC134a untuk suhu kondensasi 50°C dan suhu penguapan berkisar antara -30°C sampai 10°C. Hasil penelitian campuran Refrigeran HC290/HC600a (40/60 % berat) sebagai pengganti CFC12 dan HC290/HC1270 (20/80 % berat) sebagai pengganti CFC22. Parameter utama analisis kinerja seperti jenis refrigeran, tingkat subcooling, dan superheating pada efek pendingin, koefisien kinerja dan kapasitas pendinginan, serta volumetrik untuk berbagai suhu penguapan.

2. Metode

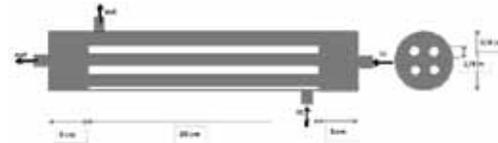
Penelitian ini mencakup dua tahapan kegiatan, yaitu tahap pembuatan media alat uji dan tahap pengambilan data uji. Pembuatan media uji ini menggunakan komponen-komponen sistem pendinginan mobil seperti kompresor, evaporator, katup ekspansi, kondensor dan dryer serta penambahan *internal heat exchanger* (IHE) kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan seperti gambar 1. Untuk mengetahui kondisi performa dari sistem dipasang alat ukur seperti termokopel, pressure gauge dan manometer udara.



| No | Keterangan | No | Keterangan |
|----|----------------|----|-------------------------|
| 1 | Kompresor | 5 | Evaporator |
| 2 | Kondensor | 6 | Alat pemanas |
| 3 | Flowrate meter | 7 | Blower |
| 4 | Katup ekspansi | 8 | Internal Heat exchanger |

Gambar 1. Set up peralatan dan media uji

Untuk *internal heat exchanger* dirancang seperti gambar 2, model *shell and tube* dengan panjang dan diameter shell 20 cm, 3/4 in serta diameter dan panjang tube adalah 1/4 in dan 20 cm. Aliran IHE adalah *parallel flow* dengan fluida panas mengalir dalam *shell* sedangkan fluida dingin mengalir dalam *tube*.



Gambar 2. Set up internal heat exchanger

Tahap berikutnya adalah proses pengambilan data. Pengambilan data diambil sebanyak 4 kali dalam rentang 3 menit, setelah kondisi sistem setabil.

Percobaan pertama dilakukan untuk mengetahui besarnya massa refrigeran dengan menggunakan R-134a dengan parameter tekanan keluar kompresor antara 180-210 psi dan tekanan masuk kompresor sekitar 30-35 psi. Berat massa R-134a tersebut digunakan acuan untuk menentukan besarnya variabel massa musicool yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Analisa dilakukan untuk membandingkan performa masing-masing refrigeran dengan atau tanpa penambahan *internal heat exchanger* (IHE) dengan variasi massa refrigeran untuk musicool dan kecepatan putar kompresor terhadap sifat-sifat fisik seperti tekanan kompresor, rasio tekanan, dan temperatur inlet dan outlet refrigeran di evaporator.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel dan gambar berikut menunjukkan hasil pengukuran dalam penelitian ini. Pengambilan data dilakukan empat kali dengan selang waktu setiap 3 menit untuk setiap variabel kecepatan putar kompresor, refrigeran dan penggunaan IHE. Data yang ditampilkan merupakan data yang sering muncul atau memiliki modus yang besar.

a. Temperatur Evaporator

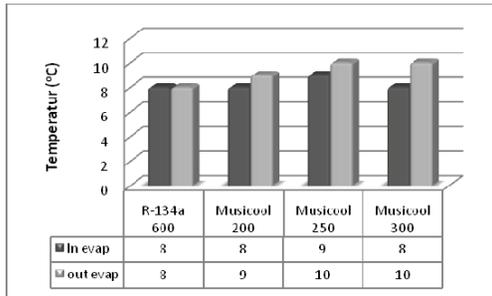
Tabel 1 di bawah ini merupakan data hasil pengukuran temperatur refrigeran masuk dan keluar evaporator. Dari data tersebut diketahui bahwa temperatur masuk evaporator terendah dicapai sebesar 6 °C untuk refrigeran musicool 200 gram, dengan dan tanpa IHE pada 1500 rpm.

Tabel 1. Temperatur refrigeran masuk dan keluar evaporator, dengan m_{udara} konstan

| Put. Kompresor (rpm) | Refrigeran | In evap (°C) | out evap (°C) | |
|----------------------|------------|--------------|---------------|----|
| 1000 | HE | R-134a 600 | 8 | 8 |
| | | Musicool 200 | 8 | 9 |
| | | Musicool 250 | 9 | 10 |
| | | Musicool 300 | 8 | 10 |
| | No HE | R-134a 600 | 10 | 11 |
| | | Musicool 200 | 10 | 10 |
| 1500 | HE | R-134a 600 | 9 | 9 |
| | | Musicool 200 | 6 | 7 |
| | | Musicool 250 | 8 | 8 |
| | | Musicool 300 | 9 | 10 |
| | No HE | R-134a 600 | 10 | 11 |
| | | Musicool 200 | 6 | 7 |

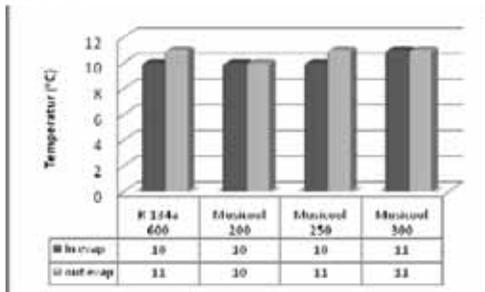
| Put. Kompresor (rpm) | Refrigeran | In evap (°C) | out evap (°C) |
|----------------------|--------------|--------------|---------------|
| | | Musicool 250 | 8 |
| | Musicool 300 | 9 | 10 |

Proses penguapan di evaporator terjadi dalam keadaan temperatur yang konstan sehingga secara ideal temperatur keluar evaporator besarnya sama dengan temperatur masuk evaporator. Kondisi yang ideal terjadi pada R-134a (8°C dan 9 °C), musicool 200 gram (10 °C), musicool 250 gram (8 °C) dan musicool 300 gram (11 °C), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3, 4, 5 dan 6.



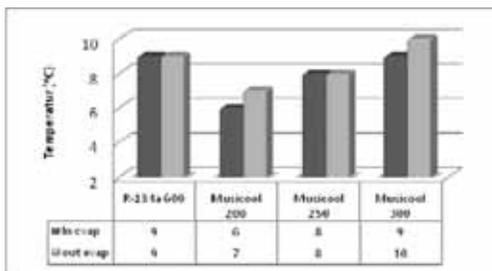
Gambar 3. Temperatur refrigeran masuk dan keluar evaporator(1000 rpm, dengan IHE)

Dari gambar 3 di atas terlihat bahwa refrigeran R-134a memiliki kondisi yang lebih baik dibanding dengan refrigeran musicool dilihat dari ketercapaian temperatur masuk evaporator yang rendah dan besarnya sama dengan temperatur keluar evaporator yaitu 8°C.



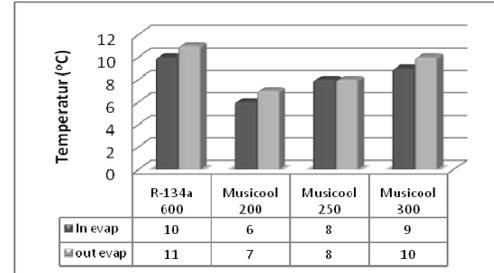
Gambar 4. Temperatur refrigeran masuk dan keluar evaporator (1000 rpm, tanpa IHE)

Dari gambar 4 di atas terlihat bahwa refrigeran musicool 200 gram memiliki kondisi yang lebih baik dibanding dengan refrigeran yang lain dilihat dari ketercapaian temperatur masuk evaporator yang rendah dan besarnya sama dengan temperatur keluar evaporator yaitu 10 °C.



Gambar 5. Temperatur refrigeran masuk dan keluar evaporator (1500 rpm, dengan IHE)

Dari gambar 5 di atas terlihat bahwa refrigeran musicool 200 gram memiliki temperatur masuk evaporator lebih kecil dari yang lain yaitu 6 °C walau suhu keluarnya 7 °C, sedangkan musicool 250 gram memiliki temperatur masuk dan keluar evaporator sama besar yaitu 8 °C.



Gambar 6. Temperatur refrigeran masuk dan keluar evaporator (1500 rpm, tanpa IHE)

Dari gambar 6 di atas terlihat bahwa refrigeran musicool 200 gram memiliki temperatur masuk evaporator lebih kecil dari yang lain yaitu 6 °C dengan suhu keluarnya 7 °C, sedangkan musicool 250 gram memiliki temperatur masuk dan keluar evaporator sama sebesar yaitu 8 °C.

Dari gambar 3, 4, 5 dan 6 tersebut terdapat beberapa refrigeran terjadi perbedaan antara suhu refrigeran masuk evaporator dan keluar evaporator, hal tersebut memberikan informasi bahwa telah terjadi *superheating* di dalam evaporator. Jika perbedaan tersebut semakin besar hal itu menandakan bahwa jumlah massa refrigeran yang masuk kurang besar atau beban pendinginan tidak mampu diatasi oleh evaporator.

Penambahan *internal heat exchanger* (IHE) juga memberikan dampak yang baik, yaitu tercapainya suhu refrigeran yang masuk evaporator lebih rendah daripada tanpa IHE dalam masing-masing level kecepatan putar kompresor.

b. Tekanan Kompresor

Tabel 2 dibawah ini menunjukkan hasil pengambilan data tekanan hisap/*suction* dan tekanan buang/*discharg*, serta perbandingan antara kedua tekanan tersebut atau tekanan rasio.

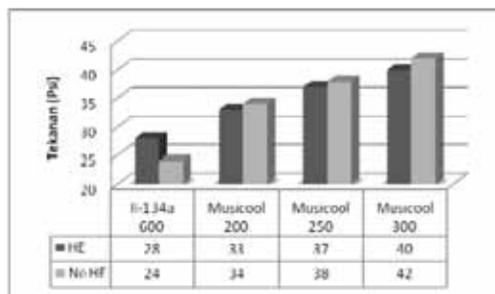
Tabel 2. Tekananhisap dan buang kompresor, dengan m_{udara} konstan

| Put. Komp. (rpm) | Refrigeran | Tekn. out Komp. (Psi) | Tekn. in Komp. (Psi) | Komp. Rasio |
|------------------|--------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| 1000 | R-134a 600 | 170 | 28 | 6.1 |
| | Musicool 200 | 150 | 33 | 4.5 |
| | Musicool 250 | 160 | 37 | 4.3 |
| | Musicool 300 | 160 | 40 | 4.0 |

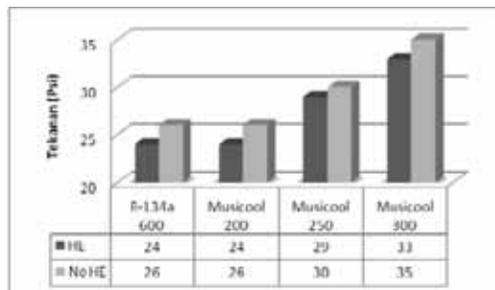
| Put. Komp. (rpm) | Refrigeran | Tekn. out Komp. (Psi) | Tekn. in Komp. (Psi) | Komp. Rasio | |
|------------------|------------|-----------------------|----------------------|-------------|-----|
| | No HE | R-134a 600 | 170 | 24 | 7.1 |
| | | Musicool 200 | 160 | 34 | 4.7 |
| | | Musicool 250 | 170 | 38 | 4.5 |
| | | Musicool 300 | 170 | 42 | 4.0 |
| 1500 | HE | R-134a 600 | 200 | 24 | 8.3 |
| | | Musicool 200 | 170 | 24 | 7.1 |
| | | Musicool 250 | 180 | 29 | 6.2 |
| | | Musicool 300 | 190 | 33 | 5.8 |
| | No HE | R-134a 600 | 180 | 26 | 6.9 |
| | | Musicool 200 | 180 | 26 | 6.9 |
| | | Musicool 250 | 190 | 30 | 6.3 |
| | | Musicool 300 | 200 | 35 | 5.7 |

Untuk mengukur performa dari sistem refrigerasi bisa digunakan parameter tekanan hisap, tekanan buang dan kompresi rasio. Efisiensi volumetrik kompresor akan ditentukan besarnya tekanan hisap kompresor, semakin besar tekanan hisapnya maka akan semakin besar pula efisiensi volumetrik kompresor tersebut. Efisiensi volumetrik kompresor menentukan besarnya massa refrigeran yang dapat dihisap dan disirkulasikan dalam sistem.

Gambar 7 dan 8 memberikan informasi perbandingan tekanan hisap kompresor terhadap beberapa refrigeran pada kecepatan kompresor dan penggunaan IHE, sehingga dapat diprediksikan kecenderungan besarnya efisiensi volumetrik.



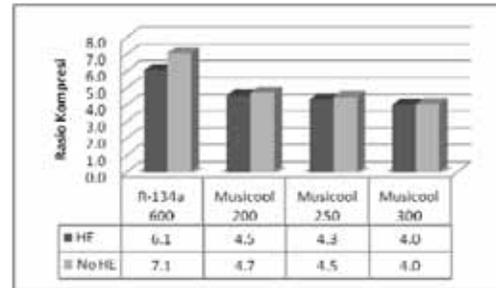
Gambar 7. Tekanan kompresor untuk 1000 rpm



Gambar 8. Tekanan kompresor untuk 1500 rpm

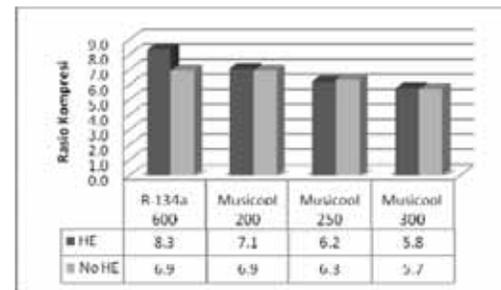
Dari gambar 7 dan 8 di atas terlihat bahwa refrigeran musicool 300 gram mempunyai tekanan hisap kompresor yang lebih besar dari refrigeran lainnya. Penambahan IHE akan menurunkan tekanan hisap kompresor kecuali pada R-134a untuk putaran kompresor 1000 rpm.

Disamping tekanan hisap kompresor untuk mengukur performa dari sistem refrigerasi dengan menggunakan kompresi rasio, semakin kecil kompresi rasio maka kerja kompresor juga akan semakin ringan.



Gambar 9. Kompresi rasio untuk 1000 rpm

Gambar 9 dan 10 memberikan perbandingan kompresi rasio beberapa refrigeran pada kecepatan kompresor dan penggunaan IHE, sehingga dapat diketahui kondisi yang mempunyai kerja kompresor ringan.



Gambar 10. Kompresi rasio untuk 1500 rpm

Dari gambar 9 dan 10 di atas terlihat bahwa kompresi rasio terendah dicapai oleh refrigeran musicool 300 gram untuk masing-masing level kecepatan putar kompresor, hal ini menunjukkan bahwa kerja kompresor untuk refrigeran musicool 300 gram lebih ringan. Gambar di atas juga menunjukkan bahwa kompresi rasio R-134a memiliki nilai yang paling besar di semua level kecepatan putar kompresor, hal tersebut menunjukkan bahwa kerja kompresor lebih berat.

c. Temperatur Hisap dan Buang Kompresor

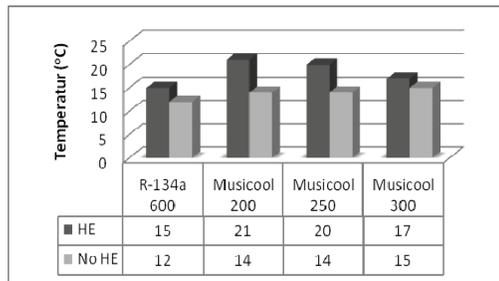
Tabel 3 dibawah ini menunjukkan hasil pengambilan data temperatur hisap/suction dan temperatur buang/discharg.

Tabel 3. Temperatur hisap dan buang kompresor, dengan m_{udara} konstan

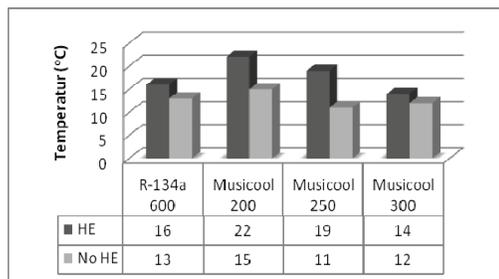
| Put. Kompresor (rpm) | Refrigeran | | Temp. hisap komp. (°C) | Temp. buang komp. (°C) |
|----------------------|------------|--------------|------------------------|------------------------|
| 1000 | HE | R-134a 600 | 15 | 61 |
| | | Musicool 200 | 21 | 64 |
| | | Musicool 250 | 20 | 60 |
| | | Musicool 300 | 17 | 51 |
| | No HE | R-134a 600 | 12 | 45 |
| | | Musicool 200 | 14 | 50 |
| Musicool 300 | | 15 | 48 | |
| 1500 | HE | R-134a 600 | 16 | 64 |
| | | Musicool 200 | 22 | 74 |
| | | Musicool 250 | 19 | 68 |
| | | Musicool 300 | 14 | 57 |
| | No HE | R-134a 600 | 13 | 54 |
| | | Musicool 200 | 15 | 68 |
| | | Musicool 250 | 11 | 56 |
| | | Musicool 300 | 12 | 53 |

Untuk mengetahui performa sistem refrigerasi dapat menggunakan temperatur hisap maupun buang kompresor. Nilai temperatur buang yang rendah dan temperatur hisap kompresor yang tinggi akan memperbesar nilai performa dari sistem. Stoecker, W.F., (1987) dkk mengatakan nilai temperatur hisap yang tinggi memberi pengaruh yang besar dibandingkan dengan temperatur buang yang rendah.

Gambar 11, 12, 13 dan 14 memberikan informasi perbandingan temperatur hisap dan buang kompresor untuk beberapa refrigeran untuk variabel putaran kompresor dan penggunaan IHE.



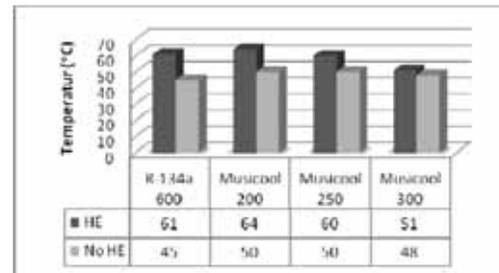
Gambar 11. Temperatur hisap kompresor untuk 1000 rpm



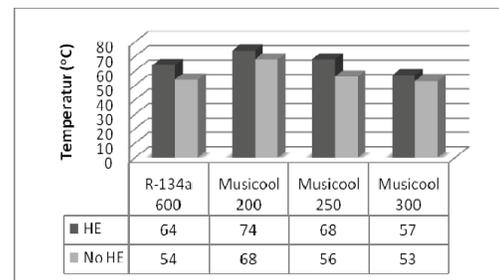
Gambar 12. Temperatur hisap kompresor untuk 1500 rpm

Dari gambar 11 dan 12 diperoleh hasil bahwa refrigeran musicool mempunyai nilai temperatur hisap kompresor yang lebih tinggi dari pada

refrigeran R-134a untuk semua level kecepatan putar kompresor pada masing-masing level penggunaan IHE, kecuali terhadap musicool 300 gram pada kecepatan putar kompresor 1500 rpm. Penggunaan IHE memberikan efek meningkatkan temperatur hisap.



Gambar 13. Temperatur buang kompresor untuk 1000 rpm



Gambar 14. Temperatur buang kompresor untuk 1500 rpm

Dari gambar 13 dan 14 diperoleh informasi bahwa temperatur buang kompresor terendah dicapai oleh musicool 300 gram, hal tersebut mengidentifikasi bahwa musicool 300 gram lebih baik dari yang lain dilihat dari kondisi tersebut. Penggunaan IHE memberikan efek menaikkan temperatur buang.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- Massa refrigeran musicool yang digunakan jauh lebih sedikit dari pada massa refrigeran R-134a, dan menghasilkan performa lebih baik.
- Temperatur penguapan atau temperatur evaporator terendah dicapai sebesar 6 °C untuk refrigeran musicool 200 gram, dengan dan tanpa IHE pada 1500 rpm.
- Temperatur hisap kompresor tertinggi dicapai menggunakan refrigeran musicool 200 gram dengan menggunakan IHE pada 1500 rpm sebesar 22 °C.
- Penggunaan IHE memberikan efek menaikkan temperatur hisap kompresor, hal ini membuat performa sistem dengan menggunakan IHE lebih baik dari pada tanpa menggunakan IHE
- Refrigeran musicool 300 gram mempunyai tekanan hisap kompresor yang lebih besar, sehingga diprediksikan mempunyai efisiensi volumetrik lebih baik yang membuat massa

- refrigeran yang dihisap dan disirkulasikan lebih besar dari pada refrigeran yang lain.
- f. Kompresi rasio terkecil dicapai oleh musicool 300 gram, hal ini mengindikasikan bahwa kerja kompresor lebih ringan dibanding penggunaan refrigeran yang lain.
 - g. Penambahan *internal heat exchanger* (IHE) juga memberikan dampak yang baik, yaitu tercapainya suhu refrigeran yang masuk evaporator lebih rendah daripada tanpa IHE dalam level kecepatan putar kompresor masing-masing, dan semua variabel refrigeran.
 - h. Penambahan pengukuran berupa laju aliran massa refrigeran yang mengalir dalam sistem untuk mengetahui berapa energi yang dapat dimanfaatkan dalam evaporator dan kerja yang dilakukan dalam kompresor sehingga dapat diketahui performa sistem secara menyeluruh.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kalab. Laboratorium Mesin Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang yang telah memfasilitasi saran laboratorium.
2. Laboran Laboratorium Mesin Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang yang telah membantu dalam pembuatan peralatan uji.

Daftar Pustaka

- ASHRAE. (2009). *Fundamentals (SI)*. Atlanta, GA 30329: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- ASHRAE. (2006). *REFRIGERATION*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2008). *Thermodynamics An Engineering Approach* (Fifth Edition ed.). McGraw-Hill.
- Clelanda, D., Keedwell, R., & Adams, S. (2009). Use of hydrocarbons as drop-in replacements for HCFC-22 in on-farm milk cooling equipment. *International Journal Of Refrigeration* , 1403-1411.
- Dalkilic, A., & Wongwises, S. (2010). A performance comparison of vapour-compression refrigeration sistem using various alternative refrigerans. *International Communications in Heat and Mass Transfer* , 1340–1349.
- James M., C. (2008). The next generation of refrigerans – Historical review, considerations, and outlook. *International Journal Of Refrigeration* , 1123 – 1133.
- Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, 1987, Article 5: Special situation of developing countries, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya
- Padalkar, A. S., Mali, K. V., & Devotta, S. (2014). Simulated and experimental performance of

split packaged air conditioner using refrigeran HC-290 as a substitute for HCFC-22. *Applied Thermal Engineering* , 277-284.

PERTAMINA. (2008, August). *MUSICOOOL - Bahan Pendingin Hemat Listrik & Ramah Lingkungan*. Retrieved May 9, 2014, from Globalindo Niaga Prima Musicool Hydrocarbon Refrigeran: <http://globalindoprima.blogspot.com/2008/08/musicool.html>

Stoecker, W.F., Jones, J.W., Supratman Hara, (1987) *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara* (edisi kedua). Airlangga Jakarta

