

# 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

Khoirul Anam<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>2</sup>, Rahmat Iman Mainil<sup>3</sup>

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

<sup>1</sup>Khoirul.6anam6@yahoo.com, <sup>2</sup>Azridjal@yahoo.com, <sup>3</sup>Rahmat.iman@gmail.com

## Abstract

*Energy saving is one way to reduce energy usage without decreasing the results. This way can be obtained by using the hybrid air conditioning. Other than energy saving, the hybrid air conditioning also can reduce the effects of global warming by condenser waste heat recovery. This research aims to investigate the effect of variations flow rate in water heater tank to the system temperatures of hybrid air conditioning using helical coil type of dummy condenser with 1/4" diameter of copper pipe. Experimental method is used in this research. The test was conducted with several water flow rate variations (1/3, 2/3, and 3/3 valve openings) and using cooling load of 2000 Watt as residential cooling load simulation. The result showed that the water temperature in water heater tank was changed in every water flow rate variations. The highest water temperature was obtained at 39.77°C for 0 valve opening (full-closed valve), but, the lowest water temperature was obtained at 32.57°C in 3/3 valve opening (full-open valve).*

**Keywords:** *water heater, helical coil, dummy condenser.*

## 1. Pendahuluan

Pemanasan global (*global warming*) adalah kenaikan suhu rata-rata permukaan bumi yang diakibatkan oleh tingginya kandungan gas-gas rumah kaca hasil dari pembakaran sumber energi berbasis fosil dan pembabatan hutan<sup>[1]</sup>.

Secara nasional, data statistik menunjukkan bahwa konsumen rumah tangga adalah pengguna energi listrik terbanyak<sup>[2]</sup>. Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penyedia energi listrik nasional secara dominan menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energi<sup>[3]</sup>.

Refrigerasi adalah suatu proses penyerapan panas dari suatu zat atau produk sehingga temperaturnya berada di bawah temperatur lingkungan. Mesin refrigerasi atau disebut juga mesin pendingin adalah mesin yang dapat menimbulkan efek refrigerasi tersebut, sedangkan refrigeran adalah zat yang digunakan sebagai fluida kerja dalam proses penyerapan panas<sup>[4]</sup>.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengembangkan 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<sup>[5]</sup>.

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*<sup>[6]</sup>. Dengan memanfaatkan kedua sisinya ini, mesin pengkondisian udara hibrida dapat mengefisiensi penggunaan energi listrik dan dapat mengurangi dampak *global warming* dari pemanfaatan panas buang sebagai pemanas air.

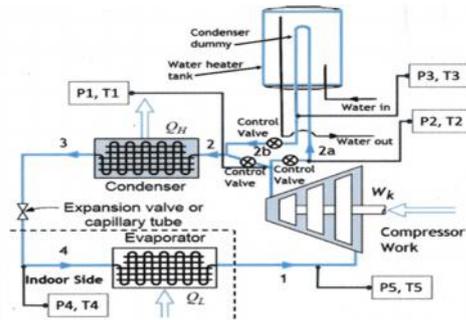
Beberapa penelitian tentang mesin pengkondisian udara hibrida telah dilakukan, diantaranya adalah Daniel Santoso<sup>[7]</sup>, telah meneliti alat penukar kalor tipe *hellical* dengan diameter pipa 3/8" menghasilkan temperatur air panas 49,9°C dengan kapasitas tanki 40 liter. Sedangkan Hardianto Ginting<sup>[8]</sup>, telah meneliti alat penukar kalor tipe *Hellical Coil* (diameter pipa 3/8") menghasilkan temperatur air panas tertinggi 62,23°C.

Pada pengujian ini dilakukan analisis dengan merubah diameter pipa *coil* menjadi 1/4" yang digunakan sebagai penukar kalor pada kondensor *dummy*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh perbedaan laju aliran air dengan mengatur bukaan katup air pada kondensor *dummy* terhadap temperatur sistem.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan laju aliran air dengan mengatur bukaan katup air pada kondensor *dummy* terhadap temperatur sistem. Pada pemasangan mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensor *dummy*, penempatan kondensor *dummy* yang digunakan sebagai pemanas air dipasang diantara sisi keluaran kompresor dan sisi masuk kondensor.

Skema mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensor *dummy* diperlihatkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Skema mesin pengkondisian udara hibrida dengan penambahan kondensor *dummy*<sup>[9]</sup>.

Pada gambar di atas terdapat 2 prinsip kerja yang 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*. Kondensor *dummy* ini berada didalam tangki pemanas air (*water heater*) dimana refrigeran akan melepaskan kalor ke sekitar air.

Penelitian ini menggunakan mesin pengkondisian udara (AC) tipe *split* 1 PK dengan penambahan kondensor *dummy* tipe *helical coil* (diameter 1/4") sebagai *water heater* dengan kapasitas air di dalam tanki sebesar 50 liter. Refrigeran yang digunakan adalah R-22. Kondensor *dummy* tipe *helical coil* (diameter 1/4") diperlihatkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Kondensor *dummy* tipe *helical coil*

Data yang diambil dalam setiap pengujian adalah 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 ( $T_6$ ).
7. Temperatur Air Keluar ( $T_7$ ).

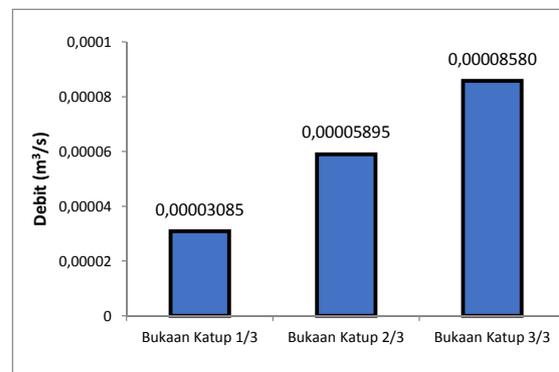
8. Temperatur Ruang uji ( $T_8$ ).
9. Temperatur Ruangan uji ( $T_9$ ).
10. Temperatur Ruangan uji ( $T_{10}$ ).
11. Temperatur Lingkungan.
12. Tekanan Kompresor out ( $P_1$ ).
13. Tekanan Kondensor *dummy* In ( $P_2$ ).
14. Tekanan Kondensor *dummy*Out ( $P_3$ ).
15. Tekanan Evaporator in ( $P_4$ ).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

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pembebanan 2000W sebagai simulasi ruangan tempat tinggal yang didinginkan. Variasi pembukaan katup air dibagi menjadi 4 yaitu 0 (Tanpa Buka), 1/3, 2/3, dan 3/3 (bukaan penuh). Pengambilan data dilakukan setiap 5 menit selama 120 menit dari saat mesin mulai dinyalakan. Proses pemanasan air di dalam tangki kondensor *dummy* berlangsung pada saat mesin menyala dan tangki dalam keadaan penuh.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Debit air pada setiap bukaan katup

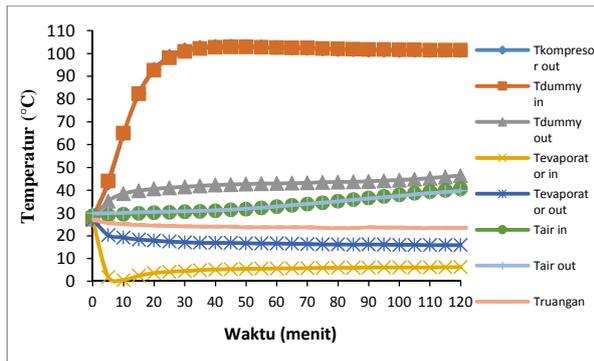
Variasi bukaan katup ini tentu menjadikan perbedaan laju aliran pada setiap bukaan. Pengujian pada setiap bukaan dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan gelas ukur dan menggunakan waktu 10 detik. Dari hasil pengujian tersebut dirata-ratakan kemudian didapatkan debit pada setiap bukaannya seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Debit air rata-rata pada setiap bukaan katup kran air tangki kondensor *dummy*

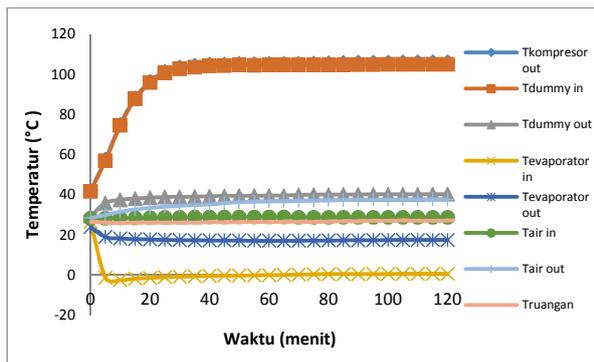
#### 3.2 Pengujian ACWH Kondensor *Dummy* tipe *Helical Coil* 1/4"

Pada pengujian *Air Conditioning* dengan penambahan kondensor *dummy* proses pemanasan air dimulai dari menit nol (saat mesin mulai dihidupkan) sampai menit ke-120. Pengujian ini dilakukan untuk melihat hubungan antara temperatur dan waktu pemanasan serta pengaruh terhadap laju aliran air yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



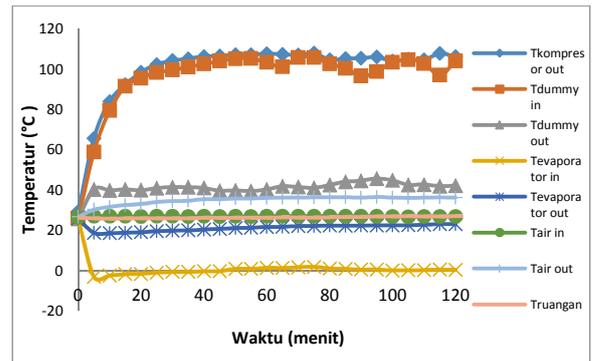
**Gambar 4.** Grafik temperatur 2000 watt dengan penambahan kondensor *dummy* dan pembukaan katup 0 (Tanpa Sirkulasi)

Dari gambar di atas dapat kita lihat bahwa pada pengujian dengan kondensor *dummy* tanpa sirkulasi (Bukaan 0) temperatur rata-rata refrigeran keluaran kompresor dari menit *steady* (20 menit sampai dengan 120 menit) diperoleh 101,39 °C, sedangkan temperatur air panas tertinggi diperoleh 39,77 °C. Pengujian dengan pembukaan katup 1/3 dapat kita lihat pada **Gambar 5**.



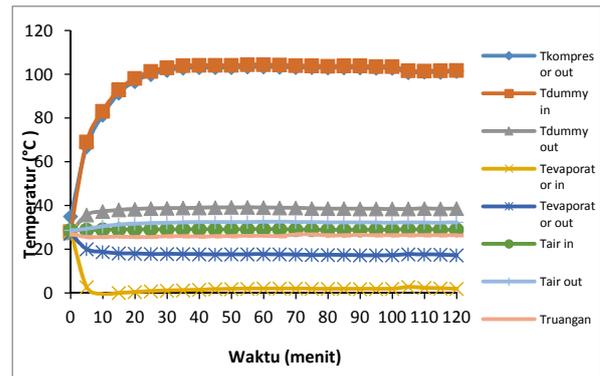
**Gambar 5.** Grafik temperatur 2000 watt dengan penambahan kondensor *dummy* dan pembukaan katup 1/3

Dari gambar di atas dapat kita lihat bahwa pada pengujian dengan pembukaan katup 1/3 temperatur rata-rata refrigeran keluaran kompresor dari menit *steady* (20 menit sampai dengan 120 menit) diperoleh 103,85 °C, sedangkan temperatur air panas tertinggi diperoleh 37,61 °C. Pengujian dengan pembukaan katup 2/3 dapat kita lihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Grafik temperatur 2000 watt dengan penambahan kondensor *dummy* dan pembukaan katup 2/3

Dari gambar di atas dapat kita lihat bahwa pada pengujian dengan pembukaan katup 2/3 temperatur rata-rata refrigeran keluaran kompresor dari menit *steady* (20 menit sampai dengan 120 menit) diperoleh 101,90 °C, sedangkan temperatur air panas tertinggi diperoleh 36,6 °C. Pengujian dengan pembukaan katup 3/3 (bukaan penuh) dapat kita lihat pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Grafik temperatur 2000 watt dengan penambahan kondensor *dummy* dan pembukaan katup 3/3 (pembukaan penuh)

Dari gambar di atas dapat kita lihat bahwa pada pengujian dengan pembukaan katup 3/3 temperatur rata-rata refrigeran keluaran kompresor dari menit *steady* (20 menit sampai dengan 120 menit) diperoleh 103,09°C, sedangkan temperatur air panas tertinggi diperoleh 32,57 °C. Dari ketiga grafik tersebut dapat dibandingkan bahwa temperatur air panas terendah yang diperoleh terdapat pada bukaan katup 3/3, hal ini disebabkan debit air tertinggi yang bersirkulasi terdapat pada bukaan katup 3/3 yaitu konstan bersirkulasi dengan debit sekitar 0,0000858 m<sup>3</sup>/s.

#### 4. Simpulan

Setelah dilakukan pengujian pada mesin pengkondisian udara hibrida, dapat diambil beberapa simpulan yaitu:

- Temperatur air tertinggi terdapat pada pengujian dengan bukaan katup 0 yaitu  $39,77^{\circ}\text{C}$  sedangkan temperatur terendah terdapat pada bukaan 3/3 yaitu  $32,57^{\circ}\text{C}$ .
- Dengan memvarisaikan laju aliran air (1/3, 2/3, dan 3/3), temperatur air yang diperoleh semakin rendah.
- Temperatur refrigeran tertinggi yaitu  $103,85^{\circ}\text{C}$  terdapat pada pengujian dengan bukaan katup 1/3.

#### Daftar Pustaka.

- [1] Oms, Jeffry. 2011. "Rancang Bangun Dan Pengujian Kondensor Siklus Kompresi Uap Hybrid Dengan Daya Kompresor 0,76 KW". Program Studi Sarjana Teknik Mesin USU.
- [2] Siregar RMT., 2006, *Peran Sikap Konsumen Rumah Tangga dalam Penghematan Energi Listrik*. Prosiding pada Seminar Nasional Tenaga Listrik dan Mekatronik ; IRP 05 : 311-316, ISBN 979-26-2441-4.
- [3] Ardita IM., Prasetyo TW., Sulistyio A. 2008. *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Terbarukan Lokal Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Menggunakan Skenario Energi Mix Nasional*. Prosiding pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II; V:86-85,ISBN 978-979-1165-74-7.
- [4] Aziz, Azridjal. 2005. Performansi Mesin Refrigerasi Kompresi Uap Terhadap Massa Refrigeran Optimum Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon. Jurnal Teknik Mesin Vol.2 No.1 ISSN 1829-8958.
- [5] Aziz, Azridjal dan Rosa, Yazmendra. 2010. Performansi Sistem Refrigerasi Hibrida Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Subtitusi R 22. Jurnal Teknik Mesin Volume 7 Nomor 1 Juni 2010, ISSN 1829-8958.
- [6] Bima, Arya. 2014. Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida dengan Kondensor *Dummy Tipe Trombone Coil* sebagai *Water Heater*. Skripsi Sarjana. Program Studi Teknik Mesin Program Sarjana UNRI.
- [7] Santoso, Daniel, dkk. 2012. Pemanfaatan panas buang pengkondisi udara sebagai pemanas air dengan menggunakan penukar panas helikal. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Kristen Satya Wacana,
- [8] Ginting, Hardianto. 2014. Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida dengan Kondensor *Dummy Tipe Hellical Coil* sebagai *Water Heater*. Skripsi Sarjana.
- [9] 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).
- [10] Cengel, A.Yunus. 1989. *Thermodynamics An Engineering Approach Fifth Edition*. McGraw Hill Companies, New York.