

Efek Penambahan APK Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas Terhadap Performance AC Pada Aplikasi ACWH

C A Siregar^{1*}, A M Siregar² & Dana Setiawan³

^{1,2,3}. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Telp 061-6622400 ext 12. Fax 061-6625474

*chandra@umsu.ac.id

ABSTRACT

Technological advances encourage researchers to continue engineering technology. One of them is to increase the function of the Air Conditioner (AC) from air conditioning to air conditioning and the provision of hot water for bathing needs (Air Conditioner Water Heater / ACWH). This study aims to analyze the performance of the air conditioner due to the addition of a water heater application. The water capacity in the tank is 60 liters using a capillary tube heat exchanger with the addition of fins. The test was carried out at 3 different evaporator temperatures, namely 16 °C, 18 °C and 20 °C. Data were collected for 60 minutes. The result is that the ACWH application is able to provide hot water for bathing needs, with a temperature of 55.5 °C at the evaporator temperature test of 18 °C. However, the addition of this application resulted in a decrease in AC performance (COP). The COP AC value obtained in the 20 °C test was 3.071 while the ACWH application was 2.081.

Keywords: AC, ACWH, Coefficient of Performance

PENDAHULUAN

Dunia perkembangan teknologi saat ini yang berkembang pesat, ditandai dengan banyaknya perekayasa teknologi yang dilakukan oleh banyak peneliti. Salah satu contohnya adalah perekayasa teknologi dalam pemenuhan air panas untuk kebutuhan mandi tanpa menggunakan listrik. Dalam hal penyediaan air panas (*water heater*) banyak rekeyasa teknologi yang memanfaatkan energy matahari (*Solar Water Heater/SWH*). Namun, dalam aplikasinya, kontruksi *water heater* dengan memanfaatkan tenaga matahari berbiaya mahal [1]. Penerapan teknologi juga harus memperhatikan banyak factor, salah satunya adalah letak geografis wilayah yang harus menjamin ketersediaan panas matahari sepanjang tahun karena intensitas matahari mempengaruhi kinerja dari aplikasi *water heater* [2]–[4].

Selain SWH, aplikasi penyedia air panas untuk kebutuhan mandi juga dapat dilakukan dengan merekayasa mesin pendingin (*air conditioner/AC*). Perekayasa dilakukan guna mendapatkan dua fungsi yakni selain sebagai pengkondisian udara, juga sebagai penghasil air panas untuk kebutuhan mandi. Hal ini sering disebut dengan aplikasi *Air Conditioner Water Heater (ACWH)*. Perekayasa ini akan memberikan penghematan penggunaan energy listrik terhadap mesin *water heater*. Sehingga ACWH tidak diperlukan lagi sumber energy listrik untuk memanaskan air. Sistem ACWH, bekerja dengan prinsip refrigrasi kompresi uap yaitu pada sisi evaporator sebagai pendingin ruangan dan antara kompresor – kondensor dimanfaatkan untuk proses pemanasan [5].

Penambahan aplikasi *water heater* pada AC terletak antara kompresor dan kondensor. Hal ini dilakukan dengan menambahkan tanki air dan Alat Penukar Kalor (APK) didalamnya [6]. Namun, dalam hal pemilihan APK harus benar-benar diperhatikan agar didapatkan efisiensi perpindahan panas yang maksimal [7][8]. Perekayasa ini, tentunya akan mempengaruhi kinerja dari AC. Kinerja sistem refrigrasi kompresi uap diukur sebagai *Coefficient of Performance*/koefisien kinerja (COP). Ketika COP lebih tinggi, untuk input kerja yang diberikan maka system akan lebih efisien [9] [10]. COP dapat dihitung dengan persamaan [6].

$$COP = \frac{\text{Kapasitas pendingin}}{\text{Daya kompresor}} = \frac{Q_{in}}{W_c} \quad (1)$$

Untuk menghitung kerja kompresor (W_c) [11]

$$W_c = h_2 - h_1 \quad (2)$$

$$\text{Daya kompresor } \dot{W}_c = \dot{V} \cdot I \cos \beta \quad (3)$$

$$\text{Sehingga laju aliran massa } \dot{m} = \frac{W_c}{h_2 - h_1} \quad (4)$$

Dari kesetimbangan energi, kalor yang dibuang kondensor haruslah sama dengan jumlah efek refrigerasi dan kalor yang ekuivalen dengan kerja yang diberikan kepada refrigeran selama proses kompresi di kompresor [11].

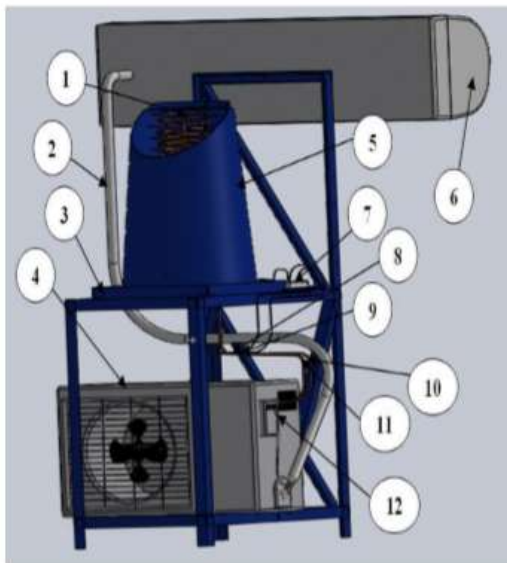
$$Q_{in} = \dot{m} (h_1 - h_4) \quad (5)$$

$$Q_{out} = \dot{m} (h_2 - h_3) \quad (6)$$

Penelitian ini bertujuan, untuk menganalisa kinerja dari AC dengan penambahan *water heater*. Pada penelitian ini, digunakan jenis APK pipa kapiler bersirip. Kapasitas air didalam tanki sebesar 60 liter.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara ekperimental untuk mengambil data – data awal, kemudian dilakukan analisa dan perhitungan untuk mencari nilai dari COP pada AC. Dalam pengambilan data, dilakukan percobaan terhadap AC tanpa dilengkapi *water heater*, dan dengan penambahan *water heater* (ACWH). Refrigeran yang digunakan adalah R-22. Gambar dibawah menunjukkan aplikasi ACWH yang digunakan dalam penelitian.

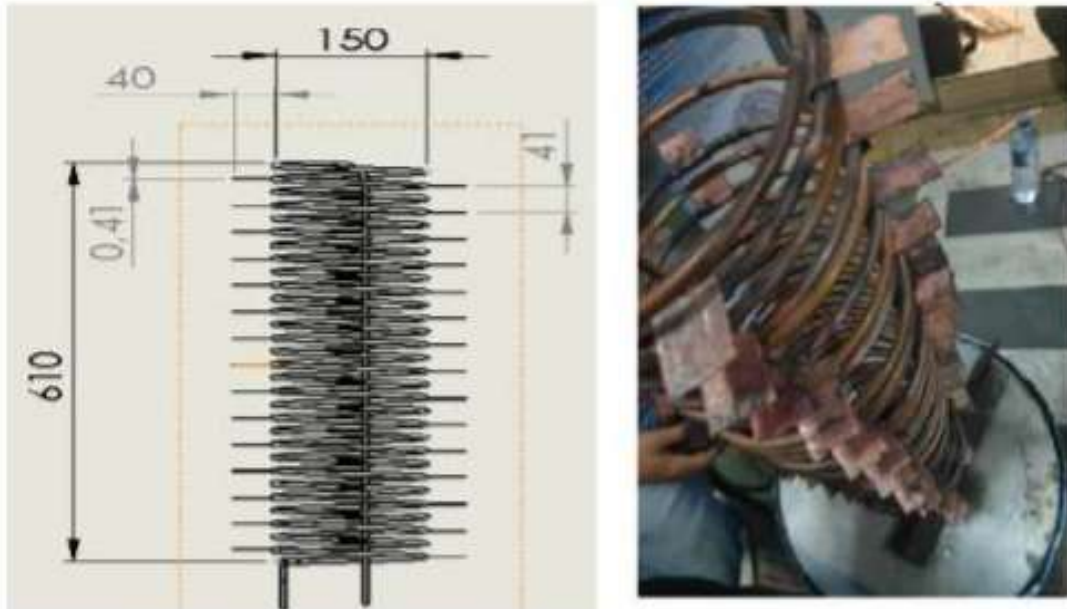


Keterangan gambar:

1. Alat Penukar Kalor Tipe *Helical Coil* Bersirip
2. Pipa Freon AC
3. Rangka Dudukan
4. Kondensator
5. Tangki Penampungan Air
6. Evaporator
7. Papan Rangkaian Arduino UNO
8. Sensor Suhu Keluaran Kompresor AC
9. Sensor Suhu Masuk Kondensator AC
10. Pipa Kapiler Masuk Kondensator AC
11. Pipa Kapiler Keluaran Kompresor AC
12. Kabel Arus Listrik AC

Gambar 1. Set-up alat uji [12].

APK yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa kapiler (helical coil) bersirip berbahan tembaga.



Gambar 2. APK helical coil bersirip [12].

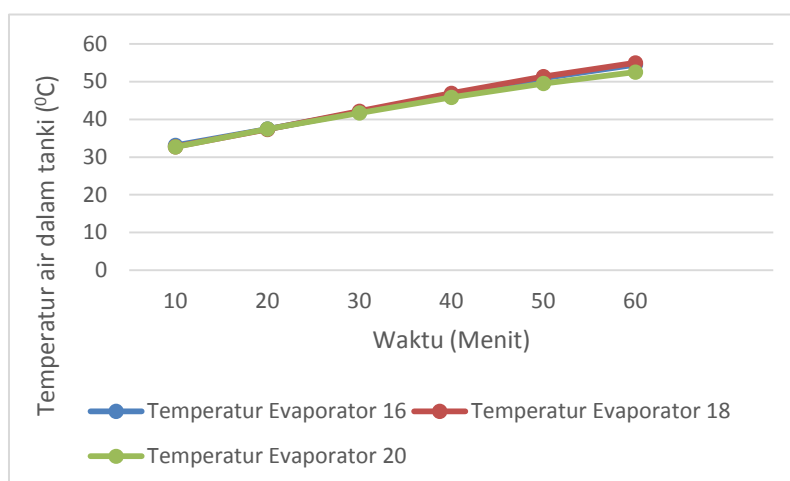
Pengujian dan pengambilan data dilakukan pada 3 temperatur evaporator yang berbeda-beda yakni 16 °C, 18 °C dan 20 °C. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini yakni DS18B20 menggunakan bahasa program Arduino Uno dan dihubungkan computer. Perekaman data dilakukan 10 menit sekali dengan durasi waktu 60 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap 3 temperatur evaporator, maka diperoleh hasil pengukuran, temperatur kompresor (T_c), temperature air pada tangka (T_a) dan temperatur kondensor (T_k) ditampilkan pada table 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran ACWH

Waktu (Menit)	Temperatur Evaporator 16 °C			Temperatur Evaporator 18 °C			Temperatur Evaporator 20 °C		
	T_c	T_a	T_k	T_c	T_a	T_k	T_c	T_a	T_k
10	77.81	33.1	33.5	70.62	32.75	33	95.25	32.69	33.5
20	89.94	37.44	39.69	97.62	37.31	39.06	104.25	37.44	40
30	105.4	41.88	44.88	107.25	42.13	45.19	104.35	41.69	44
40	106	46.63	49.25	109.31	46.88	49.56	103.25	45.81	47.56
50	108.3	50.88	52.63	109.25	51.31	52.81	103.62	49.5	49.94
60	109.3	54.69	54.5	109.62	55,5	55.38	103.44	52.75	51.81



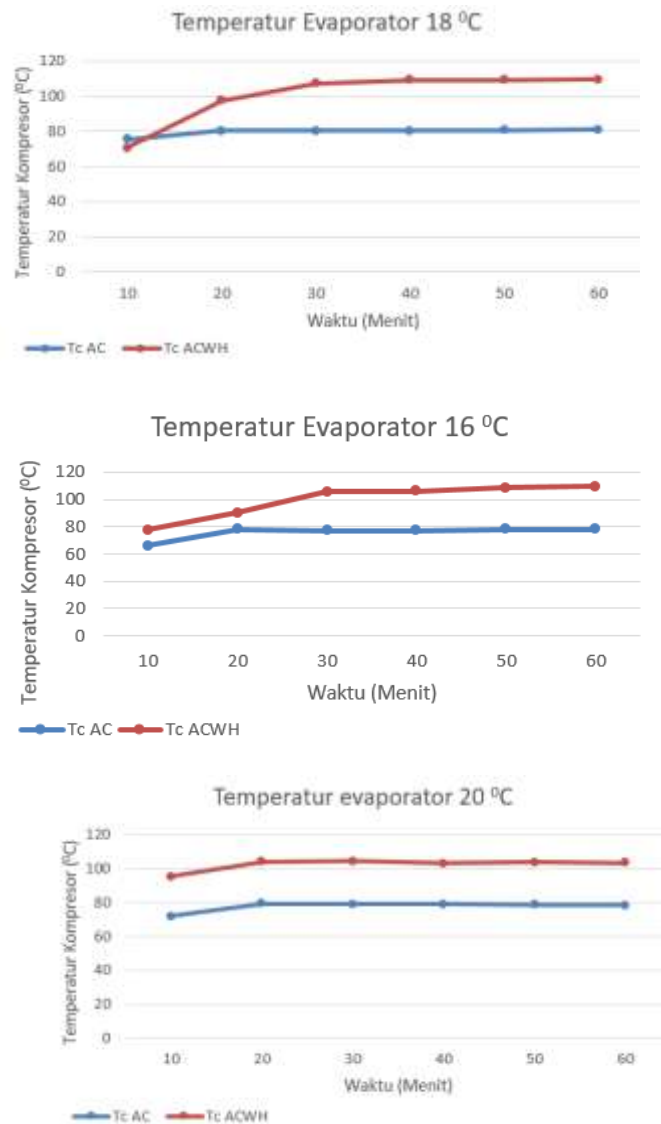
Gambar 3. Grafik temperatur air pada tanki aplikasi ACWH

Berdasarkan hasil pengukuran pada ACWH selama 60 menit, diperoleh bahwa temperature air dalam tanki tertinggi terdapat pada pengujian dengan temperatur evaporator 18 °C sebesar 55,5 °C. Sedangkan pada pengujian dengan temperature evaporator 16 °C dan 20 °C masing-masing sebesar 54,69 °C dan 52,75°C. Nilai temperatur air tertinggi pada pengujian evaporator 18 °C yang diperoleh sejalan dengan temperature kompresor. Hasil pengukuran pada temperature kompresor tertinggi juga ditemukan pada pengujian temperature evaporator 18 °C sebesar 109,52 °C.

Tabel 2. Hasil pengukuran AC tanpa *water heater*

Waktu (Menit)	Temperatur Evaporator 16 °C		Temperatur Evaporator 18 °C		Temperatur Evaporator 20 °C	
	T _c	T _k	T _c	T _k	T _c	T _k
10	66.05	45.5	75.5	47.6	71.81	47.6
20	78.31	44.8	80.31	46.8	79.25	46.1
30	76.94	45.1	80.37	47.1	79.19	46.7
40	77.1	45.9	80.44	47.8	78.94	47.9
50	78.12	46.9	80.81	46.9	78.69	47.2
60	78.25	46.5	80.94	46.4	78.56	47.3

Untuk pengujian AC tanpa *water heater*, juga ditemukan bahwa temperature kompresor tertinggi pada pengujian dengan temperature evaporator 18 °C sebesar 80,94 °C. Terdapat selisih temperature kompresor antara ACWH dengan AC tanpa *water heater* yang signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beban kerja system refrigrasi kompresi uap dengan penambahan *water heater* (ACWH).



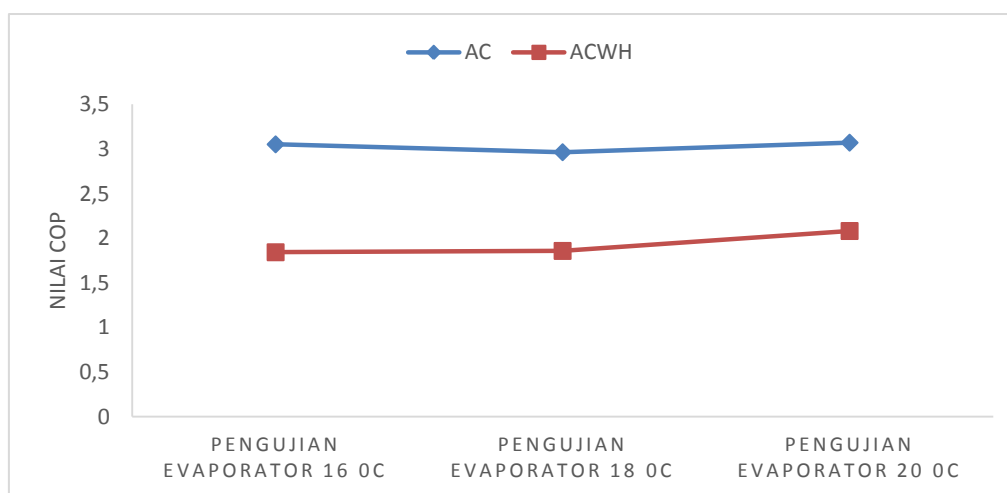
Gambar 4. Perbandingan temperatur kompresor antara AC dengan ACWH

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas, serta melihat nilai enthalpy pada table propertis R-22 [13], maka hasil perhitungan ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan performa AC dan ACWH

Parameter	Pengujian Evaporator 16 °C		Pengujian Evaporator 18 °C		Pengujian Evaporator 20 °C	
	AC	ACWH	AC	ACWH	AC	ACWH
Tekanan (Psi)	100	80	102	82	101	77
\dot{W}_c (kJ/s)	1,265	1,537	1,229	1,484	1,194	1,432
\dot{m} (kg/s)	0,0254	0,0204	0,0239	0,197	0,0242	0,0205
Q_{in} (kJ/s)	3,863	2,834	3,644	2,758	3,667	2,979
COP	3,052	1,843	2,964	1,858	3,071	2,081

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, ditemukan bahwa performa AC akan menurun jika ditambahkan aplikasi *water heater*. Dari tiga temperature evaporator pengujian, seluruh data menyatakan bahwa nilai COP tertinggi tetap pada AC tanpa *water heater*. Untuk pengujian temperature evaporator 16 °C diperoleh COP sebesar 3.052 pada AC dan 1.843 pada ACWH. Sedangkan pada pengujian temperatur evaporator 18 °C dan 20 °C masing – masing sebesar 2,964 dan 3,071 pada AC, sedangkan pada ACWH sebesar 1,858 dan 2,081



Gambar 5. Perbandingan COP antara AC dan ACWH

KESIMPULAN

Pada penelitian yang dilakukan ditemukan bahwa perkerjasama AC dapat dilakukan sehingga mampu menambah fungsi AC menjadi dua bagian utama yakni pengkondisian udara dan pemanas air untuk kebutuhan mandi. Dalam durasi pengujian 60 menit, temperatur air tertinggi dalam tangki sebesar 55,5 °C dari pengujian temperatur evaporator 18 °C. Namun, perkerjasama teknologi ini juga menyebabkan penurunan performance AC. Dari analisa yang dilakukan ditemukan bahwa nilai COP AC lebih tinggi daripada ACWH. Nilai COP tertinggi tertetap pada pengujian temperature evaporator 20 °C sebesar 3,071 pada AC, sedangkan pada ACWH sebesar 2,964 untuk temperature pengujian evaporator 18 °C

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Jufrizal, F. H. Napitupulu, and H. Ambarita, "Studi Eksperimental Performansi Solar Water Heater Jenis Kolektor Plat Datar dengan Penambahan Thermal Energy Storage," *Cylind. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, pp. 27–36, 2015.
- [2] C. A. Siregar, "Pengaruh jarak kaca terhadap efisiensi alat destilasi air laut yang memanfaatkan energi matahari di kota Medan," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. ENERGY*, vol. 2, no. 2, pp. 51–55, 2018.
- [3] C. A. Siregar and A. M. Siregar, "Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 165–170, 2019.
- [4] W. S. Damanik, F. H. Napitupulu, A. H. Nasution, and H. Ambarita, "Energy analysis of double slope aktive solar still," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 725, no. 1, p. 12007.
- [5] I. Yuliani, "Optimalisasi Kinerja Airconditioner Water Heater (Awh) Dengan

- Mengatur Dimensi Koil Pemanas Air,” *J. Tek. ENERGI*, vol. 2, no. 1, pp. 117–121, 2012.
- [6] S. d JW, “Refrigerasi dan Pengkondisian Udara,” *Jakarta PT. Erlangga*, 1992.
- [7] K. U. K. Umurani and M. Muharnif, “Pengaruh Diameter Lubang Pembangkit Vorteks Winglet Melengkung Terhadap Unjuk Kerja Apk Tipe Kompak Studi Eksperimental,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 1, pp. 84–93, 2019.
- [8] C. Siregar and I. Irfansyah, “Studi Numerik Unjuk Kerja Penggunaan Winglet Pada Heat Exchanger Tipe Compact,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 1, no. 1, pp. 20–29, 2018.
- [9] M. S. I. Tharves and N. Nethaji, “Experimental studies on improvement of coefficient of performance of window air conditioning unit,” *Therm. Sci.*, vol. 21, no. 3, pp. 1349–1358, 2017.
- [10] M. F. Othman, H. Abdullah, N. A. Sulaiman, and M. Y. Hassan, “Performance evaluation of an actual building air-conditioning system,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2013, vol. 50, no. 1, p. 12051.
- [11] M. J. Moran, H. N. Shapiro, D. D. Boettner, and M. B. Bailey, *Fundamentals of engineering thermodynamics*. John Wiley & Sons, 2010.
- [12] C. A. Siregar, A. M. Siregar, A. Affandi, and U. Amri, “Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas,” *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 1, no. 1, pp. 56–62, 2020.
- [13] *Thermodynamic Properties of DuPont™ Freon® 22 (R-22)*. USA: National Institute of Standards and Technology, 1998.