

# **KINERJA AIR CONDITIONING HIBRIDA PADA LAJU ALIRAN AIR BERBEDA DENGAN KONDENSOR DUMMY TIPE HELICAL COIL (1/4", 6,7 m) SEBAGAI WATER HEATER**

**Faisal Tanjung<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>1</sup> dan Rahmat Iman Mainil<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau,  
Kampus Bina Widya Km 12.5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

E-mail : azridjal@yahoo.com

## **ABSTRAK**

*Air Conditioning* hibrida adalah perangkat mesin konversi energi yang memiliki fungsi ganda dimana efek pendinginan dan pemanasan dapat dimanfaatkan secara bersamaan. Kalor yang terbuang melalui kondensor cukup besar sehingga dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air sekaligus dapat menaikkan kinerja sistem AC dan meningkatkan efisiensi energi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran air panas yang bersirkulasi pada tangki berkapasitas 50 L terhadap kinerja *Air Conditioning* hibrida menggunakan kondensor *dummy* tipe *helical coil* diameter 1/4" dan panjang 6,7 m yang berfungsi sebagai alat penukar kalor untuk memanaskan air. Pengujian menggunakan beban pendingin 2000 Watt pada ruangan simulasi dan variasi laju aliran air dengan mengatur pembukaan katup 0, (tanpa sirkulasi), 1/3 ( $Q = 0,031$  L/s), 2/3 ( $Q = 0,59$  L/s), dan 3/3 ( $Q = 0,086$  L/s) sebagai simulasi ruangan yang akan didinginkan dan pemakaian air pada tempat tinggal. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa terjadi pengaruh seiring meningkatnya laju aliran air yang bersirkulasi terhadap menurunnya temperatur air panas dan meningkatnya temperatur ruangan yang dihasilkan, dimana temperatur air panas tertinggi yaitu 59,53 °C pada kondisi bukaan katup 0 (tanpa sirkulasi) dan temperatur ruangan tertinggi yaitu 33,73 °C pada kondisi bukaan katup 3/3 (0,086 L/s) juga terjadi pengaruh terhadap menurunnya daya kompresor berkisar antara 0,72–0,80 kW, kapasitas pendinginan berkisar antara 3,26–3,68 kW, dan kapasitas pemanasan berkisar antara 0,44–0,52 kW. Sedangkan tidak terjadi pengaruh yang berarti terhadap nilai *Coefficient Of Performance (COP)* dimana  $COP_c$  (kinerja pendingin) berkisar antara 4,53–4,60 dan  $COP_{c+wh}$  (kinerja pendingin dan pemanas) berkisar antara 5,14–5,28.

Kata Kunci : *Air conditioning hibrida, Condenser dummy, Helical coil, Water heater*

## **ABSTRACT**

*The hybrid air conditioning is an energy conversion device has a dual function. which the effect of cooling and heating can be used simultaneously. The heat is wasted through the condenser is large enough so that it can be used to heat water well as to raise the performance air conditioning system and improve energy efficiency. This research uses experimental methods to determine the effect of variations in the flow rate of hot water circulating in the tank with a capacity of 50 L the performance of hybrid air conditioning using a dummy condenser type of helical coil diameter of 1/4" and length of 6.7 m, which be functioning as a heat exchanger for the water heater. The experimental test using 2000 Watt cooling load in the simulation room and the water flow rate variation by adjusting the valve opening 0 (without circulation), 1/3 ( $Q = 0.031$  L/s), 2/3 ( $Q = 0.059$  L/s), and 3/3 ( $Q = 0.086$  L/s) as simulated space to be cooled and water usage in residence. From the test results can be concluded that Effect occurs with increasing the flow rate of water circulating on decreasing the temperature of hot water and the resulting increase in room temperature, where the highest hot water temperature is 59.53 °C on the condition of the valve openings 0 (without circulation) and the highest temperature of the room is 33.73 °C on the condition of the valve openings 3/3 (0.086 L/s), also occurs on declining influence of the compressor power ranges is 0.72–0.80 kW, cooling capacity ranges is 3.26–3.68 kW, and heating capacity ranges is 0.44–0.52 kW. While no significant effect on the value of the Coefficient Of Performance (COP) where  $COP_c$  (cooling performance) ranges is 4.53–4.60 and  $COP_{c+wh}$  (cooling and heating performance) ranges is 5.14–5.28.*

Keywords : *The hybrid air conditioning, Dummy condenser, Helical coil, Water heater*

## PENDAHULUAN

Keterbatasan cadangan energi berbanding terbalik dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan penggunaan energi mengakibatkan harga yang harus dibayarkan untuk penggunaan energi semakin mahal. Hal ini yang mendorong terus dilakukan upaya pelestarian energi yaitu dengan cara terus meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Salah satu bentuk upaya yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi adalah dengan pemanfaatan kembali energi, sebagai studi kasus yaitu pada mesin pengkondisian udara (*Air Conditioning*) terdapat energi panas yang selama ini hanya dibiarkan terbuang begitu saja kelingkuangan.

*Air Conditioning* merupakan jenis mesin konversi energi, dimana energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek refrigerasi. Refrigerasi merupakan proses penyerapan panas dari suatu zat dengan menurunkan temperatur udara sehingga berada dibawah temperatur lingkungan, untuk menimbulkan efek refrigerasi, fluida kerja yang digunakan dalam proses penyerapan panas tersebut adalah refrigeran (Aziz, 2005). Sedangkan pada sisi lain menghasilkan efek pemanasan dengan panas yang dibuang oleh sistem kelingkuangan untuk memenuhi prinsip-prinsip termodinamika agar mesin dapat berfungsi. Panas dari kondensor yang terlepas kelingkuangan yang terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan dapat menimbulkan masalah seperti pemanasan global. Demikian halnya pada mesin pompa panas, dimana sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pemanasan dengan cara menyerap panas dari lingkungan. Pemanfaatan energi dari kalor yang terbuang di kondensor pada mesin pengkondisian udara biasanya cenderung dibiarkan terbuang percuma begitu saja sebenarnya dapat dimanfaatkan kembali (*recovery* energi) untuk kebutuhan masyarakat sehari-hari seperti pemanasan air yang berguna untuk mandi dan mencuci (Aziz et al., 2013).

Seiring dengan pesatnya pembangunan infrastruktur khususnya di Indonesia sudah banyak berdiri bangunan seperti gedung bertingkat yang telah banyak memanfaatkan fasilitas mesin pengkondisian udara agar terciptanya kondisi nyaman, kebutuhan masyarakat akan suatu mesin pengkondisian udara yang efisien serta dapat melakukan pemanfaatan kembali energi seperti halnya memanfaatkan efek pemanasan yang terbuang begitu saja kelingkuangan menjadi tuntutan yang harus terpenuhi. Sehingga dapat mengurangi dampak pemanasan global. Sistem mesin

pengkondisian udara pada umumnya dibuat dengan siklus kompresi uap yang dapat dimodifikasi, dimana memiliki empat komponen utama yang terdiri dari kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator (Arora, 2001).

Bertolak dari kasus diatas maka terus dilakukannya penelitian untuk mengembangkan suatu mesin yang menggunakan prinsip refrigerasi serta pompa panas dalam satu mesin. *Air Conditioning* hibrida merupakan perangkat mesin refrigerasi yang memiliki fungsi ganda dimana efek pendinginan dan efek pemanasan yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara bersamaan sehingga dapat mengoptimalkan kinerja mesin tersebut. Karena mesin pengkondisian udara (AC) beroperasi menggunakan siklus kompresi uap, sehingga mesin ini disebut mesin pengkondisian udara (AC) siklus kompresi uap hibrida (Amrul, 2001).

Dalam hal ini mesin pengkondisian udara hibrida memiliki keunggulan dan kekurangan. yang mejadi keunggulannya adalah dari sisi peningkatan efisiensi energi yang ingin dicapai, tetapi karena pada kedua sisinya yaitu efek pendinginan dan efek pemanasan yang dimanfaatkan secara bersamaan maka diharapkan tidak mengganggu proses di antara sisi yang lainnya. Berawal dari tujuan ini maka mesin pengkondisian udara hibrida umumnya dilengkapi dengan komponen yaitu kondensor *dummy* (Ambarita, 2001).

Definisi dari kondensor *dummy* adalah alat penukar kalor yang terbuat dari pipa berbahan tembaga (*coil*) kemudian dapat dimodifikasi atau dirancang dalam berbagai macam bentuk seperti spiral atau gulungan helik dengan ukuran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Kondensor *dummy* diletakkan didalam tangki berisi air yang dipasang diantara kompresor dan kondensor (Kumara et al., 2016).

Berikut ini beberapa penelitian tentang mesin pengkondisian udara hibrida telah dilakukan peneliti terdahulu, diantaranya yaitu Aziz et al. (2013) meneliti tentang *Residential Air Conditioning* (RAC) menggunakan kondensor *dummy* tipe spiral *coil* dengan pengoperasian selama 120 menit diperoleh temperatur air panas 50,42 °C. Ginting (2014) telah meneliti tentang performansi mesin pengkondisian udara hibrida menggunakan kondensor *dummy* tipe *helical coil* diameter 3/8" panjang 4,5 m sebagai *water heater* dengan waktu pengoperasian selama 120 menit diperoleh temperatur air panas yaitu 62,23 °C, temperatur refrigeran 74,92 °C, dan nilai COP yaitu 6,41.

Anam et al. (2016) melakukan penelitian lanjutan dari Ginting (2014), tentang performansi mesin pengkondisian udara hibrida menggunakan kondensor *dummy* tipe *helical coil* tetapi menggunakan diameter yang berbeda yaitu 1/4" dengan panjang yang sama yaitu 4,5 m, pengujian dilakukan dengan pembebanan 2000 Watt terhadap variasi laju aliran air dengan waktu pengoperasian selama 120 menit diperoleh temperatur air panas yaitu 39,77 °C lebih rendah, tetapi temperatur refrigeran lebih tinggi yaitu 102,85 °C sedangkan COP yang lebih rendah yaitu 5,33.

Melihat kekurangan dari penelitian yang telah dijelaskan, maka penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang telah dilakukan oleh Anam et al. (2016), dimana melakukan pengujian terhadap kinerja mesin pengkondisian udara hibrida menggunakan kondensor *dummy* tipe *helical coil* menggunakan diameter *coil* 1/4" yang sama pada penelitian Anam et al. (2016), tetapi merubah panjang *coil* menjadi berbeda yaitu 6,7 m.

Pemilihan diameter 1/4" selain mengacu pada penelitian Anam et al (2016), hal ini juga dikarenakan diameter yang lebih kecil mempunyai koefisien perpindahan kalor yang lebih tinggi, sehingga dapat mengurangi kerja kompresi, apalagi ditambah geometri dari *helical coil* itu sendiri memiliki hambatan termal yang tinggi mengakibatkan naiknya kerja kompresor sehingga lebih boros energi, untuk lebih menghemat energi kompresor maka dipilih diameter yang lebih kecil.

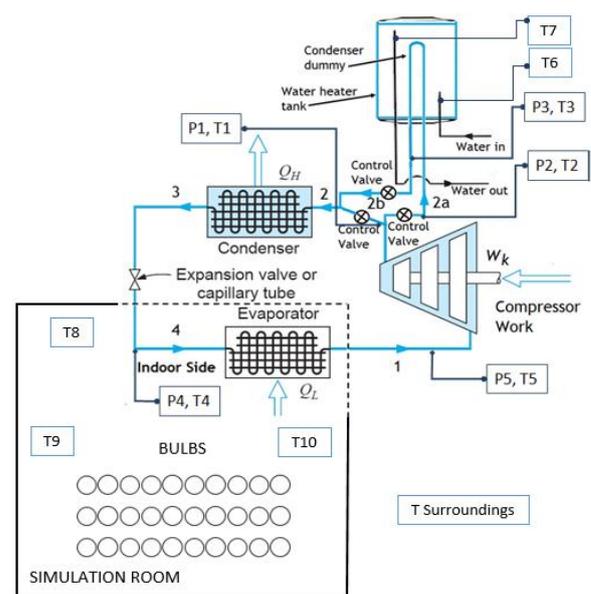
Pertambahan panjang *coil* menjadi 6,7 m bertujuan untuk meningkatkan temperatur air panas yang dihasilkan dimana *coil* yang lebih panjang dapat menghantar kalor dari refrigeran menjadi lebih besar. Sehingga untuk menghantar kalor lebih besar tersebut maka dibutuhkan pula luas permukaan *coil* yang bersentuhan dengan air didalam tangki lebih besar, yang secara otomatis menjadikan semakin panjang *coil* yang dibutuhkan untuk mengkondensasikan refrigeran yang dibantu oleh media air sehingga dapat meningkatkan temperatur air panas yang dihasilkan dengan air menyerap kalor lebih besar. Serta *coil* yang lebih panjang dapat mempengaruhi siklus kompresi uap hibrida dimana dapat meningkatkan kapasitas kondensor dan evaporator, jadi ukuran kondensor *dummy* berbanding lurus dengan besarnya kapasitas yang akan dihasilkan, dengan kapasitas yang meningkat akan mempengaruhi kinerja secara keseluruhan dari *Air Conditioning* hibrida menjadi meningkat.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari laju aliran air bervariasi terhadap karakteristik yang mempengaruhi kinerja *Air Conditioning* hibrida dengan kondensor *dummy* tipe *helical coil* diameter 1/4" dengan perubahan dimensi panjang *coil* menjadi 6,7 m sebagai *water heater*.

## BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental (*experimental methods*) dengan skala laboratorium. Pengujian dilakukan pada mesin pengkondisian udara (AC) hibrida tipe *split* 1PK dengan kapasitas pendinginan 8.900 Btu/h yang telah dimodifikasi dengan dilengkapi kondensor *dummy* tipe *helical coil* diameter 1/4" dengan panjang *coil* menjadi 6,7 meter sebagai pemanas air. Untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran air dengan mengatur pembukaan katup aliran air pada tangki *water storage* terhadap kinerja *air conditioning* hibrida. Dimana fluida kerja yang digunakan yaitu refrigeran jenis R-22.

Diagram skematik sistem *Air Conditioning Water Heater* (ACWH) yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Dimana alat uji yang digunakan pada penelitian ini sama dengan alat uji yang digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu Ginting (2014) dan Anam et al (2016) seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Skematis *Air Conditioning Water Heater* (Aziz et al., 2013)

Dari Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa data-data pengujian yang diambil pada titik pengambilan data yaitu sebagai berikut:

1. Temperatur Kompresor *out* ( $T_1$ )
2. Temperatur Kondensor *dummy in* ( $T_2$ )
3. Temperatur Kondensor *dummy out* ( $T_3$ )
4. Temperatur Evaporator *in* ( $T_4$ )
5. Temperatur Evaporator *out* ( $T_5$ )
6. Temperatur Air Masuk/ *water in* ( $T_6$ )
7. Temperatur Air Keluar/ *water out* ( $T_7$ )
8. Temperatur Ruang uji/ *room* ( $T_8$ )
9. Temperatur Ruangan uji/ *room* ( $T_9$ )
10. Temperatur Ruangan uji/ *room* ( $T_{10}$ )
11. Temperatur Lingkungan
12. Tekanan Kompresor *out* ( $P_1$ )
13. Tekanan Kondensor *dummy In* ( $P_2$ )
14. Tekanan Kondensor *dummy Out* ( $P_3$ )
15. Tekanan Evaporator *in* ( $P_4$ )
16. Tekanan Evaporator *out* ( $P_5$ )

Alat uji *Air Conditioning* hibrida seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Dimana komponen yang digunakan adalah : 1. Tangki *water storage* dimana terdapat kondensor *dummy* tipe *helical coil* diameter 1/4" panjang 6,7 meter didalamnya, 2. *Pressure gauge*, 3. Katup aliran air panas, 4. Instalasi pipa refrigeran, 5. Kompresor, 6. Kondenser, 7. Pipa masuk atau keluar evaporator, 8. Ruang simulasi, sebagai tempat beban pendingin 2000 Watt.



Gambar 2. Foto *Air Conditioning* Hibrida

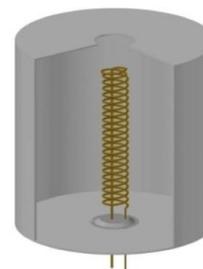
Kondensor *dummy* yang diuji pada penelitian ini adalah tipe *helical coil* dengan diameter 1/4" panjang 6,7 meter yang dibentuk menjadi gulungan helik menggunakan pipa (*coil*) dari bahan tembaga ditunjukkan pada Gambar 3. Dimana kondensor *dummy* diletakkan pada tangki *water heater* yang ditunjukkan pada Gambar 4. berkapasitas 50 Liter dengan batas temperatur 75 °C dan tekanan rata-rata 0,75 MPa.

Pada pengujian ini menggunakan beban pendinginan 2000 Watt dengan menyalakan lampu

pijar sebanyak 20 *pieces* (100 Watt/ *pieces*) pada ruang simulasi yang berukuran panjang 2,26 m × lebar 1,75 m × tinggi 2 m, sebagai simulasi pengujian dalam penelitian ini dilakukan di ruangan tempat tinggal (rumah) yang akan didinginkan. Sedangkan variasi laju aliran air sebagai simulasi penggunaan air di tempat tinggal dengan mengatur pembukaan katup air dibagi menjadi 4 kondisi yaitu bukaan katup 0 (tanpa sirkulasi), bukaan katup 1/3, bukaan katup 2/3, dan bukaan katup 3/3. Kemudian mengatur termostat evaporator pada pendinginan maksimum dan temperatur ruangan dijaga pada 19 °C selama pengujian berlangsung. Pengambilan data dilakukan setiap 5 menit selama 120 menit. Proses pemanasan air di dalam tangki kondensor *dummy* berlangsung pada saat mesin menyala dan tangki dalam keadaan penuh.



Gambar 3. Foto Kondensor *Dummy* Tipe *Helical Coil* Diameter 1/4" Panjang 6,7 meter

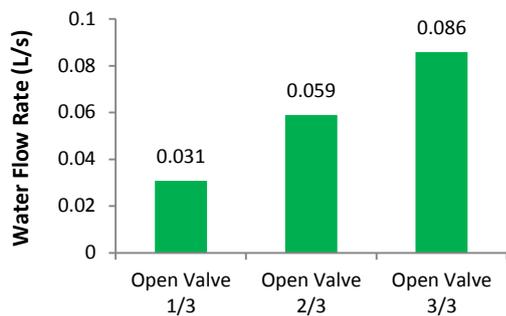


Gambar 4. Kondensor *Dummy* Tipe *Helical Coil* di Dalam Tangki (Aziz et al., 2014)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

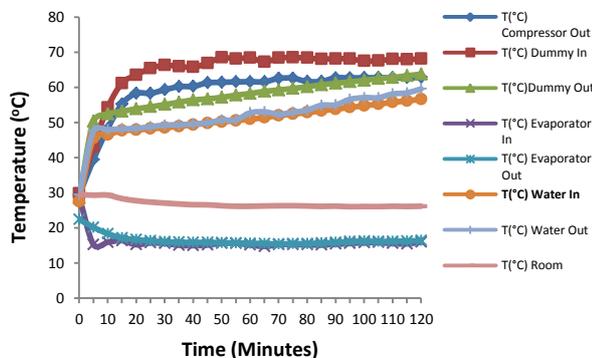
Untuk memperoleh laju aliran air/ debit ( $Q$ ) pada setiap bukaan katup air, maka dilakukan pengujian pada setiap variasi bukaan katup air yaitu dengan mengatur bukaan katup 1/3, 2/3, dan 3/3. Pengujian dilakukan selama 10 detik pada setiap bukaan katup tersebut sebanyak 20 kali. Pengujian untuk mengukur air bersirkulasi yang keluar dari

tangki *water storage* didalamnya terdapat kondensor *dummy* menggunakan gelas ukur. Pengujian debit terendah terdapat pada katup bukaan katup 1/3 yaitu 0,031 L/s, dan debit tertinggi pada bukaan katup 3/3 yaitu 0,086 L/s, sedangkan pada bukaan katup 2/3 debit yang diperoleh yaitu 0,059 L/s. Terjadi peningkatan laju aliran air seiring pembukaan katup tangki *water storage* yang semakin besar, hal ini dikarenakan seiring dengan pembukaan katup yang semakin besar akan membuat perbedaan tekanan air yang bersirkulasi sehingga meningkatkan laju aliran air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



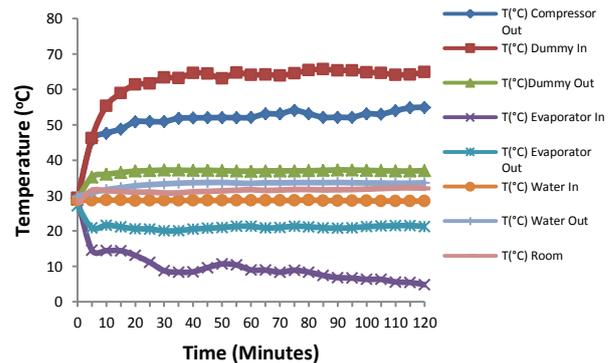
**Gambar 5. Pengujian Laju Aliran Air Pada Setiap Variasi Bukaan Katup**

Gambar 6 menunjukkan bahwa pengujian mesin pengkondisian udara (AC) hibrida dengan beban 2000 Watt pada kondisi bukaan katup 0 (tanpa sirkulasi), dimana temperatur rata-rata refrigeran diambil pada kondisi *steady* dari menit 20 sampai 120 menit diperoleh temperatur rata-rata refrigeran masuk dan keluar kondensor *dummy* yaitu 67,34 °C dan 59,09 °C. Sedangkan temperatur ruangan yaitu 29,49 °C dan temperatur air panas tertinggi diperoleh 59,53 °C.



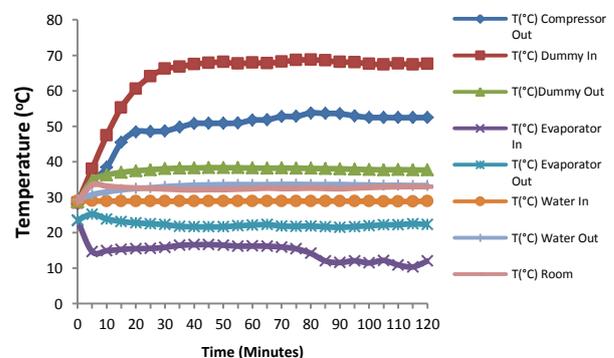
**Gambar 6. Grafik Temperatur Terhadap Waktu Dengan Beban 2000 Watt Pada Bukaan Katup 0**

Gambar 7 menunjukkan bahwa pengujian mesin pengkondisian udara (AC) hibrida dengan beban 2000 Watt pada kondisi bukaan katup 1/3 dengan laju aliran air/debit ( $Q = 0,031$  L/s), dimana temperatur rata-rata refrigeran diambil pada kondisi *steady* dari menit 20 sampai 120 menit diperoleh temperatur rata-rata refrigeran masuk dan keluar kondensor *dummy* yaitu 64,21 °C dan 37,06 °C. Sedangkan temperatur ruangan tertinggi yaitu 32,22 °C dan temperatur air panas tertinggi diperoleh 33,72 °C.



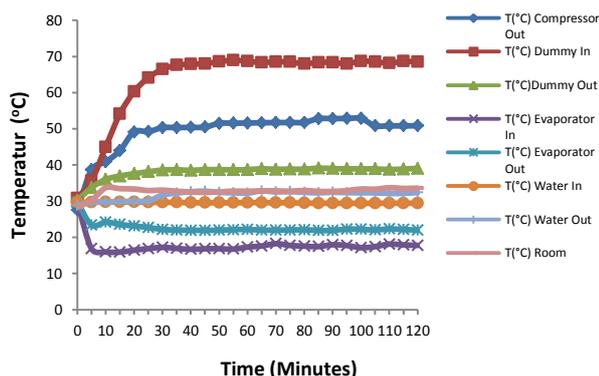
**Gambar 7. Grafik Temperatur Terhadap Waktu Dengan Beban 2000 Watt Pada Bukaan Katup 1/3**

Gambar 8 menunjukkan bahwa pengujian mesin pengkondisian udara (AC) hibrida dengan beban 2000 Watt pada bukaan katup 2/3 dengan laju aliran air/ debit ( $Q = 0,059$  L/s), dimana temperatur rata-rata refrigeran diambil pada kondisi *steady* dari menit 20 sampai 120 menit diperoleh temperatur rata-rata refrigeran masuk dan keluar kondensor *dummy* yaitu 67,24 °C dan 38,00 °C. Sedangkan temperatur ruangan tertinggi yaitu 33,55 °C dan temperatur air panas tertinggi diperoleh 33,61 °C.



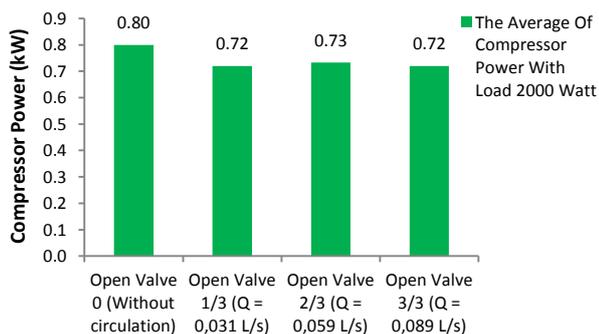
**Gambar 8. Grafik Temperatur Terhadap Waktu Dengan Beban 2000 Watt Pada Bukaan Katup 2/3**

Gambar 9 menunjukkan bahwa pengujian mesin pengkondisian udara (AC) hibrida dengan beban 2000 Watt pada kondisi bukaan katup 3/3 dengan laju aliran air/ debit ( $Q = 0,086 \text{ L/s}$ ), dimana temperatur rata-rata refrigeran diambil pada kondisi *steady* dari menit 20 sampai 120 menit diperoleh temperatur rata-rata refrigeran masuk dan keluar kondensor *dummy* yaitu  $67,68 \text{ }^\circ\text{C}$  dan  $38,73 \text{ }^\circ\text{C}$  Sedangkan temperatur ruangan tertinggi yaitu  $33,73 \text{ }^\circ\text{C}$  dan temperatur air panas tertinggi diperoleh  $32,82 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**Gambar 9. Grafik Temperatur Terhadap Waktu Dengan Beban 2000 Watt Pada Bukaannya Katup 3/3**

Daya kompresor (*compressor power*) merupakan energi untuk menggerakkan kompresor pada proses kompresi dimana didapatkan daya kompresor rata-rata berkisar antara  $0,72\text{--}0,80 \text{ kW}$ . Penggunaan daya kompresor rata-rata untuk setiap bukaan katup dengan beban pendingin 2000 Watt ditunjukkan pada Gambar 10.

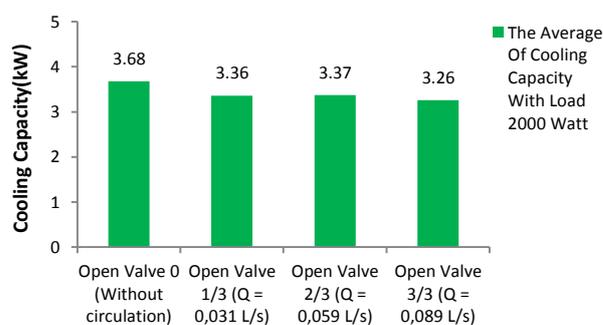


**Gambar 10. Grafik Daya Kompresor Rata-Rata Terhadap Setiap Bukaannya Katup Beban 2000 Watt**

Daya kompresor cenderung menurun seiring dengan meningkatnya laju aliran air bersirkulasi dibandingkan kondisi tanpa sirkulasi air. Fenomena ini terjadi dikarenakan pada kondisi semakin besar laju aliran air yang bersirkulasi maka daya kompresor semakin menurun. Dapat dianalisa bahwa terjadinya penurunan daya

kompresor ini diakibatkan adanya penyerapan kalor oleh media air yang bersirkulasi didalam tangki yang melalui kondensor *dummy* menyerap kalor menjadikan kerja kompresor sedikit lebih ringan dengan tekanan yang menurun pada proses kompresi seiring laju aliran air yang semakin meningkat, sehingga daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kompresor lebih rendah dan sedikit menghemat penggunaan energi listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.

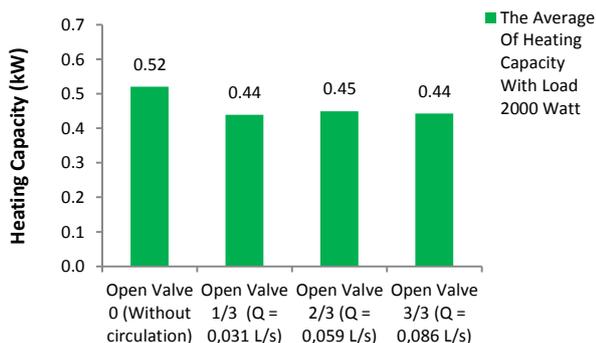
Kapasitas pendinginan (*cooling capacity*) rata-rata yang dihasilkan sistem ACWH berkisar antara  $3,26\text{--}3,68 \text{ kW}$ . Terjadi fenomena penurunan kapasitas pendinginan yang dipengaruhi variasi laju aliran air yang semakin meningkat. Dapat dianalisa bahwa hal ini disebabkan karena efek pendinginan (refrigerasi) yang dihasilkan menurun sehingga juga berpengaruh terhadap meningkat temperatur pada ruang uji seiring air bersirkulasi semakin besar, media air berperan penting pada proses kondensasi yang dibantu komponen kondensor *dummy* untuk melepaskan kalor pada media air, dimana pada kondisi air tanpa sirkulasi dapat menurunkan temperatur refrigeran yang akan masuk ke evaporator pada proses evaporasi, akan tetapi dengan kondisi laju aliran air yang semakin meningkat sebaliknya tidak menurunkan temperatur refrigeran secara maksimal sehingga efek pendinginan pada ruangan menjadi kurang maksimal, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11. Grafik Kapasitas Pendinginan Rata-Rata Terhadap Setiap Bukaannya Katup Beban 2000 Watt**

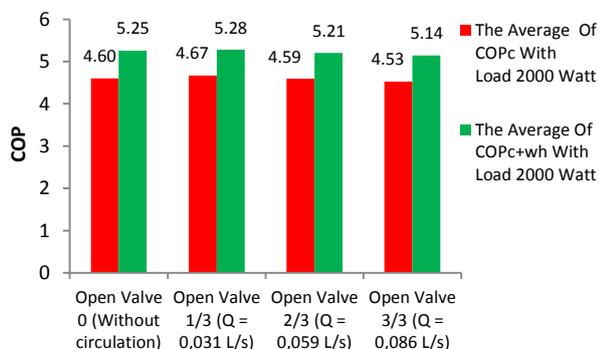
Kapasitas pemanasan (*heating capacity*) rata-rata yang dihasilkan sistem ACWH berkisar antara  $0,44\text{--}0,52 \text{ kW}$ . Terjadi penurunan pada kapasitas pemanasan seiring meningkatnya laju aliran air, dapat dianalisa bahwa semakin besar laju aliran air yang bersirkulasi maka berpengaruh terhadap penurunan kapasitas pemanasan, fenomena ini terjadi dikarenakan air yang terus bersirkulasi semakin besar mengakibatkan

kemampuan atau energi untuk melepaskan panas pada proses kondensasi menjadi kurang maksimal dipengaruhi perbedaan tekanan air yang bersirkulasi pada aliran air masuk kedalam tangki semakin besar juga membuat panas buang tidak dapat terserap oleh air secara maksimal sehingga dapat menurunkan temperatur air panas yang dihasilkan, karena air yang terus bersirkulasi akan bertukar dengan air baru yang masuk dengan temperatur yang lebih rendah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



**Gambar 12. Grafik Kapasitas Pemanasan Rata-Rata Terhadap Setiap Buka-an Katup Beban 2000 Watt**

Hasil kinerja rata-rata COP<sub>c</sub> dan COP<sub>C+WH</sub> untuk setiap buka-an katup beban 2000 Watt ditunjukkan pada Gambar 13.



**Gambar 13. Grafik Rata-rata COP<sub>c</sub> dan COP<sub>C+WH</sub> Terhadap Setiap Buka-an Katup Beban 2000 Watt**

Kinerja *Air Conditioning* hibrida dinyatakan dalam koefisien performansi atau COP meliputi *Coefficient of Performance Cooling* (COP<sub>c</sub>) merupakan nilai perbandingan kapasitas pendinginan dengan daya kompresor dimana COP<sub>c</sub> menyatakan kinerja dari sistem refrigerasi atau sebagai pendinginan ruangan. Sedangkan *Coefficient of performance Cooling+Water Heating* (COP<sub>C+WH</sub>) merupakan nilai perbandingan kapasitas pendinginan dan kapasitas pemanasan

terhadap daya kompresor dimana COP<sub>C+WH</sub> merupakan koefisien performansi dari sistem *Air Conditioning Water Heater* menyatakan kinerja sebagai pendingin ruangan dan pemanas air. Dimana nilai rata-rata COP<sub>c</sub> berkisar antara 4,53–4,60. Dan nilai rata-rata COP<sub>C+WH</sub> berkisar antara 5,14–5,28. Dimana tidak terjadi pengaruh yang berarti COP<sub>c</sub> dan COP<sub>C+WH</sub> terhadap variasi laju aliran air seperti ditunjukkan pada Gambar 13.

## KESIMPULAN

Adapun simpulan dari pengujian kinerja *Air Conditioning* Hibrida menggunakan kondensor dummy tipe *helical coil* diameter 1/4" panjang 6,7 meter yang telah dilakukan menggunakan beban pendinginan 2000 Watt dan variasi laju aliran air menunjukkan bahwa terjadi pengaruh seiring meningkatnya laju aliran air yang bersirkulasi terhadap menurunnya temperatur air panas dan meningkatnya temperatur ruangan yang dihasilkan, dimana temperatur air panas tertinggi yaitu 59,53 °C pada kondisi bukaan katup 0 (tanpa sirkulasi) dan temperatur ruangan tertinggi yaitu 33,73 °C pada kondisi bukaan katup 3/3 (Q = 0,086 L/s) juga terjadi pengaruh terhadap menurunnya daya kompresor berkisar antara 0,72–0,80 kW, kapasitas pendinginan berkisar antara 3,26–3,68 kW, dan kapasitas pemanasan berkisar antara 0,44–0,52 kW. Sedangkan tidak terjadi pengaruh yang berarti terhadap nilai *Coefficient Of Performance* (COP) dimana COP<sub>c</sub> (kinerja pendingin) berkisar antara 4,53–4,60 dan COP<sub>C+WH</sub> (kinerja pendingin dan pemanas) berkisar antara 5,14–5,28.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, H. 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* Jurusan Teknik Mesin Insitut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.
- Anam, K., Aziz, A., & Mainil, R. I. 2016. Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Temperatur Sistem Mesin Pengkondisian Udara Hibrida Menggunakan Kondensor Dummy Tipe Helical Coil (Diameter Pipa 1/4") Sebagai Water Heater Dengan Pembebanan 2000 Watt. *JOM FTEKNIK Universitas Riau* 3(2): pp.1-4.
- Amrul. 2001. Kaji Eksperimental Karakteristik Mesin Refrigerasi Hibrid Kompresi Uap Susunan Seri dan Paralel dengan Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon HCR-12. *Tesis*. Jurusan Teknik Mesin. Insitut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.

- Arora, C.P. 2001, *Refrigeration and Air Conditioning*, Tata Mc Graw-Will International Publising.
- Aziz, A. 2005. Performansi Mesin Refrigerasi Kompresi Uap Terhadap Massa Refrigeran Optimum Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon. *Jurnal Teknik Mesin*. ISSN 1829-8958. 2(1): pp. 29-33.
- Aziz, A., Herisiswanto., Ginting, H., Hatorangan, N., & Rahman. W. 2013. Recovery Energi Pada Residential Air Conditioning Hibrida Sebagai Pemanas Air Dan Penyejuk Udara Yang Ramah Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia. Teknologi Oleo Dan Petrokimia Indonesia (SNTK TOPI)*. 23 November. ISSN.1907-0500. Universitas Riau: pp. 251-258.
- Aziz, A., Kurniawan, I., & Ginting, H. 2014. Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida Dengan Penambahan Kondensor Dummy Sebagai Water Heater. *Dalam Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII)*. 15-16 Oktober. Depok: 552-557.
- Ginting, H. 2014. Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida dengan Kondensor Dummy Tipe Hellical Coil Sebagai Water Heater. *Skripsi*. Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kumara, R. K., Aziz. A., & Mainil, R. I. 2016. Pengaruh Beban Pendinginan Terhadap Temperatur Sistem Pengkondisian Udara Hibrida Dengan Kondensor *Dummy* Tipe *Trombone Coil* Menggunakan Pipa Tembaga Berdiamater 1/4" Sebagai *Water Heater*. *JOM FTEKNIK Universitas Riau* 3(2): pp. 1-4.