

Uji Penggantian Refrigeran *Chlorofluorocarbon* Dengan Menggunakan Refrigeran *Hidrocarbon* Terhadap Konsumsi Listrik dan Penurunan Suhu Beban Pendinginan Pada Mesin Uji Lybold Didactic GMBH 733044115

Frans Palobo Sappu

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi, Manado

ABSTRAK

Salah satu langkah teknis untuk menanggulangi masalah terbatasnya suplai energi listrik ini adalah upaya penghematan konsumsi terhadap energi listrik. Penghematan pada sektor refrigerasi dapat dilakukan dengan mengganti refrigeran dalam sistem mesin refrigerasi yang menggunakan refrigeran sintetis *chlorofluorocarbon* dengan refrigeran natural *hidrocarbon*.

Dalam penelitian ini dilakukan penggantian terhadap refrigeran *chlorofluorocarbon* (Freon R-12) dengan refrigeran *hidrocarbon* (Musicool MC-12) tanpa adanya penggantian komponen lain pada mesin uji Lybold Didactic GMBH 733044115. Analisis penelitian diarahkan pada besarnya jumlah konsumsi energi listrik dan penurunan suhu beban pendinginan selum dan sesudah penggantian .

Hasil penelitian menunjukkan menurunnya konsumsi energi listrik yang ditandai penurunan daya kompresor berkisar 5.9% hingga 8.3%, sedang penurunan suhu beban pendinginan menunjukkan nilai yang meningkat berkisar 0.3 °C hingga 2.1 °C lebih tinggi pada penggunaan refrigeran *hidrocarbon* dari pada refrigeran *chlorofluorocarbon*.

Kata kunci : refrigeran *chlorofluorocarbon*, refrigeran *hidrocarbon*

I. PENDAHULUAN

Pada sektor teknik refrigerasi, mesin pendingin/refrigerasi merupakan suatu peralatan yang banyak dijumpai pada setiap bangunan perkantoran, gedung-gedung dan rumah tangga. Untuk mengoperasikan sistem mesin-mesin pendingin tersebut, dibutuhkan energi listrik yang relatif besar sesuai dengan spesifikasi daya mesin. Upaya penghematan terhadap kebutuhan energi listrik mesin-mesin pendingin, dapat dilakukan dengan jalan mengganti refrigeran yang banyak digunakan tetapi mengkonsumsi banyak energi listrik dengan refrigeran yang rendah konsumsi listriknya.

Dalam penelitian ini dilakukan penggantian terhadap refrigeran sintetis *chlorofluorocarbon* (CFC) dengan refrigeran natural *hidrocarbon* (HC). Pemilihan refrigeran *hidrocarbon* sebagai refrigeran pengganti *chlorofluorocarbon*, didasari pada pertimbangan sifat fisis kedua refrigeran yang relatif sama kecuali pada sifat viskositas, sehingga tidak diperlukan adanya penggantian komponen mesin pendingin. Dengan kata lain proses penggantian refrigeran ini tidak memerlukan biaya tambahan selain dari biaya pembelian

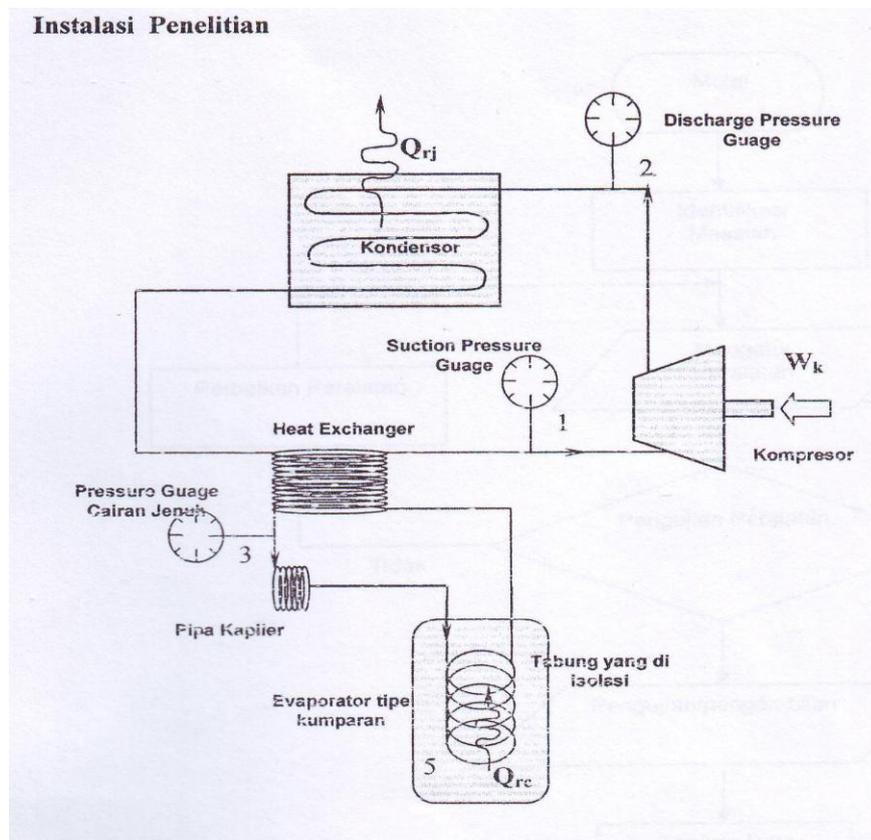
refrigeran pengganti. Pertimbangan lain yang cukup beralasan untuk melakukan konversi adalah *hidrocarbon* ramah terhadap lingkungan sementara *chlorofluorocarbon* berpotensi merusak lapisan ozon dan mengakibatkan pemanasan global.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian beberapa bahan dan peralatan yang digunakan untuk pengambilan data yaitu :

1. Mesin Lybold Didactic GMBH 733044115
2. Mesin 3-R (*Recovery, Recycling, and Recharging*)
3. Evaporator
4. Saluran / ducting / tabung
5. Termokopel
6. Tang Ampere
7. Stopwatch
8. Refrigeran R-12 (CFC)
9. Refrigeran MC-12 (HC).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi dengan menggunakan mesin pendingin Lybold didactic GMBH 733044115 yang sebelumnya dipersiapkan dan diuji coba dalam *running test*.



Gambar rangkaian instalasi penelitian

Pengujian atau pengambilan data dilakukan dengan memberi beban pendinginan yang bervariasi. Beban pendinginan dalam bentuk laju alir massa udara diperoleh dengan menggunakan sebuah blower, yang kemudian dilewatkan pada evaporator melalui sebuah saluran (*ducting*). Suhu beban pendinginan berkurang setelah melewati evaporator. Beban pendinginan bertambah besar seiring dengan bertambahnya laju alir udara.

Pengamatan dilakukan pada setiap tingkat laju alir udara beban pendinginan dengan pencatatan data yang dibutuhkan dalam analisis pengolahan data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan yang diperoleh ditabelkan dalam tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengamatan

V (m/s)		2.4	3.1	4.2	4.9	5.3
I (Ampere)	CFC	0.84	0.84	0.84	0.85	0.84
	HC	0.77	0.77	0.79	0.78	0.78
T _{um} (°C)	CFC	30.1	32.1	33.2	32.5	33.3
	HC	34.2	34.5	33.7	33	33.2
T _{uk} (°C)	CFC	29.2	30.3	31	30.4	30.6
	HC	31.2	31.2	30	30	30.2

Refrigeran CFC dalam sistem : 120 gram
 Refrigeran HC dalam sistem : 36 gram

Keterangan :

- V = Laju alir udara sebagai beban pendinginan
- I = Pemakaian arus listrik oleh sistem mesin pendingin
- T_{um} = Suhu udara beban pendinginan sebelum masuk lewat evaporator
- T_{uk} = Suhu udara beban pendinginan setelah keluar lewat evaporator

3.1 Konsumsi energi listrik

Konsumsi energi listrik sebuah sistem mesin pendingin sangat ditentukan dari besar daya operasional kompresor yang dihitung dengan persamaan :

$$P = VI \cos \phi \quad (\text{kW})$$

Misalnya untuk menentukan daya operasional kompresor yang menggunakan refrigeran CFC sebelum konversi, digunakan data pada Tabel Hasil Pengamatan dengan beban pendinginan tingkat pertama:

$$\begin{aligned} \text{dimana } V &= 220 \text{ Volt} \\ I &= 0.84 \text{ Ampere} \\ \cos \phi &= 0.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga diperoleh :} \\ P &= 220 \times 0.84 \times 0.8 \\ &= 0.1478 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dengan metode sama, dapat dihitung daya kompresor yang menggunakan refrigeran HC setelah konversi dan diperoleh sebesar $P = 0.1355$ kW.

Dari kedua hasil tersebut terdapat penurunan penggunaan daya kompresor sebelum dan sesudah konversi sebesar 0.0123 kW atau 8.33%.

Hasil lengkap daya kompresor dan penurunan kebutuhan daya kompresor sebelum dan sesudah konversi untuk seluruh tingkat beban pendinginan dirangkum dalam tabel Hasil Pengolahan Data.

3.2 Penurunan Suhu Beban Pendinginan

Hasil kerja sistem mesin pendingin dapat dideteksi langsung dengan mengamati penurunan suhu beban pendinginan. Dalam penelitian ini penurunan suhu beban pendinginan dihitung dari selisih suhu udara beban pendinginan sebelum masuk evaporator dengan setelah keluar evaporator.

Misalnya untuk refrigeran CFC sebelum penggantian, dengan menggunakan data pada Tabel Hasil Pengamatan dengan beban pendinginan tingkat pertama:

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_{um} - T_{uk} \\ &= 30.1 - 29.2 = 0.9 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Dengan metode sama, dapat dihitung penurunan suhu udara beban pendinginan yang menggunakan refrigeran HC setelah konversi dan diperoleh sebesar $\Delta T = 3$ °C.

Dari hasil tersebut di atas, ternyata terdapat perubahan terhadap penurunan suhu beban pendinginan sebelum dan sesudah konversi sebesar 2.1°C.

Hasil lengkap penurunan suhu dan perubahan penurunan suhu beban pendinginan untuk seluruh tingkat beban pendinginan dirangkum dalam tabel Hasil Pengolahan Data.

Tabel 2. Hasil Pengolahan Data

V (m/s)		2.4	3.1	4.2	4.9	5.3
Daya Kompresor (kW)	CFC	0.1478	0.1478	0.1478	0.1496	0.1478
	HC	0.1355	0.1355	0.1390	0.1373	0.1373
Penurunan Daya kompresor (%)		8.3	8.3	5.9	8.2	7.1
Penurunan suhu beban pendinginan (°C)	CFC	0.9	1.8	2.2	2.1	2.7
	HC	3.0	3.3	3.7	3.0	3.0
Perubahan penurunan suhu beban pendinginan (°C)		2.1	1.5	1.5	0.9	0.3

Hasil pengolahan data seperti yang terangkum dalam Tabel di atas memberi penjelasan bahwa, terdapat penghematan konsumsi energi listrik dengan turunnya penggunaan daya oleh kompresor dalam sistem mesin pendingin setelah dilakukan penggantian terhadap refrigeran CFC dengan menggunakan refrigeran HC sebagai pengganti. Penurunan daya kompresor tersebut berkisar 5.9% hingga 8.3%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan refrigeran MC-12 sebagai CFC untuk mengganti Freon R-12 sebagai HC, penghematan terhadap energi listrik mencapai 5.9% hingga 8.3 %.

Disamping itu implikasi langsung dari kerja sistem mesin pendingin yaitu hasil penurunan suhu beban pendinginan. Hasilnya menunjukkan nilai yang berarti yaitu berkisar 0.3 °C hingga 2.1 °C lebih tinggi pada penggunaan refrigeran HC dari pada refrigeran CFC.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan di atas, maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Upaya penghematan konsumsi energi listrik pada sektor teknik refrigerasi dapat dilakukan dengan melakukan penggantian dari refrigeran *chlorofluorocarbon* (CFC) yang telah lama digunakan dengan refrigeran *hidrocarbon*

(HC). Hasil penggantian yang dalam penelitian ini menunjukkan terdapat penghematan pada konsumsi listrik untuk daya kompresor sekitar 5.9% hingga 8.3%.

2. Penurunan suhu dari beban pendinginan lebih signifikan setelah penggantian (hingga 2.1 °C) dengan menggunakan refrigeran *hidrocarbon* (HC) daripada ketika masih menggunakan refrigeran *chlorofluorocarbon* (CFC).

4.2 Saran

Dengan hasil penelitian ini dapat disarankan bagi pengguna mesin refrigerasi dan pemangku kepentingan pada sektor teknik refrigerasi agar tidak ragu untuk melakukan penggantian dari refrigeran *chlorofluorocarbon* (CFC) dengan menggunakan *hidrocarbon* (HC) sebagai upaya untuk menghemat konsumsi energi listrik dan penyelamatan lingkungan hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W dan Heizo, S. 2005. Penyegaran Udara, cetakan ke-7. Pradiya Paramitha, Jakarta.
- Efendy M. 2005. Pengaruh Kecepatan Udara Pendingin Kondensor Terhadap Koefisien Prestasi. Jurnal Teknik Mesin, Vol 16, No. 01. April: 51-58
- Handoyo, E.A. dan Lukito A. 2002. Analisa Pengaruh Pipa Kapiler Yang Dililitkan Pada *Line Suction* Terhadap Performansi Mesin Pendingin. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 4, No. 2. Oktober 94-98.
- Moran, M.J and Shapiro, H. N. 2006. Termodinamika Teknik Jilid 2, Terjemahan Yulianto S. N. dan Adi Surjosatyo. Edisi ke-4. Jakarta: Erlangga.
- Stoecker, W. F. and Jones, J. W. Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, Terjemahan Supratman Hara. Edisi kedua. Jakarta: Erlangga.