

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

Arya Bhima Satria<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>2</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

## Abstract

Hybrid air conditioning machine with condenser dummy used to solve the problem electrical energy waste and global warming, by utilizing condenser waste of heat that is normally wasted to the environment. The addition of condenser dummy in this research is conducted to see the effect of addition of condenser dummy to the cooling load and temperature. The method used in this research are design methods and experimental. Based on test results, during operation of 120 minutes obtained by hot water temperature 64,33 °C and refrigerant temperature 83,2 °C. When done giving more the cooling load in the room, the refrigerant temperature is also increase so that the temperature of the hot water produced is also increase.

**Keywords** : Hybrid Air Conditioning Machine, Condenser Dummy, Cooling Load and Temperature.

## 1. Pendahuluan

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 [1].

Mesin pengkondisian udara hibrida memiliki keunggulan yaitu peningkatan efisiensi penggunaan energi, tetapi karena kedua sisinya sudah dimanfaatkan maka perubahan pada suatu sisi diharapkan tidak mengganggu proses disisi 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 *coil*.

Sistem pengkondisian udara terdiri dari empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator.

Keempat bagian ini utama dirangkai menjadi siklus rangkaian tertutup [5].

Penelitian yang dilakukan tentang AC *Split* yang juga dimanfaatkan sebagai *water heater* telah dilakukan Ichwan Nurhalim, 2010 [4]., melakukan penelitian mesin pengkondisian udara hibrida menggunakan alat penukar kalor tipe *serpentine coil* didapatkan performansi untuk mengetahui unjuk kerja dan karakteristik mesin serta temperatur air panas yang keluar dari *water heater* tersebut dengan berbagai variasi beban pendinginan dan juga membandingkannya dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dan juga pada penelitian sebelumnya yang diteliti oleh, Azridjal Aziz, dkk, 2013 [2]., 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.

Pada penelitian ini digunakan kondensor *dummy* tipe *trombone coil* dengan panjang dan bahan yang sama pada penelitian sebelumnya yang dilakukan [2], yaitu

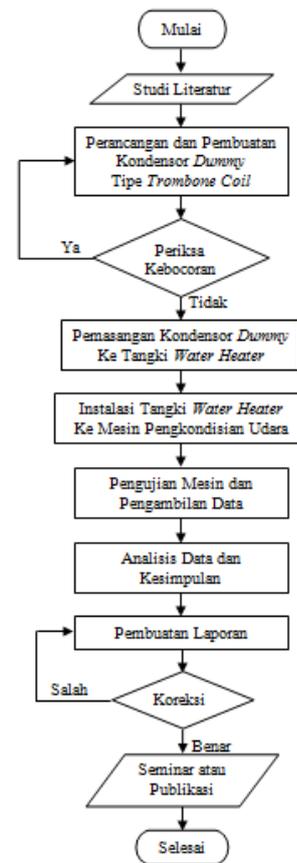
berbentuk spiral. Kondensor *dummy* tipe *trombone coil* ini mempunyai kelebihan dibandingkan kondensor *dummy* tipe spiral dalam hal proses perpindahan panas. Kondensor *dummy* tipe *trombone coil* memiliki area perpindahan panas yang lebih luas dibandingkan dengan kondensor *dummy* tipe spiral, hal ini dapat dilihat pada bentuk kondensor *dummy* itu sendiri. Kondensor *dummy* tipe *trombone coil* memiliki bentuk seperti alat musik *trombone* atau terompet, yang kemudian pipa atau koil dibentuk memanjang seperti bentuk terompet sehingga rugi-rugi aliran pada proses perpindahan panasnya lebih rendah bila dibandingkan dengan kondensor *dummy* tipe spiral, sehingga nantinya temperatur refrigeran yang didapatkan pada kondensor *dummy* tipe *trombone coil* lebih besar dibandingkan tipe spiral, dan juga mengalami proses perpindahan panas ke media air di dalam tangki yang lebih besar, sehingga temperatur air yang didapatkan juga akan semakin tinggi.

Pada pengujian ini dilakukan analisis penambahan komponen kondensor *dummy* pada sistem refrigerasi yang dimanfaatkan sebagai *water heater* sehingga mengetahui pengaruh penambahan kondensor *dummy* tipe *trombone coil* pada mesin pengkondisian udara hibrida terhadap performansi dan kinerja mesin tersebut dan mengetahui pengaruh variasi beban pendinginan serta laju aliran terhadap performansi mesin pengkondisian udara hibrida.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan beban pendingin terhadap temperatur sistem pendingin siklus kompresi uap dengan penambahan kondensor *dummy* tipe *trombone coil* sebagai *water heater*.

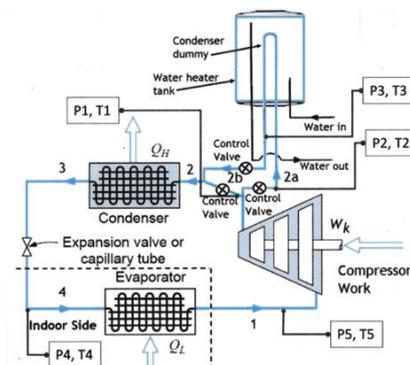
## 2. Metode

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 [3]

Pada Gambar 2 ada 2 prinsip kerja bisa dilakukan pada pengujian ini dimana ketika katup 2a dan 2b ditutup maka 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*. Kondensor *dummy* tipe *trombone coil* ini berada didalam tangki pemanas air (*water heater*) dimana refrigeran akan melepaskan kalor ke air.

Sebelum pengujian maka dilakukan pemeriksaan kebocoran terhadap instalasi mesin pengkondisian udara hibrida. Pada proses pemeriksaan terlebih dahulu kita harus melakukan pemvakuman mesin pengkondisian udara hibrida. Dan apabila tekanan mengalami kenaikan setelah pemvakuman, maka dilakukan pemeriksaan dengan alat *leak detector* dan dengan busa sabun yang dioleskan ke permukaan instalasi. Ketika tidak ada kebocoran pada instalasi maka dilakukan pengisian refrigeran.

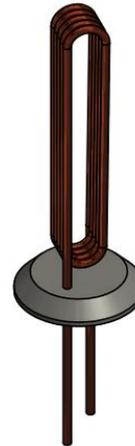
Adapun prosedur uji kinerja mesin pengkondisian udara hibrida dilakukan sebagai berikut :

1. Pastikan alat uji sudah terpasang semua.
2. Mesin pengkondisian udara hibrida dihidupkan dengan menyambungkan ke sumber arus dan menghidupkan evaporator pada ruang uji dengan temperatur  $16^{\circ}\text{C}$  pada *remote*.
3. Pengambilan data uji kinerja sesuai dengan parameter yang diinginkan.
4. Pencatatan setiap 5 menit selama 120 menit.
5. Setelah selesai matikan evaporator diruang uji dan ditarik dari sumber arus.

### 3. Hasil

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan, maka hasil perancangan kondensor *dummy* digunakan desain pipa *trombone* seperti yang terdapat pada Gambar 3 dengan menggunakan pipa tembaga berdiameter 3/8 inci, dengan 5 lilitan dan 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 3.** Kondensor *Dummy* Tipe *Trombone Coil*

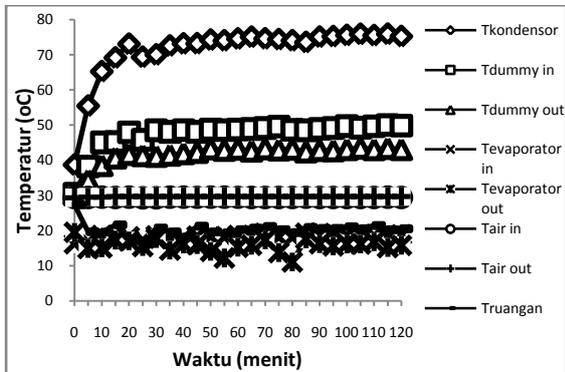
## 4. Pembahasan

### 4.1 Keadaan Standar (Tanpa Kondensor *Dummy*)

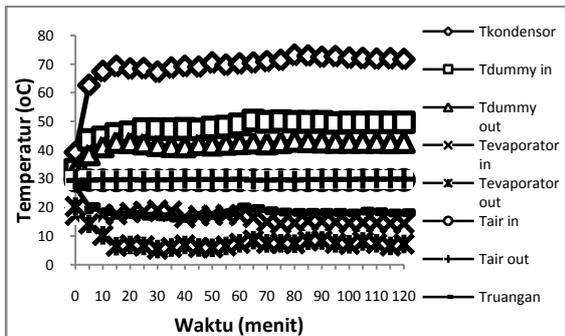
Pada penelitian ini pengujian mesin pengkondisian udara dilakukan pada keadaan standar atau tanpa menggunakan kondensor *dummy*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui hubungan antara temperatur, beban pendingin serta pengaruh terhadap kerja kompresor. Pengujian mesin pengkondisian udara biasa atau keadaan 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 diruang uji. Setiap pengujian dilakukan selama 120 menit. Temperatur lingkungan rata-rata  $28,35^{\circ}\text{C}$  serta ruangan dijaga pada temperatur  $19^{\circ}\text{C}$ .

Pada pengujian mesin pengkondisian udara dalam keadaan standar, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai  $75,91^{\circ}\text{C}$  dan mencapai keadaan *steady* setelah 20 menit. Pengujian mesin pengkondisian udara dalam keadaan standar ini tidak dimanfaatkannya panas buang kondensor dengan penambahan kondensor *dummy*,

sehingga hanya berfungsi seperti AC biasa saja dapat dilihat pada Gambar 4, terlihat bahwa temperatur air masuk dan keluar tetap berada pada temperatur 29 °C.

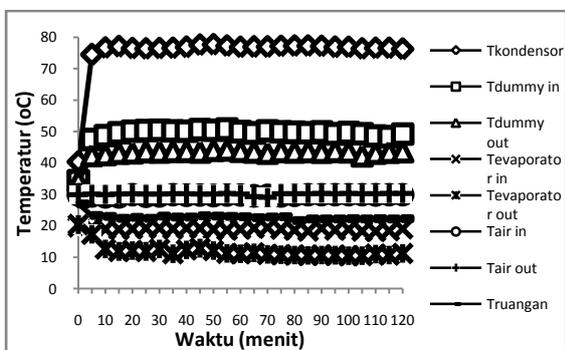


**Gambar 4.** Grafik Temperatur Tanpa Pembebanan



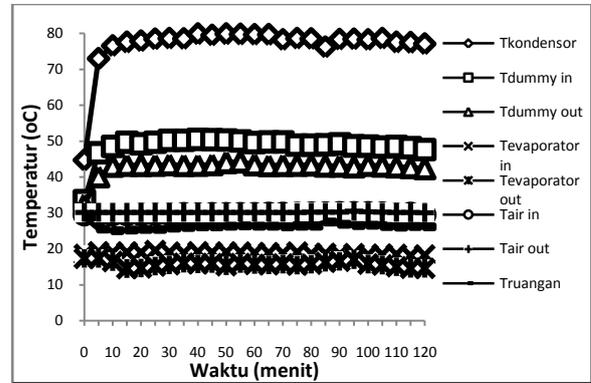
**Gambar 5.** Grafik Temperatur 1000 W

Pada Gambar 5, pengujian mesin pengkondisian udara dengan beban pendingin 1000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 72,88 °C.



**Gambar 6.** Grafik Temperatur 2000 W

Pada Gambar 6, pengujian mesin pengkondisian udara dengan beban pendingin 2000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 77,64 °C.



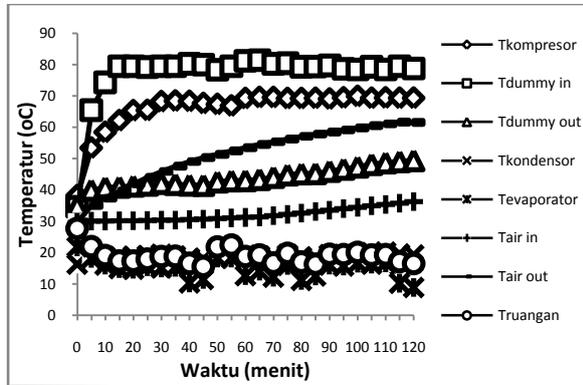
**Gambar 7.** Grafik Temperatur 3000 W

Pada Gambar 7, pengujian mesin pengkondisian udara dengan beban pendingin 3000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 79,77 °C.

#### 4.2 Penambahan Kondensor *Dummy*

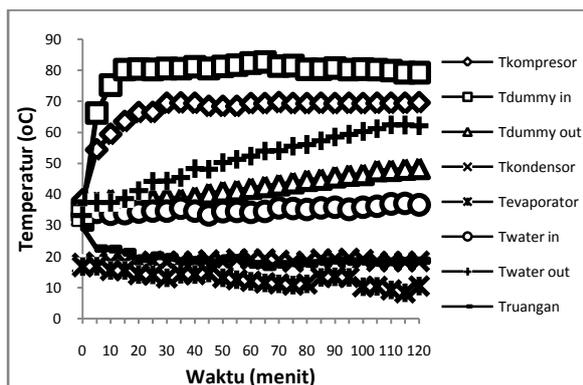
Pada pengujian ini dilakukan penambahan kondensor *dummy* tipe *trombone coil* sebagai *water heater*. Kondensor *dummy* ini diletakkan di dalam tangki pemanas air berkapasitas 50 Liter. Tangki pemanas ini diinstalasi pada setelah kompresor dan sebelum kondensor, pipa keluaran kompresor dan pipa menuju ke kondensor. Pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensor *dummy* dilakukan pada 4 kondisi dimana kondisi 1 yaitu kondisi tanpa beban pendinginan, kondisi 2 yaitu kondisi penambahan kondensor *dummy* dengan beban pendingin 1000 Watt diruang uji, kondisi 3 yaitu kondisi penambahan kondensor *dummy* dengan beban pendingin 2000 Watt diruang uji, kondisi 4 yaitu kondisi penambahan kondensor *dummy* dengan beban pendingin 3000 Watt diruang uji. Pada pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensor *dummy* proses

pemanasan air dimulai dari nol (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.



**Gambar 8.** Grafik Temperatur Penambahan Kondensator *Dummy* Tanpa Pembebanan

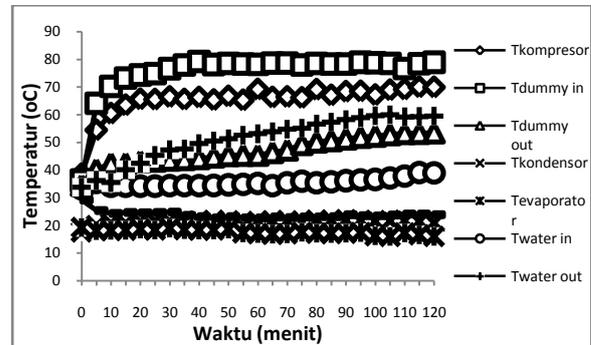
Pada Gambar 8, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy*, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai adalah 81,37 °C. Sedangkan temperatur air dicapai adalah 61,54 °C. Disini terjadi perpindahan kalor antara kondensator *dummy* dengan air didalam tangki menyebabkan temperatur air naik 31,85 °C.



**Gambar 9.** Grafik Temperatur Dengan Penambahan Kondensator *Dummy* Beban 1000 W

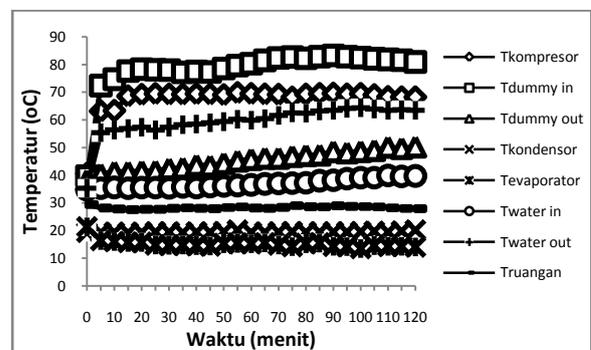
Pada Gambar 9, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* dan beban

pendingin 1000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 82,65 °C. Sedangkan temperatur air dicapai adalah 62,43 °C.



**Gambar 10.** Grafik Temperatur Dengan Penambahan Kondensator *Dummy* Beban 2000 W

Pada Gambar 10, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* dan beban pendingin 2000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 79,21 °C. Sedangkan temperatur air dicapai adalah 59,96 °C.



**Gambar 11.** Grafik Temperatur Dengan Penambahan Kondensator *Dummy* Beban 3000 W

Pada Gambar 11, pengujian mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensator *dummy* dan beban pendingin 3000 Watt, temperatur refrigeran maksimum yang dicapai 83,2 °C. Sedangkan temperatur air dicapai adalah 64,33 °C.

## 5. Simpulan

Penambahan kondensor *dummy* tipe *trombone coil* pada mesin pengkondisian udara hibrida yang dimanfaatkan sebagai penyejuk ruangan sekaligus menghasilkan air panas. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dihasilkan temperatur air panas mencapai 64,33 °C dan temperatur refrigeran tertinggi 83,2 °C, yakni pada pengujian mesin pengkondisian udara hibrida menggunakan kondensor *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.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini melalui dana desentralisasi Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2013.

### Daftar Pustaka.

- [1] Ambarita, Himsar. 2010. Penghematan Energi Pada Air Conditioning. Medan: Sustainable Energy Research Group Departemen Teknik Mesin FT-USU
- [2] Aziz, Azridjal. 2002. *Refrigeran Hidrokarbon sebagai Refrigeran pada Sistem Refrigerasi Komersil (Commercial Refrigeration) dan Pengkondisian Udara (air conditioning)*, Jurnal Sains dan Teknologi, FT Unri. Pekanbaru.
- [3] Aziz, Azridjal, dkk, 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).
- [4] Nurhalim, Ichwan. 2010. *Rancang Bangun Dan Pengujian Unjuk Kerja Alat Penukar Kalor Tipe Serpentine Pada Split Air Conditioning Water Heater*. Depok :UI
- [5] Stoecker W.F., Jones J.W., 1982, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Airlangga, Jakarta.