

# PENGARUH BEBAN PENDINGIN TERHADAP TEMPERATUR SISTEM PENDINGIN SIKLUS KOMPRESI UAP DENGAN PENAMBAHAN KONDENSOR DUMMY TIPE MULTI HELICAL COIL SEBAGAI WATER HEATER

Sarwo Fikri<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>2</sup>, Rahmat Iman Mainil<sup>3</sup>

Laboratorium Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

<sup>1</sup>aryabimasatria@yahoo.com, <sup>2</sup>azridjal.aziz@gmail.com, <sup>3</sup>rahmat.iman@gmail.com

## ABSTRACT

Increasing the efficiency is one of methods to assist the Indonesian government's planning in saving energy. One of them is to combine two functions from two different devices become a new device that have two functions. For instance, Split AC is used to cool the room. The adding of *dummy* condenser in Split AC is using heat exhaust at condenser that functioned as water heater. In this research, it is aimed to identify the effect of adding the dummy condenser toward cooler load. The method used in this research was design and experimental method. Based on the test, When cooler load was given to the room, the more the burden of cooling given, the higher refrigerant temperature to be thus heat water temperature was higher as well. During the operation 120 minutes, it obtained that heat water temperature was 84,11<sup>0</sup>C and refrigerant temperature was 64,77<sup>0</sup>C.

**Keywords** : *Dummy* Condenser, Temperature, Cooler load and water valve faucet.

## 1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia tentu saja menginginkan suatu keadaan dimana temperatur dan kelembapan ruangan lebih nyaman. Sistem pendingin atau refrigerasi merupakan proses pelepasan kalor dari suatu substansi dengan cara penurunan temperatur dan pemindahan panas ke substansi lainnya.

Mesin pengkondisian udara merupakan salah satu mesin konversi energi, dimana sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pendinginan. Di sisi lain, panas dibuang oleh sistem ke lingkungan untuk memenuhi prinsip-prinsip termodinamika agar mesin dapat berfungsi. Panas dari kondensor yang terlepas ke lingkungan biasanya terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan. Demikian juga pada mesin pompa panas, sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pemanasan dengan cara menyerap panas dari lingkungan. Efek dingin yang dibuang

ke lingkungan sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk mendinginkan sesuatu, tapi biasanya cenderung dibiarkan terbuang.

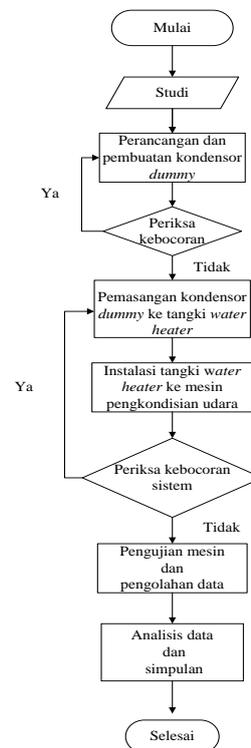
Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengatasi persoalan mesin pengkondisian dan mesin pompa panas, maka dikembangkan suatu sistem yang menggunakan prinsip refrigerasi dan pompa panas dalam satu mesin. Pada mesin terpadu ini efek pendinginan dan efek pemanasan dapat dihasilkan dan dimanfaatkan secara bersamaan, sehingga daya guna mesin menjadi lebih tinggi. Mesin terpadu dengan fungsi ganda ini dikenal dengan mesin pengkondisian udara hibrida, karena mesin pengkondisian udara paling banyak beroperasi dengan siklus kompresi uap, maka mesin ini disebut mesin pengkondisian udara siklus kompresi uap hibrida (Aziz, 2002).

Keunggulan mesin pengkondisian udara hibrida adalah dapat peningkatan efisiensi penggunaan energi, tetapi karena kedua sisinya sudah dimanfaatkan maka perubahan pada suatu sisi diharapkan tidak mengganggu proses lainnya, sehingga umumnya dilengkapi dengan penambahan komponen berupa kondensor *dummy* sebagai *water heater*. Kondensor *dummy* diletakkan di antara setelah bagian kompresor dan sebelum kondensor yang di dalamnya terdapat pipa tembaga dengan berbagai bentuk yang bisa dimodifikasi yang dinamakan dengan koil.

Penelitian sebelumnya yang diteliti oleh Aziz dkk, (2013), pengoperasian RAC selama 120 menit diperoleh temperatur air panas 50,42 °C, sekaligus saat bersamaan temperatur ruangan turun mencapai kondisi stedi pada temperatur 22 °C setelah 75 menit, penambahan kondensor *dummy* sebagai *recovery* energi tidak berpengaruh pada tekanan dan daya kompresor. Ginting (2014), melakukan penelitian dengan menggunakan kondensor *Dummy* sebagai *water heater* memperoleh hasil temperatur air mencapai 62,23<sup>o</sup> C dan temperatur refrigeran 74,99<sup>o</sup> C dengan pengoperasian selama 120 menit. Selanjutnya dilakukan penelitian lanjutan oleh Satria (2014), dengan parameter dan metode yang sama memvariasikan bentuk koil, yaitu dengan bentuk *trombone coil* menghasilkan temperatur air mencapai 64,33<sup>o</sup> C dan temperatur refrigeran 83,20<sup>o</sup> C, dengan pengoprasian selama 120 menit. Oleh karena itu dari kedua penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka dilakukanlah penelitian lanjutan ini dengan mengganti kondensor *dummy* tipe *multi helical coil*, yaitu menggabungkan bentuk koil antara *helical coil* dan *trombone coil* pada mesin pengkondisian udara hibrida untuk mengetahui Temperatur sistem kompresi uap dengan penambahan kondensor *Dummy* sebagai *water heater* dengan variasi beban pendingin.

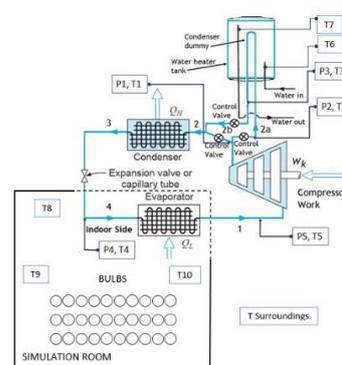
## 2. Metode

Adapun diagram alir penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Dalam perancangan mesin pengkondisian udara dilakukan penambahan kondensor dummy yang mana diletakkan disisi keluaran kompresor. Skema mesin pengkondisian udara hibrida dirancang ialah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Skema Air Conditioning Water Heater (Sonntag, 2009, Azridjal et al.2014)

Pada Gambar 2 ada 2 prinsip kerja bisa dilakukan pada pengujian ini dimana ketika katup 2a dan 2b ditutup maka prinsip kerja alat tersebut sama dengan prinsip kerja sistem pendingin ruangan biasa sedangkan katup 2 ditutup dan katub 2a dan 2b dibuka maka dilakukan pengujian dengan menggunakan kondensor *dummy*.

Dalam penelitian ini, data yang diambil diambil dalam setiap pengujian adalah sebagai berikut :

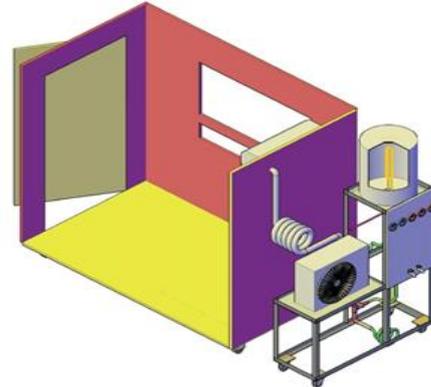
1. Temperatur keluar kompresor ( $T_1$ ).
2. Temperatur masuk *Dummy* ( $T_2$ ).
3. Temperatur keluar *dummy* ( $T_3$ ).
4. Temperatur masuk Evaporator ( $T_4$ ).
5. Temperatur keluar Evaporator ( $T_5$ ).
6. Temperatur Air Masuk ( $T_6$ ).
7. Temperatur Air Keluar ( $T_7$ ).
8. Temperatur Ruang uji ( $T_8$ ).
9. Temperatur Ruang uji ( $T_9$ ).
10. Temperatur Ruang uji ( $T_{10}$ ).
11. Temperatur Lingkungan.
12. Tekanan Evaporator *out* ( $P_1$ ).
13. Tekanan Kompresor ( $P_2$ ).
14. Tekanan Kondensor *dummy In* ( $P_{2a}$ ).
15. Tekanan Kondensor *dummy Out* ( $P_{2b}$ ).
16. Tekanan Evaporator *in* ( $P_4$ ).
17. Tegangan.
18. Arus listrik.

Temperatur sistem diukur pada 8 titik sensor yang terpasang pada permukaan pipa instalasi AC menggunakan TC-08. Tekanan diukur menggunakan *pressure gauge* pada 5 titik pengukuran. Konsumsi daya kompresor diukur dengan kuat arus dan voltase menggunakan *clamp meter*.

Ruangan uji berukuran 2.26x1.75x2m (panjangxlebarxtinggi) dilengkapi dengan 30 buah lampu pijar 100 Watt, variasi beban pendinginan diberikan 0, 1000, 2000, dan 3000 W terhadap evaporator. Termostat di atur pada pendinginan maksimum lihat Gambar 3.

Pengujian dimulai dengan pengujian AC Standar (tanpa kondensor *dummy*) dengan menutup katup 2a dan 2b. Pengambilan data dilakukan setiap 5 menit

selama 120 menit pengujian. Enthalpy dari refrigeran dihitung menggunakan REFPROP berdasarkan tekanan. Temperatur ruangan selama eksperimen dijaga pada 19-20°C.



**Gambar 3.** Residential Air Conditioning Hibrida dengan Kondensor *Dummy* Tipe *Trombone Coil* Sebagai Mesin Pengkondisian Udara dan *Water Heater* (Bima, 2014)

### 3. Hasil

Kondensor *dummy* tipe *multi helical coil* ini berada didalam tangki pemanas air (*water heater*) dimana refrigeran akan melepaskan kalor ke air. hasil perancangan kondensor *dummy* digunakan desain pipa *trombone* seperti yang terdapat pada Gambar 4 dengan menggunakan pipa tembaga berdiameter 3/8 inci, panjang 5,338 meter. Kemudian, alat penukar kalor tersebut diletakkan di dalam tangki air, yang memiliki volume sebesar 50 L yang nantinya akan digunakan untuk memanaskan air

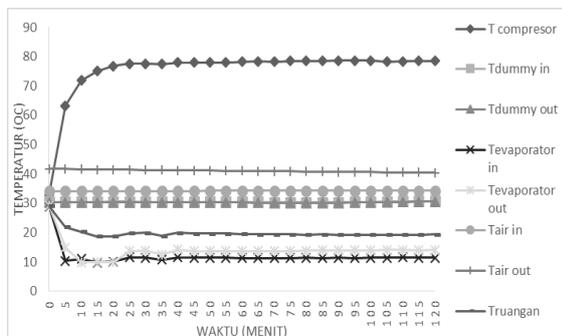


**Gambar 4.** Kondensor *Dummy* Multi *Helical Coil*

## 4. Pembahasan

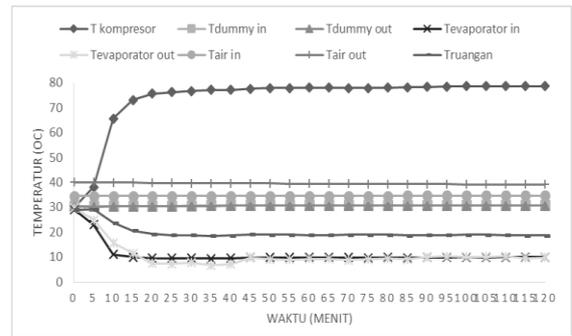
### 4.1 Keadaan Standar (Tanpa Kondensor Dummy)

Pada pengujian dan penelitian ini mesin pengkondisian udara dilakukan pada keadaan standar atau tanpa menggunakan kondensor *dummy*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui hubungan antara tekanan temperatur. Pengujian mesin pengkondisian udara biasa atau keadaan standar dilakukan pada 4 kondisi dimana kondisi 1 yaitu kondisi tanpa beban pendingin, kondisi 2 yaitu kondisi penambahan beban pendingin 1000 Watt diruang uji, kondisi 3 yaitu kondisi penambahan beban pendingin 2000 Watt diruang uji, kondisi 4 yaitu kondisi penambahan beban pendingin 3000 Watt di ruang uji. Setiap pengujian dilakukan selama 120 menit. Temperatur lingkungan rata-rata 29,8 °C serta ruangan dijaga pada temperatur 19-20 °C.



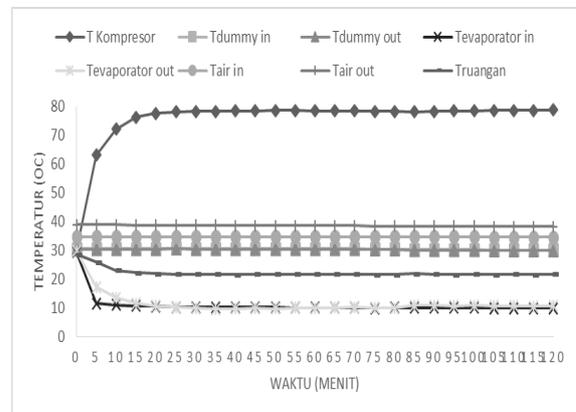
**Gambar 5.** Grafik Temperatur Tanpa Pembebanan

Pada Gambar 5, pengujian mesin pengkondisian udara tanpa beban pendingin, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 78,60 °C.



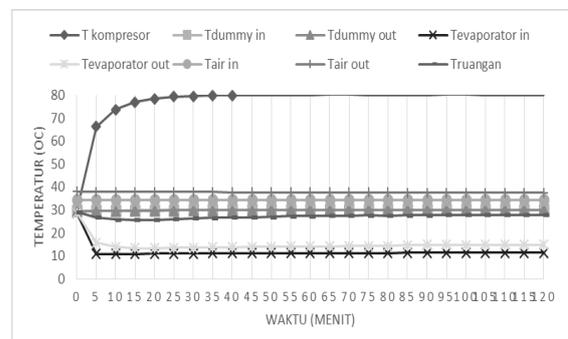
**Gambar 6.** Grafik Temperatur 1000W

Pada Gambar 6, pengujian mesin pengkondisian udara dengan beban pendingin 1000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 78,65 °C.



**Gambar 7.** Grafik Temperatur 2000 W

Pada Gambar 7, pengujian mesin pengkondisian udara dengan beban pendingin 2000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 78,73 °C.

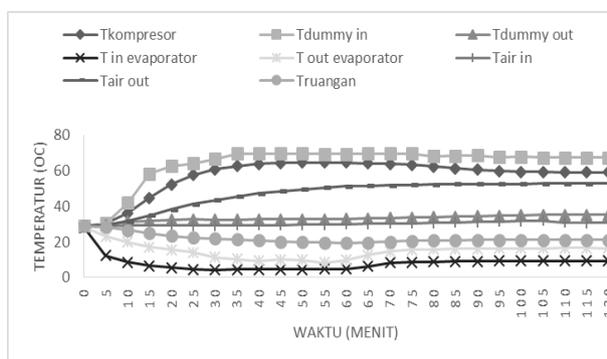


**Gambar 8.** Grafik Temperatur 3000 W

Pada Gambar 8, pengujian mesin pengkondisian udara dengan beban pendingin 3000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 80,19 °C.

## 4.2 Penambahan Kondensator *Dummy*

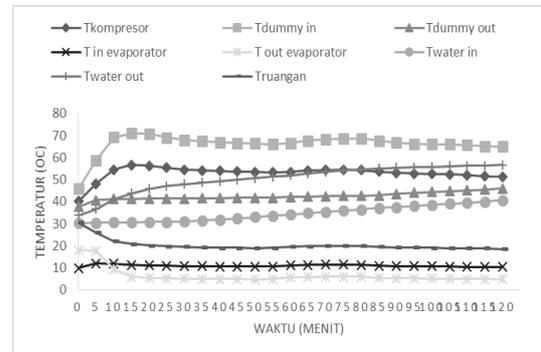
Pada pengujian ini, kondensator *dummy* ini diletakkan di dalam tangki pemanas air berkapasitas 50 Liter. Tangki pemanas ini diinstalasi pada setelah kompresor dan sebelum kondensator, pipa keluaran kompresor dan pipa menuju ke kondensator. Pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* dilakukan pada 4 kondisi dimana kondisi 1 yaitu kondisi tanpa beban pendinginan, kondisi 2 yaitu kondisi penambahan kondensator *dummy* dengan beban pendingin 1000 Watt diruang uji, kondisi 3 yaitu kondisi penambahan kondensator *dummy* dengan beban pendingin 2000 Watt diruang uji, kondisi 4 yaitu kondisi penambahan kondensator *dummy* dengan beban pendingin 3000 Watt diruang uji. Pada pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* proses pemanasan air dimulai dari temperatur air normal (saat mesin mulai dihidupkan) sampai 120 menit. Energi dari panas buang kondensator *dummy* diserap oleh air yang ada didalam tangki yang berada dalam kondisi penuh dan tidak bersirkulasi.



**Gambar 9.** Grafik Temperatur Penambahan Kondensator *Dummy* Tanpa Pembebanan

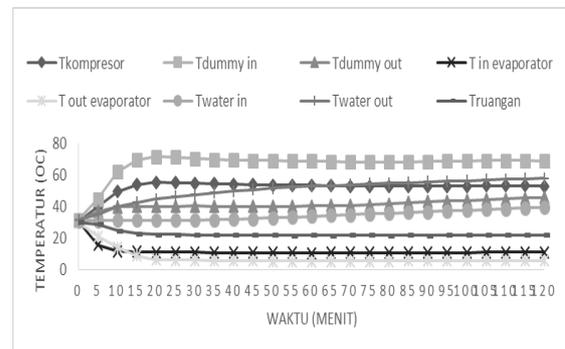
Pada Gambar 9, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan

penambahan kondensator *dummy*, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 64,77 °C. Sedangkan temperatur air dicapai adalah 52,82 °C.



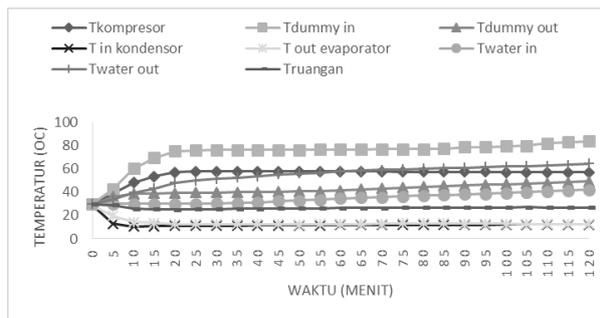
**Gambar 10.** Grafik Temperatur Dengan Penambahan Kondensator *Dummy* Beban 1000 W

Pada Gambar 10, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* dan beban pendingin 1000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 70,91 °C. Sedangkan temperatur air dicapai adalah 56,58 °C.



**Gambar 11.** Grafik Temperatur Dengan Penambahan Kondensator *Dummy* Beban 2000 W

Pada Gambar 11, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* dan beban pendingin 2000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 71,86 °C. Sedangkan temperatur air dicapai adalah 57,93 °C.



**Gambar 12.** Grafik Temperatur Dengan Penambahan Kondensator *Dummy* Beban 3000 W

Pada Gambar 12, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* dan beban pendingin 3000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai  $84,11^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan temperatur air dicapai adalah  $64,77^{\circ}\text{C}$ .

## 5. Simpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dihasilkan temperatur air panas maksimum adalah  $64,33^{\circ}\text{C}$  dan temperatur refrigeran tertinggi  $83,2^{\circ}\text{C}$ , yakni pada pengujian mesin pengkondisian udara hibrida menggunakan kondensator *dummy* pada beban 3000 Watt. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar beban pendingin yang diberikan pada suatu ruangan, maka semakin tinggi temperatur air panas yang dihasilkan *Water heater*.

## Daftar Pustaka.

[1] 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 Pengerin (*Drying Room*). Tesis Pascasarjana. Program Studi Teknik Mesin Program Pascasarjana ITB.

[2] Aziz, Azridjal.,Kurniawan, Iwan., and Ginting,Hardianto., (2014). Performance of Hybrid Air Conditioning Machine using Condenser Dummy For Water Heater. Annual Seminar in Mechanical Engineering, Indonesian Society of Mechanical Engineering, SNTTM 13 the University of Indonesia, paper no. 262.(in Indonesian).

[3] Bhima, Arya.S. 2014. Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida dengan Kondensator *Dummy* Tipe *Trombone Coil* sebagai *Water Heater*. Skripsi Sarjana. Program Studi Teknik Mesin Program Sarjana UNRI.

[4] Cengel, A.Yunus. 2005. *Thermodynamics An Engineering Approach Fifth Edition*. New York : McGraw Hill Companies.

[5] Oms, Jeffry. 2011. Rancang Bangun dan Pengujian Kondensator Siklus Kompresi Uap Hybrid dengan Daya Kompresor 0,76 kW. Program Studi Sarjana Teknik Mesin USU.