

## APLIKASI RETROFIT R22 MENJADI HIDROKARBON

Rusdi Malin, Gatot Eka Pramono

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Kampus Baru UI Depok 16424

E-mail : [malin@cbn.net.id](mailto:malin@cbn.net.id)

### Abstrak

Refrijeran chloroflourocabon (CFC), hydrochloroflourocabon (HCFC), dan hydroflourocabon (HFC) merupakan refrijeran yang sering dipakai dalam mesin-mesin pendingin ataupun heat pump, namun ketiga jenis refrijeran tersebut ternyata mempunyai dampak buruk kepada lapisan ozon dan sebagai penyebab pemanasan global. Oleh karena itu penggunaan ketiga jenis refrijeran ini sudah mulai dibatasi dan suatu saat mungkin akan dihilangkan. Refrijeran hidrokarbon ternyata bisa dipakai untuk menggantikan ketiga jenis refrigeran di atas tanpa menimbulkan banyak masalah (retrofitting). Refrijeran R290 (propana) ternyata bisa dipakai untuk mengganti R22 secara langsung, tidak perlu ada perubahan yang berarti di dalam sistem tersebut dengan jumlah refrijeran tinggal sekitar 40-50% dari jumlah refrijeran R22 dan lebih hemat energi sekitar 10-20% bila dibandingkan dengan R22. Meskipun mudah terbakar, refrijeran hidrokarbon ternyata aman digunakan asalkan kita mematuhi aturan-aturan yang berlaku dalam penanganan refrijeran ini. Refrijeran hidrokarbon merupakan bahan refrijeran masa depan yang aman bagi manusia, aman bagi lingkungan, dan hemat energi.

Kata kunci : Refrijeran Hidrokarbon, Retrofitting, R290

### Pendahuluan

Manusia selalu menginginkan kenyamanan dalam melakukan segala aktivitasnya. Kondisi lingkungan yang tidak nyaman menyebabkan manusia berupaya untuk merubah keadaan tersebut menjadi senyaman mungkin. Temperatur lingkungan yang tinggi membuat manusia tidak nyaman dan berupaya untuk merubah keadaan tersebut dengan mempergunakan mesin penyejuk udara. Pada saat ini penggunaan AC adalah suatu keharusan didalam aktivitas manusia.

Bahan utama yang sering digunakan sebagai refrijeran pada mesin pendingin adalah *chloroflourocabon* (CFC). Namun menurut penelitian, bahan CFC akan merusak lapisan ozon bila terlepas di udara bebas sehingga akan merugikan kehidupan makhluk hidup di bumi. Orang kemudian berusaha mencari alternatif dengan mengganti refrijeran berbahan CFC dengan refrijeran *hydrochloroflourocabon* (HCFC) yang mempunyai nilai ODP (*Ozone Depletion Potential*) yang lebih rendah dari CFC. Tetapi pada bulan September 1987 diadakan pertemuan di Montreal, Kanada dengan dihadiri perwakilan dari 30 negara untuk membahas pengaruh bahan refrijeran terhadap kerusakan lapisan ozon. Pada pertemuan ini dihasilkan suatu peraturan yang dikenal dengan Protokol Montreal yang mengatur mengenai ODP. Pada tahun 1990 diadakan pertemuan lanjutan di London untuk menyempurnakan Protokol Montreal dan 70 negara juga bergabung. Pada tahun 1992 diadakan kembali pertemuan di Copenhagen untuk menyempurnakan Protokol Montreal dan sekitar 100 negara ikut bergabung termasuk indonesia.

Setelah pembatasan produksi refrijeran CFC dan HCFC, orang kemudian mencari bahan lain untuk digunakan sebagai refrijeran, salah satunya adalah refrijeran *hydroflourocabon* HFC yang memiliki nilai ODP nol. Namun refrijeran ini ternyata memiliki nilai potensi pemanasan global / *Global Warming Potensial* (GWP) yang tinggi sehingga menyebabkan efek rumah kaca apabila terlepas ke atmosfir. Oleh karena itu, dalam Kyoto Protocol terdapat aturan mengenai emisi pemanasan global yang menyebabkan adanya pembatasan produksi dan penggunaan refrijeran yang memiliki nilai GWP tinggi.

CFC, HCFC, HFC memiliki nilai GWP yang tinggi sehingga penggunaannya akan dibatasi dan perlambatan mulai dihilangkan sehingga perlu adanya alternatif bahan refrijeran yang lain sebagai penggantinya. Refrijeran hidrokarbon adalah salah satu pengganti yang bisa dipilih karena

memiliki nilai ODP nol dan nilai GWP yang sangat rendah. Selain itu refrijeran hidrokarbon memiliki karakteristik yang mirip dengan ketiga jenis refrijeran di atas sehingga bisa digunakan langsung sebagai pengganti refrijeran CFC, HCFC, HFC tanpa memerlukan perubahan sistem.

### **Metodologi**

Pengujian dilakukan dengan melakukan cara-cara retrofitting yang benar dan dilakukan di P2M UI Salemba menggunakan AC split sebagai media percobaan. Dimana refrijeran yang digunakan sebelumnya pada AC split adalah R22 yang akan diganti dengan hidrokarbon yang sesuai dengan karakteristik R22.

**Tabel 1 Cakupan aplikasi dan padanan refrijeran HCFC dengan refrijeran HC**

Refrijeran	Application Range	Replacement
R600a (isobutane)	High/medium temperature; domestic appliances	R12, R134a
CARE 30 (R600a/R290 blend)	High/medium temperature; commercial, automotive, domestic.	R12, R134a
R290 (propane)	High/medium/low temperature; commercial, industrial; freezers, air conditioning, heat pumps.	R22, R404A, R407C, R507A
R1270 (propylene or propene)	High/medium/low temperature; commercial, industrial; industrial and process refrigeration, air conditioning, heat pumps, chillers	R22, R404A, R407C, R507A
CARE 50 (R290/R170 blend)	High/medium/low temperature; commercial, industrial; industrial and process refrigeration, air conditioning, heat pumps, chillers	R22, R404A, R407C, R507A
R170 (ethane)	Low temperature cascade systems	R13, R23, R503

(ACRIB,2001)

**Tabel II Karakteristik refrijeran hidrokarbon**

Refrijeran	Mol.mass (kg/kmol)	Normal boiling point at 1 atm	Critical tempera ture (°C)	Critical pressure (bar 1bs.)	Temp. glide at 25°C (K)	Latent heat at 25°C (kJ/kg)	Saturatio n pressure at 25°C (bar.abs.)
R600a	58.1	-11.7	135.0	36.45	0	332	3.5
CARE 30	51.0	-31.7	105.5	34.01	7.8	353	5.2
R290	44.1	-42.1	96.7	42.48	0	342	9.6
R1270	42.1	-47.7	91.8	46.18	0	338	11.5
CARE 50	46.8	-49.1	79.3	33.86	3.9	348	10.1
R170	30.1	-88.8	32.2	48.91	0	299	24.0

(ACRIB,2001)

**Tabel III LFL dan temperatur Autoignition pada beberapa refrijeran**

Refrijeran	Number	Lower Flammability Limit (LFL)		Autoignition Temperature (°C)
		By volume (%)	By mass (kg/m <sup>3</sup> )	
Ethane	R170	3.0	0.037	515
Propane	R290	2.1	0.038	470
Iso-butane	R600a	1.8	0.043	460
Propylene	R1270	2.5	0.043	455
CARE 30	-	2.0	0.041	460
CARE 50	-	2.2	0.038	460

(ACRIB,2001)

### Persiapan Retrofitting

Tidak semua orang bisa melakukan *retrofitting* hidrokarbon. Hanya orang-orang yang sudah ahli dan bersertifikat yang boleh melakukan *retrofitting* hidrokarbon. Selain itu, tidak semua unit AC bisa diretrofit dengan menggunakan refrijeran hidrokarbon. Hanya unit AC yang masih berfungsi dengan baik yang bisa diretrofit. Ada beberapa hal yang perlu kita persiapkan seperti :

- Pastikan unit AC yang akan kita retrofit berfungsi dengan baik, hal ini dapat kita pastikan dengan menguji unit tersebut dengan cara mengoperasikannya dan dilihat apakah unit tersebut masih berfungsi dengan baik sewaktu beroperasi dengan menggunakan R22.
- Pastikan pada unit AC tersebut tidak ada kebocoran pada sistemnya dengan cara memeriksa kebocoran dengan menggunakan metode-metode pendektsian yang tersedia.
- Pastikan pada sistem kelistrikan unit tersebut tidak ada hal-hal yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran.
- Tentukan jenis refrijeran hidrokarbon yang cocok (untuk R22 biasanya R290).

Selain mempersiapkan unit yang akan kita *retrofit* kita juga perlu mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam proses *retrofit*. Alat-alat tersebut terdiri antara lain :

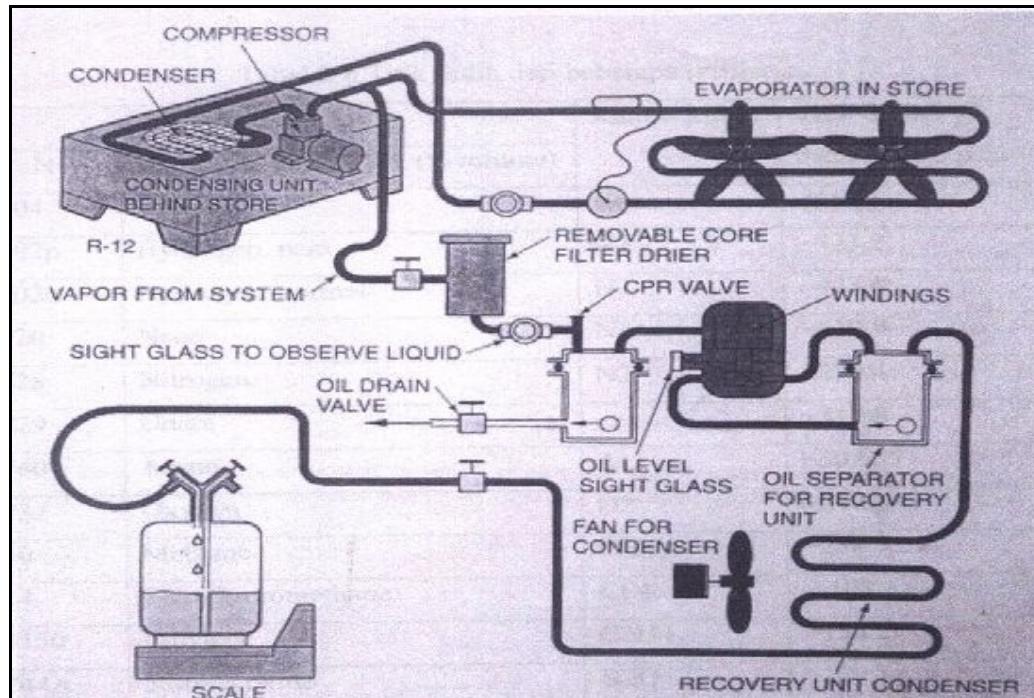
- Katub tiga arah (*gauge manifold*)
- Selang konektor
- Pompa vakum
- Tabung gas R22 kosong
- Tabung gas hidrokarbon
- Mesin *recovery* untuk R22
- Tang ampere
- Timbangan

### Recovery

Sebelum melakukan pengisian refrijeran hidrokarbon kita harus mengeluarkan refrijeran R22 dari unit tersebut dengan melakukan prosedur *recovery*. Metode *recovery* yang digunakan adalah *recovery cair* seperti terlihat pada gambar 1. Langkah-langkah *recovery* tersebut adalah :

1. Hubungkan katub tiga arah (*gauge manifold*) dengan selang konektor.
2. Tutup semua katub pada *gauge manifold*.
3. Hubungkan selang tekanan rendah pada *gauge manifold* dengan pipa tekanan rendah (*suction line*) dari unit AC dan selang yang lain pada mesin *recovery*.
4. Hubungkan mesin *recovery* dengan tabung R22 kosong.
5. Buka katub *gauge manifold* yang kearah unit AC.
6. Hidupkan mesin *recovery*.
7. Buka katub pada tabung R22 kosong.

Sebelum melakukan *recovery*, tabung kosong yang akan dipakai untuk menampung R22 harus divakum terlebih dahulu agar tidak ada udara di dalamnya, dan mempermudah masuknya cairan refrigeran. Mesin *recovery* dioperasikan sampai semua refrigeran di dalam unit AC dapat dikeluarkan dan ditampung di dalam tabung. Hal ini dapat kita ketahui dengan melihat tekanan pada sisi hisap pada mesin *recovery*. Apabila tekanannya telah mencapai kurang lebih -25 in Hg maka refrigeran dalam unit tersebut telah dikeluarkan semua dan kita bisa menutup katub pada tabung R22 dan mematikan mesin *recovery*. Setelah proses *recovery* selesai, timbang berat refrigeran R22 yang telah dikeluarkan sehingga kita bisa memperkirakan jumlah refrigeran hidrokarbon yang dibutuhkan.



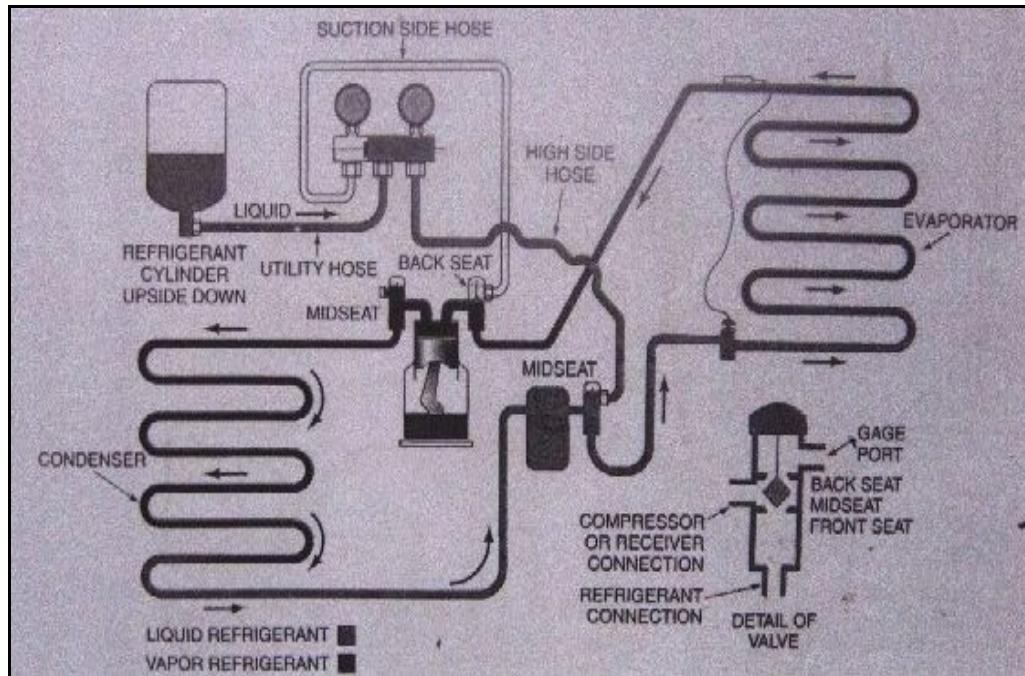
Gb. 1 Skema proses recovery

### Pemvakuman

Sebelum melakukan pengisian, kita harus menentukan jenis refrigeran hidrokarbon yang sesuai dengan refrigeran yang akan kita ganti. Dalam hal ini jenis refrigeran hidrokarbon yang cocok untuk penggantian refrigeran R22 menurut tabel 1 adalah dari golongan propana (R290). Sebelum melakukan pengisian refrigeran hidrokarbon, kita harus melakukan pemvakuman unit AC yang akan kita isi. Pemvakuman ini dilakukan setelah proses *recovery* selesai dengan maksud untuk menghilangkan sisa refrigeran dan juga udara yang mungkin masih berada di dalam sistem tersebut. Prosedur pemvakuman adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan katub tiga arah (*gauge manifold*) dengan selang konektor.
2. Tutup semua katub pada *gauge manifold*.
3. Hubungkan selang tekanan rendah pada *gauge manifold* dengan pipa tekanan rendah dari unit AC dan selang yang lain pada pompa vakum.
4. Buka katub *gauge manifold* yang ke arah unit AC.
5. Hidupkan pompa vakum.

Setelah pompa vakum bekerja, pada *gauge manifold* akan terbaca tekanan semakin berkurang. Pemvakuman dilakukan sampai tekanan terendah yang bisa dicapai. Apabila tekanan terendah telah tercapai, tutup katub pada *gauge manifold* yang ke arah unit AC dan matikan pompa vakum. Biarkan beberapa menit dan lihat apakah tekanan pada unit AC tersebut bertambah atau tidak. Apabila tekanan bertambah maka unit AC tersebut mengalami kebocoran dan harus segera diperbaiki. Dan apabila tekanan tidak bertambah maka unit tersebut bebas dari kebocoran dan kita bisa melakukan pengisian refrigeran hidrokarbon.



Gb. 2 Skema proses pengisian cair hidrokarbon

### Pengisian

Pengisian refrijeran hidrokarbon dilakukan setelah proses pemvakuman selesai dan kebocoran pada sistem tidak terjadi. Proses pengisian tersebut mempunyai beberapa tahapan seperti ditunjukkan pada gambar 2 yaitu :

1. Lepaskan kabel konektor pada pompa vakum kemudian hubungkan ke tabung refrijeran hidrokarbon .
2. Pasang tang ampere pada salah satu kabel kondensor.
3. Setelah semua selang terpasang, buka katub tabung refrijeran hidrokarbon kemudian buka katub tekanan tinggi pada *gauge manifold* dan segera tutup kembali. Hal ini perlu dilakukan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam selang konektor.
4. Buka katub tekanan rendah pada *gauge manifold* sehingga saluran bertekanan dan berisi refrijeran hidrokarbon.
5. Tutup kembali katub tekanan rendah pada *gauge manifold*.
6. Hidupkan AC sehingga tekanan dalam sistem menjadi berkurang, hal ini menunjukkan bahwa sistem belum terisi refrijeran semestinya.
7. Tambahkan refrijeran hidrokarbon pada unit AC tersebut dengan cara membuka katub tekanan rendah secara perlahan sampai tekanan kerja unit AC tersebut tercapai (biasanya antara 60-70 psi), atau sampai dengan jumlah refrijeran yang diijinkan. Pastikan arus yang mengalir tidak melebihi arus dari yang tertera pada *name plate* unit AC tersebut.
8. Setelah tekanan kerja tercapai, tutup kembali katub pada *gauge manifold* dan juga katub pada tabung refrijeran hidrokarbon.
9. Biarkan unit beroperasi sekitar 30-60 menit dan periksa unit AC tersebut bisa berfungsi dengan baik atau tidak dan melihat apakah tekanan kerja mengalami perubahan.
10. Apabila tekanan kerja turun dan arus listrik pada unit juga turun, maka tambahkan refrijeran tersebut dan ulangi langkah 7. Apabila tekanan kerja naik dan arus naik melebihi batas yang diijinkan maka sistem tersebut kelebihan beban dan sebagian refrijeran harus dikeluarkan dari sistem sampai kondisi menjadi normal.
11. apabila unit tersebut sudah bekerja dengan baik, kita bisa melepaskan semua peralatan yang terhubung pada unit tersebut dan pastikan pada katub pengisian tidak terjadi kebocoran.
12. Tempelkan stiker hidrokarbon pada unit kondensor dan evaporator.

Jumlah refrijeran hidrokarbon biasanya hanya 40-50% dari jumlah refrijeran R22, oleh karena itu sangatlah penting untuk mengetahui jumlah refrijeran R22 agar dalam pengisian refrijeran hidrokarbon tidak melebihi kapasitas. Selain itu konsumsi listrik dari refrijeran hidrokarbon ini lebih rendah 10-20% sehingga sangat penting untuk memonitor arus pada kompresor sewaktu dilakukan pengisian sehingga tidak terjadi kelebihan beban.

### Kesimpulan

Refrijeran hidrokarbon sebagai bahan pengganti refrijeran R22 pada unit AC split memiliki banyak sekali keunggulan. Keunggulan-keunggulan tersebut antara lain :

1. Refrijeran hidrokarbon memiliki nilai ODP nol yang berarti tidak merusak lapisan ozon.
2. Refrijeran hidrokarbon memiliki nilai GWP yang sangat rendah bila dibandingkan dengan refrijeran jenis lainnya.
3. Refrijeran R290 (propana) dapat menggantikan refrijeran R22.
4. Jumlah refrijeran yang dibutuhkan hanya sekitar 40-50% dari berat refrijeran R22.
5. Tidak memerlukan penggantian pada sistem sebelumnya sehingga lebih ekonomis.
6. Refrijeran hidrokarbon memiliki kompatibilitas yang penuh dengan segala jenis oli pelumas sehingga tidak memerlukan penggantian oli pelumas.
7. Refrijeran hidrokarbon lebih hemat listrik dibandingkan dengan R22.
8. Refrijeran hidrokarbon adalah solusi untuk masa depan karena tidak merusak lingkungan.
9. Refrijeran hidrokarbon mudah didapat di pasaran karena sudah banyak produsen dari dalam dan luar negeri yang telah memasarkannya di Indonesia.

Namun, ada satu kelemahan pada refrijeran hidrokarbon yang membuat refrijeran ini masih menjadi pertimbangan oleh masyarakat karena sifat mudah terbakarnya. Hal ini menyebabkan ketatnya peraturan dalam penggunaan refrijeran jenis ini, dan tidak sembarang orang yang bisa menanganiinya. Hanya orang-orang yang sudah terlatih dan mempunyai sertifikat yang diperbolehkan menangani refrijeran jenis ini, agar penggunaanya menjadi lebih aman.

Dengan pengetahuan akan refrijeran hidrokarbon maka kita akan mampu menggunakannya secara aman dalam kehidupan sehari-hari, seperti kita menggunakan hidrokarbon LPG untuk memasak.

### Daftar Pustaka

- Air Conditioning and Refrigeration Industry Board (ACRIB), 2001, *Guidelines for the use of Hydrocarbon Refrigerants in Static Refrigeration and Air Conditioning System*.
- ASHRAE, 1985, *ASHRAE Handbook Fundamentals*, Atlanta ; ASHRAE, Inc.
- SWISSCONTACT-SMEP Indonesia, 1999, *Perlindungan Ozon Dengan Teknologi Pendingin Hidrokarbon*, Pusat Kajian Refrigerasi dan Tata Udara, Pengabdian Pada Masyarakat (P2M), Jakarta.
- Whitman, William C, William M. Johnson dan John Tomczyk, 1999, *Refrigeration & Air Conditioning Technology*, Delmar.