

ANALISA PERBANDINGAN KINERJA MESIN PENDINGIN AIR CONDITIONER KAPASITAS 2 HP MENGGUNAKAN REFRIGERAN R22, R290 DAN R407CMahendra¹, Muhammad Adrian¹, Ozkar Firdaus Homzah¹¹Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu, Sekayu 30711, Indonesia

E-mail: mahendslaya@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan kebijakan global dibidang lingkungan mendorong teknologi di bidang refrigeran untuk menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan dan hemat energi. Implementasinya dari sisi refrigeran dilakukan dengan pergantian jenis refrigeran dari jenis R-22 (HCFC) ke jenis yang lebih ramah lingkungan diantaranya R290 (Propana) dan R407C (HFC). Sedangkan dari sisi perangkat kerasnya untuk mendapatkan penghematan pemakaian listrik berkembang jenis *inverter* yang sebagian besar menggunakan refrigeran R410A. Pada Penelitian ini penulis akan mengambil topik pembahasan mengenai Analisa Perbandingan Kinerja Pada Mesin Pendingin (*Air Conditioner*) Kapasitas 2 HP Menggunakan Refrigeran R22, R290 dan R407C. Metode Penelitian ini menggunakan metode litelatur yaitu dengan mempelajari literatur dari jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional sebagai bahan informasi untuk menyelesaikan penelitian dan metode observasi Langsung yaitu dengan cara meneliti langsung alat yang digunakan untuk mendapatkan data data yang diperlukan. Perubahan refrigeran berpengaruh terhadap kapasitas pendinginan, kerja kompresor dan kinerja alat. R22 memiliki COP dan kapasitas pendinginan lebih baik yaitu sebesar 4,408 dan 7,3807 kW dibanding MC22 dan R407C. Pada penelitian ini MC22 memiliki kerja kompresor yang terkecil dibanding 2 refrigeran lainnya yaitu sebesar 1,386 kW. Hal ini seakan menutupi kelemahannya yang mudah terbakar. R407C yang digunakan pada pengujian cukup layak untuk menggantikan R22 karena kinerjanya cukup mendekati kinerja R22 dengan kelebihan pada ramah lingkungan dan tidak mudah terbakarnya.

Kata kunci: *Refrigran, Performance, Efisiensi***1. Pendahuluan****1.1. Latar Belakang**

Perkembangan kebijakan global dibidang lingkungan mendorong teknologi di bidang refrigeran untuk menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan dan hemat energi. Implementasinya dari sisi refrigeran dilakukan dengan pergantian jenis refrigeran dari jenis R-22 (HCFC) ke jenis yang lebih ramah lingkungan diantaranya R290 (Propana) dan R407C (HFC). Sedangkan dari sisi perangkat kerasnya untuk mendapatkan penghematan pemakaian listrik berkembang jenis *inverter* yang sebagian besar menggunakan refrigeran R410A. Penelitian yang dilakukan disini dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana kinerja mesin yang menggunakan refrigeran R22, R290 dan R407C sebagai bahan perbandingan dalam upaya penghematan energi dan penyelamatan lingkungan dimasa depan. Pada Penelitian ini penulis akan

mengambil topik pembahasan mengenai Analisa Perbandingan Kinerja Pada Mesin Pendingin (*Air Conditioner*) Kapasitas 2 HP Menggunakan Refrigeran R22, R290 dan R407C

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini meliputi:

- 1.2.1. Bagaimana pengaruh penggantian (*retrofit*) refrigeran pada mesin pendingin menggunakan R22, R290 dan R407C terhadap Coefficient Of Performance (COP).
- 1.2.2. Bagaimana pengaruh penggantian (*retrofit*) refrigeran pada mesin pendingin menggunakan R22, R290 dan R407C terhadap Konsumsi Arus listrik di kompresor.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1.3.1. Pengukuran dilakukan pada satu sistem yang sama.
- 1.3.2. Pengaruh lingkungan diabaikan.
- 1.3.3. Menganalisa prestasi kerja atau kinerja dari mesin pendingin AC dengan refrigeran R22, R290 dan 407C.

1.4. Tujuan

Adapun Tujuan Dalam Penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisa pengaruh penggantian (retrofit) refrigeran pada mesin pendingin menggunakan R22, R290 dan R407C terhadap *Coefficient Of Performance (COP)*.
2. Untuk mendapatkan pengaruh penggantian (retrofit) refrigeran pada mesin pendingin menggunakan R22, R290 dan R407C terhadap Konsumsi Arus listrik di kompresor.

1.5. Manfaat

Manfaat Dalam Penelitian ini Meliputi:

1. Bagi pendidikan
Hasil dari penelitian diharapkan dapat menambah pengetahuan dan literatur keilmuan terkait dengan Studi Analisa Perbandingan kinerja Pada Mesin Pendingin (*Air Conditioner*) Kapasitas 2 HP Menggunakan Refrigeran R22, R290 dan R407C.
2. Bagi Profesi
Meningkatkan keilmuan bagi profesi sebagai tenaga Pengajar terutama dalam ruang lingkup Konversi energi dalam bidang keilmuan Refrigerasi.
3. Bagi Tempat Penelitian
Memberikan gambaran tentang hubungan antara Pengaruh penggantian (retrofit) refrigeran pada mesin pendingin menggunakan R22, R290 dan R407C sehingga

dapat dipergunakan sebagai dasar penelitian dan pengaplikasi ilmu yang terkait.

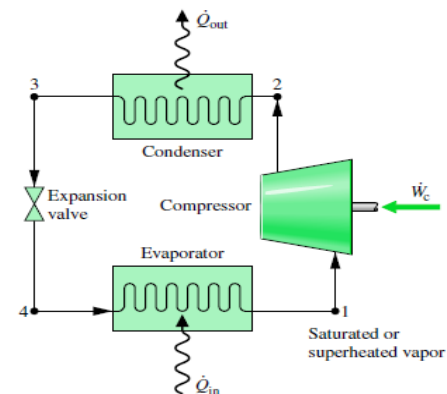
4. Bagi Peneliti

Memberikan wawasan, pengetahuan dan pengalaman dalam melakukan penelitian terutama dalam bidang refrigerasi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Teori Refrigerasi

Refrigerasi adalah suatu usaha untuk mencapai sistem atau memperoleh dan menjaga temperatur lebih rendah dari temperatur atmosfer.



Gambar 1 Skema siklus refrigerasi kompresi uap

2.1.1. Jenis-Jenis Refrigerasi Air Conditioning

Ada dua prinsip jenis *plant* refrigerasi yang diaplikasikan di industri yaitu Refrigerasi Kompresi Uap /*Vapour Compression Refrigeration (VCR)* dan Refrigerasi Penyerap Uap/*Vapour Absorption Refrigeration (VAR)*. VCR menggunakan energi mekanis sebagai energi penggerak untuk refrigerasinya, sedangkan VAR menggunakan energi panas sebagai energi penggerak refrigerasinya (Arora, 2009).

2.3. Komponen Mesin Refrigerasi Kompresi Uap

Komponen utama dari sistem refrigerasi siklus kompresi uap terdiri dari kompresor, alat ekspansi, kondensor dan evaporator. Disamping komponen utama terdapat komponen tambahan

seperti; *strainer/filter dryer*, pemisah oli, *fan motor* dan *chek valve*.

2.2.1. Kompresor

Kompresor adalah bagian yang terpenting dari mesin refrigerasi kompresor menekan refrigeran ke semua bagian dari sistem. Kompresor ini bekerja membuat perbedaan tekanan sehingga refrigeran dapat mengalir dari satu bagian ke bagian lainnya dari sistem.

2.2.2. Kondensor

Kondensor merupakan pesawat penukar kalor yang berfungsi untuk mengembunkan uap refrigeran yang mengalir dari kompresor.

Ditinjau dari media yang digunakan untuk mendinginkan kondensor, maka kondensor dapat dibagi menjadi :

- Kondensor dengan pendinginan air (*Water cooled condensor*)
- Kondensor dengan pendinginan udara (*Air cooled condensor*)
- Kondensor dengan pendinginan air dan udara (*Evaporative condensor*)

2.2.3 Pipa Kapiler

Pipa kapiler juga disebut *impedan V tube*, *chore tube*, *capillary tube* dan lain sebagainya. Adapun guna dari pipa kapiler adalah :

- Menurunkan tekanan refrigeran berfasa cair yang mengalir di dalam pipa tersebut.
- Mengontrol atau mengatur jumlah refrigeran cair yang mengalir dari sisi tekanan tinggi ke sisi tekanan rendah.

2.3. Refrigeran

Refrigeran merupakan suatu media pendingin yang dapat berfungsi untuk menyerap kalor dari lingkungan atau untuk melepaskan kalor ke lingkungan.

2.3.1 Refrigeran R22

Pemakaian refrigeran R22 terutama untuk air conditioning yang sedang dan kecil, juga dipakai untuk *freezer*, *cold storage*, *display cases* dan banyak lagi pada pemakaian sistem refrigerasi suhu rendah.



Gambar 2 Refrigeran R22

2.3.2 Refrigeran R290

Refrigeran R290 (propana) adalah bahan pendingin alami jenis hidrokarbon yang ramah lingkungan yang merupakan alternatif pengganti refrigeran buatan dan memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan bahan pendingin Freon yang digantikannya.



Gambar 3 Refrigeran MC22 (R290)

2.3.3 Refrigeran R407C

R407C merupakan campuran refrigeran HFC dirancang untuk menggantikan R22 dalam aplikasi mesin pendingin.



Gambar 4. Refrigeran R407C

2.4. Retrofitting Atau Penggantian Refrigerandari Refrigeran R22 ke Refrigeran R290(MC22).

2.4.1. Petunjuk Pemakaian

1. Zat pendingin Hidrokarbon Musicool MC-22 dapat digunakan untuk berbagai peralatan pendingin yang sebelumnya menggunakan HCFC R-22
2. Musicool MC-22 memiliki kesesuaian dengan oli yang ada dalam kompresor.
3. Sebaiknya tabung Musicool digoyang-goyangkan sebelum digunakan untuk mendapatkan campuran yang baik.
4. Pengisian ke dalam peralatan pendingin hanya diperlukan maksimum 30% dari berat pengisian oleh HCFC R-22. Pengisian yang berlebih akan mengakibatkan pendinginan tidak optimal

2.4.2. Petunjuk Penyimpanan

1. Zat pendingin Hidrokarbon Musicool memiliki sifat tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak beracun.
2. Simpan di tempat berventilasi dan temperatur ruang tidak melebihi 40° C.
3. Tempat penyimpanan Musicool harus kering dan bersih.
4. Hindarkan dari sumber dan percikan api

5. Tidak dibenarkan memindahkan sebagian isi Musicool ke tabung lain untuk menghindari kontaminasi.
6. Pengisian ulang harus dilakukan oleh produsen agen Musicool.

2.4.3 Proses Vakum

1. Pasang *manifold gauge/ Analyzer* pada peralatan pendingin dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Selang warna biru dihubungkan pada *niple* disisi hisap (*Lowpressure*)
 - Selang warna merah dihubungkan ke *niple* sisi tekan (*Highpressure*) bila ada, bila ditutup
 - Slang warna kuning dihubungkan ke pompa vakum
2. Putar kran warna merah dan biru ke arah terbuka sampai maksimum (kran di *high* dan *low pressure*).
3. Jalankan pompa vakum selama minimum 20 menit
4. Perhatikan bilamana sistem setelah divakum perlu ditambahkan oli melalui sisi hisap. Disarankan oli yang dipakai memiliki viscositas 4 GS atau 5 GS
5. Setelah sistem divakum putar kran merah dan biru ke arah tertutup.

2.4.4. Petunjuk Pengisian Refrigeran Musicool

1. Ambil tabung Musicool MC-22 dan hubungkan slang warna kuning ke tabung Musicool tersebut.
2. Buka (putar) kran di tabung Musicool 1/3 bagian saja (hati-hati jangan melebihi 1/3 bagian).
3. Lakukan *flushing* (pembilasan), dengan cara membuka salah satu ujung slang warna kuning yang berhubungan dengan *manifold*

gauge, agar udara di dalam slang warna kuning keluar, setelah itu kencangkan kembali.

4. Buka (putar) 1/3 bagian kran *low pressure* agar Musicool bisa masuk ke dalam sistem pendingin. Karena Musicool masuk ke dalam sistem dalam wujud cair maka pengisian harus dilakukan perlahan-lahan.
5. Jalankan AC sampai tekanan di dalam sistem stabil. Sistem AC yang bekerja dengan baik akan menunjukkan tekanan suction 60-80 Psig untuk AC Split dan AC Window.
6. Dianjurkan pengisian menggunakan timbangan dan jumlah pengisian maksimum 30% dari berat freon.
7. Bila *low pressure* di dalam sistem sudah normal, kran warna biru dan merah ditutup dan slangnya dapat dilepas. Cek temperatur udara keluar *grill*.
8. Jangan lupa stiker Musicool ditempel pada alat mesin pendingin yang telah diisi refrigeran Musicool.
9. Dilarang merokok, hindarkan dari percikan api pada saat pengisian Musicool dan bekerjalah dengan baik dan benar.

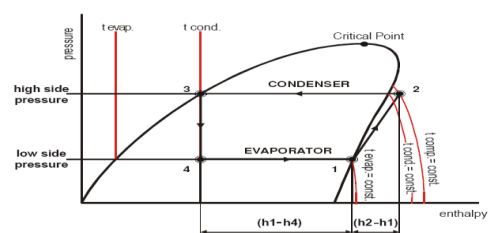
Petunjuk Perbaikan & Penggantian Komponen Peralatan Pendingin yang Menggunakan Musicool. Apabila sistem tidak dingin atau tidak berfungsi dengan baik sehingga diputuskan untuk mengganti katup ekspansi, *filter drier*, *kapiler* atau komponen lainnya, maka ikuti petunjuk berikut ini:

1. Bila sistem masih bertekanan, pasang *manifold gauge* dan buanglah Musicool ke tempat yang berventilasi melalui *suction port* atau *discharge port* secara perlahan-lahan atau arahkan slang pembuangan pada tempat yang kosong berisi air, supaya tidak terjadi pengkabutan.

2. Pastikan sistem pemipaan kosong dari Musicool bila memungkinkan lakukan pemvakuman sistem sebelum melakukan perbaikan atau penggantian komponen.
3. Bila akan memperbaiki atau membersihkan evaporator/ *blower*, kapiler atau mengganti katup ekspansi maka pastikan terdapat sirkulasi udara yang baik di dalam ruangan.
4. Apabila akan melakukan penyambungan pipa dengan pengelasan pastikan item 1 dan item 2 sudah dilakukan dengan baik.
5. Tidak dibenarkan menampung refrigeran Musicool di dalam tabung lain atau kondensor pada saat melakukan pengelasan lakukan pengelasan di luar instalasi.
6. Tidak dibenarkan membuka evaporator atau *blower*, katup ekspansi, kapiler atau sambungan pipa di dalam ruang pada saat sistem masih bertekanan, hal ini untuk menghindari peningkatan konsentrasi pada suatu tempat.
7. Dilarang merokok, hindarkan percikan api pada saat melakukan perbaikan dan bekerjalah dengan baik dan benar. (Pertamina, 2014)

2.5. Parameter – Parameter Prestasi Mesin Refrigerasi Kompresi Uap

Untuk menyatakan unjuk kerja dari suatu siklus kompresi uap, yang ditinjau adalah dampak refrigerasi, laju pelepasan kalor, kerja kompresi, *Coefficient of Performance (COP)* dan *Performance Factor (PF)* (Moran & Shapiro, 2006), yang dapat dijelaskan dengan gambar 5 :



Gambar 5. Aliran Refrigeran pada P-H diagram (Moran, 2006)

2.5.1. Dampak Refrigerasi (ER)

Dampak Refrigerasi (ER) adalah besarnya panas yang dapat diserap oleh refrigeran persatuan massa. Besarnya dihitung dengan selisih entalpi refrigeran masuk dan keluar Evaporator (Jones & Stoecker, 1989), atau Dampak refrigerasi merupakan jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran di dalam evaporator untuk setiap satu satuan massa refrigeran (Moran dan Shapiro, 2006).

$$ER = h_1 - h_4 \text{ (kJ/kg)} \quad (2.1)$$

2.5.2 Kerja Kompresi (W_k)

Kerja Kompresi (W_k) yang dibutuhkan pada proses kompresi uap refrigeran di dalam kompresor besarnya sama dengan selisih Enthalpi pada proses 1 ke 2. Hubungan ini diturunkan dari "Steady flow energy equation" dengan mengabaikan adanya perubahan energi kinetik dan energi potensial. Jadi:

$$h_1 + q = h_2 + W_k$$

Oleh karena proses 1 ke 2 berlangsung secara *adiabatic reversible* ($q = 0$), maka

$$W_k = h_1 - h_2 \text{ (kJ/kg)} \quad (2.2)$$

Selisih enthalpi ini mempunyai harga negatif berarti bahwa kerja diberikan ke sistem dari luar.

2.5.3. Panas yang dilepaskan di Kondensor (q_k)

Panas yang harus dibuang dari kompresor dapat dihitung dengan menggunakan Hukum Termodinamika 1. Laju Pendinginan dikondensor dihitung dengan menggunakan hukum pertama dan mengetahui kondisi refrigeran R134a cairan jenuh pada tekanan kondisi 3 (P_3), maka nilai entalpi (h_3) temperatur (T_3) dapat ditentukan menggunakan tabel sifat refrigeran jenuh (Uap - Cair) tabel tekanan (Moran dan Shapiro, 2006).

$$q_k = h_2 - h_3 \text{ (kJ/kg)} \quad (2.3)$$

dimana:

h_2 = Enthalpy uap refrigeran pada masukan kondensor

h_3 = Enthalpy cairan refrigeran pada keluaran kondensor.

2.5.4 Kinerja Mesin / Coefficient Of Performance(COP).

Coefficient of Performance (COP) adalah suatu koefisien yang besarnya sama dengan efek refrigerasi (ER) dibagi dengan kerja kompresi (W_k)

$$COP = (ER) / (W_k) = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2.4)$$

Koefisien prestasi ini identik dengan efisiensi pada motor bakar. Makin tinggi harga COP nya, maka akan semakin baik sistem refrigerasi tersebut. Harga COP ini biasanya lebih besar dari pada satu.

2.5.5. Faktor Prestasi / Performance Factor (PF)

Kerja bermanfaat pada mesin ini yaitu pada proses pelepasan panas di kondensor dan dinyatakan dengan *Performance Factor* (PF). Indeks prestasi ini didefinisikan sebagai kerja bermanfaat yang diinginkan dibagi dengan masukan kerja (Moran dan Shapiro, 2006).

$$PF = \frac{\text{Kerja bermanfaat}}{\text{Kerja Input}} = \frac{Q_{out}}{W_k} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \quad (2.5)$$

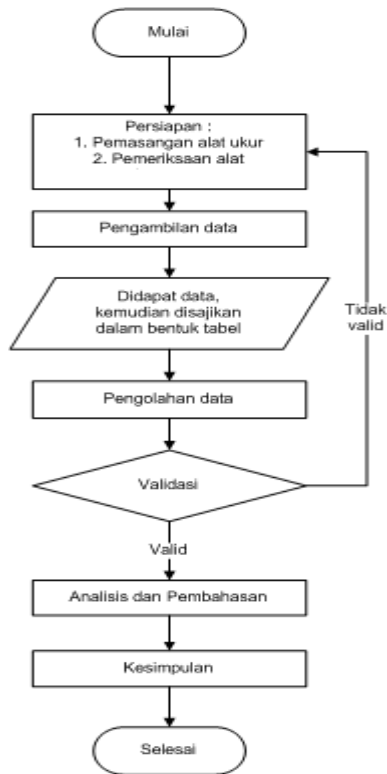
$$\text{Atau } PF = \frac{Q_k}{W_k}$$

Panas bermanfaat (Q_k) pada siklus mesin ini yaitu proses pelepasan panas dari refrigeran ke lingkungan dikondensor. Masukan kerja (W_k) yaitu proses kompresi di kompresor yang menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur dan tekanan refrigeran (Jones & Stoecker, 1989).

3. Metodologi Penelitian

3.1 Diagram Alir

Diagram penelitian menggunakan Gambar



Gambar 6. Diagram alir penelitian

3.2 Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Metode Litelatur yaitu dengan mempelajari literatur dari jurnal Ilmiah baik nasional maupun internasional sebagai bahan informasi untuk menyelesaikan penelitian.
- 2) Metode Observasi Langsung yaitu dengan cara meneliti langsung alat yang digunakan untuk mendapatkan data data yang diperlukan.

3.3. Bahan Penelitian

Bahan Untuk Penelitian ini menggunakan : Refrigeran R22 (HCFC), R290 (propana/MC22) dan R407C (HFC/*blend*) sebagai Fluida Kerja Sistem.

3.4 Alat Penelitian

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah Mesin Trainer AC Split kapasitas 2 HP.



Gambar 7. Instalasi Pengujian Mesin Pendingin

3.4.1 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian terdiri dari langkah persiapan dan langkah pengujian/pengambilan data. Langkah persiapan meliputi perakitan/setting instalasi uji, pemvakuman, pengisian refrigeran dan tes kebocoran. Langkah pengujian/pengambilan data dilakukan setelah sistem beroperasi sekitar 30 menit (sampai sistem bekerja normal/steady). Pengambilan data dilakukan dengan parameter berubah yaitu mengganti refrigeran. Kemudian setiap penggantian refrigeran dilakukan pengukuran data tekanan dan temperatur masuk/keluar refrigeran setiap komponen sistem kompresor, kondensor, dan evaporator. Semua pengukuran dilakukan pada waktu yang bersamaan. Semua data dicatat pada lembaran data. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 (lima) kali dengan interval waktu 50 menit untuk satu pengujian refrigeran.

3.5 Jadwal Penelitian:

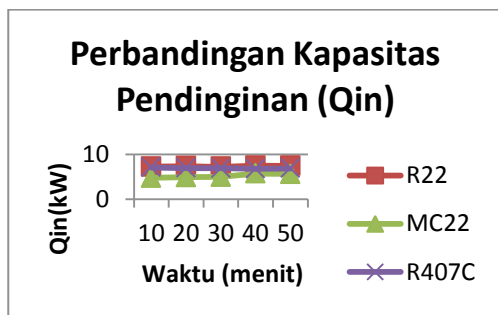
Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 01 juli s/d 7 september 2014

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Perbandingan Kapasitas Pendinginan (Q_{in})

Berikut hasil perbandingan kapasitas pendinginan mesin refrigerasi yang diuji dengan

berbagai refrigeran selama 50 menit terhitung mulai menit 10 (Gambar 4.1).

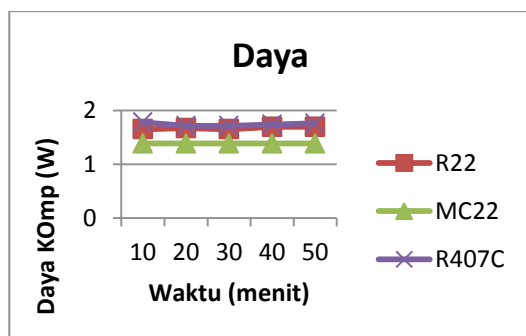


Gambar 8. Perbandingan Kapasitas Pendinginan

Hasil pengujian awal yang menggunakan Refrigeran R22 yang ditunjukkan pada Gambar 8, menunjukkan bahwa kapasitas pendinginannya lebih tinggi dari menit awal pengambilan data hingga menit akhir. Sedangkan pada penggunaan R407C memiliki nilai kapasitas pendinginan mendekati R22. Sedangkan pada MC22 memiliki nilai kapasitas pendinginan yang lebih rendah dari pada R22 dan R407C. Pada gambar 4.1 Terlihat nilai kapasitas pendinginan pada R22 yaitu rata-rata sebesar 7,38 kW, MC22 5,217 kW dan R407C 6,95 kW.

4.2. Perbandingan Kerja Kompresor (Wk)

Pada pengujian ini dilakukan pengisian refrigeran R22, MC22 dan R407C, temperatur lingkungan berkisar 30°C. Berikut hasil perbandingan Kerja Kompresor mesin refrigerasi yang diuji dengan berbagai refrigeran selama 50 menit terhitung mulai menit ke-10 (Gambar 9).

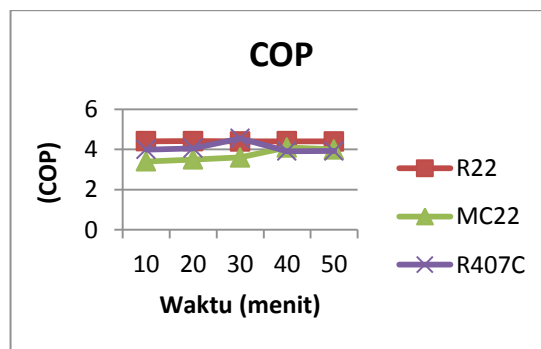


Gambar 9. Perbandingan Kerja Kompresor

Gambar 9 menunjukkan bahwa pada pengujian awal yang menggunakan R22, terlihat kerja kompresornya lebih besar dibanding pengujian kedua dan ketiga dari menit awal pengambilan data hingga menit akhir. Sedangkan pada R407C hampir memiliki nilai kerja kompresor yang sama namun lebih rendah dari pada pengujian pertama. Pada gambar 4.2 terlihat nilai kerja kompresor pada pengujian pertama yaitu rata-rata sebesar 1.672 kW, 1.386 kW dan pengujian ketiga 1.743 kW.

4.3. Perbandingan Coefisien Of Performance (COP)

Pada pengujian ini dilakukan pengisian tiga jenis refrigeran yaitu R22, MC22 dan R407C, temperatur lingkungan berkisar 30°C. Berikut hasil perbandingan *Coefisien of Performance* mesin refrigerasi yang diuji dengan berbagai refrigeran selama 50 menit terhitung mulai menit 10 (Gambar 10).



Gambar 10 Perbandingan COP

Gambar 10 menunjukkan bahwa pada pengujian awal yang menggunakan R22r, terlihat nilai kinerja (COP) lebih baik dibanding pengujian kedua dan ketiga dari menit awal pengambilan data hingga menit akhir. Sedangkan pada penggunaan MC22 memiliki nilai COP yang lebih rendah dari pada pengujian dengan R22 namun menjelang akhir pengambilan data, tepatnya pada menit ke 40 dan 50 terdapat kenaikan nilai COP yang medekati COP

R22 dan R407C. Pada pengujian dengan refrigeran R407C hampir memiliki nilai COP yang sama tapi lebih rendah dari pada pengujian pertama. Pada gambar 4.3. Terlihat nilai COP pada pengujian pertama (R22) yaitu rata-rata sebesar 4,408, pengujian kedua (MC22) 3,72 dan pengujian ketiga (407C) 4,086.

5. Kesimpulan

Penarikan kesimpulan berdasarkan analisa terhadap hasil pengujian alat. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

- 1) Perubahan refrigeran berpengaruh terhadap kapasitas pendinginan, kerja kompresor dan kinerja alat.
- 2) Refrigeran R22 memiliki COP dan kapasitas pendinginan lebih baik yaitu sebesar 4,408 dan 7,3807 kW dibanding MC22 dan R407C.
- 3) Pada penelitian ini MC22 memiliki kerja kompresor yang terkecil dibanding 2 refrigeran lainnya yaitu sebesar 1,386 kW. Hal ini seakan menutupi kelemahannya yang mudah terbakar.
- 4) R407C yang digunakan pada pengujian cukup layak untuk menggantikan R22 karena kinerjanya cukup mendekati kinerja R22 dengan kelebihan pada ramah lingkungan dan tidak mudah terbakarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, C.P. 2009. *Refrigeration and Air Conditioning*, Third Edition. McGraw-Hill, International Edition.
- ASHRAE. 2006. *ASHRAE Fundamentals Handbook (SI)*. United State of America.
- Calm, J.M. 2002. Options and Outlook for Chiller Refrigerants. *International Journal of Refrigeration* 25 (2002) 705–715.
- Dossat. 1981. *Principles of Refrigeration*. John Wiley and Sons, Inc. Toppan Company, Ltd. Tokyo Japan.
- Indartono, Y.S. 2006. Perkembangan Terkini Teknologi Refrigerasi (1). Berit@Iptek.com. Available from: URL:
- Jones dan Stoecker. 1989. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Edisi kedua, Jakarta : Erlangga.
- Moran & Sapiro. 2006 *Fundamentals of Engineering Thermodynamics 5th Edition*
- Rasta, dkk. *Evaluasi Pengelolaan Refrigeran CFC, dan HFC dengan Mesin 3R dan Uji Unjuk Kerja Mesin Pendingin Studi Kasus Pada Bengkel Ac Mobildi Denpasar – Bali*. Magister Teknik Lingkungan UNUD. Jurnal. Oktober 2010.
- Rowland, F.S., Molina, M.J. 1974. *Stratospheric Sink for Chloroflouromethanes: Chlorine Atom-Catalysed Destruction Ozone*. *Journal Nature*, 249, pp.810-2.
- UNDP-KLH. 2008. *Kumpulan Peraturan Pemerintah Tentang Program Perlindungan Lapisan Ozon. Unit Ozon Nasional. Asdep Urusan Pengendalian Dampak Perubahan Iklim. Kementerian Negara Lingkungan Hidup*. Jakarta, Februari 2008.
- UNEP. 2000. *Study on the Potential for Hydrocarbon Replacements in Existing Domestic and Small Commercial Refrigeration Appliances*.
http://gasdom.pertamina.com/produk_dan_services_musicool_22.aspx. 2014
<http://www.beritaiptek.com>