



## Pengaruh Retrofit Refrigeran CFC-12 Dengan HCR-12 Terhadap Kinerja Refrigerator Domestik dan Perawatannya

Isnanda<sup>1</sup>, Yazmendra Rosa<sup>2</sup>, Elvis Adril<sup>3</sup>, Feidihal<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

<sup>1</sup> isnanda.pnp@gmail.com

### Abstract

In the recent years, almost every house, has domestic refrigerator which still use CFC-12 refrigerant as the fluid. When the leakage happens, the refrigerant causes the damage of ozone such as forming the ozone hole then radiation of ultra violet from the sun ray in high intensity reach the surface on each directly and it is dangerous for the human life. The Hydrocarbon refrigerant (HCR-12) is considered as one of alternative, which is environmentally friendly, more energy to save and without modification, to replace the CFC-12. This research compares the performance of household refrigerator using the CFC-12 refrigerant and HCR-12 without the modification of refrigerator. The result shows from the COP, that the refrigerators work for both of refrigerant is relatively the same and the quality of the ice product from HCR-12 is better than CFC-12, because the amount of the energy which is absorbed by HCR-12 during the evaporation process is bigger than CFC-12. Analyzing the amount of refrigerant weight fulfilled to refrigerator, HCR-12 only uses 40% from CFC-12. If the price of both refrigerant is the same, the use of HCR-12 is profitable than the use of CFC-12.

Keywords: Refrigerator Domestik, Retrofit, Refrigerant, CFC-12, HCR-12

### Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, hampir setiap rumah, memiliki lemari es domestik yang masih menggunakan refrigeran CFC-12 sebagai fluida. Ketika kebocoran terjadi, refrigeran menyebabkan kerusakan ozon dan radiasi ultra violet dari sinar matahari. Dalam intensitas tinggi mencapai permukaan masing-masing secara langsung dan berbahaya bagi kehidupan manusia. Refrigeran Hidrokarbon (HCR-12) dianggap sebagai salah satu alternatif, yang ramah lingkungan, lebih banyak energi untuk menghemat dan tanpa modifikasi, untuk menggantikan CFC-12. Penelitian ini membandingkan kinerja kulkas rumah tangga menggunakan refrigeran CFC-12 dan HCR-12 tanpa modifikasi lemari es. Hasilnya ditunjukkan dari COP, bahwa lemari es bekerja untuk kedua refrigeran relatif sama dan kualitas produk es dari HCR-12 lebih baik daripada CFC-12, karena jumlah energi yang diserap oleh HCR-12 selama proses penguapan lebih besar dari CFC-12. Menganalisis jumlah berat refrigeran yang dipenuhi ke kulkas, HCR-12 hanya menggunakan 40% dari CFC-12. Jika harga kedua refrigeran sama, penggunaan HCR-12 lebih menguntungkan daripada penggunaan CFC-12.

Keywords: Refrigerator Domestik, Retrofit, Refrigerant, CFC-12, HCR-12

## 1. Pendahuluan

Refrigerasi adalah produksi atau pengusahaan dan pemeliharaan tingkat suhu dari suatu bahan atau ruangan pada tingkat yang lebih rendah dari pada suhu lingkungan atau atmosfer sekitarnya dengan cara penarikan atau penyerapan panas dari bahan atau ruangan tersebut[1]. Sebuah mesin refrigrasi menggunakan fluida yang biasa disebut Freon pada proses kerjanya saat menjaga suhu ruangan pada tingkat yang lebih rendah.

Freon termasuk dalam pendingin buatan, yaitu hidro kloro, fluoro dan karbon. Pada mesin refrigerator banyak digunakan refrigerant yang mengandung bahan kimia CFC (chloro fluoro carbon) dan didominasi oleh R-12 dan R-22 [2]. Dewasa ini hampir tiap rumah tangga memiliki *refrigerator* domestik yang masih menggunakan refrigeran *CFC-12* sebagai fluida kerja. Apabila terjadi kebocoran pada *refrigerator*, refrigeran ini dapat menimbulkan kerusakan pada lapisan ozon yang mengakibatkan radiasi sinar ultra violet matahari dengan intensitas tinggi langsung mencapai permukaan bumi tanpa ada yang menyaring, sehingga membahayakan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. [3] Freon memiliki harga indeks Global Warming Potential (GWP) 510 kali lebih besar daripada Karbondioksida ( $CO_2$ ), yakni sebesar 4.800 yang artinya bilamana 1 Kg Freon (R-22) terlepas ke udara maka akan menimbulkan efek pemanasan global setara dengan terbuangnya 4.800 kg gas  $CO_2$  [4]

Hal ini memicu para peneliti untuk mencari refrigeran alternatif pengganti *CFC-12* dan melakukan pengembangan teknologi daur ulang *CFC-12* sehingga *CFC-12* tersebut dapat digunakan kembali dan perusakan lapisan ozon dapat dihindari.

Salah satu refrigeran alternatif pengganti *CFC-12* adalah refrigeran hidrokarbon campuran (*HCR-12*), dan teknologi daur ulang yang dipakai adalah teknologi *retrofit* [5]. Bertitik tolak dari hal tersebut pada tulisan ini dipaparkan analisa kinerja masing masing refrigeran pada *refrigerator* domestik. Permasalahannya apakah ada perbedaan kinerja *refrigerator* antara *CFC-12* dengan *HCR-12* sesudah dan sebelum *retrofit* serta pengaruhnya terhadap komponen *refrigerator*. Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh retrofit *CFC-12* dengan *HCR-12* baik terhadap kinerja maupun komponen refrigerator.

## 2. Metode Penelitian

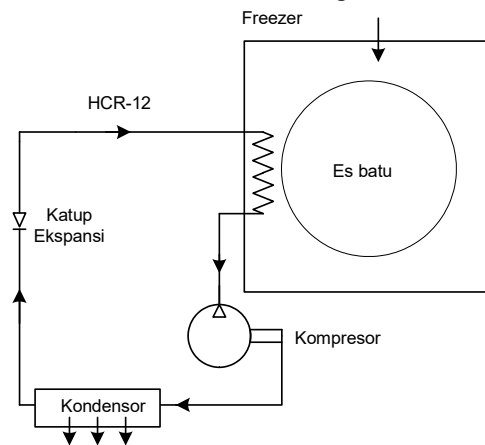
Metoda yang digunakan adalah metoda praktis yaitu langsung melakukan pengujian terhadap objek yang diteliti dan juga merujuk dari beberapa penelitian yang sejenis. Proses penelitian dengan melakukan *retrofit* yang diawali dengan pemeriksaan *refrigerator*, penggantian komponen listrik dengan jenis elektronik.

Setelah itu dilanjutkan dengan pengujian, proses *Recovery*, *Recycle* dan *Recharging*.

### 2.1 Bahan Penelitian.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah refrigeran *CFC-12* dan *HCR-12*, *refrigerator* domestik tipe NR – B 22 AF yang mana spesifikasinya dan skemanya dapat dilihat pada Gambar 2

Sumber tegangan	: 220 Volt -50/60 hz
Pemakaian daya	: 89 W
Refrigeran, isi	: <i>CFC-12</i> , 100 gram
Pengatur suhu	: <i>Dial adjustment</i> (3 setting)
Sistem pendingin	: <i>Direct cooling</i>
Pencairan bunga es	: <i>Manual star-auto stop</i>
Volume	: 198 liter
Berat	: 50 Kg



Gambar 2. Skema Instalasi Mesin Refrigerator Pengujian [6]

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah *pressure gauge*, tang multimeter digital, termometer digital, *Leak Detector Electronic*, timer, gelas ukur, dan empat buah termokopel tipe K yang dikombinasi dengan *display* digital dipasang masing masing pada *Freezer* atas ( $T_1$ ), *Freezer* bawah ( $T_2$ ) dan *Chiller* atas ( $T_3$ ) serta *Chiller* bawah ( $T_4$ ),

### 2.2 Proses Recovery dan Recycle

1. Letakkan timbangan elektronik di atas mesin 2R selanjutnya letakkan tabung penampung di atas timbangan dan catat beratnya, ternyata beratnya sebelum di *recovery* adalah 10,726 kg
2. Hubungkan *outlet* mesin 2R ke sisi tekanan rendah tabung penampung dan *inlet* nya ke *refrigerator* dengan selang penghubung kemudian hidupkan mesin 2R dan buka semua katup yang berhubungan dengan sistem. Mesin ini bekerja secara otomatis berdasarkan tekanan refrigeran dalam selang penghubung untuk memulai proses daur ulang dan berakhir secara otomatis ketika unit

sudah dalam keadaan kosong yang ditandai dengan bunyi alarm.

3. Setelah proses selesai tutup semua katup serta catat berat tabung setelah *direcovery* dan ternyata beratnya 10,826 kg ini berarti berat refrigeran yang *direcovery* adalah  $10,826 - 10,726 = 100$  gram sesuai dengan isi *refrigerator*. Proses dapat dilihat pada Gambar.3



Gambar 3 Proses *Recovery* dan *Recycle*

### 2.3 Proses *Recharging* refrigeran *HCR-12*.

*Recharging* adalah proses pengisian kembali *refrigerator* dengan refrigeran *HCR-12*, berat *HCR-12* yang diisikan adalah 40% dari berat *CFC-12* yaitu  $0,4 \times 100 \text{ gram} = 40 \text{ gram}$ . Proses *Recharging* ini memakai mesin *Automatic Vacuum and Charging Electronic (ACS-142-VAC)* dengan langkah langkah sebagai berikut :

1. Hubungkan selang biru pada *ACS-142-VAC* unit dengan terminal pengisian refrigeran pada kompresor *refrigerator*, setelah itu hidupkan mesin *ACS-142-VAC*, tunggu beberapa detik sampai terbaca nol gram pada *display*. Kemudian pilih menu *Vacuum/Charge* dan buka semua katup pada mesin *ACS-142-VAC* kecuali katup pengisian refrigeran.
2. Program waktu pemvakuman selama 30 menit dan waktu test kebocoran 5 menit serta jumlah *HCR-12* yang akan diisikan seberat 40 gram, setelah itu hidupkan *vacuum pump* tunggu sampai prosesnya selesai yang ditandai dengan bunyi alarm kemudian tutup kedua katup vakum serta matikan *vacuum pump*.
3. Letakkan tabung *HCR - 12* di atas timbangan dengan cara membalikkan tabungnya, kemudian buka katup pengisian refrigeran di *ACS-142-VAC* unit dan katup pada tabung *HCR - 12* untuk melakukan proses pengisian, proses pengisian berlangsung secara otomatis dan berakhir sampai terbaca pada *display* angka 40 gram, proses *recharging* ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses *Recharging*

### 2.4 Jenis dan prosedur pengujian.

Pengujian kinerja *refrigerator* ini dilakukan terhadap dua jenis kondisi yaitu pada kondisi transien dan kondisi stedi baik untuk refrigeran *CFC - 12* maupun untuk *HCR-12*.

1. Pengujian kondisi transien.

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati pola perubahan temperatur di dalam *refrigerator* pada beban dan *setting point* maksimal hingga *running off* dicapai menggunakan empat buah termokopel tipe K yang dikombinasi dengan display digital dipasang pada *Freezer* atas, *Freezer* bawah, *Chiller* atas dan *Chiller* bawah serta sebuah termometer batang yang dipakai untuk mengukur temperatur ruangan dan perekaman datanya dilakukan secara manual setiap periode 15 menit.

2. Pengujian kondisi stedi.

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati peran *setting point* dan variasi beban di dalam *refrigerator* baik ketika menggunakan *CFC-12* maupun *HCR-12* dan perekaman datanya hanya dilakukan ketika dicapai *running off*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

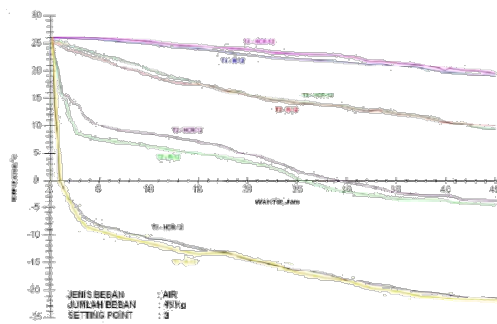
#### 3.1 Pengujian kinerja *refrigerator* pada kondisi transien.

Pada pengujian ini *refrigerator* dibebani dengan air sebanyak 48 kg yang dimasukkan ke dalam kantong plastik yang ditempatkan pada *Freezer* atas dan bawah masing masing 6 kg, *Chiller* atas 30 kg, *Chiller* bawah 6 kg dan posisi *setting point* maksimal yaitu titik 3. Setelah dilakukan pengujian baik ketika menggunakan *CFC-12* maupun *HCR-12* yang hasilnya berupa rekaman temperatur di dalam *refrigerator* seperti yang dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Temperatur dalam *refrigerator* saat *Running off* dicapai

Refrigeran	Beban (kg)	Set	Temperatur °C.					Tekanan (kPa)		Waktu (menit)
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>R</sub>	P <sub>e</sub>	P <sub>c</sub>	
CFC-12	48	3	-20,4	-6	10,4	18,1	28	160	980	2460
HCR-12	48	3	-20,5	-4,6	10,7	20,1	28	150	1060	2685

Untuk lebih jelasnya tentang kinerja *refrigerator* dari masing masing *refrigeran* baik ketika menggunakan *refrigeran CFC-12* maupun *HCR-12* dapat dilihat pada Gambar 5 yaitu berupa kecepatan pendingin dari masing masing *refrigeran* sampai tercapai *running off*.



Gambar 5 Perbandingan temperatur transien di dalam *refrigerator* antararefrigeran *CFC-12* dan *HCR-12*.

Dari Gambar 5 terbaca bahwa kecepatan pendingin *refrigeran CFC-12* lebih baik *HCR-12*, ini dapat dilihat untuk membekukan 6 kg air di dalam *Freezer* atas ( $T_2=0^{\circ}\text{C}$ ) dibutuhkan waktu 25 jam, sedangkan ketika menggunakan *HCR-12* dibutuhkan waktu 28,75 jam. Perbedaan ini terjadi karena nilai panas laten *refrigeran CFC-12* lebih rendah dari *HCR-12*.

### 3.2 Pengujian kinerja *refrigerator* pada kondisi stedi.

Pada pengujian ini pendistribusian beban di dalam *refrigerator* baik ketika menggunakan *refrigeran CFC-12* maupun *HCR-12* dapat dilihat pada Tabel 2 dan perekaman data dilakukan ketika dicapai *running of*.

Tabel 2 Distribusi Penempatan beban dalam *Refrigerator*

Bagian	Beban air (kg)		
	15	30	60
<i>Freezer</i> atas	2	6	5
<i>Freezer</i> bawah	2	4	5
<i>Chiller</i> atas	10	15	45
<i>Chiller</i> bawah	1	5	5

### Hasil pengujian kondisi stedi.

Setelah dilakukan pengujian kinerja *refrigerator* pada kondisi stedi dari masing-masing *refrigeran* baik ketika menggunakan *refrigeran CFC-12* maupun *HCR-12* yang mana hasilnya adalah merupakan hasil pengukuran temperatur dan tekanan serta waktu

sampai tercapainya *running off* yang dalam hal ini ditampilkan dalam bentuk tabel, dimana untuk *refrigeran CFC-12* hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4

Tabel 3 Posisi temperatur, tekanan dan akumulasi waktu sampai tercapai *running off* untuk *refrigeran CFC-12*

Beban (kg)	Set	Temperatur °C.					Tekanan (kPa)		Waktu (menit)
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>R</sub>	P <sub>e</sub>	P <sub>c</sub>	
15	1	-11,3	-1,4	11,1	16,5	28	200	1120	560
	2	-14,8	-1,2	9,0	14,4	28	180	1100	540
	3	-18,8	-3,4	3,4	11,7	28	150	1040	415
30	1	-8,7	-0,5	10,6	19,3	28	220	1000	615
	2	-9,6	-1,0	9,8	15,5	28	210	1000	545
	3	-12,6	-3,4	8,5	12,5	28	190	960	490
60	1	-8,2	1,5	11,4	20,4	28	230	1100	1820
	2	-9,7	0,8	10,1	19,3	28	210	1000	1615
	3	-15	-1,7	8,2	18,6	28	170	980	1580

Tabel 4 Posisi temperatur, tekanan dan akumulasi waktu sampai tercapai *running off* untuk *refrigeran HCR-12*

Beban (kg)	Set	Temperatur °C.					Tekanan (kPa)		Waktu (menit)
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>R</sub>	P <sub>e</sub>	P <sub>c</sub>	
15	1	-14,0	-1,0	11,1	16,5	28	180	1120	660
	2	-16,7	-2,4	9,0	14,2	28	170	1100	595
	3	-19,9	-5,2	3,4	11,5	28	150	1040	445
30	1	-12,1	-0,2	10,3	19,3	28	180	1120	780
	2	-14,2	-1,4	6,7	15,5	28	170	1080	680
	3	-16,7	-4,4	3,7	12,6	28	150	1040	550
60	1	-15,5	1,1	12,1	21,4	28	180	1080	1875
	2	-17,9	-0,4	10,1	19,8	28	170	1080	1760
	3	-21,1	-2,9	6,2	17,6	28	150	1020	1710

### 3.3 Koefisien prestasi (COP)

Untuk Perhitungan COP dapat menggunakan persamaan (1)

$$\text{COP} = \frac{Q_{in}}{W_{in}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  $Q_{in}$  adalah kalor yang diserap oleh evaporator dan  $W_{in}$  adalah daya kompresor. Untuk menentukan  $Q_{in}$  seharusnya digunakan persamaan (2):

$$Q_{in} = m_{ref} \cdot (h_1 - h_4) \dots\dots\dots(2)$$

Untuk menentukan  $W_{in}$  seharusnya digunakan persamaan (3)

$$W_{in} = m_{ref} \cdot (h_2 - h_1) \dots\dots\dots(3)$$

Namun demikian dalam pelaksanaan pengujian penulis mengalami kesulitan dalam menempatkan alat ukur tekanan maupun temperatur (*pressure gauge* dan *termometer*) pada *inlet* dan *outlet* evaporator dan

kompresor. Hal ini disebabkan evaporator tersebut diisolasi dengan fiber dan plat disamping diameter pipa yang kecil yaitu 2,5 mm sehingga sulit untuk di bor. Dengan demikian tekanan dan temperatur pada inlet dan outlet evaporator tidak dapat diukur begitu juga pada inlet dan outlet kompresor, disamping itu penulis juga mengalami kesulitan dalam mendapatkan properties dari refrigeran HCR-12, maka dari itu perhitungan  $Q_{in}$  dilakukan berdasarkan panas yang diserap oleh freezer untuk merubah air menjadi es (dari temperatur 28 °C menjadi 0°C) pada tekanan 1 atm dengan massa 60 kg. Dari hasil pengukuran, waktu yang dibutuhkan ketika menggunakan CFC-12 selama 25 jam dan ketika menggunakan HCR-12 selama 28,75 jam

Untuk daya kompresor, walaupun daya yang tercantum pada *name plate* 89 watt, daya yang terpakai dihitung berdasarkan arus dan tegangan yang diukur pada saat kompresor tersebut beroperasi. Dari hasil pengukuran, tegangan yang terukur berfluktuasi antara 210 sampai 220 Volt, begitu juga dengan arus. Maka dari itu untuk menghitung daya diambil tegangan dan arus rata rata selama pengujian baik ketika menggunakan CFC-12 maupun HCR-12.

#### • Kualitas produk es batu

Kualitas produk es batu yang dihasilkan refrigeran HCR-12 lebih baik dari yang dihasilkan CFC-12 pada semua posisi *setting point* dan variasi beban. Produk es batu yang dihasilkan refrigeran HCR-12 lebih padat dan tidak berpori pori walaupun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *running off* lebih lama dari CFC-12, sedangkan produk es batu yang dihasilkan CFC-12 rapuh dan berpori pori. Perbedaan kualitas produk dan waktu untuk mencapai *running off* ini disebabkan karena nilai panas laten refrigeran HCR-12 lebih tinggi dari CFC-12 sehingga jumlah energi yang diserap selama proses penguapan untuk refrigeran HCR-12 lebih besar dari yang diserap CFC-12 yang sekaligus membutuhkan waktu lebih lama.

#### • Pengaruh Retrofit terhadap komponen Refrigerator.

Setelah melakukan *retrofit* dan pengujian kinerja *refrigerator* terhadap masing-masing refrigeran yang diamati selama 1440 jam dilakukan pemeriksaan terhadap komponen *refrigerator*. Dalam hal ini dilakukan terhadap kompresor dengan cara membelah kompresor tersebut baik ketika menggunakan refrigeran CFC-12 maupun HCR-12 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7



Gambar 6. Kondisi Kompresor menggunakan CFC-12



Gambar 7. Kondisi Kompresor menggunakan HCR-12

Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap kompresor, baik ketika menggunakan refrigeran CFC-12 maupun HCR-12 ternyata kondisinya sama dengan kata lain tidak ada pengaruh *retrofit* terhadap komponen kompresor maupun minyak pelumasnya.

#### • Perawatan Refrigerator

Perawatan atau pemeliharaan yang dilakukan pada *refrigerator* domestik ini adalah sebagai berikut :

1. Perawatan pencegahan (*Preventive maintenance*) perawatan ini dilakukan sebelum proses *retrofit* dengan cara melakukan penggantian terhadap komponen komponen listrik yang dapat menimbulkan bunga api antara lain proteksi beban lebih kompresor (*over load protector*), relai dan termostat semuanya diganti dengan tipe elektronik. Hal ini dilakukan untuk menghindari agar tidak terjadi kebakaran apabila terjadi kebocoran refrigeran, karena refrigeran HCR-12 ini mudah terbakar.
2. Perawatan reaktif (*Breakdown maintenance*), perawatan ini merupakan perawatan tidak terencana sehingga tidak ada jadwal perawatan atau pemeriksaan rinci terhadap *refrigerator*, *refrigerator* diperbaiki hanya apabila terjadi kerusakan. Setelah melakukan *retrofit* dan pengujian kinerja *refrigerator* terhadap masing masing refrigeran yang diamati selama 1440 jam ternyata *retrofit* CFC-12 ke HCR-12 tidak berpengaruh terhadap komponen *refrigerator* maupun terhadap minyak pelumas. Dengan kata lain komponen *refrigerator* ini kompatibel terhadap kedua jenis refrigeran dan terhadap jenis minyak pelumas yang digunakan. Namun demikian prosedur perawatan *refrigerator* ketika menggunakan refrigeran CFC-12 tidak sama dengan perawatan *refrigerator* ketika menggunakan refrigeran HCR-12. Pada saat *refrigerator* menggunakan refrigeran CFC-12

untuk mendeteksi kebocoran dapat dipakai alat pendeteksi kebocoran (*leak detector*) tipe kompor api yaitu dengan cara melihat perubahan warna api bisa ditentukan tingkat kebocorannya, akan tetapi pada saat *refrigerator* menggunakan refrigeran *HCR-12* alat ini tidak bisa dipakai karena dapat menyebabkan terjadinya kebakaran pada sistem. Disamping itu saat melakukan penanganan *HCR-12* harus jauh dari percikan bunga api untuk menghindari agar tidak terjadi kebakaran karena refrigeran *HCR-12* ini mudah terbakar.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan data hasil pengujian, maka dapat diambil kesimpulan:-

1. *Retrofitting* refrigeran *CFC-12* ke *HCR-12* pada *refrigerator* dengan ukuran volume yang sama, berat *HCR-12* yang dibutuhkan hanya 40% dari berat refrigeran *CFC-12*. Jika harga kedua jenis refrigeran sama dapat dipastikan bahwa penggunaan *HCR-12* jauh lebih menguntungkan dari penggunaan *CFC-12*.
2. *Retrofitting* refrigeran *CFC-12* ke *HCR-12* akan menghemat pemakaian energi karena panas laten *HCR-12* lebih tinggi dari panas laten *CFC-12* sehingga jumlah kalor yang diserap selama proses evaporasi oleh *HCR-12* untuk tiap kilogram refrigeran lebih besar dari *CFC-12* apalagi untuk pemakaian yang kontinu.
3. Dari COP yang terjadi tidak ada perbedaan yang berarti, baik ketika menggunakan *CFC-12* maupun *HCR-12* dengan kata lain kinerja *refrigerator* baik sebelum maupun setelah dilakukan *retrofit* relatif sama.
4. Waktu untuk mencapai *running off* ketika menggunakan refrigeran hidrokarbon campuran (*HCR-12*) lebih lama dari ketika menggunakan refrigeran *chlorofluorocarbon (CFC-12)*, dan kualitas produk es-batu yang dihasilkan refrigeran hidrokarbon campuran (*HCR-12*) lebih baik dari yang dihasilkan refrigeran *Chlorofluorocarbon (CFC-12)*.

5. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap kompresor ternyata *retrofit* refrigeran *CFC-12* ke *HCR-12* tidak berpengaruh terhadap komponen *refrigerator* maupun terhadap minyak pelumas yang dipakai. Dengan kata lain komponen *refrigerator* ini kompatibel terhadap kedua jenis refrigeran dan jenis minyak pelumas yang digunakan.
6. Perawatan *refrigerator* baik ketika menggunakan refrigeran *CFC-12* maupun *HCR-12* relatif sama, akan tetapi alat yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran tidak sama. Ketika *refrigerator* menggunakan refrigeran *CFC-12* untuk mendeteksi kebocoran dapat dipakai alat pendeteksi kebocoran (*leak detector*) tipe kompor api, Ketika *refrigerator* menggunakan refrigeran *HCR-12* alat ini tidak bisa dipakai karena dapat menyebabkan terjadinya kebakaran pada *refrigerator*, untuk itu dipakai alat pendeteksi kebocoran tipe elektroni (*leak detector electronic*). Disamping itu saat melakukan perawatan atau penanganan refrigeran *HCR-12* harus jauh dari percikan bunga api atau bekerjalah pada ruangan yang sirkulasi udaranya lancar untuk menghindari agar tidak terjadi kebakaran karena refrigeran *HCR-12* ini mudah terbakar.

#### Daftar Rujukan

- [1]. Arora, C.P, Refrigeration and Air Conditioner, Mc Graw - Hill International Editions Second Edition, 2001.
- [2]. Arjianto, dkk. 2001. Pemanfaatan Liquifield Petroleum Gas (LPG) Sebagai Pengganti atau Pencampur Freon R-12 pada Mesin Pendingin. Universitas Diponegoro. Semarang..
- [3]. M. Guntur dkk . 2014. Frocogerator (Free Freon Cooler Refrigerator) Sebagai Inovasi Kulkas Penyimpan Buah Dan Sayuran Yang Ramah Lingkungan Berbasis Transfer Kalor Adsorben-Adsorbat Yang Low Power. Proceeding electronic PIMNAS. Jakarta
- [4]. Maulana, A. 2010. Penggunaan BPO (Bahan Perusak Ozon) di Provinsi Jakarta dari Sektor Refrigerator. APRAL. Jakarta
- [5]. SNI - 06 - 6500 - 2000, Refrigeran Penggunaan pada Instalasi Tetap.
- [6]. WF.Stoecker dan Jerold,W.J,1996, Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, Edisi kedua. terjemahan Supratman Hara.Penerbit Erlangga. Jakarta.1987