

UNJUK KERJA *RESIDENTIAL AIR CONDITIONING* HIBRIDA DENGAN KONDENSOR *DUMMY* TIPE *MULTI* *HELICAL COIL* PADA BEBAN PENDINGINAN BERBEDA

Aidil Adha

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

**E-mail : aidiladha91tm@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Salah satu cara untuk menghemat energi pada AC adalah dengan meningkatkan efisiensi energi dengan menggabungkan dua peralatan berbeda menjadi satu peralatan baru yang berfungsi ganda atau hybrid. AC hybrid dapat meningkatkan efisiensi energi dengan membuang limbah panas ke lingkungan melalui kondensor untuk memanaskan air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh beban pendinginan terhadap suhu sistem siklus kompresi uap sistem pendingin udara hybrid dengan kondensor dummy tipe multi heliks. Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi beban pendinginan (0, 1000, 2000 dan 3000 Watt) sebagai simulasi beban pendinginan perumahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur refrigeran dengan menggunakan HCR-22 diperoleh sekitar 67,47 °C hingga 72,93 °C. Temperatur refrigeran ditingkatkan serta beban pendinginan yang diterapkan ditingkatkan. Suhu refrigeran mempunyai lebih banyak panas yang diserap dan dilepaskan ke lingkungan sehingga suhu air yang dihasilkan juga meningkat. Suhu air panas sistem ACWH menggunakan refrigeran HCR-22 diperoleh sekitar 41,01-44,96 °C.

Kata Kunci: AC hybrid, kondensor tiruan, refrigeran hidrokarbon HCR-22, beban pendinginan

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.

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 (Aziz, 2010).

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* (Ambarita, Himsar, 2001).

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 COPr berkisar antara 2.4-9.8 dan COPhp 3.4–10.8. Park *et al* pada tahun 2009 menggunakan refrigeran hidrokarbon R432A untuk menggantikan R-22 pada AC tipe split, hasil studi eksperimental menunjukkan temperatursisi tekan *discharge* turun 14.1-17.3°C.

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. Nurhalim Ichwan pada tahun 2010 meneliti unjuk kerja alat penukar kalor tipe serpentine pada AC Split untuk water heater dengan pipa tembaga 1/4" dengan temperatur air panas 60 °C.

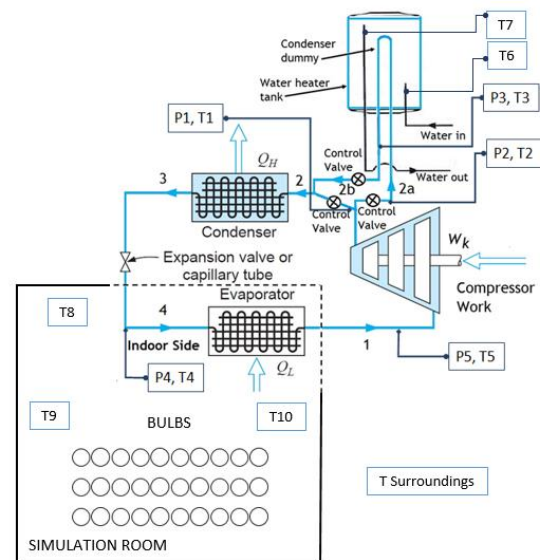
Hardianto Ginting pada tahun 2014 meneliti mesin pengkondisian udara hibrida *water heater* menggunakan kondensor *dummy* tipe *helical coil* berdiameter 3/8", selama pengoperasian 120 menit diperoleh temperatur air panas 61,70°C. Pada tahun 2015 Sarwo Fikri melakukan pengujian yang sama dengan menggunakan refrigeran R-22 dan hasilnya selama 120 menit diperoleh temperatur air panas 64.77°C dan temperatur refrigeran 84.11°C. 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.

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.

BAHAN DAN 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 Gambar1. Mesin AC sebenarnya menggunakan refrigeran R-22 sebagai fluida kerja, dengan daya kompresor 680 Watt.



Gambar 1. Diagram Skematis Air Conditioning Water Heater (Aziz et al., 2014)

Untuk pengujian AC dengan kondensor *dummy* ini dilakukan dengan menutup katup 2 dan membuka katup 2a dan 2b, sehingga refrigeran akan melewati kondensor *dummy* terlebih dahulu sebelum masuk ke kondensor utama.

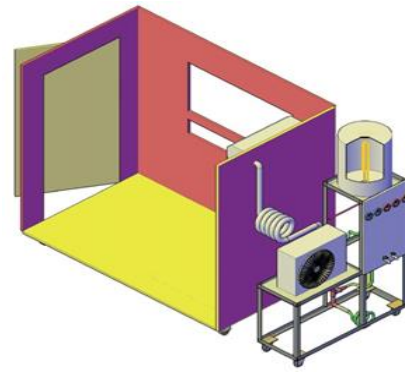
Fasa refrigeran menuju kondensur *dummy* adalah uap super lanjut, sehingga temperaturnya relatif tinggi, refrigeran bertemperatur tinggi inilah yang dimanfaatkan untuk memanaskan air.

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 Kondensur *dummy* in (T_2).
3. Temperatur Kondensur *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 Kondensur *dummy* In (P_2).
14. Tekanan Kondensur *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 Rekasayasa 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.



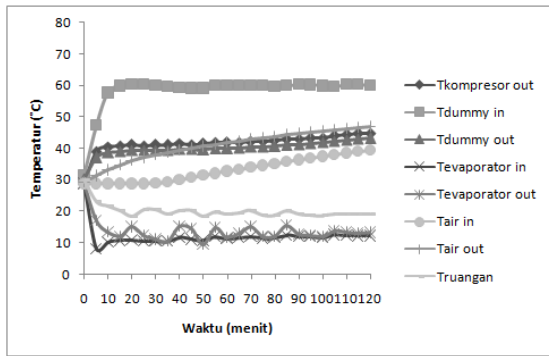
Gambar 2. Residential Air Conditioning Hibrida dengan Kondensur *Dummy* Tipe Trombone Coil Sebagai Mesin Pengkondisian Udara dan Water Heater (Bhima, 2014)



Gambar 3. Multi Helical Coil

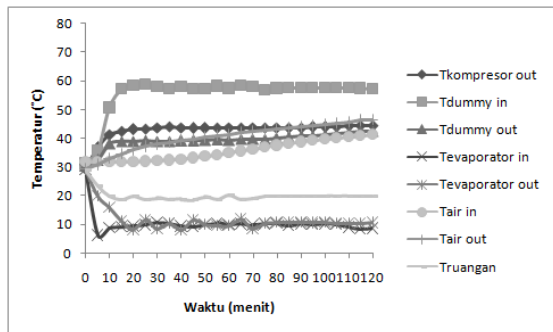
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Gambar 4 pengujian pada sistem ACWH mencapai kondisi *steady* dalam waktu 20 menit. Pada kondensur *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 kondensur *dummy* turun menjadi 40.76°C , selanjutnya refrigeran masuk ke kondensur untuk pelepasan panas ke lingkungan. Untuk temperatur ruangan berada pada suhu 18.80°C dan temperatur refrigeran masuk kompresor adalah 11.81°C .



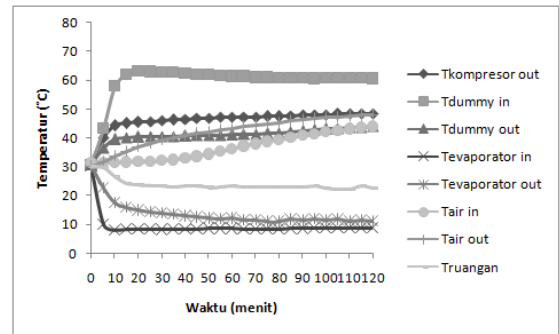
Gambar 4. Grafik Temperatur ACWH Tanpa Beban Pendinginan

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.



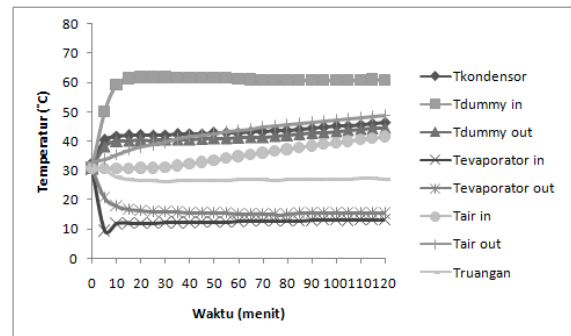
Gambar 5. Grafik Temperatur ACWH dengan Beban Pendinginan 1000 W

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

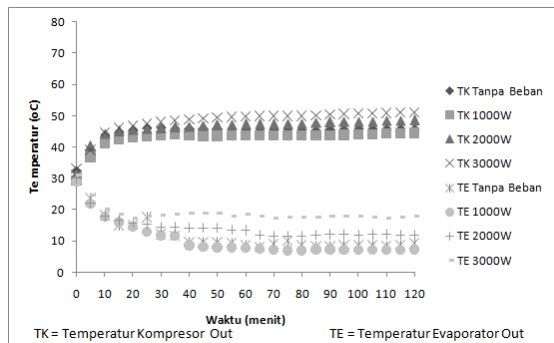
Sedangkan pada pembebanan 3000 W yang ditampilkan pada Gambar 7 temperatur rata – rata refrigeran keluar kompresor adalah 68.88°C dan temperatur air dalam waktu 120 menit juga mengalami kenaikan dari 31.64°C menjadi 44.96°C. Untuk temperatur rata – rata ruangan adalah 27.55°C dan temperatur rata – rata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

KESIMPULAN

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: temperatur sistem ACWH menggunakan HCR-22 lebih rendah dibandingkan R-22, temperatur refrigerant HCR-22 dan R-22 mengalami kenaikan pada setiap penambahan beban pendinginan. 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

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.

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.

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.

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.

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.

Ginting, Hardianto. 2014. Temperatur Sistem Pendingin Siklus Kompresi Uap Terhadap Perubahan Beban Pendinginan Dengan Penambahan Kondensor *Dummy* Sebagai *Water Heater*. JOM FTEKNIK Universitas Riau.

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.

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.

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.

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.