

Penggunaan Refrigeran Hidrokarbon (HCR) Sebagai Refrigeran Alternatif Yang Ramah Lingkungan Dan Hemat Energi

Puji Saksono¹, Gunawan²

^{1),2)} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan
Jl. Pupuk Raya Balikpapan. Telp./Fax. 0542-764205
Email : saksono_puji@yahoo.co.id

Abstrak. Mesin-mesin pendingin atau refrigerasi pada saat ini telah banyak berkembang pesat seiring dengan kemajuan teknologi. Pada umumnya mesin ini digunakan untuk mengawetkan makanan dan penyejukan udara. Jenis refrigeran yang dipakai selama ini adalah refrigeran sintetis yang tidak ramah lingkungan. Program pengabdian masyarakat yang dilakukan adalah dengan melakukan kegiatan yang berkaitan dengan penggantian jenis refrigeran dari sintetis ke jenis refrigeran hidrokarbon (HCR) berupa sosialisasi, pelatihan dan skill competition bagi teknisi refrigerasi untuk meningkatkan kompetensi. Proses retrofit (penggantian jenis refrigeran yang berbeda dan ramah lingkungan) perlu disampaikan secara lengkap karena berhubungan dengan faktor standar operasional prosedur (SOP) dari berbagai peralatan sistem refrigerasi, safety factor dan sifat flammable (mudah terbakar) dari refrigeran hidrokarbon ini. Program yang berkelanjutan diharapkan agar masyarakat dan industri dapat beralih dari penggunaan refrigeran sintetis ke hidrokarbon, disamping kompetensi dan profesionalitas teknisi akan semakin meningkat.

Kata kunci: Refrigeran sintetis, Sosialisasi, pelatihan, refrigeran hidrokarbon

1. Pendahuluan

Sistem refrigerasi dan pengkondisian udara banyak digunakan di dunia industri makanan, transportasi, kesehatan maupun rumah tangga. Refrigeran yang umum dipakai pada saat ini mengandung senyawa sintetik HCFC (*Hydrochlorofluorocarbon*) seperti R-22, senyawa CFC (*Chlorofluorocarbon*) seperti R-12 dan HFC (*Hidrofluorocarbon*) seperti R-134a yang memiliki sifat-sifat yang baik ditinjau dari segi teknik seperti: kestabilan yang tinggi, tidak mudah terbakar, tidak beracun dan relatif mudah didapat.

Refrigeran HFC walaupun tidak mempunyai unsur *chlor* yang dapat merusak lapisan ozon tetapi mengandung unsur *fluor* yang dapat menimbulkan pemanasan global (*Global Warming Potential/GWP*) apabila refrigeran tersebut terlepas ke atmosfer. Pemakaian hidrokarbon sebagai refrigeran pengganti merupakan salah satu alternatif solusi untuk mengatasi masalah ini, karena refrigeran hidrokarbon tidak mempunyai efek negatif terhadap lingkungan.

Pertamina UP III bekerja sama dengan Penelitian & Laboratorium (P&L) Bidang Pengolahan Direktorat Hilir Pertamina Kantor Pusat telah mengembangkan produk refrigeran hidrokarbon Musicool (MC) dengan beberapa grade:

1. MC-12 dan MC-134 sebagai pengganti refrigeran R-12 dan R-134a.
MC-12 dan MC-134 merupakan campuran propane dan i-butane dengan kandungan butane serendah mungkin agar tidak mengganggu proses kondensasi pada sistem pendingin. Refrigeran ini digunakan pada kendaraan bermotor, kulkas dan dispenser.
2. MC-22 sebagai pengganti refrigeran R-22. MC-22 digunakan untuk pendingin ruangan/AC jenis *Split*, *window* maupun *central*. Refrigeran ini memerlukan kandungan propane yang sangat tinggi yaitu 99,5 % dengan *impurities butane* dan *olefin* yang serendah mungkin atau mendekati nol agar kinerja sistem pendingin berjalan optimal.
3. MC-600 sebagai refrigeran 600a.
MC-600 mempunyai kandungan i-butane yang sangat tinggi/dominan atau lebih besar dari 85 % dengan kandungan propane seminim mungkin. Refrigeran 600a saat ini digunakan sebagai media pendingin pada kulkas, yang beroperasi pada tekanan rendah. Ke depan prospek refrigeran ini sangat cerah karena kecenderungan penggunaan tinggi.

Seperti komoditas lainnya, yaitu energi listrik, gas alam, LPG, penggunaan refrigeran hidrokarbon juga mengikuti prosedur keamanan dan keselamatan pada:

- *British Standard/BS 4434 : 1995 safety and environmental aspect in the design, construction and installation of refrigerating system and appliances.*
- *AS/NZS-1677 : refrigeration and air Conditioning safety for the use of all refrigerant, including hydrocarbons.*
- Standar Nasional Indonesia (SNI)
 - o SNI 06-6500-2000 : Aturan Keamanan Penggunaan Refrigeran pada Instalasi Tetap.
 - o SNI 06-6511-2000 : Pedoman Keamanan Pengisian, Penyimpanan dan Transportasi Refrigeran Hidrokarbon.
 - o SNI 06-6512-2000 : Pedoman Praktis Pemakaian Refrigeran Hidrokarbon Pada mesin Tata Udara Kendaraan Bermotor.

Refrigeran hidrokarbon Musicool MC-22 merupakan produk Pertamina yang tetap menggunakan penomoran MC-22 dengan maksud untuk memudahkan konsumen di Indonesia sebagai pengganti dari refrigeran HCFC-22 (R-22). Sedangkan penomoran standar internasionalnya tetap memakai R-290 karena komposisi bahan terbesar dari refrigeran jenis ini yaitu *propane* (C₃H₈). Refrigeran hidrokarbon Musicool MC-22 mempunyai tekanan jenuh yang lebih rendah dari R-22 pada kisaran temperatur kondensor, tetapi mempunyai tekanan jenuh yang sama pada kisaran temperatur evaporator. Refrigeran ini dapat *directfit* pada sistem R-22 tanpa harus mengganti komponen. Karena merupakan zat tunggal, maka refrigeran ini tidak memiliki temperatur *glide*.

- Keunggulan dari refrigeran hidrokarbon Musicool MC-22 dibandingkan dengan R-22 adalah:
 1. Nilai *Ozon Depleting Potensial* (ODP) dan *Global Warming Potensial* (GWP) nol
 2. Menggunakan jenis pelumas mineral yang sama
 3. Tekanan evaporator yang positif (> 1 atm)
 4. Komsumsi daya yang lebih rendah
 5. Torsi stater yang lebih rendah
 6. Muatan refrigeran yang lebih kecil dibandingkan dengan R-22
- Kelemahan refrigeran ini:
 1. Mudah menyala
 2. Tidak cocok untuk kondisi lingkungan yang panas (43 °C)
- Sifat fisika dan kimia refrigeran hidrokarbon Musicool:
 1. Kenampakan : Cairan tidak berwarna, mudah menguap.
 2. Bau : Agak amis
 3. Kelarutan dalam air : Tidak larut
 4. Sifat bahaya : Bahaya, uap lebih berat dari udara
 5. Komposisi
 - Bahan: Produk bahan pendingin berupa senyawa tunggal atau campuran dari *ethane*, *propane*, *butane*.
 - Zat ikutan: Tidak mengandung bahan kimia ikutan lainnya yang dapat mempengaruhi klasifikasi produk.

Sedangkan MC-134 merupakan refrigeran campuran antara propane dan i-butene, yang masih dalam penyempurnaan. Hal ini diperlukan untuk meningkatkan performansi di dalam sistem refrigerasi dan kendala dalam proses retrofit.

Di samping itu pemakaian refrigeran hidrokarbon terkait dengan:

1. Kebijakan global & nasional
2. Perkembangan aplikasi refrigeran hidrokarbon (HC) di luar negeri
3. Keunggulan teknis sifat fisika & termodinamika (Ref. HC vs Ref. Sintetik)
4. Tuntutan Konservasi Energi & Lingkungan Sumber Daya Manusia (SDM).

Tujuan utama dari program ini adalah untuk mengubah di masyarakat dan industri dari penggunaan refrigeran sintetis ke hidrokarbon (HCR) sebagai refrigeran alternatif yang ramah lingkungan dan hemat energi. Di samping itu juga sebagai cara untuk menyampaikan hasil penelitian yang telah dilakukan di bidang sistem refrigerasi.



Gambar 1. Jenis produk refrigeran hidrokarbon (HCR) Musicool PT. Pertamina (Persero)

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia refrigeran hidrokarbon Musicool PT. Pertamina (Persero)

No	Sifat	MC-12	MC-134	MC-22	MC-600
1	Normal Boiling Point, °C	-32,97	-33,44	-42,05	-10,46
2	Tekanan Kritis, Psia	588,8	590,7	616,0	531,2
3	Batas ambang terjadi nyala, % vol di udara	1,95-9,1	1,95-9	2,0-10,2	1,8-8,5
4	Flash Point, OC	-94	-95	-105	-83
5	Temperatur nyala, °C	444	446	473	450
6	Tekanan Cairan jenuh pada 37,8 °C (Psia)	134,7	136,8	188,5	70,03
7	Kerapatan Cairan jenuh pada 37,8 °C kg/m ³	503,3	502,3	471,3	537,1
8	Kerapatan Uap jenuh pada 37,8 °C kg/m ³	17,15	17,31	28,53	12,22
9	Kerapatan Uap jenuh pada NBP, kg/m ³	1,640	1,621	2,412	2,757
10	Viskositas cairan jenuh pada 37,8 °C, uPa-s	103,5	102,7	84,58	132,8
11	Viskositas uap jenuh pada 37,8 °C, uPa-s	8,000	8,022	2,238	7,363

Sumber: Materi sosialisasi dan pelatihan refrigeran hidrokarbon, PT. Pertamina (Persero)

Service dan retrofit.

Service adalah tindakan perawatan atau perbaikan yang menyebabkan refrigeran harus dikeluarkan dari dalam sitem; sedangkan *retrofit* adalah tindakan konversi atau penggantian refrigeran CFC, HCFC atau HFC dengan refrigeran baru (yang bebas khlor dan tidak merusak lingkungan). Refrigeran hidrokarbon (HCR) dapat langsung dipakai pada mesin refrigerasi yang sebelumnya menggunakan refrigeran jenis R-12, R-22 maupun R-134a seperti; lemari es, cold storage, chiller, AC mobil maupun alat berat, tanpa harus mengganti atau memodifikasi komponen.

2. Metode Kegiatan

Kegiatan yang dilakukan selama ini meliputi : (1) Sosialisasi ke berbagai instansi pemerintah, BUMN, BUMD, perusahaan swasta, maupun bengkel *service* AC perorangan (2) pelatihan bagi para teknisi yang menggunakan refrigeran hidrokarbon baik dari perusahaan maupun bengkel *service* AC perorangan (3) *Skill competition* bagi teknisi refrigerasi untuk meningkatkan kompetensi dan profesionalitas para teknisi refrigerasi.

Metode sosialisasi dan pelatihan menekankan pada proses *service* sistem refrigerasi yang menggunakan refrigeran sintetis dan proses *retrofit* ke refrigeran hidrokarbon (HCR), hal ini juga disarankan bagi yang akan melakukan program dengan topik yang sama pada pengabdian masyarakatnya.

Penanganan refrigeran sintetis CFC dan HCFC pada saat *service*:

1. Jangan melepaskan refrigeran ke udara (atmosfer)
2. Pergunakan tang penusuk untuk mengeluarkan refrigeran
3. Hubungkan selang dari tang penusuk ke mesin *recovery*
4. Lakukan *recovery* dan vakum sebelum memulai *service*
5. Jangan melakukan *brazing* pada pipa yang masing mengandung refrigeran, karena refrigeran CFC dan HCFC akan terurai menjadi gas yang beracun
6. Setelah *service* selesai dilakukan, lakukan tes kebocoran dengan gas nitrogen dan air sabun
7. Vakum sistem
8. Tambahkan minyak pelumas
9. Vakum lagi
10. Matikan pompa vakum, amati kebocoran dengan adanya kenaikan tekanan
11. Isi refrigeran sedikit, test kebocoran dengan pengetes elektronik
12. Tambahkan refrigeran hingga penuh
13. Jalankan mesin dan amati temperatur ruang dingin dan arus listrik kompresor.

Penanganan refrigeran hidrokarbon (HCR) pada saat *service*:

1. Sama seperti saat menggunakan refrigeran CFC dan HCFC
2. Perlu di-*recovery* karena lebih mudah terbakar
3. Apabila tidak di-*recovery* buang ke tempat yang aman dari percikan bunga api dan berventilasi baik.

3. Pembahasan dan Hasil

Kegiatan yang telah dilakukan selama periode bulan September 2017 s/d Desember 2018 meliputi:

A. Sosialisasi ke berbagai instansi pemerintah, BUMN, BUMD, perusahaan swasta maupun bengkel *service* AC perorangan.

Kegiatan ini sangat diperlukan untuk memberikan informasi tentang penggunaan refrigeran hidrokarbon sebagai pengganti refrigeran sintestis yang selama ini digunakan di dalam sitem refrigerasi.

Materi yang disampaikan yaitu tentang pemakaian refrigeran hidrokarbon dilihat dari berbagai aspek meliputi teknis, ekonomis dan lingkungan. Proses retrofit (penggantian jenis refrigeran yang berbeda dan ramah lingkungan) perlu disampaikan secara detail karena berhubungan dengan faktor standar operasional prosedur (SOP) dari berbagai peralatan sistem refrigerasi, *safety factor* dan sifat *flammable* (mudah terbakar) dari refrigeran hidrokarbon ini.

Objektif yang ingin dicapai dalam penggunaan refrigeran hidrokarbon (HCR) melalui berbagai kegiatan:

Lingkup Mikro:

1. Teknis : * Assets Kompresor lebih tahan lama
 * Konsumsi / Pemakaian listrik kecil dan temperatur pendinginan rendah.
2. Ekonomis : * Biaya operasi kecil
 * Biaya *replacement* kecil sehingga profit yang didapat tinggi

Lingkup Makro:

Kontribusi terhadap program pemerintah dalam hal:

- Penghematan energi
- Pelestarian lingkungan
- Penghematan devisa



Gambar 2. Sosialisasi teknisi dan agen *regrigeran* PT. Pertamina (Persero) di Pontianak (Kamis, tanggal 15 November 2018)



Gambar 3. Peserta sosialisasi teknisi dan agen *regrigeran* PT. Pertamina (Persero) di Pontianak, (Kamis, tanggal 15 November 2018)

Di samping mengisi acara sosialisasi dan workshop yang diadakan oleh PT. Pertamina (Persero) untuk wilayah Kalimantan, juga sering dilakukan *sharing* dengan anggota Asosiasi Praktisi Pendingin dan tata Udara (APITU) Balikpapan yang dilakukan di kampus maupun di tempat bengkel service AC perorangan.

B. *Sharing knowledge and skill competition* teknisi refrigerasi Asosiasi Praktisi Pendingin dan tata Udara (APITU)

Kegiatan *Sharing knowledge* dan pelatihan sangat diperlukan dengan tujuan agar para teknisi dan agen refrigeran hidrokarbon dapat informasi yang baik tentang penggunaan refrigeran hidrokarbon pada sektor mesin refrigerasi.



Gambar 4. *Sharing knowledge and skill competition* teknisi refrigerasi anggota APITU di Tenggarong Kalimantan Timur (Minggu, 15 Oktober 2017)



Gambar 5. *Skill competition* teknisi refrigerasi anggota APITU wilayah Kalimantan di Tenggarong Kalimantan Timur (Minggu, 15 Oktober 2017)

Kegiatan *skill competition* bagi para teknisi refrigerasi secara rutin dilakukan oleh APITU agar kompetensi dan profesionalitas para teknisi semakin meningkat.

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil program pengabdian masyarakat adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan program sosialisasi yang berkelanjutan agar masyarakat dan industri dapat beralih dari refrigeran sintesis ke refrigeran hidrokarbon.
2. Program workshop, pelatihan dan *Sharing knowledge and skill competition* untuk teknisi refrigerasi dilakukan juga secara berkelanjutan agar kompetensi dan profesionalitas para teknisi refrigerasi semakin meningkat.
3. Kerjasama antara produsen refrigeran, industri, teknisi, masyarakat dan akademisi dapat ditingkatkan agar program ini dapat berjalan dengan baik, tepat sasaran dan cakupannya semakin luas.

Ucapan Terima Kasih

1. PT. Pertamina (Persero) Balikpapan yang telah memberikan kepercayaan kepada kami program studi Teknik Mesin Universitas Balikpapan untuk menjadi team dalam kegiatan sosialisasi dan pelatihan bagi teknisi refrigerasi area Kalimantan.
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Balikpapan yang telah memberikan penugasan dan dukungan untuk melakukan pengabdian masyarakat.
3. Asosiasi Praktisi Pendingin dan Tata Udara (APITU) Kalimantan yang telah mendukung program setiap ada acara di seluruh wilayah Kalimantan.

Daftar Pustaka.

1. Arismunandar, W dan Saito, H, 2002, *Penyegaran Udara*, Cetakan ke-6, PT. Pradnya, Paramita, Jakarta.
2. Pasek, A.D., 2007, *Retrofit Sistem Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara Ramah Lingkungan*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.
3. Pertamina. PT, 2009, *Materi Sosialisasi dan Pelatihan Refrigeran Hidrokarbon*, PT. Pertamina (Persero), Jakarta.
4. Stocker, W.F., 1996, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Erlangga, Jakarta.