

EKSPREMENTAL COEFICIENT OF PERFORMANCE (COP) PEMANAS AIR DENGAN BANTUAN ENERGI MATAHARI KAPASITAS 30 LITER DAN 60 LITER

¹Teguh Irawan, ²Azridjal Azis, ³Rahmat Iman Mainil

^{1,2,3}Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas teknik, Universitas Riau
E-mail: teguh.irawan1786@unri.ac.id

ABSTRACT

Experiments were carried out to determine the performance of coefficient of performance (COP) water heaters with the help of solar energy capacity of 30 liters and 60 liters, consisting of an evaporator panel with a surface area of 0.23 m², rotary compressor with an input power of 122.5 W, an insulated water tank that has a 0.024 m diameter condenser wrapped around it 15 m long and a capillary tube with a diameter of 0.001 m and a length of 1.61 m. Tests were carried out in open spaces, enclosed spaces and air-conditioned rooms exposed to direct sunlight. The results of this test are the highest COP in the solar energy assisted water heating system which is 1.25 at a capacity of 30 liters and the smallest COP is 0.68, while at a capacity of 60 liters the highest COP is in the water heating system obtained was 1.25 at a capacity of 30 liters and the smallest COP was obtained at 0.68, while at a capacity of 60 liters the highest COP in the solar energy assisted water heating system was 2.46 at a capacity of 60 liters and the smallest COP was obtained at 1.48, the intensity of solar radiation has a very big influence to get the coefficient of performance (COP) and the smaller the tank volume, the smaller the coefficient of performance (COP) obtained.

Keywords : Comparison of the performance of a solar energy assisted water heater with a tank capacity of 30 liters and 60 liters.

ABSTRAK

Percobaan dilakukan untuk mengetahui performa dari di *coefficient of performance* (COP) pemanas air dengan bantuan energi matahari kapasitas 30 liter dan 60 liter yang terdiri dari panel evaporator dengan luas permukaan 0,23 m², kompresor rotari dengan daya input 122,5 W, tangki air berisolator yang telah dililitkan kondensor berdiameter 0,024 m sepanjang 15 m serta pipa kapiler berdiameter 0,001 m sepanjang 1,61 m. Pengujian dilakukan pada ruang terbuka, ruang tertutup dan ruang ber AC yang tepapar langsung sinar matahari. Hasil dari pengujian ini adalah COP tertinggi pada sistem sistim pemanas air berbantuan energi matahari yang didapatkan sebesar 1,25 pada kapasitas 30 liter dan COP terkecil didapatkan sebesar 0,68, sedangkan pada kapasitas 60 liter COP tertinggi pada sistem pemanas air berbantuan energi matahari yang didapatkan sebesar 2,46 pada kapasitas 60 liter dan COP terkecil didapatkan sebesar 1,48, Intensitas radiasi matahari memiliki pengaruh yang sangat besar untuk mendapatkan *coefficient of performance* (COP) dan semakin kecil volume tangki maka *coefficient of performance* (COP) yang didapatkan akan semakin kecil.

Kata kunci: Perbandingan kinerja pemanas air bantuan energi matahari kapasitas tangki 30 liter dan 60 liter.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara yang berada digaris khatulistiwa yang dapat disinari setiap tahunnya yang bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari hari seperti digunakan pada dunia industry, kesehatan dan industry rumah tangga.

Pemanfaatan energy surya sudah banyak digunakan seiring dengan cadangan minyak yang mulai berkurang seiring dengan cadangan dan penghapusan subsidi bahan bakar yang mulai bertahap dicabut pemerintah, pada sisinya lain kebutuhan energi yang semakin meningkat sehingga perlu dicari sumber sumber energi alternate.f(Rahman, Kahar et al. 2015).

Pemanas air tenaga matahari sistim mulai dimanfaatkan sebagai pemanas air (Sidopekso 2011), diharapkan menjadi salah satu solusinya. Penggunaan R134a sebagai fluida kerja pada pemanas air tenaga matahari sistim pipa panas dapat beroperasi dengan alami tanpa pompa mekanik yakni fluida kerja R134a bersirkulasi terus menerus sampai air menjadi panas akibat perbedaan massa jenis antara fluida kerja wujud cair dengan fluida kerja wujud gas. (Sembiring, Ambarita et al. 2016)

Pada 2011 di China, dilakukan analisis kinerja termal dari *direct-expansion solar assisted heat pump waterheater* (DX-SAHPWH). Sistem DX-SAHPWH ini juga terdiri dari 4,20 m² kolektor pelat datar/evaporator tipe ekspansi langsung, kompresor tipe *rotary* dengan daya input terukur 0,75 kW dan katup ekspansi termostatik yang menggunakan refrigeran R-22. Berdasarkan simulasi, kinerja termal sistem DX-SAHPWH yang tinggi dapat dicapai, yang dipengaruhi secara signifikan oleh variasi radiasi matahari, suhu lingkungan dan kecepatan kompresor. Dibandingkan dengan hal tersebut, kecepatan angin tidak berpengaruh besar pada kinerja sistem (Kong, Zhang et al. 2011).

Pada 2013, kajian tentang sistem *solar assisted heat pump* di Singapura. Evaporator-kolektor tanpa glasir memungkinkan untuk menyerap energi matahari dan energi sekitar karena suhu pengoperasian rendah. Tidak seperti kolektor konvensional, kolektor evaporator ditemukan memiliki efisiensi tinggi, 80% sampai 90%, dan koefisien kinerja mencapai nilai setinggi 8,0. Sistem terintegrasi mengarah pada pengurangan pemanasan global, karena menggunakan energi surya, energi ambien dan panas limbah AC (Amin and Hawlader 2013)

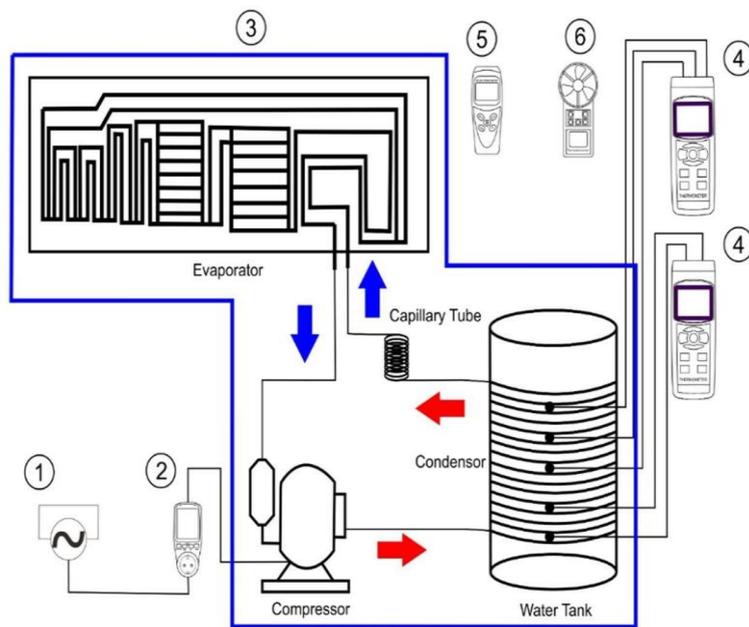
METODOLOGI

Pada kajian ini metode yang digunakan adalah metode kajian eksperimental. Kajian ini dilakukan untuk mengetahui *coefficient of performance* (COP) dan pengaruh intensitas radiasi matahari variasi suhu akhir air terhadap *coefficient of performance* (COP) dari sistem DX-SAHPWH yang dirancang. Sistem DX-SAPHWH tersebut terdiri dari panel evaporator jenis plat dengan luas permukaan 0,23 m² yang telah dicat hitam doff 884, kompresor rotari 1/6PK dengan daya input 122,5 watt, tangki air volume 0,03 dan 0,06 m³ dengan diameter 0,38 dan 0,19 m dan tinggi 0,54m berisolator *polyurethane foam* yang telah dililitkan pipa tembaga (sebagai kondensor) berdiameter 0,024m sepanjang 15 m serta pipa kapiler berdiameter, 0,001 m sepanjang 1,61 m.

Alat ukur yang digunakan pada kajian ini adalah termometer digital Lutron dengan termokopel tipe K untuk membaca temperatur dalam Celsius pada setiap termokopel yang terpasang pada sistem, 5 titik termokopel pada kedua tangki kedua yang berfungsi untuk mengetahui temperatur setiap titik (dapat dilihat pada Gambar 1) pada saat pengujian yang kemudian disalurkan pada termokopel digital untuk pembacaan *Solar power meter* tipe Tenmars TM-206 untuk mengukur besar intensitas radiasi matahari dalam satuan W/m² pada saat pengujian, termo-anemometer tipe Extech 451104 untuk mengukur temperature lingkungan selama pengujian dan multimeter tipe KWE-PM01- EU untuk mengukur besarnya daya yang digunakan selama pengujian. Skematik peralatan dan pengujian sistim pemanas air dengan berbantuan energi matahari kajian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Prosedur pengujian pada kajian ini adalah sebagai berikut: sistem DX-SAHPWH diletakkan pada luar ruang, sehingga terpapar matahari langsung. Tangki air diisi dengan air sebanyak 60 liter dan 30 liter, kemudian temperatur air yang terbaca pada *thermometer digital* yang ada pada tangki air dicatat. Kompresor dihidupkan dengan menyambungkan ke arus listrik AC, disaat yang bersamaan *stopwatch* dihidupkan untuk menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pengujian. Selama proses pemanasan air, daya kompresor, temperatur lingkungan dan intensitas radiasi matahari diukur dengan menggunakan alat ukur yang telah disiapkan dan dicatat. Pengukuran dilakukan dalam selang waktu ± 20 (Asfaranda, Mainil et al. 2021) menit dari selama pengujian dan kemudian dicatat. Lakukan pencatatan waktu pemanasan air dengan temperatur akhir air yang terbaca pada *thermometer digital* mencapai rata-rata 46°C-49°C. Kompresor dimatikan ketika suhu air yang terbaca pada *thermometer digital* mencapai 48°C. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dalam 5 hari berbeda beda

Keuntungan panas termal rata-rata pada kondensor saluran mikro (w,m), yang juga merupakan laju perpindahan panas yang diberikan ke air panas dalam tangki oleh kondensor., (Kong, Sun et al. 2018)



Information: 1. Arus AC, 2. Watt Meter, 3. Sistem DX-SAHPWH, 4. Thermocouple Digital, 5. Solar Power Meter, 6. Thermo-Anemometer

Gambar 1. Skematik pengujian pemanas air dengan berbantuan energi matahari

Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1, di mana T_a merupakan temperatur lingkungan dalam satuan Celsius dan I_m merupakan intensitas radiasi matahari dalam satuan W/m^2 . Pada Tabel 1, 2, dan 3 kapasitas tangki 30 liter dan pada tabel 4, 5, dan 6 kapasitas 60 liter, data hasil pengujian nilai-nilai T_a , I_m , T_{wi} , T_{wf} dan W_{com} merupakan nilai rata-rata dari data yang diperoleh selama pengujian. Massa air di dalam tangki selama pengujian diisi dengan jumlah yang sama

Tabel 1. Data hasil percobaan selama 5 hari ruang terbuka kapasitas tangki 30 liter

Percobaan	T_a (°C)	I_m (W/m ²)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} (Watt)
1	33,60	928,18	28	48,32	220	191,17
2	33,06	920,45	28	49,02	215	188,85
3	35,11	922,63	28	49,54	210	195,86
4	34,84	949,42	28	49,22	210	192,95
5	34,55	973,40	28	49,42	185	221,09

Tabel 2. Data hasil percobaan tertutup kapasitas tangki 30 liter

Percobaan	T_a (°C)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} (Watt)
1	31,52	28	44,14	220	17667

Tabel 3. Data hasil percobaan tertutup dan berAC kapasitas tangki 30 liter

Percobaan	T_a (°C)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} (Watt)
1	29,95	28	39,20	220	17667

Tabel 4. Data hasil Perhitungan pada kapasitas tangki 30 liter

Kondisi	M_w (kg)	C_{pw} (J/kg °C)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} rata- rata (Watt)	$Q_{w,m}$ (Watt)	COP
Ruang Terbuka	29,88	4178,80	28	49,42	185	193,11	240,95	1,25
Ruang Tertutup	29,88	4178,80	28	44,14	220	177,82	152,67	0,86
Ruang berAC	29,88	4178,80	28	39,20	220	176,67	105,94	0,60

Tabel 5. Data hasil percobaan selama 5 hari ruang terbuka kapasitas tangki 60 liter

Percobaan	T_a (°C)	I_m (W/m ²)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} (Watt)
1	33,60	928,18	28	49,30	220	190,35
2	33,06	920,45	28	49,04	215	190,27
3	35,11	922,63	28	48,74	210	190,27
4	34,84	949,42	28	49,44	210	190,02
5	34,55	973,40	28	49,12	185	180,51

Tabel 6. Data hasil percobaan diruangan tertutup kapasitas tangki 60 liter

Percobaan	T_a (°C)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} (Watt)
1	31,54	28	44,10	220	180,51

Tabel 7. Data hasil percobaan tertutup dan berAC kapasitas tangki 60 liter

Percobaan	T_a (°C)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} (Watt)
1	25,82	28	39,20	220	17740

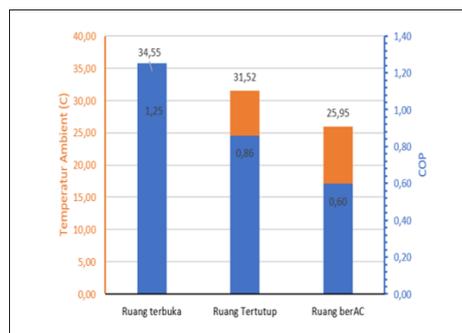
Tabel 8. Data hasil Perhitungan pada kapasitas tangki 60 liter

Kondisi	M_w (kg)	C_{pw} (J/kg °C)	T_{wi} (°C)	T_{wf} (°C)	τ (menit)	W_{com} rata- rata (Watt)	$Q_{w,m}$ (Watt)	COP
Ruang Terbuka	59,76	4178,80	28	49,12	185	190,35	240,95	2,11
Ruang Tertutup	59,76	4178,80	28	44,10	220	180,51	152,67	1,69
Ruang berAC	59,76	4178,80	28	39,20	220	176,67	177,40	1,19

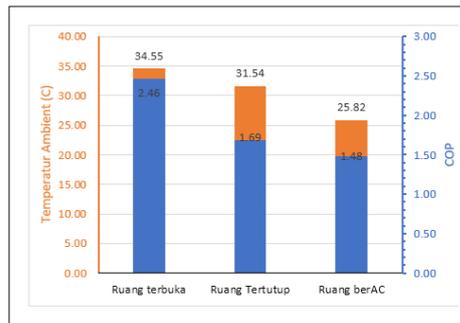
Pada tabel 1,2.3 dan tabel 5, 6. 7 di atas nilai – nilai T_a (temperature ambien), T_{wi} (intensitas matahari), T_{wi} (temperatur awal), T_{wf} (temperatur akhir, dan W_{com} (daya kompresor) merupakan nilai rata – rata dari data yang diperoleh selama pengujian. Massa air Didalam tanki selama pengujian diisi dengan jumlah yang sama disetiap pengujian, dimana untuk massa air perliternya didapatkan seberat 0,996 kg dari hasil penimbangan. Sehingga massa air untuk 30 liter dapat diketahui yaitu sebesar 29,88 kg, dan Massa air untuk 60 liter dapat diketahui sebesar 59,76 kg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai *coefficient of performance* (COP) merupakan rasio pemanasan yang disediakan untuk kebutuhan kerja, apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan akan menjadi semakin rendah. Pada pengujian sistem sistem pemanas air pompa kalor berbantuan energi matahari dengan menggunakan refrigeran R134a ini dilakukan pengujian untuk tiga kondisi berbeda yaitu kondisi pengujian di luar ruangan yang terpapar langsung sinar matahari, kondisi pengujian Didalam ruangan tertutup, dan kondisi pengujian Didalam ruangan dengan pengkondisian udara. Setiap pengujian dilakukan pada hari yang berbeda pada jam yang sama yaitu jam 10.00 WIB sampai selesai.



Gambar 2. Grafik kapasitas tangki 30 liter pengaruh temperatur lingkungan terhadap Cop



Gambar 3. Grafik kapasitas tangki 60 liter pengaruh temperatur lingkungan terhadap cop

Berdasarkan gambar 2 diatas nilai *coefficient of performance* (COP) tertinggi yang didapat dari pengujian adalah pada pengujian diruang terbuka yang terkena cahaya matahari dengan temperatur ambient rata – rata sekitar 34,55 °C yaitu sebesar 1,25 dan nilai *coefficient of performance* (COP) terendah yang didapat dari pengujian adalah pada pengujian didalam ruangan tertutup dengan pengkondisian udara dengan temperature ambient rata – rata sekitar 25.82 °C yaitu sebesar 0,74.

Berdasarkan gambar 3 diatas nilai *coefficient of performance* (COP) tertinggi yang didapat dari pengujian adalah pada pengujian diruang terbuka yang terkena cahaya matahari dengan temperatur ambient rata – rata sekitar 34,55 °C yaitu sebesar 2,46 dan nilai *coefficient of performance* (COP) terendah yang didapat dari pengujian adalah pada pengujian didalam ruangan tertutup dengan pengkondisian udara dengan temperature ambient rata – rata sekitar 25.82 °C yaitu sebesar 1,48.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diberikan penulis berdasarkan yang penulis lakukan selama pengujian dan pembasan, sebagai berikut:

1. Temperatur lingkungan tidak terlalu berpengaruh terhadap sistem pemanas air pompa kalor berbantuan energi matahari dengan menggunakan refrigeran R134a, ini dapat dilihat dengan membandingkan nilai COP yang didapat dari pengujian pada ruang tertutup dengan temperatur ambient rata – rata 31.54 °C dengan pengujian ruang tertutup dengan pengkondisi udara yang memiliki temperatur ambient rata – rata 25.82 °C yang tidak jauh berbeda, dibandingkan dengan pengujian ruang terbuka dengan temperatur ambient rata – rata 34,55 °C yang terpengaruh langsung dengan intensitas radiasi matahari sehingga nilai COP
2. Kapasitas air dalam tangki mempengaruhi sisti kinerja *coefficient of performance* (COP), semakin kecil volume air yang dipanaskan maka *coefficient of performance* (COP) yang didapat semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, Z. M. and M. Hawlader (2013). "A review on solar assisted heat pump systems in Singapore." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26: 286-293.

- Asfaranda, R., R. I. Mainil and A. Aziz (2021). "Kaji eksperimental direct-expansion solar-assisted heat pump water heater kapasitas 60 liter dengan menggunakan refrigeran R134A." *Jurnal Teknik Mesin Indonesia* 16(2): 45-49.
- Kong, X., P. Sun, Y. Li, K. Jiang and S. Dong (2018). "Experimental studies of a variable capacity direct-expansion solar-assisted heat pump water heater in autumn and winter conditions." *Solar Energy* 170: 352-357.
- Kong, X., D. Zhang, Y. Li and Q. Yang (2011). "Thermal performance analysis of a direct-expansion solar-assisted heat pump water heater." *Energy* 36(12): 6830-6838.
- Rahman, S., K. Kahar and M. Rusdi (2015). "Analisis Kinerja Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Reflector Linear Parabolic Concentrating." *Jurnal Pertanian Terpadu* 3(2): 66-74.
- Sembiring, J., H. Ambarita, F. H. Napitupulu and S. F. Dina (2016). "Kajian Unjuk Kerja Pemanas Air Tenaga Matahari Sistim Pipa Panas Menggunakan Fluida Kerja Refrigeran R-134a." *Jurnal Teknik dan Teknologi* 11(22): 8-12.
- Sidopekso, S. (2011). "Studi pemanfaatan energi matahari sebagai pemanas air." *Berkala Fisika* 14(1): 23-26.