



UJI PERFORMA WALL MOUNTED SPLIT AIR CONDITIONER MENGUNAKAN REFRIGERAN HC-290 SEBAGAI PENGGANTI REFRIGERAN HCFC-22

Ega Taqwali Berman^{1*}, Radif Abdul Hapidz¹, Kamin Sumardi¹ dan Mutaufiq¹

¹Departemen Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Indonesia

*Email: egatb@upi.edu

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 16/04/2019
Naskah Direvisi 29/04/2019
Naskah Disetujui 30/04/2019
Naskah Online 07/05/2019

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa wall mounted split air conditioner yang menggunakan refrigeran R-290 sebagai refrigeran pengganti R-22. Pemilihan R-290 karena merupakan bahan alami yang tidak mempengaruhi pada perubahan iklim, memiliki nilai ODP=0 dan GWP=20, harganya murah dan persediannya banyak. Performa dari sistem yang menggunakan R-290 akan dianalisis dan hasilnya dibandingkan dengan performa AC yang menggunakan R-22. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan memberikan indikasi positif terhadap penggunaan hidrokarbon sebagai refrigeran dalam sistem AC. Sehingga proses penggantian refrigeran (drop-in) dapat direkomendasikan untuk peralatan lama yang masih dipakai tanpa perlu modifikasi sistem dan tetap mempertahankan pelumas yang ada.

Kata kunci: Air conditioner, hidrokarbon refrigeran, uji performa

1. PENDAHULUAN

Refrigeran HCFC-22 atau dikenal dengan R-22 merupakan fluida kerja yang digunakan pada air conditioner di seluruh dunia. Pemakaian HCFC-22 diatur oleh Protokol Montreal, karena mengandung senyawa kimia yang berkontribusi merusak lapisan ozon (ODP=0,055) dan memiliki potensi pemanasan global (GWP=1780) yang tinggi (Bolaji, 2010). Merujuk kepada amanat Protokol Montreal bahwa refrigeran HCFC akan dihentikan pemakaiannya (phase out) di tahun 2020 untuk negara maju dan di tahun 2030 untuk negara berkembang (Park & Jung, 2009).

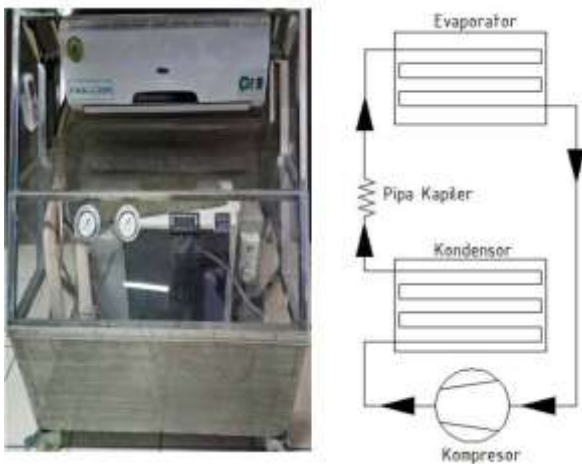
Pencarian refrigeran alternatif pengganti R-22 telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Mohanraj et al. (2009) mengelompokkan tiga kategori refrigeran alternatif pengganti R-22 untuk sistem AC yaitu: (i) refrigeran alami, misalnya hidrokarbon (HC) dan karbon dioksida; (ii) campuran refrigeran HFC; (iii) dan campuran refrigeran HFC/HC. Penggunaan refrigeran campuran HFC seperti R-404A, R-407C, dan R-410A menjadi pilihan utama pengganti R-22 berdasarkan kesesuaian kompresi pada sistem refrigerasi, AC dan heat pump

(Yang & Wu, 2013). Berdasarkan penggunaan tiga jenis refrigeran tersebut, R-404A adalah pengganti R-22 yang cocok untuk aplikasi suhu rendah (Ge & Cropper 2008, Bolaji 2011). Demikian pula, penggunaan R-407C dimungkinkan sebagai alternatif pengganti R-22 pada sistem refrigerasi, AC, dan heat pump namun dengan syarat mengganti pelumas (Devotta et al. 2005b, Liu et al. 2008). Percobaan dengan menggunakan R-410A pada sistem AC dan heat pump sebagai pengganti R-22 memberikan harapan yang lebih baik tapi memerlukan beberapa perubahan dan penggantian komponennya (Zaghdoudi et al., 2010). Pada refrigeran jenis hidrokarbon campuran seperti R-290, R-1270, dan R-600a telah diidentifikasi dapat dipakai sebagai alternatif pengganti R-22 untuk sistem AC dan Heat pump (Chang et al. 2000, Palm 2008, Corberán et al. 2008). Namun beberapa masalah masih ditemukan. Tidak ada zat yang bekerja secara ideal sebagai pengganti R-22 untuk aplikasi sistem yang berbeda. Oleh karena itu, setiap produsen membuat refrigeran pengganti R-22 untuk setiap aplikasi sistem refrigerasi, AC dan heat pump.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa wall mounted split air conditioner yang menggunakan refrigeran R-290 sebagai refrigeran pengganti R-22. Pemilihan R-290 karena merupakan bahan alami yang tidak mempengaruhi pada perubahan iklim, memiliki nilai ODP=0 dan GWP=20, harganya murah dan persediannya banyak. Performa dari sistem yang menggunakan R-290 akan dianalisis dan hasilnya dibandingkan dengan performa AC yang menggunakan R-22. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan memberikan indikasi positif terhadap penggunaan hidrokarbon sebagai refrigeran dalam sistem AC. Sehingga proses penggantian refrigeran (drop-in) dapat direkomendasikan untuk peralatan lama yang masih dipakai tanpa perlu modifikasi sistem dan tetap mempertahankan pelumas yang ada (Devotta et al., 2005a).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Gambar 1 ditunjukkan alat uji performa AC Split menggunakan R-290 sebagai pengganti R-22. AC split yang dipakai adalah merek Aicool kapasitas 9000 Btu/hr dengan fluida kerja R-22. Dua buah manometer dipasang pada sisi tekan rendah dan sisi tekanan tinggi untuk mengukur tekanan refrigeran dan satu unit thermometer dipasang untuk mengukur temperatur udara ruangan. Besaran arus listrik yang mengalir selama pengujian diukur menggunakan clamp meter dan pengukuran waktu pendinginan menggunakan stopwatch. Pompa vakum dan mesin 3R (recovery, retrofit, recycle) dipakai untuk penggantian refrigeran R-22 oleh R-290.



Gambar 1. Alat uji performa AC Split menggunakan R-290 sebagai pengganti R-22

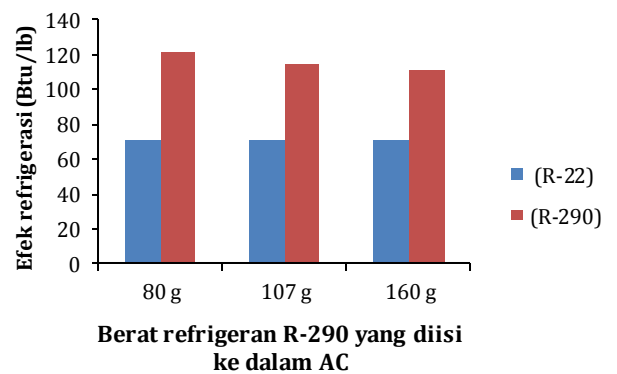
Tahapan pengujian performa ac split dilakukan dengan dua cara. Pertama, pengoperasian ac menggunakan R-22 sebagai baseline data. R-22 yang diisi ke dalam AC adalah 320 g sesuai dengan rekomendasi pabrik. AC dioperasikan selama 100 menit dengan interval waktu 20 menit. Temperature kerja ac diatur sebesar 16 C melalui remote. Selanjutnya

mengamati dan mencatat parameter performa ac meliputi tekanan suction dan discharge, arus listrik, dan waktu pendinginan. Setelah itu dilanjutkan cara kedua yaitu pengujian performa ac menggunakan R-290. Pada penggantian refrigeran digunakan mesin 3R untuk menarik R-22 dari ac split lalu dimasukkan ke tabung penampung. Kemudian, dilakukan proses vakum untuk menghilangkan uap air dan zat lain yang ada di dalam saluran ac. Setelah itu, melakukan uji tekanan menggunakan nitrogen untuk memeriksa kebocoran pada setiap komponen dan saluran perpipaan. Selanjutnya, mengisi refrigeran R-290 ke dalam sistem AC. Pengisian R-290 dilakukan dengan tiga ukuran berat refrigeran yang berbeda, yaitu 80 g, 107 g, dan 160 g. Setiap ukuran berat refrigeran tersebut diuji performanya masing-masing dengan tahapan seperti pada pengujian ac menggunakan R-22. Berdasarkan hasil pengujian ketiga ukuran berat refrigeran tersebut lalu dianalisis performa terbaik yang mendekati performa ac menggunakan R-22.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Efek Refrigerasi (RE)

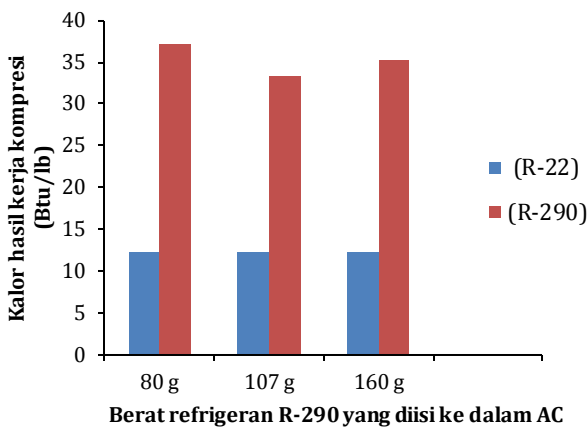
Gambar 2 menunjukkan nilai efek refrigerasi pada penggunaan R-290 dengan variasi pengisian berat refrigeran pada sistem AC. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai efek refrigerasi pada penggunaan R-22 sebagai baseline. Secara keseluruhan perolehan nilai efek refrigerasi pada penggunaan R-290 lebih tinggi dari baseline. Pada sistem AC yang memakai R-22, efek refrigerasi yang dihasilkan adalah 70,63 Btu/lb. Sedangkan pada sistem AC yang menggunakan R-290 didapat nilai efek refrigerasi pada setiap variasi pengisian berat refrigeran 80 g, 107 g, dan 160 g adalah 120,82 Btu/lb, 114,21 Btu/lb, dan 110,94 Btu/lb. Berdasarkan hasil tersebut nilai efek refrigerasi tertinggi adalah pada pengisian berat refrigeran 80 g, sehingga terjadi peningkatan 41% dari baseline. Besarnya nilai efek refrigerasi pada penggunaan R-290 karena tingginya kalor laten penguapan yang dimiliki R-290 sehingga memiliki kapasitas pendinginan yang lebih baik.



Gambar 2. Nilai efek refrigerasi pada variasi berat R-290 terhadap R-22

3.2 Kalor Kerja Kompresi

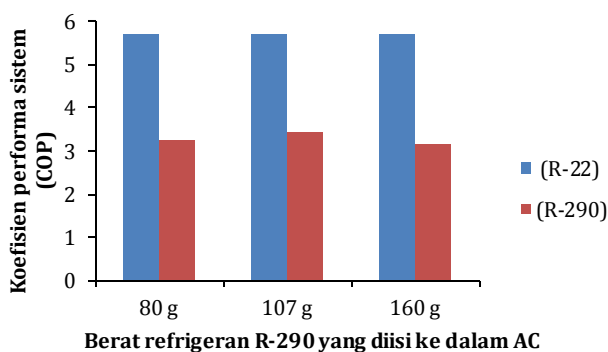
Gambar 3 menunjukkan nilai kalor hasil kerja kompresi pada penggunaan R-290 dengan variasi pengisian berat refrigeran pada sistem AC. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai kalor hasil kerja kompresi pada penggunaan R-22 sebagai baseline. Secara umum nilai kalor hasil kompresi pada penggunaan R-290 lebih besar untuk semua pengisian berat refrigeran dibandingkan baseline. Pada penggunaan R-22 nilai kalor kompresi yang dihasilkan adalah 12,40 Btu/lb. Pada refrigeran R-290 kinerja kompresor yang memiliki nilai paling rendah ditunjukkan pada pengisian berat 107 g sebesar 33,23 Btu/lb, sedangkan nilai kinerja kompresor dengan pengisian 80 g dan 160 g menunjukkan nilai yang cukup tinggi yaitu 37,25 Btu/lb dan 35,20 Btu/lb. Berdasarkan data tersebut terjadi peningkatan nilai kalor kompresi sebesar 63% dari baseline. Tingginya nilai kalor hasil kompresi pada penggunaan R-290 disebabkan oleh tingginya pressure ratio dan nilai enthalpy refrigeran ketika di awal dan akhir langkah kompresi.



Gambar 3. Nilai kalor hasil kerja kompresi pada variasi berat R-290 terhadap R-22

3.3 Koefisien Performa Sistem

Gambar 4 menunjukkan nilai koefisien performa sistem pada penggunaan R-290 dengan variasi pengisian berat refrigeran pada sistem AC. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai koefisien performa sistem pada penggunaan R-22 sebagai baseline.



Gambar 4. Nilai koefisien performa sistem pada variasi berat R-290 terhadap R-22

Selama waktu pengoperasian 100 menit, nilai COP baseline sebesar 5,70. Perolehan nilai COP dengan tiga variasi pengisian berat refrigeran R-290 menghasilkan perbedaan yang cukup jauh dengan baseline. Pada pengisian berat 107 g memiliki nilai COP yang paling mendekati baseline yaitu 3,44. Kemudian diikuti oleh dua variasi pengisian berat refrigeran lainnya (80g dan 160g) sebesar 3,24 dan 3,15. Rendahnya nilai COP pada penggunaan R-290 dipengaruhi oleh nilai kalor hasil kompresi yang tinggi an rasio tekanan kerja refrigeran. Sehingga terdapat perbedaan nilai COP sekitar 40% antara baseline dan penggunaan R-290.

4. KESIMPULAN

Penelitian tentang uji performa wall mounted split air conditioner menggunakan refrigeran HC 290 sebagai pengganti Refrigeran HCFC 22 telah dilaksanakan. Pada umumnya, HC 290 dapat digunakan sebagai fluida kerja pada sistem AC karena memiliki kemampuan menyerap kalor lebih baik dibandingkan dengan R-22. Namun, nilai kalor hasil kerja kompresi pada penggunaan R-290 lebih tinggi sehingga berdampak pada perolehan nilai COP. Guna memperbaiki nilai COP dapat dicoba dengan menambah heat exchanger sehingga dapat menurunkan aspek rasio tekanan refrigeran dan berdampak pada turunnya nilai kalor kompresi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bolaji, B.O., 2010. Experimental study of R152a and R32 to replace R134a in a domestic refrigerator. *Energy*, 35(9), pp.3793-3798.
- Bolaji, B. O. (2011). Performance investigation of ozone-friendly R404A and R507 refrigerans as alternatives to R22 in a window air-conditioner. *Energy and Buildings*, 43(11), 3139-3143.
- Chang, Y. S., Kim, M. S., & Ro, S. T. (2000). Performance and heat transfer characteristics of hydrocarbon refrigerans in a heat pump sistem. *International Journal of Refrigeration*, 23(3), 232-242.
- Corberán, J. M., Segurado, J., Colbourne, D., & González, J. (2008). Review of standards for the use of hydrocarbon refrigerans in A/C, heat pump and refrigeration equipment. *International Journal of Refrigeration*.
- Devotta, S., Padalkar, A. S., & Sane, N. K. (2005a). Performance assessment of HC-290 as a drop-in substitute to HCFC-22 in a window air conditioner. *International Journal of Refrigeration*, 28(4), 594-604.
- Devotta, S., Padalkar, A. S., & Sane, N. K. (2005b). Performance assessment of HCFC-22 window air conditioner retrofitted with R-407C. *Applied Thermal Engineering*, 25(17-18), 2937-2949.
- Ge, Y. T., & Cropper, R. (2008). Performance simulation of refrigerated display cabinets operating with

- refrigerans R22 and R404A. *Applied Energy*, 85(8), 694–707.
- Liu, Z., Li, X., Wang, H., & Peng, W. (2008). Performance comparison of air source heat pump with R407C and R22 under frosting and defrosting. *Energy Conversion and Management*, 49(2), 232–239.
- Mohanraj, M., Jayaraj, S. & Muraleedharan, C., 2009. Environment friendly alternatives to halogenated refrigerans-A review. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 3(1), pp.108–119.
- Palm, B. (2008). Hydrocarbons as refrigerans in small heat pump and refrigeration systems - A review. *International Journal of Refrigeration*.
- Park, K. J., & Jung, D. (2009). Performance of heat pumps charged with R170/R290 mixture. *Applied Energy*, 86(12), 2598–2603.
- Yang, Z., & Wu, X. (2013). Retrofits and options for the alternatives to HCFC-22. *Energy*.
- Zaghdoudi, C., Maalej, S., Saad, Y., & Bouchaala, M. (2010). A comparative study on the performance and environmental characteristics of R410A and R22 residential air conditioners for Tunisian Market. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 4(12), 37–56.