

UJI EKSPERIMENTAL KINERJA R22 DAN R410A PADA AIR CONDITIONER

Akbar Naro Parawangsa¹⁾, Amrullah²⁾

¹⁾ Dosen Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Bosowa, Makassar

²⁾ Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Air Conditioner (AC) is a device used in the process of cooling the air so that it can reach temperatures and humidity in accordance with the requirements of certain room conditions. Air conditioning is made to provide comfort in the room. The occurrence of cooling loads can be influenced by various factors including weather, building conditions, building volume, number of occupants, outside air conditions, indoor air conditions so we need the right AC and refrigerant to cool the room. This study aims to show a comparison of the performance of refrigeration machines using R22 and R410a refrigerants so that observations can be made on the effects of refrigeration, compressor performance and COP. The research method is experimental by taking data for R22 and R-410a pressure and temperature measured at the compressor inlet and outlet for 900 seconds. Determination of the enthalpy value at each point using Computer Aided Thermodynamic Tables (CATT) 3 version 1.0. The results of testing on an Air Conditioner using R22 and R-410a are displayed in the form of tables and graphs of evaporator performance, compressor performance, condenser performance and COP. The effect of refrigeration and compressor performance on AC using R410a has a higher value so that COP in terms of performance tends to be better than R22. The results of the study can be used as a learning medium to find out the working principle of AC, how to measure pressure and temperature in the AC work process and how to calculate COP.

Keywords: *Air Conditioner, refrigerant, COP.*

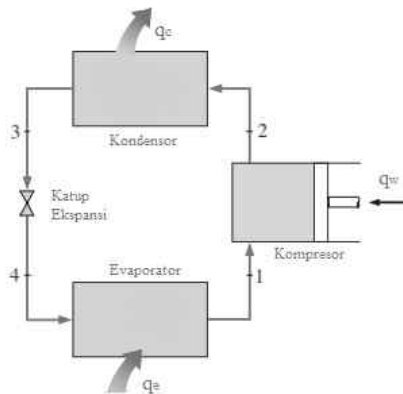
1. PENDAHULUAN

Pada negara-negara tropis, mesin pendingin berperan sangat penting terkhusus di wilayah perkotaan dengan kegiatan perekonomian yang berjalan sangat cepat. Hal tersebut berbeda dengan negara-negara subtropis dan bersuhu dingin yang lebih membutuhkan pemanas ruangan. Pada sebagian besar wilayah Indonesia yang rata-rata bertemperatur lingkungan di atas 30 °C, akan terasa kurang nyaman bagi seseorang untuk menjalankan aktivitas sehari-hari jika temperatur udara sekitarnya jauh di atas temperatur kenyamanan yaitu sekitar 25 °C. Dalam usaha memperoleh temperatur ruang yang nyaman dibutuhkan alat yang bisa mengkondisikan udara yang dikenal dengan *Air Conditioner(AC)*.

Air Conditioner (AC) adalah suatu alat yang digunakan dalam proses pengkondisian udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan persyaratan kondisi ruangan tertentu. Pengkondisian udara dibuat untuk memberi kenyamanan di dalam ruangan. Terjadinya beban pendinginan bisa dipengaruhi dari berbagai faktor diantaranya cuaca, kondisi bangunan, volume bangunan, jumlah penghuni, kondisi udara luar, kondisi udara dalam ruangan sehingga dibutuhkan AC dan refrigeran yang tepat untuk mendinginkan ruangan. Salah satu bagian terpenting dalam merencanakan sistem refrigerasi adalah menentukan refrigeran yaitu fluida kerja yang menyerap panas dari ruangan dan membuangnya ke lingkungan melalui mekanisme evaporasi dan kondensasi. Pemilihan refrigeran yang baik misalnya *chlorofluorocarbons (CFCs)*, *ammonia*, *hydrocarbons (propane, ethane, ethylene)*, karbondioksida, udara bahkan air (pada penggunaan diatas titik beku) dan berdasarkan kondisinya, misalnya R11, R12, R22, R134a dan R502 yang dijual banyak di pasaran [1]. Jenis fluida kerja yang banyak digunakan sejak tahun 2000-an adalah R22 namun pemerintah Indonesia melalui Departemen Perindustrian dan Perdagangan menetapkan mulai tahun 2015 diberlakukan implementasi HPMP (*HCFC Phase-Out Management Plan*) yang artinya penghapusan R22 untuk industri serta merevisi syarat dan ketentuan impor Bahan Perusak Ozone (BPO) dan melarang impor produk yang memakai R22. Pihak dialer dan toko masih bisa menjual produk mereka sampai stock habis dan melayani purna jual sampai dengan tahun 2030, saat dimana R22 akan dihapus dari Indonesia. Sebagai alternatif refrigeran yang ramah lingkungan digunakanlah refrigeran R410a karena tidak mengandung zat yang berpotensi merusak lapisan ozon [2].

¹ Korespondensi penulis: Akbar Naro Parawangsa, Telp. 085242114419, akbar.naro@bosowa.co.id

Penentuan sifat-sifat termodinamika dari suatu siklus refrigerasi, juga merupakan hal penting dalam menganalisis sistem termal. Sifat termodinamika merupakan karakteristik dari bahan yang dapat dianalisa secara kuantitatif, misalnya temperatur, tekanan dan rapat massa. Nilai kerja dan perpindahan kalor yang terjadi dalam suatu siklus dapat diketahui dari perubahan sifat-sifatnya, tetapi keduanya bukan merupakan sifat itu sendiri. Kerja dan perpindahan kalor adalah hal yang dilakukan terhadap suatu sistem sehingga terjadi perubahan pada sifat-sifatnya. Kerja dan kalor hanya dapat diukur hanya pada pembatas sistem dan jumlah energi yang dipindahkan tergantung pada cara terjadinya perubahan [3]. Sebagai usaha untuk memahami kinerja mesin pendingin melalui analisis sifat-sifat termodinamika dan uji eksperimental perlu dilakukan pengujian kinerja antara refrigeran R22 dengan refrigeran R410a.



Gambar 1. Skema siklus refrigerasi pada Air Conditioner

Kinerja Evaporator

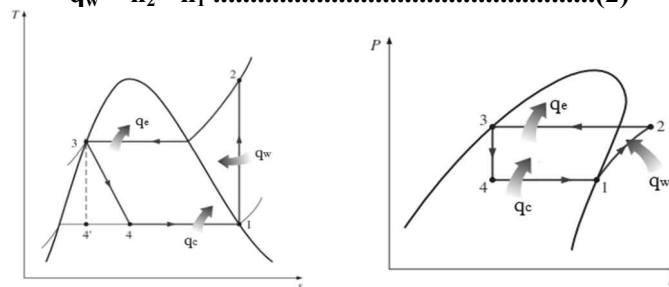
Pada gambar 1 ditunjukkan siklus refrigerasi dengan empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Evaporator merupakan sebuah ruangan tempat bahan pendingin menguap. Bahan pendingin gas ditampung di akumulator, lalu mengalir ke kompresor. Evaporator memberikan panas pada bahan pendingin sebagai kalor laten penguapan, sehingga bahan pendingin menguap. Bahan pendingin gas membawa kalor tersebut ke kompresor dan membuangnya melalui kondensor. Evaporator mempunyai dua prinsip dasar yaitu menukar panas dan memisahkan uap yang terbentuk dari cairan. [4]. Untuk menentukan kinerja dari evaporator (q_e) dapat diketahui dari selisih antara entalpi yang keluar dari evaporator (h_1) dengan entalpi yang masuk pada evaporator (h_4).

$$q_e = h_1 - h_4 \dots \dots \dots (1)$$

Kinerja Kompresor

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan perbedaan tekanan sehingga refrigeran dapat mengalir dari suatu bagian ke bagian lain dalam unit mesin pendingin. Untuk mengetahui kinerja dari kompresor (q_w) dengan menentukan selisih antara nilai entalpi yang keluar kompresor (h_2) dengan nilai entalpi yang masuk kompresor (h_1).

$$q_w = h_2 - h_1 \dots \dots \dots (2)$$



Gambar 2, Diagram T-s dan P-h siklus refrigerasi

Pada gambar 2, dapat dilihat hubungan antara temperatur dan entropi (T-s) dan hubungan antara tekanan dan entalpi (P-h). Proses-proses yang terjadi adalah 1-2: isentropik pada kompresor, 2-3: pelepasan kalor dengan tekanan konstan pada kondensor, 3-4: throttling pada katup ekspansi dan penyerapan kalor dengan tekanan konstan pada evaporator [1].

Kinerja Kondensor

Diperlukan usaha melepaskan kalor laten dari uap refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi, yang keluar dari kompresor dengan cara mendinginkan uap refrigeran melalui kondensor. Kinerja kondensor (q_c) merupakan jumlah kalor yang dilepaskan oleh uap refrigeran ke udara pendingin di dalam kondensor. Nilai tersebut dapat ditentukan dari selisih entalpi uap refrigeran pada seksi masuk kondensor (h_2) dan pada seksi keluar kondensor (h_3).

$$q_c = h_2 - h_3 \dots \dots \dots (3)$$

Alat Ekspansi

Salah satu elemen dasar dalam siklus refrigerasi setelah kompresor, kondensor dan evaporator adalah alat ekspansi. Alat ekspansi ini mempunyai dua kegunaan yaitu menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Alat-alat ekspansi yang umum digunakan antara lain pipa kapiler, katup ekspansi berpengendali-lanjut panas (*superheat-controlled expansion valve*), katup apung (*floating valve*), dan katup ekspansi tekanan konstan (*constant pressure expansion valve*).

Coefficient of Performance (COP)

Koefisien kinerja atau COP berhubungan dengan kapasitas pendinginan dan daya yang diperlukan pada suatu siklus refrigerasi. Nilai COP yang tinggi menunjukkan konsumsi energi rendah untuk penyerapan daya pendinginan ruang yang sama untuk didinginkan [5]. Nilai COP dapat diketahui dari perbandingan antara refrigerasi bermanfaat (q_e) terhadap kerja bersih (q_w).

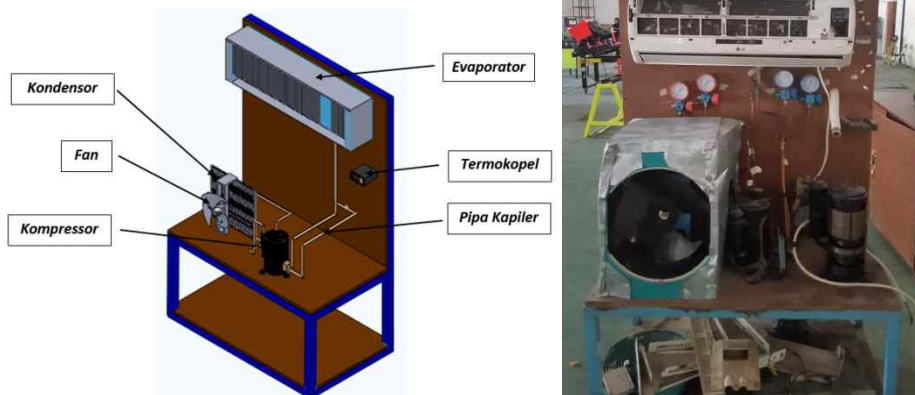
$$COP = \frac{q_e}{q_w} \dots \dots \dots (4)$$

Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan perbandingan kinerja mesin refrigerasi dengan menggunakan refrigeran R22 dan R410a sehingga dapat ditentukan efek refrigerasi, kerja bersih dan COP. Dari hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dan media pembelajaran mesin pendingin bagi dunia pendidikan dan industri.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Politeknik Bosowa pada bulan September 2018 sampai dengan Desember 2018. Alat dan Bahan yang digunakan diantaranya mesin AC (model T09NL, kapasitas 8200/8500 Btu/h), termokopel, termometer, *pressure gauge*, *temperature display*, refrigeran R22 dan R410a.

Metode penelitian yaitu secara eksperimental dengan melakukan pengambilan data untuk tekanan dan temperatur R22 dan R410a yang diukur pada saluran masuk dan keluar kompresor selama 900 detik. Penentuan nilai entalpi pada setiap titik dengan menggunakan *Computer Aided Thermodynamic Tables (CATT) 3 version 1.0*. Program ini digunakan untuk mendapatkan nilai besaran dan sifat termodinamika [6]. Selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk menentukan kinerja refrigerant pada komponen mesin AC dan menentukan nilai *Coefficient of Performance (COP)*.



Gambar 3. Instalasi alat uji Air Conditioner

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

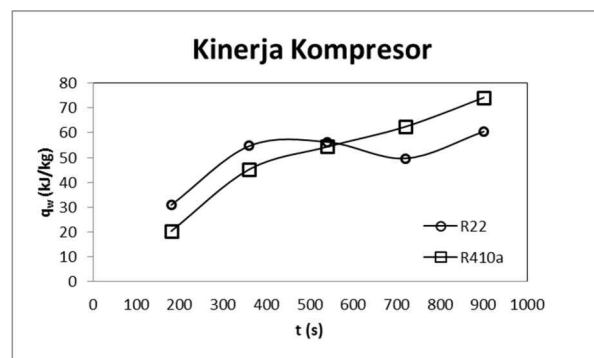
Pengujian pada mesin pendingin AC seperti yang terlihat pada gambar 3, dilakukan dengan mengukur temperatur serta tekanan R22 dan R410a. Hasil pengujian ditampilkan dalam tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Kinerja evaporator, kompresor, kondensor dan COP menggunakan R22

t (s)	q _e (kJ/kg)	q _w (kJ/kg)	q _c (kJ/kg)	COP
180	117.8	30.9	148.7	3.8
360	126.6	54.7	181.3	2.3
540	131.8	56.3	188.1	2.3
720	132.8	49.7	182.5	2.7
900	129.1	60.5	189.6	2.1

Tabel 2. Kinerja evaporator, kompresor, kondensor dan COP menggunakan R410a

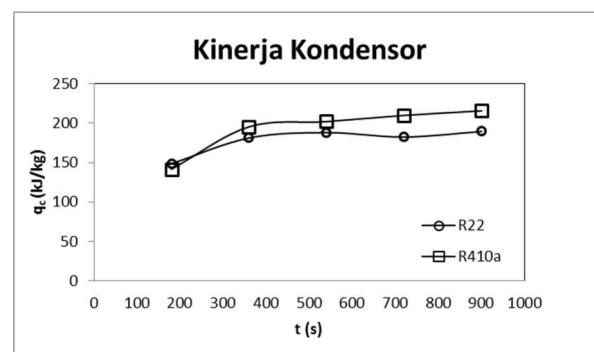
t (s)	q _e (kJ/kg)	q _w (kJ/kg)	q _c (kJ/kg)	COP
180	121.4	20.4	141.8	6
360	150.2	45.3	195.5	3.3
540	147.6	54.4	202	2.7
720	147.4	62.5	209.9	2.4
900	141.4	74.2	215.6	1.9



Gambar 4. Kinerja kompresor selama 900 detik

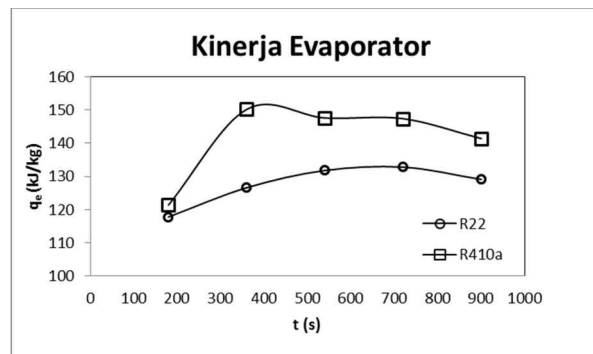
Kinerja kompresor pada AC dapat diketahui dari selisih entalpi dengan temperatur dan tekanan sebagai parameter dan diukur pada kondisi masuk dan keluar kompresor. Bila suatu gas dikompresi berarti terdapat energi mekanik dari luar yang diberikan kepada gas. Energi tersebut diubah menjadi energi panas sehingga temperatur gas akan naik jika tekanan semakin tinggi [7].

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4, R22 menunjukkan nilai q_w yang lebih tinggi pada awalnya dibandingkan dengan nilai q_w pada R410a. Setelah dilakukan pengujian selama 900 detik dapat diketahui kinerja kompresor untuk R410a lebih tinggi dibanding R22. Hal ini menunjukkan penggunaan R410a dapat menghasilkan kompresi lebih baik dibanding penggunaan R22.



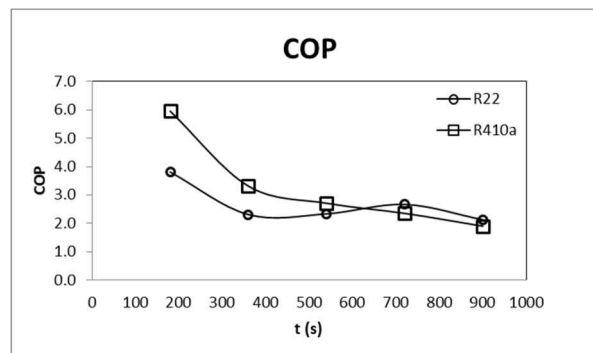
Gambar 5. Kinerja evaporator selama 900 detik

Efek pendinginan yang dihasilkan suatu AC dapat diketahui dari kinerja evaporator. Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa kinerja evaporator pada AC yang menggunakan R410a memiliki nilai lebih tinggi dibanding kinerja evaporator pada AC dengan menggunakan R22. Hal ini menunjukkan kalor yang diserap R410a lebih tinggi dibanding kalor yang diserap R22.



Gambar 6. Kinerja kondensor selama 900 detik

Kinerja kondensor dapat ditentukan dari selisih entalpi keluar dan masuk kondensor. Kinerja kondensor menunjukkan besarnya kalor yang dilepas oleh refrigeran ke udara. Nilai kinerja kondensor pada AC menggunakan R410a lebih tinggi dibanding menggunakan R22 seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Hal ini relevan dengan nilai kinerja evaporator untuk R410a yang juga lebih tinggi dibanding R22. Secara ideal membuktikan bahwa nilai kalor yang diserap sama dengan nilai kalor yang dilepas. Mesin AC yang menggunakan fluida kerja R410a memiliki nilai pelepasan panas yang tinggi pada laju aliran massa refrigeran yang sama dibandingkan dengan R22, meskipun ada beberapa data pengujian yang berbeda [8].



Gambar 7. COP selama 900 detik

Nilai COP suatu *Air Conditioner* dapat diketahui dari perbandingan antara efek refrigerasi (q_e) dan kerja bersih (q_w). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 7, setelah melakukan pengujian selama 900 detik dapat diketahui COP untuk R410a cenderung lebih tinggi dibanding COP R22. Hal ini menunjukkan bahwa R410a dapat menghasilkan kinerja dan COP yang lebih baik dibanding R22.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian selama 900 detik dapat diketahui efek refrigerasi (q_e) dan kerja bersih (q_w) dari mesin pendingin AC menggunakan R22 dan R410a. Pada AC dengan R22, nilai q_e sebesar 129.1 kJ/kg dan q_w sebesar 60.5 kJ/kg. Pada AC dengan R410a nilai q_e sebesar 141.4 kJ/kg dan nilai q_w sebesar 74.2 kJ/kg. Efek refrigerasi dan kerja bersih pada AC menggunakan R410a memiliki nilai lebih tinggi sehingga menghasilkan kinerja dan COP yang lebih baik dibandingkan R22. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi dan media pembelajaran untuk mengetahui prinsip kerja AC, cara mengukur tekanan dan temperatur pada proses kerja AC serta cara perhitungan COP.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yunus A, Cengel and Michael A Boles. *Thermodynamics: An Engineering Approach 5th edition*. McGraw-Hill, 2006.

- [2] D. Alfons, E.P., “Analisis Pengaruh Variasi Massa LPG sebagai Refrigeran terhadap Prestasi Kerja dari Lemari Es,” *J. ROTOR*, vol. 6 Nomor 1, 2013.
- [3] Stoecker.WJ, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga, 1992.
- [4] Y. Hui, *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering, Volume 3*. Boca Raton: Taylor & Francis Groupe. 2006.
- [5] Amrullah; Zuryati Djafar; Wahyu H Piarah, “Analisa Kinerja Mesin Refrigerasi Rumah Tangga dengan Variasi Refrigeran,” *Jurnal Teknoogi. Terapan*.ISSN 2477-3506, vol. 3 Nomor 2, 2017.
- [6] Arif. Effendy, *Termodinamika Teknik*. Makassar : MEMBUMI publishing, 2013.
- [7] Lothar P, “Freezer dengan Daya 1/6 PK dan Panjang Pipa Kapiler 150 cm,” Jurusan Teknik Mesin Univ. Sanata Darma, Yogyakarta, 2015.
- [8] Wahyu. Dian, Nasrullah, Khairul Amri, “Kaji Eksperimental Penggunaan R22 dan R410A Berdasarkan Variasi Laju Aliran Massa Pada Mesin AC,” *POLI REKAYASA*,ISSN 1858-3709, vol. 9 Nomor 2, 2014.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada LLDIKTI Wilayah IX atas pendanaan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Politeknik Bosowa yang telah memfasilitasi peralatan dan tempat sehingga penelitian ini dapat kami selesaikan. Tidak lupa terima kasih kami ucapkan kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah menyelenggarakan Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SNP2M) tahun 2019 sehingga penelitian ini dapat kami publikasikan.