

LAJU PENDINGINAN PADA MESIN PENDINGIN MENGGUNAKAN R-12 DAN MC-12

Yuyuk Darma Putra K. Sitinjak¹⁾, Frans Palobo Sappu²⁾, Hengky Luntungan³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRACT

Most refrigeration system using synthetic refrigeration R-12, R-22, R-134, and R-600a. Synthetic refrigeration has many good characteristics, among others, not easy to burn, no poisoned, and easy to get. However, synthetic refrigeration has negative effects for environment. It can broke our ozone layer and make global warming. The using of hydrocarbon as refrigerant is one of the solution to handle these problems.

An experiment is done using unit SN 1016-1-149-1 cooler machine in mechanical laboratory in Sam Ratulangi University in Manado. Data is taken after completed the unit preparation. Analysis is done by comparing the cooling rate beetwen R-12 and MC-12. The average cooling rate of R-12 cooler are $1,3836 \cdot 10^{-5}$ kJ/s and $238,13$ kJ/s respectively using air and water cooling media.

In a serial of three experiments, The average electric current used in the unit are 0,75 A and 0,74 for air and water media respectively using of R-12 and Of MC-12 refrigerant $1,4453 \cdot 10^{-5}$ kJ/s. The average cooling capacity of MC-12 \dot{Q} is 279,86 kJ/s. Then, faund that MC-12 cooler capacity by air and water media is bigger than R-12 cooler capacity by air and water media.

Key words : R-12, MC-12, Cooler Speed

ABSTRAK

Hampir semua sistem refrigerasi saat ini masih menggunakan refrigeran sintetik R-12, R-22, R-134, R-600a. Hal ini karena pada umumnya refrigeran sintetik mempunyai sifat-sifat yang baik seperti tidak mudah terbakar, tidak beracun dan mudah diperoleh. Akan tetapi, refrigeran sintetik mempunyai efek negatif terhadap lingkungan seperti merusak lapisan ozon dan menimbulkan pemanasan global. Pemakaian hidrokarbon sebagai refrigeran merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini, karena efek negatif refrigeran hidrokarbon terhadap lingkungan lebih kecil bila dibandingkan dengan refrigeran sintetik.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan mesin pendingin Unit SN 1016-1-149-1 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado. Pengambilan data dilakukan setelah persiapan awal yang meliputi pengujian mesin. Analisis dilakukan dengan membandingkan laju pendinginan yang terbentuk antara R-12 dengan MC-12. Jumlah rata-rata Kapasitas pendinginan pemakaian R-12 Percobaan I sampai III menggunakan media udara adalah \dot{Q} adalah $1,3836 \cdot 10^{-5}$ kJ/s. Jumlah rata-rata Kapasitas pendinginan pemakaian R-12 percobaan I sampai III menggunakan media air adalah \dot{Q} adalah 238,13 kJ/s.

Jumlah rata-rata arus pada pemakaian R-12 dari Percobaan I sampai Percobaan III menggunakan media udara dan air adalah I adalah 0,75 A. Jumlah rata-rata Kapasitas pendinginan pemakaian MC-12 percobaan I sampai III menggunakan media udara adalah

\dot{Q} adalah $1,4453 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$. Jumlah rata-rata Kapasitas pendinginan pemakaian MC-12 percobaan I sampai percobaan III menggunakan media air adalah \dot{Q} adalah $279,86 \text{ kJ/s}$. Maka jumlah rata-rata arus pada pemakaian MC-12 dari percobaan I sampai III menggunakan media udara dan air adalah \bar{I} adalah $0,74 \text{ A}$. Dari hasil ini didapatlah kapasitas pendinginan MC-12 dengan media udara dan air lebih besar dari R-12 dengan media udara dan air.

Kata Kunci : R-12, MC-12, Laju Pendinginan

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sistem refrigerasi memegang peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia, baik yang skala besar untuk industri maupun skala kecil untuk keperluan rumah tangga. Dengan berkembangnya zaman dan teknologi bentuk dan ukuran sistem pendingin bervariasi, hampir semuanya bekerja dengan refrigeran sintetis seperti R-11, R-12, R-22, R-134a, R-502, dibandingkan bahan pendingin alam seperti : Amonia, CO_2 dan Hidrokarbon.

Pemakaian hidrokarbon sebagai untuk mengatasi masalah dampak lingkungan, karena efek negatif hidrokarbon terhadap lingkungan lebih kecil bila dibandingkan dengan refrigeran sintetis. Penggunaan hidrokarbon sebagai refrigeran sudah dikenal masyarakat sejak tahun 1920 di awal teknologi refrigerasi.

Hidrokarbon yang sering dipakai sebagai refrigeran adalah propana (R-290), isobutana (R-600a), n-butana (R-600). Campuran yang sering digunakan diantaranya R-290/600a, R-290/600.

Hidrokarbon kembali diperhitungkan sebagai alternatif pengganti CFC, setelah aspek lingkungan mengemuka, dan timbulnya permasalahan dalam peralihan dari CFC ke HFC, dikarenakan perlu adanya penyesuaian perangkat keras, pelumas, serta perlakuan khusus dalam operasional penggunaan bahan HFC : R-134a (Pertamina, 2007).

Perlu diperhatikan penggunaan refrigeran yang sintetis secara terus menerus dengan skala besar akan sangat berbahaya untuk lingkungan hidup, karena dapat merusak lapisan ozon, jadi alangkah baiknya menggunakan musisi cool atau bahan hidrokarbon sebagai refrigeran sehingga bumi terselamatkan, anak cucu kita sebagai generasi penerus juga terselamatkan.

Refrigeran merupakan salah satu solusi. Dari uraian tersebut di atas penulis tertarik untuk menguji laju refrigerasi pada mesin pendingin menggunakan refrigeran R-12 dengan refrigeran hidrokarbon MC-12.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana Laju refrigerasi pada mesin pendingin menggunakan R-12 dan MC-12.

1.3. Batasan masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada :

- a. Penggunaan mesin pendingin yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi.
- b. Refrigeran yang digunakan adalah jenis R-12 dan jenis MC-12.
- c. pengukuran yang dilakukan serta dilengkapi dengan spesifikasi yang tersedia.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat perbandingan laju refrigerasi pada mesin pendingin menggunakan R-12 dan MC-12.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui bagaimana laju refrigerasi pada mesin pendingin menggunakan menggunakan R-12 dan MC-12.
2. Untuk Mengetahui jenis refrigeran terbaik antara R-12 dan MC-12

BAB II

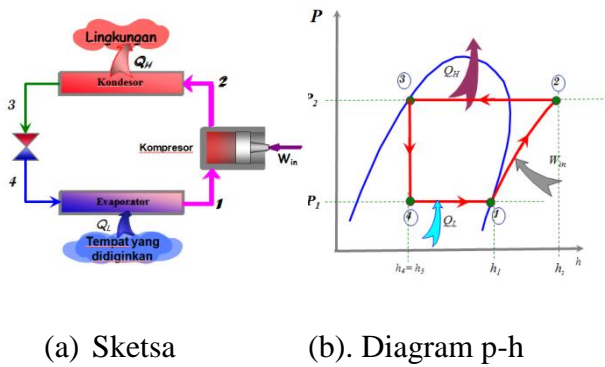
LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Sistem Pendingin dan Pengkondisian Udara

Secara umum sistem pendingin adalah sistem yang menjadikan temperatur suatu ruangan di bawah temperatur sekelilingnya. Sedangkan pengkondisian udara dapat diartikan sebagai salah satu proses perlakuan terhadap udara untuk menciptakan keadaan temperatur yang terkendali dalam suatu ruangan.

2.2. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

Mesin refrigerasi dengan kompresi uap merupakan sistem yang terbanyak digunakan dalam daur refrigerasi. Prinsip dasar uap ini adalah uap ditekan kemudian diembunkan setelah itu tekanannya diturunkan agar cairan itu akan menguap kembali karena menyerap panas lingkungan. Siklus refrigerasi kompresi uap ideal (standar) dapat dijelaskan pada gambar 2.1 sebagai berikut.



(a) Sketsa (b). Diagram p-h

Gambar 2.1. siklus kompresi uap ideal (standar) (Stoecker,1980)

Siklus refrigerasi kompresi uap standar terjadi dalam 4 proses yang membentuk satu siklus kompresi uap dan terjadi berulang-ulang. Proses dan perubahan keadaan pada setiap proses yang terjadi adalah sebagai berikut :

Proses 1-2 (kompresi) : Gas refrigeran yang keluar dari evaporator masuk dan dipompa pada kompresor sehingga menghasilkan gas refrigeran dengan tekanan dan suhu yang lebih tinggi. Suhu tinggi merupakan akibat dari proses kompresi isentropik.

Proses 2-3 (kondensasi) : Gas refrigeran bertekanan dan bersuhu tinggi dikondensasi dan menghasilkan refrigeran cair jenuh. Proses yang terjadi adalah pelepasan panas ke lingkungan. Proses kondensasi bekerja pada tekanan tetap. Pada awal proses suhu gas refrigeran

sedikit mengalami penurunan, selanjutnya terjadi perubahan fase gas menjadi cair pada suhu tetap.

Proses 3-4 (ekspansi) : Tekanan cairan refrigeran diturunkan dengan menggunakan katup ekspansi (*expansion valve*). Saat terjadi penurunan tekanan, juga terjadi penurunan suhu dan peningkatan mutu gas refrigeran, sebab data yang dipergunakan berdasarkan dengan penurunan tekanan dan suhu sebagian refrigeran cair berubah menjadi gas.

Proses 4-1 (penguapan) : Proses penguapan terjadi pada suhu sama, dimana hanya terjadi perubahan fase refrigeran cair menjadi gas. Panas laten penguapan diambil dari lingkungan sehingga terjadi refrigerasi lingkungan. Besarnya refrigerasi yang terjadi dinyatakan dalam efek refrigerasi (ton refrigerasi).

2.3. Komponen Utama Mesin Pendingin

2.3.1. Dalam mesin pendingin terdiri dari 4 komponen utama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Fungsi dari masing-masing alat tersebut adalah sebagai berikut: Kompresor, Kondensor, Evaporator, Alat Ekspansi.

Massa aliran udara yang melewati sebuah evaporator

Massa aliran udara yang melewati sebuah evaporator didefinisikan sebagai berikut :

$$m_a = A \cdot v \cdot \rho \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana, m_a = massa udara masuk sistem [kg/s]

A = luas penampang [m^2]

v = kecepatan aliran udara [m/s]

ρ = massa jenis udara [kg/m^3]

Perlu diketahui massa jenis udara pada tekanan 1 atm dengan suhu $20^{\circ}C$ adalah $1,204 \text{ kg/m}^3$ (Sumber: *Jhon A. Duffle* dan *William A. Beckman*). Evaporator pendingin cairan umumnya digunakan untuk mendinginkan air, susu, jus, dan kegunaan industri lainnya. Jenis evaporator yang sering digunakan adalah evaporator bare-tube karena proses pengambilan panas terjadi langsung dari bahan ke ferigeran. Terdapat beberapa tipe evaporator yang sering digunakan, seperti pipa ganda, *Baudelotcooler*, *tipe tank*, *shell and coil cooler* dan *shell and tube cooler*.

2.4. Panas Jenis dan Berat Jenis Udara

2.4.1. Berat Jenis Udara

Berat jenis gas (termasuk udara) dapat bervariasi tergantung pada tekanan

dan temperaturnya. Karena itu untuk menyatakan berat jenis suatu gas harus disebutkan pula tekanan dan temperaturnya. Berdasarkan kutipan yang penulis ambil bahwa dalam prakteknya ada dua macam kondisi seperti dibawah ini:

a. Kondisi Standar Industri

Udara dengan kondisi ini mempunyai keadaan sebagai berikut:

Temperatur : $20^{\circ}C$ ($293^{\circ}K$)

Tekanan mutlak : 760 mmHg
($0,1013 \text{ MPa}$)

Kelembaban Relatif : 65%

Berat Jenis : $1,204 \text{ kgf/m}^3$
($11,807 \text{ N/m}^3$)

Kondisi industri ini sering dipakai untuk menyatakan kondisi isap pada kompresor.

b. Kondisi Normal Teoritis

Udara dengan kondisi ini mempunyai keadaan sebagai berikut:

Temperatur : $0^{\circ}C$ ($273^{\circ}K$)

Tekanan Mutlak : 760 mmHg
($0,1013 \text{ MPa}$)

Berat Jenis : $1,293 \text{ kgf/m}^3$
($12,68 \text{ N/m}^3$)

2.4.2. Panas Jenis Udara

Jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 kg suatu

zat sebesar 1°C disebut panas jenis. Adapun jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suatu benda atau zat secara menyeluruh sebesar 1°C disebut kapasitas termal benda atau zat tersebut.

Satuan jumlah panas yang dipakai adalah kilo *calori* (disingkat kcal), dimana 1 kilo *calori* sama dengan jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan *temperature* 1 kg air sebesar 1°C , maka satuan panas jenis menjadi $\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$ dalam sistem *SI*, sebagai satuan panas dipakai *kilo Joule* (disingkat kJ) dimana $1 \text{ kJ} = 0,2389 \text{ kcal}$ atau $1 \text{ kcal} = 4,186 \text{ kJ}$.

Panas jenis tergantung pada macam bahan seperti diuraikan dibawah ini: panas jenis suatu gas juga didefinisikan sebagai jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan *temperature* 1 gram gas tersebut sebesar 1°C , seperti pada zat-zat yang lain. Namun untuk gas ada dua macam panas jenis, yaitu: panas jenis pada tekanan tetap dan panas jenis pada volume tetap.

2.4.3. Refrigeran (Bahan pendingin)

Refrigeran adalah zat yang mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cair, ataupun sebaliknya. Jenis bahan pendingin sangat beragam. Setiap jenis bahan pendingin memiliki karakteristik yang

berbeda. Bahan pendingin diantaranya yang dewasa ini banyak dan secara umum digunakan R-11, R-12, R-13, R-22, dan R-134a. R-12 ditunjukkan oleh gambar 2.10. R-12



Gambar 2.10. R-12
(e-dukasi, 2009)

2.5. MusiCool (MC)

Musicool adalah refrigeran dengan bahan dasar hydrocarbon alam dan termasuk dalam kelompok refrigeran ramah lingkungan, dirancang sebagai alternatif pengganti refrigeran sintetik kelompok hidrokarbon; CFC R-12, HCFC R-22 dan HFC R-13a yang masih memiliki potensi merusak alam.

Pemakaian musicool pada sistem refrigerasi yang sebelumnya menggunakan refrigeran sintetik, tidak memerlukan penggantian komponen maupun pelumas, dengan kata lain bersifat "*Drop in Substitute*", karena musicool tidak memiliki efek terhadap logam, desikan, pelumas, dan elastomer (kecuali *elastomer* berbahan dasar karet alam).

Musicool telah memenuhi persyaratan teknis sebagai refrigeran yaitu meliputi aspek sifat fisika dan termodinamika, diagram tekanan versus suhu serta uji kinerja pada siklus refrigerasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan beban pendingin yang sama, musicool memiliki keunggulan-keunggulan dibandingkan dengan refrigeran sintetik.

Bentuk kemasan Refrigeran Hidrokarbon Musicool (a) 3kg , (b) 6 kg. seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Kemasan Refrigeran Hidrokarbon Musicool (a) 3kg , (b) 6 kg. (e-dukasi, 2009)

BAB III

PELAKSANAAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 27Maret-11 April 2013 dilaboratorium TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS SAM RATULANGI Sulawesi Utara.

3.2. Pengambilan Data

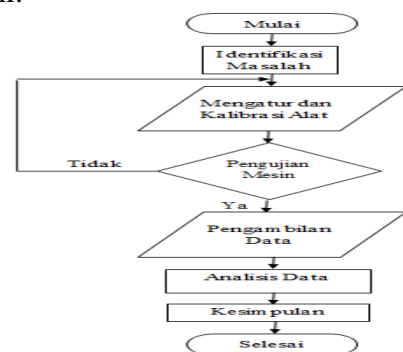
Data yang diperlukan pada penelitian ini diambil dengan melakukan survei objek, studi pustaka dan informasi dari internet yang berkaitan dengan itu. Adapun data yang diperlukan pada penelitian ini adalah “Membandingkan laju refrigerasi pada mesin pendingin menggunakan R-12 dan MC-12.

3.4. Metode Percobaan dan Pengambilan Data

Metode percobaan yang dilakukan dalam pengambilan data adalah mengambil data dalam setiap 10 menit selama 1 jam dengan melakukan percobaan sebanyak 12 kali percobaan, 6 kali percobaan untuk R-12 dan 6 kali percobaan untuk MC-12.

3.5. Flow Chart

Secara sistematis, pelaksanaan penelitian dapat dilihat dalam diagram alir berikut ini.



Gambar 3.3. Flow Chart

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengolahan Data

Dari percobaan yang dilakukan peneliti selama satu bulan setiap hari di Laboratorium Pendingin Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi.

Untuk mencari jumlah rata-rata arus dari data hasil pengamatan dalam penelitian ini maka rumus yang digunakan adalah :

$$\bar{I} = \frac{\sum I}{n} \dots\dots\dots 4.1$$

Dimana:

\bar{I} = Rata-rata arus

$\sum I$ = Jumlah Arus

n = Banyak Percobaan yang dilakukan

Dari persamaan 4.1 dengan n adalah banyak percobaan yang dilakukan, maka diperoleh

$$\bar{I} = \frac{0,82+0,82+0,80+0,80+0,80+0,79+0,79}{7}$$

$$\bar{I} = \frac{5,62}{7}$$

$\bar{I} = 0,80$ Ampere

Dan untuk temperatur,

$$\bar{T} = \frac{\sum T}{n}$$

Dimana

\bar{T} = Temperatur Rata-rata

$\sum T$ = Jumlah Temperatur

n = Banyak Percobaan yang dilakukan, diperoleh

$$\bar{T} = \frac{28,5+15,0+14,3+13,6+10,7+9,5+8,8}{7}$$

$$\bar{T} = \frac{100,4}{7}$$

$\bar{T} = 14,34^{\circ}\text{C}$

$\bar{T} = 14,34 + 273$

$\bar{T} = 287,34 \text{ K}$

Untuk mencari laju refrigerasi atau juga bisa disebut kapasitas refrigerasi pada mesin pendingin menggunakan R-12 dan MC-12 maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta t \dots\dots\dots 4.2$$

Dimana:

\dot{Q} = Kapasitas Refrigerasi

\dot{m} = Massa

C_p = Panas Jenis

Δt = Temperatur

Perhitungan laju refrigerasi adalah sebagai berikut:

Diameter dalam tabung,

$$D^2 = 14,5 \text{ cm}^2$$

Tinggi tabung

$$t = 18 \text{ cm}$$

Volume tabung adalah,

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times t = \frac{3,14 \times (14,5 \text{ cm})^2}{4} \times 18 \text{ cm}$$

$$V = 2970,83 \text{ cm}^3 = 2970,83 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V = 2970,83 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Massa jenis (ρ) dan panas jenis (C_p) diperoleh melalui interpolasi :

Dengan $\bar{T} = 287,34 \text{ K}$

maka

$$\rho = 1,4128 + \left(\frac{287,34 - 250}{300 - 250} \right) \cdot (1,1774 - 1,4128)$$

$$= 1,4128 + 0,7468 \cdot (-0,2354)$$

$$= 1,4128 - 0,1757$$

$$\rho = 1,2371 \text{ kg/m}^3$$

Massa diperoleh dari persamaan

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho \cdot v$$

$$m =$$

$$1,2371 \text{ kg/m}^3 \times 2970,83 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$m = 3675,21 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$m = \frac{3675,21 \cdot 10^{-6} \text{ kg}}{3600 \text{ s}}$$

$$m = 1,0208 \cdot 10^{-6} \text{ kg/s}$$

Dan panas jenis adalah

$$Cp = 1,005 + \left(\frac{287,34 - 250}{300 - 250} \right) \cdot (1,0057 - 1,0053)$$

$$Cp = 1,0053 + 0,7468 \cdot (4 \cdot 10^{-4})$$

$$Cp = 1,0055 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

Maka laju refrigerasinya :

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot Cp \cdot \Delta t$$

$$\dot{Q} = 1,0208 \cdot 10^{-6} \text{ kg/s} \times 1,0055 \text{ kJ/}$$

$$\text{kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 14,34^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q} = 1,4718 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$$

Percobaan	Media	\bar{I} (Amper)	\dot{m} (kg/s)	Cp (kJ/kg. $^\circ\text{C}$)	\dot{Q} (kJ/s)
I	Air	0,72	3	4,179	295,12
II		0,77	3	4,179	283,58
III		0,74	3	4,179	260,89
I	Udara	0,72	$1,0335 \cdot 10^{-6}$	1,0055	$1,514 \cdot 10^{-5}$
II		0,74	$1,0221 \cdot 10^{-6}$	1,0055	$1,4408 \cdot 10^{-5}$
III		0,76	$1,0244 \cdot 10^{-6}$	1,0055	$1,3812 \cdot 10^{-5}$

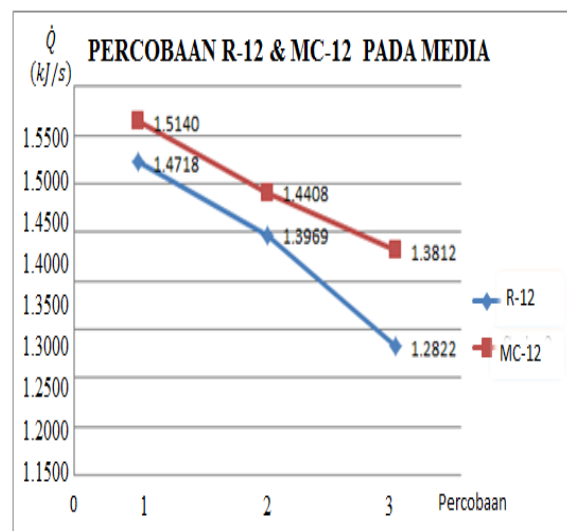
Table 4.7. Hasil Perhitungan R-12 media air dan udara

Percobaan	Media	\bar{I} (Amper)	\dot{m} (kg/s)	Cp (kJ/kg. $^\circ\text{C}$)	\dot{Q} (kJ/s)
I	Air	0,74	3	4,179	277,69
II		0,74	3	4,179	277,06
III		0,77	3	4,179	259,64
I	Udara	0,80	$1,0208 \cdot 10^{-6}$	1,0055	$1,4718 \cdot 10^{-5}$
II		0,73	$1,0238 \cdot 10^{-6}$	1,0055	$1,3969 \cdot 10^{-5}$
III		0,73	$1,0284 \cdot 10^{-6}$	1,0055	$1,2822 \cdot 10^{-5}$

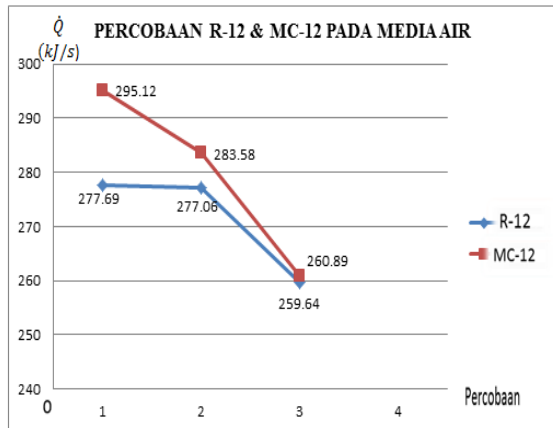
Table 4.14. Hasil Perhitungan MC-12 media air dan udara

4.2. Pembahasan

Maka grafik dari hasil percobaan R-12 & MC-12 Media Udara dan Air dari tabel 1 sampai 12 adalah sebagai berikut :



Grafik 1. Kapasitas Refrigerasi dengan menggunakan R-12-MC-12 Pada Media Udara dan hasilnya semua dikalikan dengan 10^{-5} kJ/s



Grafik 2. Kapasitas Refrigerasi dengan menggunakan R-12-MC-12 Pada Media Air

Dari hasil grafik 1 dan 2 kapasitas refrigerasi dengan menggunakan R-12-MC-12 pada media air dan udara didapatkan kapasitas refrigerasi MC-12 dengan media udara dan air lebih besar dari R-12 dengan media udara dan air. Dimana R-12 media udara \dot{Q}_1 adalah $1,4718 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$, \dot{Q}_2 adalah $1,3969 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$, dan \dot{Q}_3 adalah $1,2822 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$. Untuk media udara MC-12 \dot{Q}_1 adalah $1,514 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$, \dot{Q}_2 adalah $1,4408 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$, dan \dot{Q}_3 adalah $1,3812 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$. Kemudian untuk media air R-12 \dot{Q}_1 adalah $277,69 \text{ kJ/s}$, \dot{Q}_2 adalah $277,06 \text{ kJ/s}$, dan \dot{Q}_3 adalah $259,64 \text{ kJ/s}$. Untuk media air MC-12 \dot{Q}_1 adalah $295,12 \text{ kJ/s}$, \dot{Q}_2 adalah $283,58 \text{ kJ/s}$, dan \dot{Q}_3 adalah $260,89 \text{ kJ/s}$. Maka dapat diambil kesimpulan

pemakaian refrigeran musicool (MC-12) lebih baik dari pada refrigeran sintetik R-12 dan lebih ramah lingkungan.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian Kapasitas refrigerasi pada mesin pendingin menggunakan R-12 dan MC-12, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah rata-rata arus pada pemakaian R-12 dari Percobaan I sampai percobaan III menggunakan media udara dan air adalah : $\bar{I} = 0,75A$
2. Jumlah rata-rata Kapasitas Refrigerasi Pemakaian R-12 Percobaan I sampai percobaan III menggunakan media udara adalah : $\dot{Q} = 1,3836 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$
3. Jumlah rata-rata Kapasitas Refrigerasi Pemakaian R-12 Percobaan I sampai percobaan III menggunakan media air adalah : $\dot{Q} = 238,13 \text{ kJ/s}$
4. Jumlah rata-rata Kapasitas Refrigerasi Pemakaian MC-12 Percobaan I sampai percobaan III menggunakan media udara adalah : $\dot{Q} = 1,4453 \cdot 10^{-5} \text{ kJ/s}$

5. Jumlah rata-rata arus pada pemakaian MC-12 dari Percobaan I sampai percobaan III menggunakan media udara dan air adalah : $\bar{I} = 0,74A$
6. Dari hasil ini didapatkan kapasitas refrigerasi MC-12 dengan media udara dan air lebih besar dari R-12 dengan media udara dan air.

5.2. Saran

Perlunya penelitian lebih lanjut tentang **Kapasitas Refrigerasi Pada Mesin Pendingin Menggunakan R-12 dan MC-12** dalam hal usia mesin dan variabel lain yang bisa menggugah minat masyarakat umum untuk menggunakan hidrokarbon sebagai sumbangsih nyata komunitas teknik mesin dalam upaya pelestarian lingkungan hidup.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. <http://id.scribd.com/doc/30632644/Karakteristik-Bahan-Dan-Aspek-Lingkungan-Refrigeran-Hidrokarbon>. Diakses pada hari Selasa 29 Januari 2013 Jam 11:15
2. Anonim. http://gasdom.pertamina.com/produk_dan_services_musicool_12.aspx. Diakses pada hari Selasa 29 Januari 2013. Jam 11:20
3. Modul Plpg Teknik Pendingin 2013
4. Luntungan, H. 2007. Mesin Pendingin dan Pemanas. Bahan Ajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado
5. PT.Pertamina (Persero) UP III, 2005. Pengenalan Refrigeran Musicool. Makalah Pelatihan *Retrofitting* Dan Aplikasi Pada Mesin Pendingin. Surabaya
6. Stoecker, W.F. 1980. *Refrigeration and Air Conditioning*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi
7. Kementrian Negara Lingkungan Hidup Tahun 2007. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 02 Tahun 2007, Tentang Pedoman Dan Persyaratan Kompetensi Pelaksanaan Retrofit Dan Recycle Pada Sistem Refrigerasi
8. J.P. HOLMAN, 1988. Perpindahan Kalor. Penerbit Erlangga
9. Anonim. <http://blogmechanical.blogspot.com/2011/09/panas-jenis-dan-berat-jenis-udara.html>. Diakses pada hari Selasa 20 September 2013 Jam 10:01