

PENGARUH BEBAN PENDINGINAN TERHADAP TEMPERATUR SISTEM RESIDENTIAL AIR CONDITIONING HIBRIDA DENGAN KONDENSOR DUMMY TIPE MULTI HELICAL COIL MENGGUNAKAN REFRIGERAN HIDROKARBON

Aidil Adha¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12.5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹Aidiladha91tm@yahoo.co.id, ²Azridjal@yahoo.com, ³Rahmat.iman@gmail.com

Abstract

One way to save the energy is to improve the energy efficiency with combining two different equipments become one new double-function or hybrid equipment. Hybrid air conditioning can improve energy efficiency by removing waste heat to the environment through condenser for heating water. The objective of this experimental study is to investigate the effect of cooling load to system temperature of vapor-compression cycle hybrid air conditioning system with multi helical tipe of dummy condenser. The test was conducted with several cooling load variations (0, 1000, 2000 and 3000 Watt) as residential cooling load simulation. The result showed that the refrigerant temperature while using HCR-22 was obtained about 67.47 °C to 72.93 °C. The temperature of refrigerant was increased as well as the applied cooling load to be increased. The temperature of refrigerant had more heat which to be absorbed and released into the environment so that the produced water temperature was also increased. Hot water temperature of the ACWH system using HCR-22 refrigerant was obtained about 41.01-44.96 °C.

Keywords : hybrid air conditioning, dummy condenser, hydrocarbon refrigerant HCR-22, cooling load.

1. Pendahuluan

Mesin refrigerasi adalah salah satu jenis mesin konversi energi, dimana sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pendingin. Di sisi lain, panas dibuang oleh sistem ke lingkungan untuk memenuhi prinsip-prinsip termodinamika agar mesin dapat berfungsi. Bertolak dari kasus ini, maka berbagai usaha telah dilakukan untuk mengembangkan suatu sistem yang menggunakan prinsip refrigerasi dan pompa kalor dalam satu mesin [1].

Mesin refrigerasi hibrida ini tentu saja memiliki keunggulan dan kekurangan. Salah satu yang merupakan keunggulannya adalah peningkatan efisiensi energi, tetapi karena kedua sisinya sudah dimanfaatkan maka diharapkan tidak mempengaruhi proses di sisi yang lainnya. Untuk tujuan ini maka mesin refrigerasi hibrida umumnya dilengkapi dengan komponen *dummy* [2].

Afdhal Kurniawan Mainil pada tahun 2012 menggunakan HCR-12 sebagai refrigerant alternatif pengganti R-12 pada mesin pendingin kompresi uap, hasilnya menunjukkan COP menggunakan refrigerant hidrokarbon lebih tinggi dibandingkan menggunakan R-12 yang mana pada R-12 COP berkisar antara 2.4-9.8 dan COP_{hp} 3.4-10.8 [3]. Park *et al* pada tahun 2009 menggunakan refrigeran hidrokarbon R432A untuk menggantikan R-22 pada AC tipe split, hasil studi eksperimental menunjukkan temperatur sisi tekan *discharge* turun 14.1-17.3 °C [4].

Bhima pada tahun 2014 melakukan studi eksperimental pada *residential air conditioning*

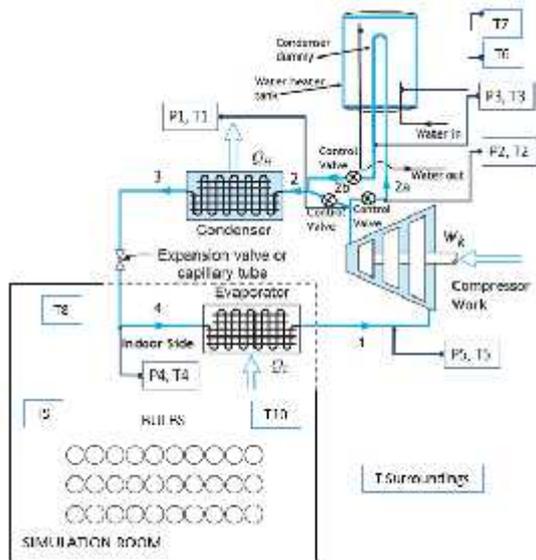
hibrida dengan kondensor *dummy* tipe *trombone coil* menggunakan refrigeran R-22, hasilnya menunjukkan dengan temperatur refrigeran 83.2 °C selama 120 menit pengujian menghasilkan temperature air panas 64.33 °C pada beban 3000 Watt [5]. Nurhalim Ichwan pada tahun 2010 meneliti unjuk kerja alat penakar kalor tipe serpentine pada AC Split untuk water heater dengan pipa tembaga 1/4 dengan temperatur air panas 60 °C [6].

Hardianto Ginting pada tahun 2014 meneliti mesin pengkondisian udara hibrida *water heater* menggunakan kondensor *dummy* tipe *helical coil* berdiameter 3/8, selama pengoperasian 120 menit diperoleh temperatur air panas 61,70 °C [7]. Pada tahun 2015 Sarwo Fikri melakukan pengujian yang sama dengan menggunakan refrigeran R-22 dan hasilnya selama 120 menit diperoleh temperatur air panas 64.77 °C dan temperatur refrigeran 84.11 °C [8]. Pada tahun yang sama Thalal juga melakukan pengujian menggunakan refrigeran HCR-22 dengan kondensor *dummy* tipe *trombone coil* dan hasilnya menunjukkan temperatur *discharge* mengalami penurunan sebesar 16.22 - 24.02 °C dan perolehan temperatur air panas yang didapatkan sebesar 46.58-48.81 °C [9].

Oleh karena itu, dilakukan studi eksperimental dengan penggantian refrigeran R-22 dengan HCR-22 secara *drop in* pada mesin tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh beban pendingin terhadap temperatur sistem pengkondisian udara hibrida dengan kondensor *dummy* tipe *multi helical coil* menggunakan refrigeran hidrokarbon HCR-22.

2. Metode

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental dengan mengganti refrigeran R-22 pada sistem *residential air conditioning* hibrida dengan refrigeran hidrokarbon HCR-22 secara *drop in substituties*. Skema diagram alat uji diperlihatkan pada Gambar 1. Mesin AC sebenarnya menggunakan refrigeran R-22 sebagai fluida kerja, dengan daya kompresor 680 Watt.



Gambar 1. Diagram Skematis Air Conditioning Water Heater [10]

Untuk pengujian AC dengan kondensator *dummy* ini dilakukan dengan menutup katup 2 dan membuka katup 2a dan 2b, sehingga refrigeran akan melewati kondensator *dummy* terlebih dahulu sebelum masuk ke kondensator utama. Fasa refrigeran menuju kondensator *dummy* adalah uap super lanjut, sehingga temperaturnya relatif tinggi, refrigeran bertemperatur tinggi inilah yang dimanfaatkan untuk memanaskan air.

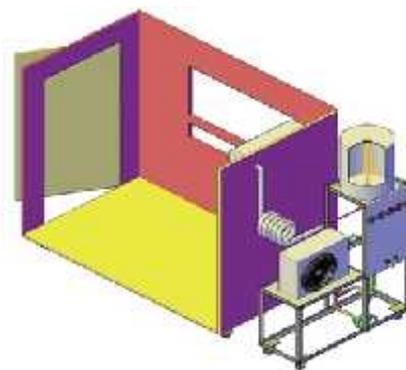
Pembukaan katup 2a dan 2b berarti sistem telah diubah menjadi sistem AC hibrida sebagai mesin pengkondisi udara dan pemanas air, atau disebut juga *Air Conditioning and Water Heater* (ACWH). Karena coil pemanas yang digunakan adalah tipe *multi helical coil* maka mesin ini juga disebut *ACWH Multi Helical Coil*.

Dalam pengujian ini dilakukan variasi pembenaran 0, 1000, 2000 dan 3000 Watt. Data yang diambil dalam setiap pengujian adalah sebagai berikut :

1. Temperatur Kompresor out (T_1).
2. Temperatur Kondensator *dummy* in (T_2).
3. Temperatur Kondensator *dummy* out (T_3).
4. Temperatur Evaporator in (T_4).
5. Temperatur Evaporator out (T_5).
6. Temperatur Air Masuk (T_6).
7. Temperatur Air Keluar (T_7).

8. Temperatur Ruang uji (T_8).
9. Temperatur Ruang uji (T_9).
10. Temperatur Ruang uji (T_{10}).
11. Temperatur Lingkungan.
12. Tekanan Kompresor out (P_1).
13. Tekanan Kondensator *dummy* In (P_2).
14. Tekanan Kondensator *dummy* Out (P_3).
15. Tekanan Evaporator in (P_4).
16. Tekanan Evaporator out (P_5).

Alat pengujian merupakan alat yang terdiri dari mesin pengkondisian udara hibrida yang ada di Laboratorium Rekayasa Termal Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2, dengan aliran refrigeran yang dihubungkan dengan koil tipe *multi helical* yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Residential Air Conditioning Hibrida dengan Kondensator *Dummy* Tipe Trombone Coil Sebagai Mesin Pengkondisian Udara dan Water Heater [5]

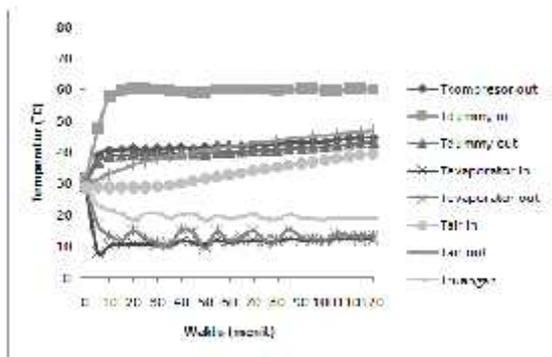


Gambar 3. Multi Helical Coil

3. Hasil dan Pembahasan

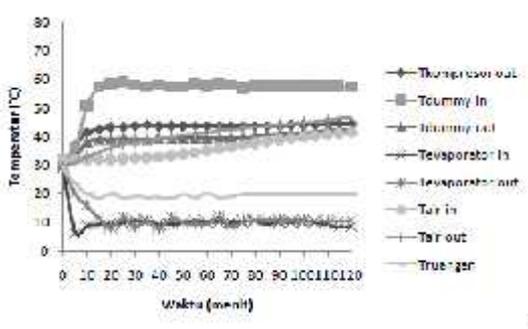
Berdasarkan Gambar 4 pengujian pada sistem ACWH mencapai kondisi *steady* dalam waktu 20 menit. Pada kondensator *dummy* terjadi perpindahan panas dari refrigeran keluar kompresor yang bertemperatur rata-rata 61.54°C ke fluida air yang ada pada tangki air sehingga temperatur air setelah 120 menit pengujian naik dari 31.68°C menjadi 41.73°C . Sedangkan temperatur refrigeran keluar kondensator *dummy* turun menjadi 40.76°C , selanjutnya refrigeran masuk ke kondensator untuk pelepasan panas ke lingkungan. Untuk temperatur

ruangan berada pada suhu 18.80°C dan temperatur refrigeran masuk kompresor adalah 11.81°C.



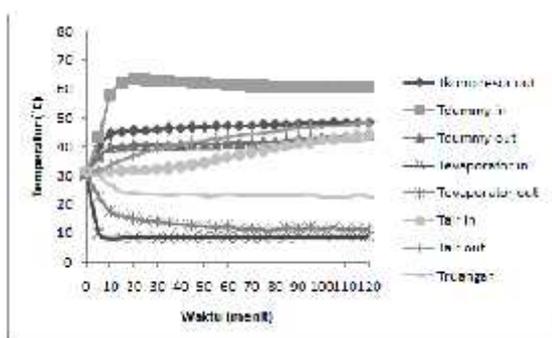
Gambar 4. Grafik Temperatur ACWH Tanpa Beban Pendinginan

Pada pengujian ACWH dengan beban pendinginan 1000 W yang ditampilkan pada Gambar 5 temperatur rata-rata refrigeran setelah kondisi *steady* adalah 59.39°C. Temperatur air hingga menit 20 semakin naik dari 31.66°C menjadi 41.01°C. Temperatur rata – rata ruangan 20.34°C dan temperatur refrigeran masuk kompresor sebesar 19.42°C.



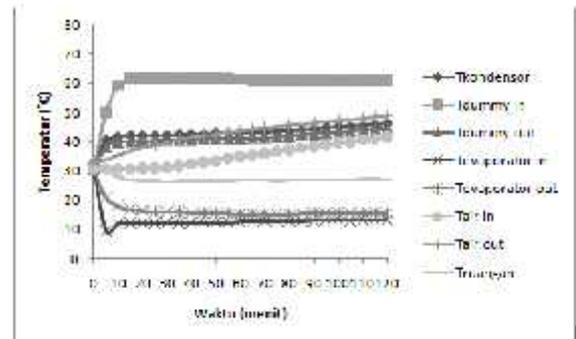
Gambar 5. Grafik Temperatur ACWH dengan Beban Pendinginan 1000 W

Berdasarkan Gambar 6 dengan beban pendinginan 2000 Watt temperatur rata – rata refrigeran keluar kompresor adalah 62.93°C, sehingga temperatur air dalam waktu 120 menit naik dari 32.01°C menjadi 42.79°C. Temperatur rata – rata ruangan berada pada suhu 22.28°C dan temperatur rata – rata refrigeran masuk kompresor adalah 14.30°C.



Gambar 6. Grafik Temperatur ACWH dengan Beban Pendinginan 2000 W

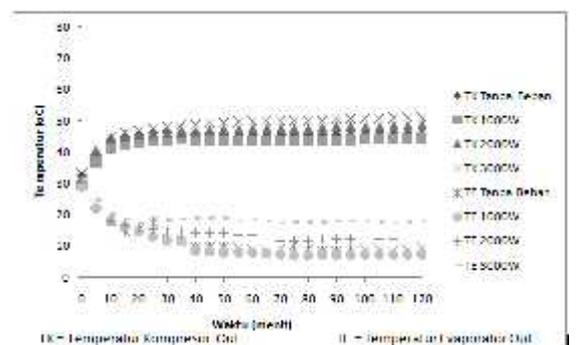
Sedangkan pada pembebanan 3000 W yang ditampilkan pada Gambar 7 temperatur rata – rata refrigeran keluar kompresor adalah 68.88°C dan temperatur air dalam waktu 120 menit juga mengalami kenaikan dari 31.64°C menjadi 44.96°C. Untuk temperatur rata – rata ruangan adalah 27.55°C dan temperatur rata – rata keluar evaporator adalah 18.87°C.



Gambar 7. Grafik Temperatur ACWH dengan Beban Pendinginan 3000 W

Gambar 8 menampilkan grafik temperatur kompresor ACWH pada setiap beban pendinginan yang memperlihatkan bahwa semakin besar beban pendinginan semakin tinggi temperatur refrigeran keluar kompresor. Temperatur maksimum refrigeran HCR-22 pada pembebanan 0, 1000, 2000 dan 3000 Watt berturut – turut adalah 69.26°C, 67.47°C, 67.54°C dan 72.93°C. Sedangkan untuk R-22 adalah 69.77°C, 70.91°C, 71.86°C dan 84.11°C.

Temperatur air yang didapatkan hingga menit 120 mengalami kenaikan setiap penambahan beban pendinginan. Temperatur air tertinggi HCR-22 dan R-22 didapatkan pada pembebanan 3000 W yaitu sebesar 44.96°C dan 64.73°C.



Gambar 8. Grafik Temperatur Kompresor ACWH pada Setiap Beban Pendinginan

Dengan penambahan kondensor *dummy* pada sistem ini, refrigeran bertemperatur tinggi yang semestinya dibuang ke lingkungan melalui kondensor disalurkan terlebih dahulu ke kondensor *dummy* sebagai pemanfaatan kalor pada refrigeran untuk memanaskan air yang dapat digunakan untuk keperluan mandi dan cuci tangan.

4. Simpulan

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Temperatur sistem ACWH menggunakan HCR-22 lebih rendah dibandingkan R-22.
2. Temperatur refrigerant HCR-22 dan R-22 mengalami kenaikan pada setiap penambahan beban pendinginan.
3. Perolehan air panas dari sistem ACWH menggunakan refrigeran HCR-22 adalah 41.01-44.96°C dan 52.83-64.73°C menggunakan refrigeran R-22.

Daftar Pustaka

- [1] Aziz, A dan Rosa, Y. 2010. Performansi Sistem Refrigerasi Hibrida Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22. *Jurnal Teknik Mesin* Vol.7 No.1 ISSN 1829-8958.
- [2] Ambarita, Himsar. 2001. Perancangan dan Simulasi Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Hibrida dengan Refrigeran HCR-12 sebagai Pengganti R-12 yang Sekaligus Bertindak sebagai Mesin Refrigerasi pada Lemari Pendingin (*Cold Storage*) dan Pompa Kalor pada Lemari Pengering (*Drying Room*). Tesis Pascasarjana. Program Studi Teknik Mesin Program Pascasarjana ITB.
- [3] Mainil, Afdhal Kurniawan. 2012. Kajian Eksperimental Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap dengan Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon (Hcr12) Sebagai Alternatif Refrigeran Pengganti R12 dengan Sistem Penggantian Langsung (Drop In Substitute). *Jurnal Mechanical* Volume 3 Nomor 1.
- [4] Park, K, Shim, Y dan Jung D. 2009. Experimental Performance of R432A to replace R22 in Residential Air-Conditioners and Heat Pumps. *International Journal of Applied Thermal Engineering* 29(2009) 597-600.
- [5] Bhima, Arya.S. 2014. Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida dengan Kondensor *Dummy* Tipe *Trombone Coil* sebagai *Water Heater*. Skripsi Sarjana. Program Studi Sarjana Teknik Mesin UR.
- [6] Nurhalim, Ichwan. 2010. Rancang Bangun Dan Pengujian Unjuk Kerja Alat Penukar Kalor Tipe Serpentine Pada Split *Air Conditioning Water Heater*. Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Indonesia.
- [7] Ginting, Hardianto. 2014. Temperatur Sistem Pendingin Siklus Kompresi Uap Terhadap Perubahan Beban Pendinginan Dengan Penambahan Kondensor *Dummy* Sebagai *Water Heater*. JOM FTEKNIK Universitas Riau.
- [8] Fikri, Sarwo. 2015. Pengaruh Beban Pendingin Terhadap Temperatur Sistem Pendingin Siklus Kompresi Uap dengan Penambahan Kondensor *Dummy* Tipe *Multi Helical Coil* Sebagai *Water Heater*. JOM FTEKNIK Universitas Riau.
- [9] Thalal. 2015. Pengaruh Beban Pendinginan Terhadap Temperatur Sistem *Residential Air Conditioning* Hibrida dengan Kondensor *Dummy* Tipe *Trombone Coil* Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon. JOM FTEKNIK Universitas Riau.
- [10] Aziz, Azridjal dan Satria, Arya Bhima. 2014. *Performance of Air Conditioning Water Heater with Trombone Coil Type as Dummy Condenser at Different Cooling Loads. Proc. 1st International Society of Ocean, Mechanical and Aero space Scientists and Engineers*. Indonesia. pp (2014) : 2 4 4 3- 17 1 0.