

Kaji Eksperimental Penggunaan R22 dan R410A Berdasarkan Variasi Laju Aliran Massa Pada Mesin AC

Experimental Case Study of Air Conditioning Machine by Use R22 and R410A based on the mass flow rate

Dian Wahyu, Nasrullah & Khairul Amri

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576 Email: dianwahyuitb@gmail.com

ABSTRACT

The development of the use of air conditioning machines (AC machines) is very high, due to the increased consumption of electricity for household needs are also increasing. Based on field observations of R22 refrigerant is still widely used in commercial air conditioning machines, where the refrigerant has properties that are not friendly to the environment. R410A refrigerant has been recommended to replace worn R22. It became one of the rationale for conducting the assessment directly to efforts to reduce electricity consumption due to the use of air conditioning machines in the household and the efforts to preserve the environment. The research was conducted on a commercial air conditioning machines by testing the engine for both types of refrigerant (R22 and R410A). Testing the engine characteristics, tested by varying the refrigerant mass flow rate for both refrigerants. The test results showed, electricity consumption (compressor power) for the use of both types of refrigerants is similar but uses R410A refrigerant produces a greater cooling effect than by using refrigerant R22. In Overall effect of the variation of mass flow rate for both refrigerants clearly evident, the increase in mass flow rate causes enhancement of several variables such as the increase in compressor power, cooling effect, the effect of heat release, but for the coefficient of performance (COP), the addition of the mass flow rate after COP The optimum value of the COP does not increase anymore. In this study, the highest COP values obtained in the refrigerant mass flow rate 3.4 g/s for R410A and R22 for 1.9 has the highest COP of 1.7 at a flow rate of refrigerant mass 3 g/s. For maximum cooling impact, generated by 0.502 kW to 0.572 kW usage for R22 and R410A.

Keywords : Experimental, AC, R22, R410A, mass flow rate

PENDAHULUAN

Tujuan dari siklus refrigerasi adalah untuk menjaga suatu kondisi area dingin agar tetap berada dibawah temperatur lingkungan sekeliling. Hal dapat tercapai dengan memanfaatkan siklus kompresi uap. Siklus ini banyak biasanya digunakan pada sistem refrigerasi dan dipakai untuk keperluan pencairan gas dan pengkondisian udara. Refrigeran digunakan sebagai fluida kerja pada sistem tersebut.

Dewasa ini sistem dan komponen yang digunakan pada refrigerasi sangat berkembang dan sangat banyak digunakan, seperti pemakaian *air conditioning* (AC) untuk perumahan dan gedung. Hal ini tentu saja berdampak pada peningkatan konsumsi listrik. Dari observasi dilapangan dapat diketahui jenis refrigeran yang umum digunakan pada pendingin udara sekarang

ini adalah R22, ini tentu saja mendatangkan potensi penipisan lapisan ozon dan pemanasan global.

Hal ini mendapat perhatian besar bagi kalangan peneliti internasional sehingga terlahir perjanjian internasional pada tahun 1987 yang dikenal dengan Protokol Montreal. Ini juga berlanjut dengan Protokol

Kyoto yang mengatur pembatasan dan pengurangan gas-gas penyebab rumah kaca (green house effect). Dari perjanjian ini disuarakan jika R22 harus dihapuskan dan bagi indonesia refrigeran ini dibatasi penggunaannya sampai 2030.

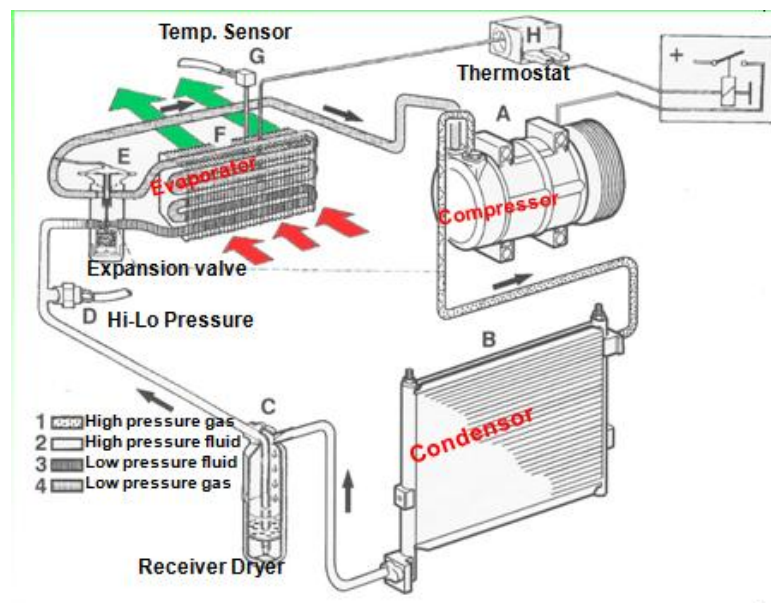
Berdasarkan hal diatas penggunaan refrigeran dianjurkan pada refrigeran yang lebih ramah lingkungan, untuk penelitian ini refrigeran yang dipilih adalah R410A, dimana mesin kompresi uap yang sama

dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan kedua refrigeran dan laju aliran massa terhadap karakteristik dari sistem pendingin.

Siklus Kompresi Uap

Secara umum siklus kompresi uap sederhana memiliki beberapa komponen seperti evaporator, kondensor, kompresor dan katup ekspansi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Proses pemindahan panas dari sisi keadaan yang bertemperatur rendah ke sisi keadaan yang bertemperatur tinggi diterangkan mulai dari dalam evaporator. Pada komponen ini refrigerant mulai menguap karena ada penyerapan panas oleh refrigeran dan hal ini juga disebabkan karena terjadi penurunan tekanan yang mengakibatkan

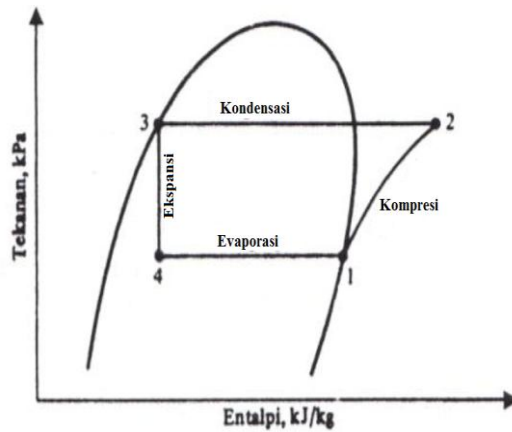
titik didih refrigerant menjadi lebih rendah. Dalam evaporator terjadi perubahan fasa refrigerant dari cair menjadi gas. Refrigerant dalam bentuk gas tersebut mengalir ke sisi hisap kompresor dan kemudian dikompresikan ke tekanan yang lebih tinggi sesuai dengan tekanan kerja kondensor. Hal ini juga menyebabkan temperatur refrigeran menjadi tinggi, kemudian refrigeran mengalir ke kondensor. Pada sisi ini terjadi proses pelepasan panas dari refrigeran ke lingkungan dengan kata lain refrigerant didinginkan oleh udara luar yang mengelilingi kondensor sehingga refrigerant menjadi cair kembali. Siklus ini berlangsung terus menerus berulang-ulang sehingga didapat temperature yang diinginkan.



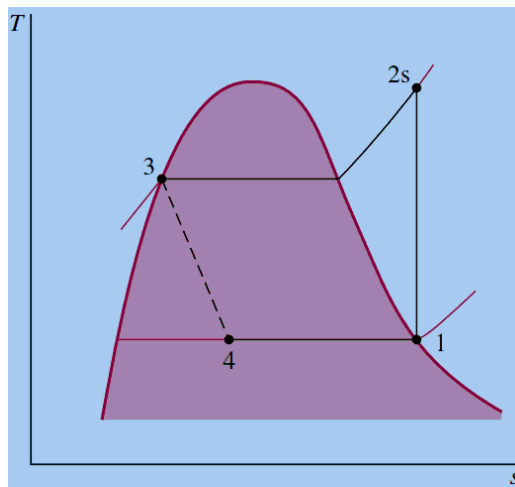
Gambar 1. Komponen Siklus Kompresi Uap Sederhana

Untuk memudahkan, memahami prinsip kerja siklus kompresi uap dan melihat karakteristik siklus maka sebuah diagram P-h (Tekanan – Entalpi) atau T-s

(Temperatur – Entropi) dapat digunakan seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Diagram P-h Siklus Kompresi Uap Ideal



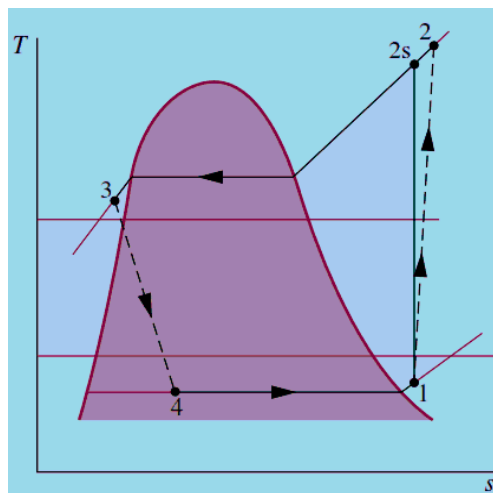
Gambar 3. Diagram T-s Siklus Kompresi Uap Ideal

Siklus Kompresi Uap Aktual

Secara umum siklus kompresi uap ideal sangat susah diwujudkan di dalam praktek, karena salah satunya sangat sulit menghilangkan rugi-rugi akibat gesekan

dalam pipa serta mencegah rugi-rugi akibat panas.

Gambar 4 menunjukkan diagram Siklus Kompresi Uap Aktual, dimana ada beberapa kondisi yang tidak sesuai dengan siklus kompresi uap ideal.



Gambar 4. Siklus Kompresi Uap Aktual

Pada pengkondisian proses pengujian karakteristik mesin kompresi uap sulit terwujudnya proses yang ideal, namun proses ini dipilih sebagai pendekatan dalam menetapkan karakteristik dari suatu mesin yang diuji.

Adapun variabel yang dapat ditentukan adalah kerja kompresor, efek pendinginan, efek pelepasan panas, Coeficient of Perfomance (COP), Perfomancy Factor (PF) yang akan dijelaskan berikut dibawah ini.

Kerja Kompresor adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur dan tekanan per satuan massa refrigeran.

$$w_k = \frac{W_k}{m} = h_2 - h_1$$

Dampak pendinginan adalah besarnya panas yang diserap refrigeran persatuan massa. Ini dapat dihitung dengan mengurangi entalpi keluar dari evaporator dengan entalpi yang akan memasuki evaporator.

$$q_e = \frac{Q_e}{m} = h_1 - h_4$$

Efek pelepasan panas adalah besarnya panas yang dipindahkan dari refrigeran ke lingkungan. Ini dapat dihitung dengan mengurangi entalpi sisi masuk kondensor dengan entalpi sisi keluar kondensor.

$$q_k = \frac{Q_k}{m} = h_2 - h_3$$

Coefisien of perfomance adalah nilai yang mengindikasikan antara dampak pendinginan dengan kerja dari kompresor.

$$COP = \frac{q_e}{w_k} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

Perfomancy factor adalah nilai yang mengindikasikan antara dampak pelepasan panas dengan kerja kompresor.

$$PF = \frac{q_k}{w_k} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

Fluida Kerja Mesin Pendingin (Refrigeran)

Refrigeran merupakan working fluid (fluida kerja) yang digunakan didalam siklus kompresi uap. Refrigeran berfungsi sebagai zat yang membawa panas dari suatu ruangan yang akan didinginkan ke lingkungan atau ruangan pengering. Refrigeran membawa energi panas didalam mesin pendingin dengan memanfaatkan peristiwa evaporasi dan kondensasi dengan dibantu oleh beberapa komponen pada mesin pendingin tersebut.

Refrigeran dipilih berdasarkan beberapa aspek seperti mudah berubah fasa dengan kalor penguapan yang tinggi, tidak beracun, tidak korosif dengan komponen mesin refrigerasi. Namun secara umum refrigeran yang baik memiliki nilai ODP (Ozone Depleting Potential) dan GWP (Global Warming Potential) yang rendah.

Refrigeran jenis R22 merupakan refrigeran Halokarbon yang memiliki kemampuan untuk bereaksi dengan lapisan ozon. Namun saat ini masih banyak digunakan terutama pada mesin pengkondisian udara. Tentu saja ini tidak baik dibiarkan begitu saja. Refrigeran golongan zeotrop memiliki sifat yang ramah lingkungan. Refrigeran ini merupakan refrigeran yang diproduksi dari berbagai campuran refrigeran lain contohnya R410A, merupakan campuran dari R32 sebanyak 50% dan R125 sebanyak 50%.

Jumlah massa refrigeran

Penentuan jumlah volume atau massa dari refrigeran pada mesin pendingin merupakan suatu hal yang perlu diketahui. Penentuannya dapat dilakukan melalui berbagai cara diantaranya, melalui kapasitas pendinginan dari instalasi mesin pendingin yang tertulis langsung pada bagian spesifikasi alat pendingin dan kemudian dengan cara melakukan pengisian langsung dengan melihat sisi evaporator telah dilapisi

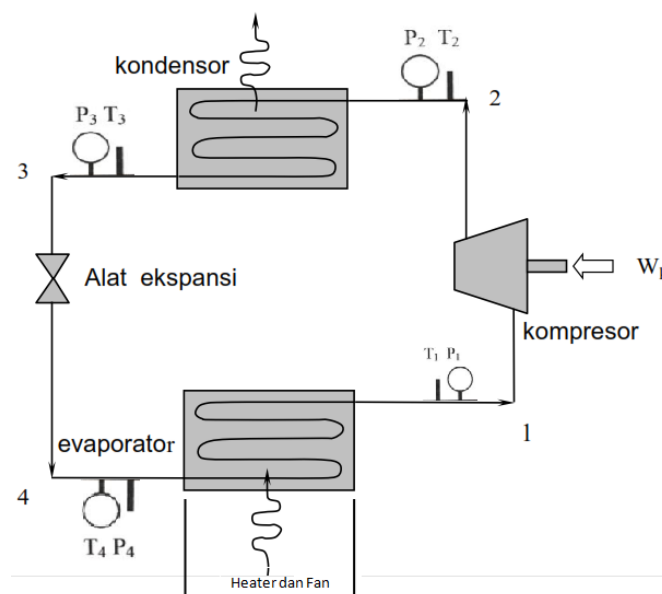
bunga es yang tipis, serta dengan melakukan perhitungan teoritis dengan kapasitas pendinginan sebagai acuan.

Didalam penelitian ini, massa untuk kedua refrigeran akan divariasikan untuk melihat karakteristik yang dihasilkan dari mesin pendingin.

METODOLOGI

Alat yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah satu buah instalasi mesin pendingin

komersial, dan beberapa alat ukur temperatur dan tekanan yang telah terpasang pada alat yang akan diuji. Karakteristik mesin pendingin akan ditentukan untuk kedua jenis refrigeran pada pembebanan yang tetap. Proses pembebanan pada mesin pendingin dilakukan dengan cara mengalirkan udara panas ke sisi evaporator. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian mesin pengkondisian udara

Prosedur Pengujian

Berikut dibawah ini akan diberikan cara dalam mengambil data pengujian.

1. Lakukan pengurusan refrigeran dari dalam sistem terlebih dahulu
2. Periksa semua instalasi dari kebocoran.
3. Lakukan proses pemvakuman sesuai dengan tekanan jenuh refrigeran yang masuk ke evaporator
4. Isikan refrigeran kedalam sistem. Pengisian refrigeran kedalam sistem pendingin harus dalam keadaan fasa cair dan dimasukkan melalui sisi discharge kompresor. Ini dilakukan agar mencegah refrigeran masuk ke

sistem pendingin dengan komposisi yang salah dan meninggalkan refrigeran dalam botol dalam komposisi yang salah jika pengisianannya dilakukan pada sisi isap.

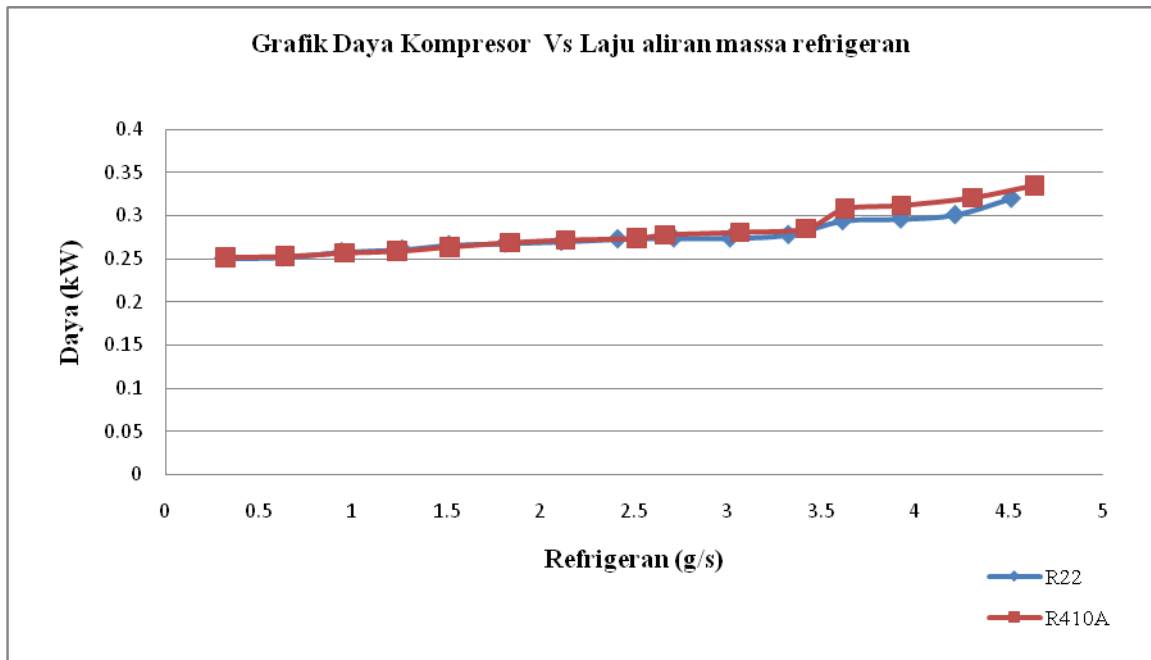
5. Isikan refrigeran ke dalam sistem sedikit demi sedikit sampai ukuran volume refrigeran yang maksimal sesuai dengan spesifikasi alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh variasi laju aliran massa refrigeran R22 dan R410A terhadap daya kompresor

Pada Gambar 6 dapat dilihat perbandingan penggunaan fluida kerja R22 dan R410A serta pengaruh variasi dari laju aliran massa dari refrigeran itu sendiri. Kecenderungan garis grafik yang didapatkan untuk kedua refrigeran adalah semakin besar laju aliran massa maka daya kompresor yang

digunakan semakin tinggi, namun untuk laju aliran refrigeran yang sama konsumsi daya kompresor hampir sama didapatkan untuk kedua refrigeran, meskipun pada grafik yang didapatkan ada kondisi yang tidak sama.

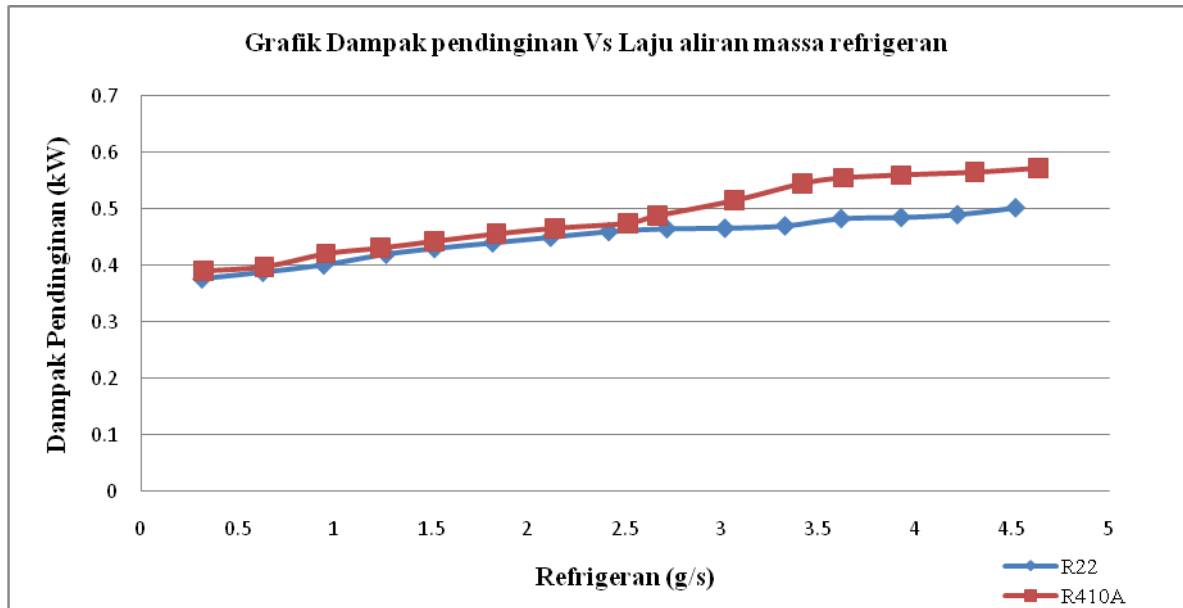


Gambar 6. Konsumsi daya kompresor terhadap laju aliran massa kedua refrigeran

Dampak pendinginan terhadap variasi laju aliran massa refrigeran R22 dan R410A

Pengaruh penggunaan refrigeran R22 dan R410A pada variasi laju aliran massa yang hampir sama sangat jelas sekali terlihat pada sisi dampak pendinginan yang

dihasilkan. Secara umum kecenderungan garis dampak pendinginan linear naik terhadap peningkatan laju aliran massa dan nilai dampak pendinginan menggunakan R410A lebih besar dibandingkan dengan R22.

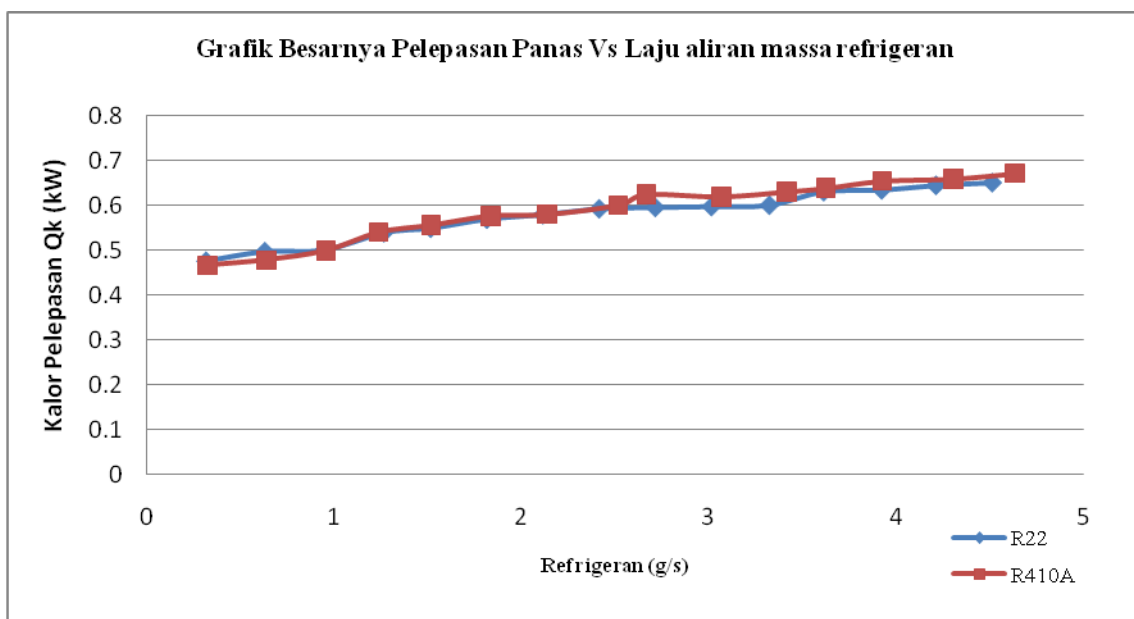


Gambar 7. Dampak pendinginan terhadap penggunaan R22 dan R410A pada variasi laju aliran massa

Pelepasan panas pada sisi kondensor terhadap variasi laju refrigeran R22 dan R410A

Pada Gambar 8 dapat dilihat besarnya pelepasan panas dari kondensor akan meningkat seiring dengan penambahan laju aliran massa refrigeran. Pada Gambar 8

dapat dipahami bahwa secara keseluruhan mesin AC yang menggunakan fluida kerja R410 memiliki nilai pelepasan panas yang tinggi pada laju aliran massa refrigeran yang sama dibandingkan dengan R22, meskipun ada beberapa data pengujian yang berbeda.

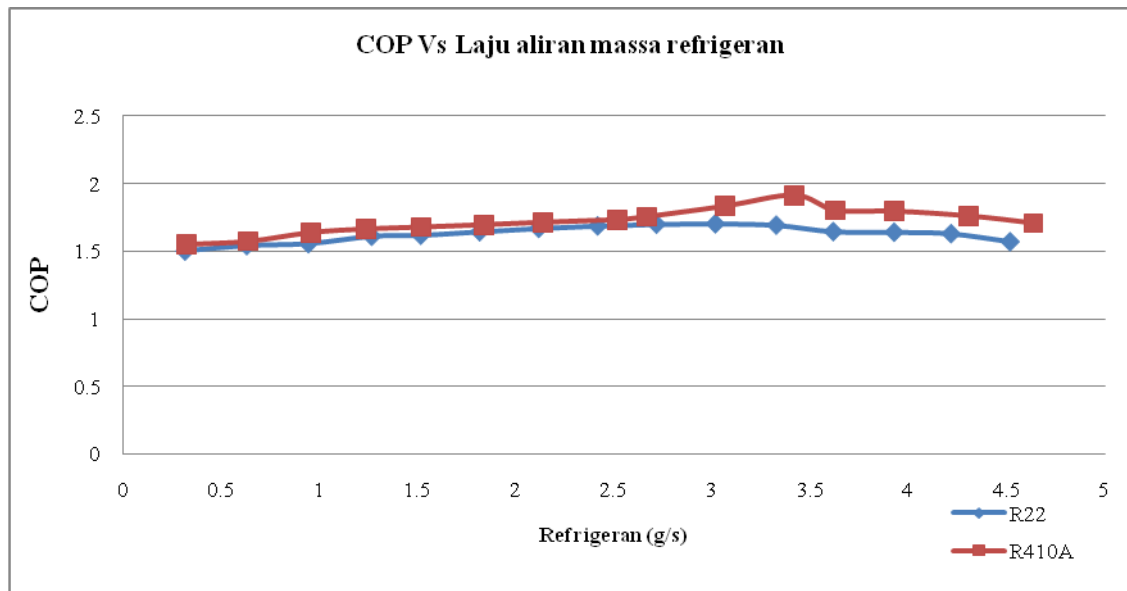


Gambar 8. Efek pelepasan panas terhadap variasi laju aliran massa refrigeran R22 dan R410A

Coeficient of Perfomance terhadap laju aliran massa refrigeran

Pada Gambar 9 dapat dilihat peningkatan COP pada mesin AC untuk penggunaan R22 dan R410A. Pada kondisi awal nilai COP meningkat sesuai dengan penambahan laju aliran massa dari kedua refrigeran,

namun setelah kondisi kerja optimum penambahan laju aliran massa refrigeran tidak meningkatkan lagi nilai COP mesin AC, hal ini disebabkan karena perpindahan panas ke refrigeran membutuhkan waktu sehingga ada panas yang diserap lagi oleh refrigeran.



Gambar 9. COP mesin AC terhadap laju aliran massa refrigeran

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai COP optimum didapatkan sebesar 1,9 pada laju aliran massa refrigeran 3,4 g/s untuk R410A dan 1,7 pada laju aliran massa refrigeran 3 g/s.

Nomenklatur

Q	Laju aliran energy (J/s)
W	Kerja (J/s)
m	massa(g)
P	Tekanan(Pa)
T	Temperatur (°C)
COP	Coeficient of Perfomance
PF	Perfomance Factor
q	Kalor per massa (J/kg)

Subsripts

1	Keadaan inlet kompresor
2	Keadaan outlet kompresor
3	Kondisi outlet kondensor
4	Kondisi setelah ekspansi
e	evaporator
k	Kondensor, kompresor

SIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah

1. Konsumsi daya kompresor untuk refrigeran R410A pada mesin AC hampir sama dengan R22.
2. COP mesin AC dengan refrigeran R410A lebih tinggi dibandingkan dengan mesin AC yang menggunakan refrigeran R22 pada laju aliran yang hampir sama.
3. COP tertinggi didapatkan pada laju aliran massa refrigeran 3,4 g/s untuk R410A senilai 1,9 dan R22 memiliki COP tertinggi sebesar 1,7 pada laju aliran massa refrigeran 3 g/s.
4. Dampak pendinginan maksimum yang dihasilkan sebesar 0,502 kW untuk penggunaan R22 dan 0,572 kW untuk R410A.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, C. P. Refrigeration and Air Conditioning, Mc Graw Hill International Edition, 2001
- Ari Rabl & Jan F.Kreider. Heating and Cooling, Mc Graw Hill International Edition, 1994
- Aziz, azridjal, Perfomansi mesin kompresi uap terhadap massa refrigeran optimum menggunakan refrigeran hidrokarbon, Jurnal teknik mesin. 2005
- Michel J Moran, Shapiro, Munson & Dewitt. Introduction to thermal system engineering, John Wiley & Sons, Inc. 2003
- American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers Inc. ASHRAE Pocket Guide for Air Conditioning, Heating, Ventilation, Refrigeration 7th Edition. Tullie Circle, NE Atlanta: W. Stephen Comstock.