

ANALISIS EKSPERIMEN PENGGUNAAN REFRIJERAN R22, R32, DAN CAMPURAN R502-R407C UNTUK MENGETAHUI KINERJA AC SPLIT

Harman¹, Mukhlis A. Hamarung²

^{1,2}Staf Pengajar Teknik Mesin, Akademi Teknik Soroako, Sorowako
E-mail: ¹harman@ats-sorowako.ac.id

ABSTRAK

Hingga saat ini penggunaan Refrijeran R22 pada sistem pengkondisian udara masih relatif tinggi sehingga para peneliti masih terus melakukan penelitian tentang jenis Refrijeran yang paling sesuai untuk menggantikan R22. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan refrijeran R22, R32, dan campuran R502-R407C terhadap prestasi mesin pengkondisian udara dan penurunan temperatur ruangan yang dikondisikan. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan mengganti secara langsung (*drop-in substitute*), dilakukan pada ruangan yang berukuran panjang 3 meter, lebar 2.4 meter, dan tinggi 2.5 meter. Penentuan entalpi menggunakan software REFPROP 7.0, sedangkan pengambilan data sesuai parameter yang diperlukan menggunakan program komputer berbasis Arduino. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa, COP mesin semakin menurun seiring dengan lamanya pengoperasian mesin, demikian pula dengan temperatur ruangan yang semakin menurun seiring dengan lamanya pengoperasian mesin. Kecepatan penurunan temperatur yang terbaik pada penggunaan campuran R502 50%-R407C 50%. Sedangkan COP yang tertinggi pada penggunaan R32. Komposisi campuran yang paling mendekati R22 adalah campuran R502 60%-R407C 40%.

Kata Kunci: Refrijeran, R22, R32, campuran R502-R407C, COP

ABSTRACT

At the moment the use of Refrigerant R22 in air conditioning system is still relative high so the researchers are still doing research on the most appropriate Refrigerant type to replace R22. This study aims to determine the effect of refrigerant use R22, R32, and R502-R407C mixture to the achievement of air conditioning and decreased conditioned room temperature. The method using in the research was experimental method with replacing directly of the refrigerant (drop-in substitute), performed on the room with dimension of 3 meters long, 2.4 meters wide, and 2.5 meters high. Determination of enthalpy used software REFPROP 7.0, while the data acquisition to required parameters used Arduino-based computer program. The results obtained that, coefficient of performance (COP) of air-conditioning decreased with the time of operation, as well as the room temperature. The best rate of temperature drop happened when used the mixture of 50% R502-R407C 50%. The highest COP rich when used R32. The closest mixture composition to R22 was R502 60% - R407C 40%.

Keywords: Refrigerant, R22, R32, mixture of R502-R407C, COP

1. PENDAHULUAN

Refrijeran merupakan fluida kerja yang bersirkulasi dalam siklus refrijerasi. Refrijeran menyerap panas dari satu lokasi dan membuangnya ke lokasi yang lain, melalui mekanisme evaporasi dan kondensasi. Refrijeran yang paling banyak digunakan saat ini dan memiliki volume penjualan terbesar diantara semua refrijeran khususnya untuk mesin pengkondisian udara adalah R22. R22, bagaimanapun, adalah CFC yang mengandung atom klorin termasuk ozone depleting substance (ODS), yaitu zat yang dapat menyebabkan

kerusakan lapisan ozon oleh karena itu dilarang di impor dan digunakan khususnya di Indonesia mulai tahun 2008 (Kompas, 2012).

Pada tahun 1980an, para ilmuwan menemukan bahwa zat CFC tidak hanya melakukan kerusakan besar terhadap lapisan ozon, tetapi juga menciptakan efek rumah kaca, dan sangat mempengaruhi lingkungan dan kesehatan manusia di Bumi (Bolaji, 2010).

Setelah keberadaan lubang ozon di lapisan atmosfer diverifikasi secara saintifik, perjanjian

internasional untuk mengatur dan melarang penggunaan zat-zat perusak ozon disepakati pada tahun 1987 yang terkenal dengan sebutan Protokol Montreal (Bolaji, 2012).

Refrijeran CFCs (R22) merupakan salah satu refrijeran yang dijadwalkan untuk dihapuskan pada tahun 1996 untuk negara-negara maju. Sedangkan untuk negara-negara berkembang, refrijeran tersebut dijadwalkan untuk dihapus pada tahun 2010. Walaupun pada kenyataannya di Indonesia masih R22 masih banyak yang menggunakannya hingga saat ini.

Beberapa refrijeran alami yang sudah digunakan pada mesin refrijerasi adalah ammonia (NH₃), Hidrokarbon (HC), Karbon Dioksida (CO₂), air dan udara Riffat dkk, 1997. Kata “alami” menekankan keberadaan zat-zat tersebut yang berasal dari sumber biologis ataupun geologis, meskipun saat ini beberapa produk refrijeran alami masih didapatkan dari sumber daya alam yang terbarukan, misalnya hidrokarbon yang didapatkan dari *oil cracking*, serta amonia dan CO₂ yang didapatkan dari gas alam (Arif, dkk. 2013).

Meskipun pada saat ini refrijeran hidrokarbon dipersiapkan sebagai refrijeran alternatif untuk digunakan sebagai pengganti CFC12, HCFC134a dan HCFC22, namun melihat salah satu sifat dari hidrokarbon yang *flammable* (mudah meledak) sehingga penggunaan senyawa hidroklor masih tetap tinggi. Pada dasarnya R407C dan R502 merupakan campuran beberapa jenis refrijeran sintesis yang digolongkan dalam *Zeotropic* dan *Azeotropic* (R407C terdiri dari R-32/125/134a dengan komposisi 23/25/52 sedangkan R502 terdiri dari R-22/115 dengan komposisi 48.8/51.2) sehingga pencampuran keduanya akan didapatkan zat baru yang tentunya komposisi R-22 semakin berkurang.

Untuk mendapatkan sebuah refrijeran yang ramah lingkungan tentunya kita harus melakukan pengujian dengan mencoba mencampur beberapa zat dengan komposisi tertentu untuk kemudian dilakukan pengujian terhadap mesin pengkondisian udara tertentu sehingga akan di ketahui kinerja dan efisiensi mesin pendingin dari hasil penggantian refrijeran yang telah dibuat.

2. KAJIAN PUSTAKA

Refrijeran

Refrijeran adalah fluida kerja dalam sistem mesin pengkondisian udara dengan menjadi media perpindahan panas yang menyerap kalor dengan mekanisme penguapan (evaporasi) di evaporator pada temperatur rendah dan memberikan kalor dengan pengembunan (kondensasi) di kondensor pada temperatur dan tekanan tinggi.

Refrijeran dalam perdagangan telah diklasifikasikan oleh ASRE (*American Society of Refrigerant Engineer*). Standar ASRE membagi refrijeran dalam beberapa kelompok penting yaitu senyawa halokarbon (R-11, R-12, R-22), Azeotrop (R-502), senyawa Anorganik (Amonia, Air, Karbon Dioksida). dan senyawa hidrokarbon (Methana, Propana, Butana) (Arif, dkk. 2013).

Dampak Penggunaan Refrijeran Sintesis

Penggunaan refrijeran sintesis sebagai refrijeran pada mesin-mesin pendingin, berpengaruh terhadap kerusakan lingkungan. Walaupun senyawa ini merupakan refrijeran yang baik, tetapi atom klor yang dilepaskan ke atmosfer dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan ozon (O₃) pada stratosfir, dimana lapisan ozon ini berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultra-violet sinar matahari.

Chlorodifluoromethana (R-22) sebagai salah satu media refrijerator yang digunakan oleh mesin pengkondisian udara, selain mempunyai potensi pengrusakan ozon (Ozon Depletion Potential, ODP) juga mempunyai potensi pemanasan global (Global Warning Potential, GWP) (Bourmaza, 2010).

Kesepakatan untuk menurunkan produksi dan penggunaan senyawa *Halocarbon* sebagai bahan refrijeran telah mendapat persetujuan dari beberapa negara, yaitu Amerika, Masyarakat Eropa dan 23 negara lainnya pada tanggal 16 September 1987 dalam Konferensi Bumi dengan ditandatanganinya “The Montreal Protocol on Substance that Deplete the Ozon Layer”, yang dikenal dengan nama Protokol Montreal dan kesepakatan yang diperbaharui setiap dua tahun sekali (Arif, dkk. 2013; Bolaji, 2010; Bolaji 2012; Boumaza, 2010; Murugan, dkk. 2013).

Tabell. Perbandingan beberapa Refrijeran

Physical Properties	R22	R32	R502	R407C
Classification	HCFC	HFC	CFC	HFC
Mol. weight	86.5	52.02	111.6	86.2
Boling point (F)	-41.5	-68.4	-49.5	-43.6
Critical pres.	723.7	842.4	582.8	672.1
Critical temp. (F)	205.1	198.5	177.3	187
Critical density	32.7	26.84	35.5	32
Liquid density	75.3	59.93	77	72.35
Vapor density	0.294		0.388	0.289
Heat of vapor'z.	100.5	167.9	74.2	106.7
Spec. heat liquid	0.2967	0.561	0.296	0.360
Spec. heat vapor	0.1573		0.164	0.199
ODP	0.05	0	0.23	0
GWP	1780	675	4581	1674

Karakteristik Refrijeran

Refrijeran harus memiliki jumlah minimum karakteristik penting yang menguntungkan, di antaranya yang paling signifikan adalah: kepadatan rendah dalam fase cair, panas laten penguapan yang tinggi, volume spesifik rendah dalam fasa uap dan panas jenis yang rendah dalam fasa cair. Karakteristik ini akan dievaluasi dan dibandingkan antara cairan tersebut, seperti yang direkomendasikan oleh Poggi, dkk.

1. Laju aliran massa udara evaporator

$$u_{\text{devap}} = \rho_{\text{udara}} \times A \times V$$

2. Laju aliran kalor udara evaporator

$$Q_{\text{udara}} = u_{\text{devap}} \times c_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{out}})$$

3. Daya kompresi

$$W_c = V \times I$$

4. Kerja kompresi

$$w_c = h_2 - h_1$$

5. Laju aliran massa refrijeran

$$w_{\text{ref}} = W_c / w_c$$

6. Laju penyerapan nkalor di evaporator (Qe)

$$Q_e = w_{\text{ref}} \text{ kg/s } (h_1 - h_4) \text{ kJ/kg}$$

7. Laju pelepasan kalor di kondensor (Qc)

$$Q_c = w_{\text{ref}} \text{ kg/s } (h_2 - h_3) \text{ kJ/kg}$$

8. Coefficient of performance (COP)

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{\text{efek refrigerasi}}{\text{kerja kompresi}} \\ &= \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \end{aligned}$$

3. METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan membuat media/mesin uji dengan cara memisahkan komponen-komponen AC Split merek PANASONIC type CS-PC-12 KKP untuk kemudian dirangkai pada sebuah rangka dari baja seperti pada gambar dibawah:

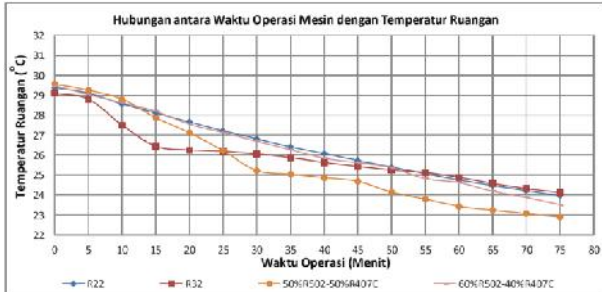


Gambar 1. Skema instalasi penelitian

Setelah terpasang, maka seluruh sambungan akan dilakukan uji kebocoran dengan memberikan tekanan secara bertahap mulai dari 20 psi s/d 200 psi. Ruang yang digunakan berupa *Kontainer* yang dimodifikasi sehingga membentuk ruang kerja dengan ukuran panjang 3 meter, lebar 2.4 meter, dan tinggi 2.5 meter. Proses kalibrasi alat ukur antara analog dengan digital serta pembuatan program *Visual basic* berbasis Arduino, untuk memudahkan pengukuran data-data temperatur dan tekanan. Untuk pengujian kinerja AC menggunakan variasi refrijeran R22, R32 dan campuran R502 60% + R407C 40%, R502 50% + R407C 50%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

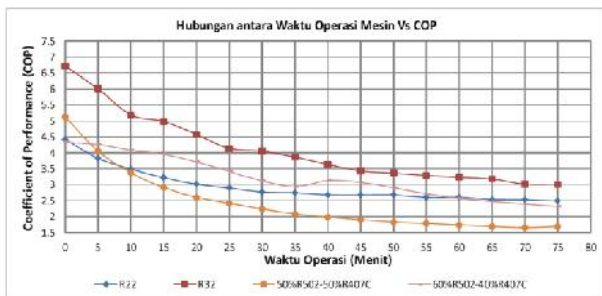
Penurunan temperatur ruangan



Gambar 2. Hubungan antara waktu operasi mesin terhadap penurunan temperatur ruangan

Pada gambar 2, terlihat bahwa regfijeran campuran R502-R407C pada komposisi 60%-40% mempunyai garis yang paling mendekati R22. Hal ini berarti bahwa kemampuan pendinginan pada refrijeran campuran tersebut dapat menyamai R22. Namun jika ditinjau dari kecepatan penurunan temperatur, dari gambar terlihat bahwa regrijeran campuran R502-R407C pada komposisi 50%-50% adalah yang terbaik. Demikian pula dengan campuran R502-R407C pada komposisi 70%-30%, juga dapat menurunkan temperatur ruangan dengan baik.

Coefficient of Performance (COP)

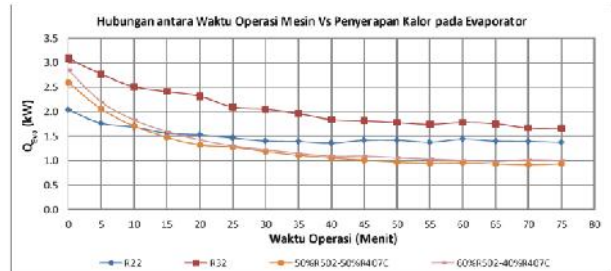


Gambar 2. Hubungan antara waktu operasi mesin terhadap COP mesin

COP merupakan indikator kinerja dari sistem dalam memberikan efek pendinginan pada mesin penkondisian udara. Pada grafik diatas terlihat bahwa COP refrijeran campuran R502-R407C pada komposisi 60%-40% mempunyai garis yang paling mendekati R22. Sedangkan campuran R502-R407C pada komposisi 50%-50% memiliki COP yang paling rendah meskipun pada penurunan

temperatur ruangan, refrijeran tersebut adalah yang terbaik. Dari refrijeran lainnya terlihat bahwa R32 memiliki COP yang baling besar dan juga cukup cepat menurunkan temperatur ruangan.

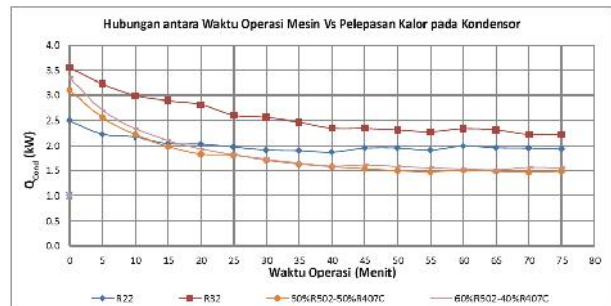
Penyerapan kalor pada evaporator



Gambar 3. Hubungan antara waktu operasi mesin terhadap penyerapan kalor pada evaporator

Pada grafik diatas terlihat bahwa semakin lama waktu operasi mesin pengkondisian udara maka laju aliran kalor evaporator cenderung ikut menurun. Hal ini terjadi karena semakin lama mesin maka kalor yang di serap di dalam ruangan semakin kecil sehingga perubahan entalpi masuk evaporator dengan keluar evaporator kecil.

Pelepasan kalor pada kondensor



Gambar 4. Hubungan antara waktu operasi mesin terhadap pelepasan kalor pada kondensor

Pada grafik diatas terlihat bahwa semakin lama waktu operasi mesin maka laju aliran kalor kondensor cenderung ikut menurun. Hal tersebut terjadi karena semakin lama mesin maka kalor yang di serap di dalam ruangan semakin kecil sehingga kalor yang di buang dikondensor ikut turun. Besarnya kalor yang dibuang oleh kondensor adalah kalor yang di serap kondensor

ditambah dengan kalor yang di bangkitkan oleh kompresor.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah, COP mesin semakin menurun seiring dengan lamanya pengoperasian mesin. Demikian pula dengan temperatur ruangan yang semakin menurun seiring dengan lamanya pengoperasian mesin. Kecepatan penurunan temperatur yang terbaik pada penggunaan campuran R502 50%-R407C 50%. Sedangkan COP yang tertinggi pada penggunaan R32. Campuran R502-R407C pada komposisi 60%-40% dapat dijadikan alternatif dan refrijeran varian baru untuk digunakan pada mesin pengkondisian udara.

Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya mesin uji dilakukan perbaikan dan penambahan titik pengukuran agar hal-hal lain seperti pengaruh aliran dan lain-lainnya dapat pula diteliti.

Ucapan Terima Kasih

Kepada seluruh pihak yang telah membantu memberikan dukungan baik materil maupun moral dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, E. dkk. 2013, Pengaruh Penggunaan Refrigeran R22, R134a Dan Campuran Propan Isobutan Terhadap Kinerja Mesin Pengkondisian Udara, Prosiding Seminar Nasional RiTekTra, Jakarta.
- Arismunandar, W. dan Saito, H., 2002, Penyegar Udara, Edisi keenam, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Arora, C.P., Refrigeration and Air Conditioning. Tata McGraw-Hill Publising Company Limited, New Delhi.
- Bolaji, B.O., 2010, Experimental Study of R152a and R32 to Replace R134a in a Domestic Refrigerator, *Journal Energy* 35, 3793-3798, Nigeria.
- Bolaji, B.O., 2012, Performance of a R22 split air conditioner when retrofitted with ozone friendly refrigerants (R410A and R417A). *Journal Energy* in south Africa Vol. 23 No. 3, Nigeria.

Carrier Air Conditioning Company, 1965, Handbook of Air Conditioning System McGraw-Hill Book Company, New York.

Boumaza, M., 2010, Performances Assesment of Natural Refrigerants as Subtitutes to CFC and HCFC in Hot Climate, *International Journal of Thermal and Environmental Engineering* Vol. 1 No. 2, Saudi Arabia.

Murugan, N. dkk., 2013, Development of Statistical Models for Predicting Performance of R22, R134a and R290/R600a Mixture Refrigerants using Design of Experiments. *International Journal of Thermodynamics (IJoT)* Vol. 16 No.1, India.

Stoecker dan Wilbert, F. dkk., 1996, Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Erlangga, Jakarta