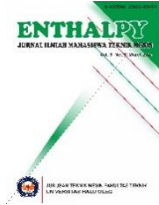




ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin

Journal homepage: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY>



## Unjuk Kerja Evaporator Pada Mesin Pendingin Dengan Siklus Adsorpsi Menggunakan Energi Surya

Amusadar <sup>1)</sup>, Muhammad Hasbi <sup>2)</sup>, Samhuddin <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

<sup>2,3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A Makadompit, Kampus Hijau Bumi Tridama Andounohu, Kendari 93232

Email: [amumesin@gmail.com](mailto:amumesin@gmail.com)

### Article Info

Available online June 10, 2021

### Abstrak

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Penggunaan terbanyak yang menggunakan energi adalah dalam sektor industri, dimana kebutuhannya mencapai 42,12 % dari total kebutuhan energi nasional. Untuk menghemat energi, maka dibutuhkan langkah penghematan energi pada sektor industri agar kenaikan kebutuhan energi dapat ditahan. Maka kami melakukan penelitian tentang unjuk kerja evaporator pada mesin pendingin dengan siklus adsorpsi menggunakan energi surya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui proses kerja dari evaporator dengan refrigerasi karbon aktif dan untuk mengetahui efisiensi evaporator pada sistem pendingin adsorpsi pasangan karbon aktif. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati dan mencatat temperatur evaporator dari mesin pendingin pada setiap jam. Hasil penelitian dalam tiga hari pengujian yaitu, pada hari pertama kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 16.00 yaitu sebesar 33,2 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 07.00 yaitu sebesar 25,1 °C. Pada hari kedua, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 16.00 yaitu sebesar 32,2 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 07.00 yaitu sebesar 23,8 °C. Pada hari ketiga, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 15.00 yaitu sebesar 36,4 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 06.00 yaitu sebesar 24,5 °C.

**Kata kunci:** Adsorpsi, evaporator, temperatur

### Abstract

*Energy needs in Indonesia continue to increase every year. The largest use of energy is in the industrial sector, where its needs reach 42.12% of the total national energy needs. To save energy, energy saving measures are needed in the industrial sector so that the increase in energy demand can be restrained. So we conducted research on the performance of the evaporator in a refrigeration machine with an adsorption cycle using solar energy. The purpose of this study was to determine the working process of the evaporator with activated carbon refrigeration and to determine the efficiency of the evaporator in the activated carbon pair adsorption refrigeration system. This research was conducted by observing and recording the evaporator temperature of the refrigeration machine every hour. The results of the research in three days of testing, namely, on the first day the highest evaporator temperature increase was at 16.00 o'clock, which was 33.2 °C and the lowest evaporator temperature was at 07.00 o'clock, which was 25.1 °C. On the second day, the highest increase in evaporator temperature was at 16.00, which was 32.2 °C and the lowest evaporator temperature was at 07.00, which was 23.8 °C. On the third day, the highest increase in evaporator temperature was at 15.00 o'clock and the lowest evaporator temperature was at 06.00, which was 24.5 °C.*

**Kata kunci:** Adsorption, evaporator, temperature

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia pada tahun 2016 terus meningkat sedangkan pada tahun 2014 kebutuhan akan energi sudah mencapai pertumbuhan 3,06 % dari kebutuhan energi pada tahun 2013. Penggunaan terbanyak yang menggunakan energi adalah dalam sektor industri dimana kebutuhannya mencapai 42,12 % dari total kebutuhan energi nasional. Untuk penghematan energi maka dibutuhkan langkah penghematan energi pada kebutuhan industri agar kenaikan kebutuhan energi dapat ditahan [1].

Salah satu pemanfaatan energi surya untuk sistem pendingin adalah dengan pemanfaatan sistem adsorpsi, pada sistem ini sebagian pengoperasiannya berkaitan dengan pemberian panas pada generator dan tidak membutuhkan daya sehingga lebih ekonomis dan untuk mendapatkan energi panas jauh lebih mudah, salah-satunya dengan memanfaatkan panas dari sinar matahari. Oleh karena itu perlu diteliti proses kerja evaporator dengan refrigerasi karbon aktif dan efisiensi evaporator pada sistem pendingin adsorpsi pasangan karbon aktif [2].

Telah dilakukan penelitian tentang Kajian Experimental Evaporator Untuk Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Yang Digerakkan Energi Surya. Hasil pengamatannya dalam proses penguapan metanol pada saat pengujian berlangsung, dari 2 liter metanol yang digunakan hanya 1 liter yang menguap dalam evaporator. Besar kalor yang menguap dari metanol 1287,21 kJ sedangkan temperature terendah evaporator 6,81 °C [3]. Telah dilakukan penelitian tentang pengujian alat pendingin sistem adsorpsi dua adsorber dengan menggunakan metanol 250 ml sebagai refrigeran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil temperatur evaporasi terendah yaitu 14 °C dengan menggunakan metanol sebanyak 250 ml tanpa memperhitungkan dengan jumlah karbon aktif yang ada, sehingga peneliti beranggapan bahwa terjadi kekurangan metanol [4].

### Evaporator

Evaporator dalam sistem refrigerasi adalah alat penukar kalor yang memegang peranan penting di dalam siklus refrigerasi, yaitu mendinginkan media sekitarnya. Tujuan sistem refrigerasi adalah untuk membebaskan panas dari fluida seperti udara, air atau beberapa benda yang lain [5].

Evaporator diletakkan dibagian unit pendingin dari lemari pendingin dan akan

bersentuhan langsung dengan media yang akan didinginkan, yaitu air. Cairan metanol akan menguap pada saat temperatur adsorben naik atau pada saat pemanasan adsorben. Metanol akan mencair dikondensor dan cairannya akan terkumpul kembali di evaporator, dan malam hari temperatur adsorben akan turun perlahan – lahan dan akan menyerap metanol. Akibatnya metanol akan menguap dan menyerap kalor dari sekitarnya sehingga temperatur akan turun [5].

Refrigerasi adalah fluida kerja utama pada suatu siklus refrigerasi yang bertugas menyerap panas pada temperatur dan tekanan rendah dan membuang panas pada temperatur dan tekanan tinggi. Refrigerant yang menguap didalam evaporator menyerap kalor dari udara yang ada disekitarnya [6]. Sistem refrigerasi yaitu perpindahan panas dari temperatur yang rendah ke temperatur yang lebih tinggi. Sistem yang menghasilkan proses refrigerasi adalah refrigerator (atau pompa panas), dan siklusnya disebut siklus refrigerasi [7].

### Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses dimana satu atau lebih unsur-unsur pokok dari suatu larutan fluida akan lebih terkonsentrasi pada permukaan suatu padatan tertentu (*adsorbent*). Dengan cara ini, komponen-komponen dari suatu larutan, baik itu dari larutan gas ataupun cairan, bisa dipisahkan satu sama lain [8]. Siklus adsorpsi adalah siklus termodinamika yang dapat digunakan untuk menghasilkan efek pendinginan, siklus ini menggunakan panas sebagai sumber energi utama untuk menghasilkan efek pendinginan [9].

Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Adsorber adalah komponen yang berfungsi sebagai penyerap radiasi matahari dan mengubahnya menjadi panas. Adsorber juga berfungsi sebagai tempat terjadinya proses desorpsi dan adsorpsi [10].

### Kalor

Kalor adalah salah satu bentuk energi yang dapat mengakibatkan perubahan suhu. Kuantitas energi kalor (Q) dihitung dalam satuan Joules (J). Laju aliran kalor dihitung dalam satuan Joule per detik (J/s) atau watt (W). Laju aliran energi ini juga

disebut daya, yaitu laju dalam melakukan usaha [9]. Suatu bahan biasanya mengalami perubahan temperatur bila terjadi perpindahan kalor antara bahan dengan lingkungannya. Pada suatu situasi tertentu, aliran kalor ini tidak merubah temperaturnya. Hal ini terjadi bila bahan mengalami perubahan fasa. Kalor yang diperlukan untuk merubah fasa dari bahan bermassa  $m$  adalah [11]:

$$Q_L = L_e \times m \quad (1)$$

Dimana :

$Q_L$  = kalor laten zat (J)

$L_e$  = kapasitas kalor spesifik laten (J/kg)

$m$  = massa zat (kg)

Kalor sensibel adalah kalor yang diberikan atau yang dilepaskan oleh suatu jenis fluida sehingga temperaturnya naik atau turun tanpa menyebabkan perubahan fasa fluida tersebut [11].

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

$Q_{out}$  = Energi yang digunakan pada evaporator (W)

$Q_{in}$  = Energi yang masuk diperoleh dari perhitungan absorber  $Q_{netto}$  (W)

Sedangkan untuk mengetahui nilai energi yang digunakan pada evaporator ( $Q_{out}$ ) digunakan rumus [11]:

$$Q_{out} = Q_{ev} + Q_{s_{air}} + Q_L + Q_{s_{ev}} + Q_{air} \quad (3)$$

Dimana :

$Q_{out}$  = energi yang digunakan pada evaporator (W)

$Q_{ev}$  = total energi panas yang digunakan evaporator (W)

$Q_{s_{air}}$  = panas sensibel air (W)

$Q_L$  = kalor pada spritus (W)

$Q_{s_{ev}}$  = kalor yang diserap evaporator (W)

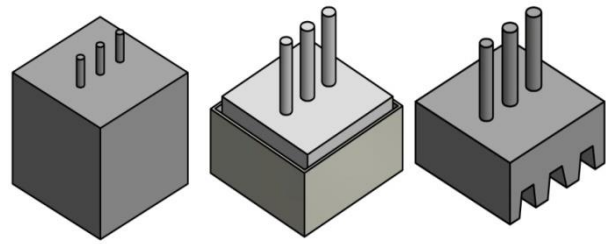
$Q_{air}$  = penurunan temperatur air (W)

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin Universitas Halu Oleo. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu evaporator, *thermocouple type K*, pompa vakum dan manometer vakum. Adapun bahan yang digunakan yaitu spritus, busa, triplek, *stainless steel* dan *aluminium coil*.

### Gambar Alat Uji

Pada penelitian ini, bagian yang diteliti dari mesin Pendingin dengan siklus adsorpsi menggunakan energi surya adalah evaporator. Adapun gambar evaporator dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Gambar alat uji

## Prosedur Penelitian

Adapun prosedur kerja pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menyambungkan komponen mesin pendingin tenaga surya.
2. Memasang termokopel.
3. Mengamati temperatur selama proses desorpsi.
4. Setelah proses desorpsi berakhir, maka pemvakuman dilakukan.
5. Mengisi spritus kedalam evaporator dan katup evaporator ditutup. Kemudian semua sambungan dihubungkan kembali, lalu dilakukan pemvakuman kembali dan katup evaporator perlahan dibuka. Setelah spritus mendidih, pemvakuman dihentikan dan katup buang ditutup.
6. Proses adsorpsi terjadi pada malam hari, temperatur pada proses adsorpsi turun seiring dengan turunnya temperatur lingkungan. Maka alumina akan menyerap spritus sehingga spritus akan menyuar pada evaporator dan naik ke adsorben. Dengan penguapan metanol ini maka temperatur evaporator akan turun mengakibatkan temperatur air yang ada di sekitarnya juga akan turun.

## Teknik Analisis Data

Untuk menganalisis data dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan pengambilan data pada alat uji yang hubungannya terhadap temperatur evaporator kemudian data tersebut diolah dan dibandingkan pengaruhnya terhadap waktu.

## 3. Hasil dan Pembahasan

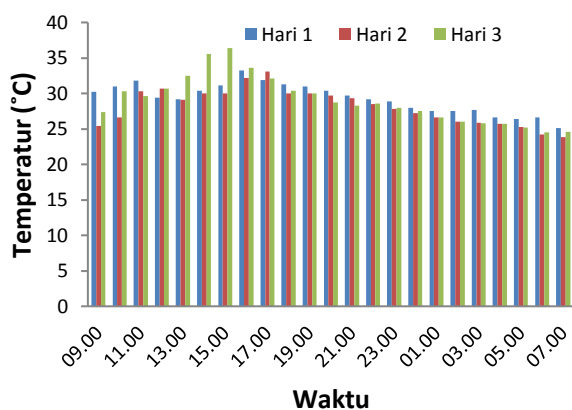
### Temperatur Evaporator

Data temperatur diambil setiap 1 jam selama 23 jam dengan rentang waktu 3 hari pada alat uji. Hasil pengamatan temperatur evaporator dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengamatan temperatur evaporator

Waktu	Hari ke-1	Hari ke- 2	Hari ke-3
09.00	30,2	25,4	27,4
10.00	31	26,6	30,3
11.00	31,8	30,3	29,6
12.00	29,4	30,7	30,7
13.00	29,2	29,1	32,5
14.00	30,4	30	35,6
15.00	31,1	30	36,4
16.00	33,2	32,2	33,6
17.00	31,9	33,1	32,1
18.00	31,3	30	30,4
19.00	31	30	30
20.00	30,4	29,7	28,7
21.00	29,7	29,3	28,3
22.00	29,2	28,5	28,6
23.00	28,9	27,8	28
00.00	28	27,2	27,5
01.00	27,5	26,6	26,6
02.00	27,5	26	26
03.00	27,7	25,9	25,8
04.00	26,6	25,7	25,7
05.00	26,4	25,3	25,2
06.00	26,6	24,2	24,5
07.00	25,1	23,8	24,6

Adapun hubungan antara waktu dengan temperatur evaporator dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik perbandingan antara waktu vs temperatur evaporator

Dari Gambar 2, di atas dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan temperatur evaporator pada setiap jamnya. Pada hari pertama, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 16.00 yaitu sebesar 33,2 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 07.00 yaitu sebesar 25,1 °C.

Pada hari kedua, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 16.00 yaitu sebesar 32,2 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 07.00 yaitu sebesar 23,8 °C. Pada hari ketiga, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 15.00 yaitu sebesar 36,4 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 06.00 yaitu sebesar 24,5 °C.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan terhadap temperatur evaporator, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah kenaikan temperatur evaporator bervariasi setiap jam. Pada hari pertama, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 16.00 yaitu sebesar 33,2 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 07.00 yaitu sebesar 25,1 °C. Pada hari kedua, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 16.00 yaitu sebesar 32,22 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 07.00 °C yaitu sebesar 23,8 °C. Pada hari ketiga, kenaikan temperatur evaporator tertinggi pada jam 15.00 yaitu sebesar 36,4 °C dan temperatur evaporator terendah pada pukul 06.00 yaitu sebesar 24,5 °C.

#### 5. Saran

Adapun saran yang diberikan peneliti dari hasil kesimpulan penelitian yang didapatkan yakni perlu adanya penelitian tentang kondensor pada mesin pendingin ini sehingga dapat melengkapi data mengenai mesin pendingin dengan siklus adsorpsi menggunakan energi surya.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. T. dan Nasruddin, "Rancang Bangun dan Pengujian Sistem Pendingin Adsorpsi Dengan Dua Adsorber," *Dep. Tek. Mesin Fak. Tek. Univ. Indones.*, pp. 269–276.
- [2] A. M. Hariyono, "Rancang Bangun Sistem Pendingin Adsorpsi Dengan Pasangan Karbon Aktif-Metanol Sebagai Adsorben-Adsorbat," *Jom FTEKNIK*, vol. 1, pp. 1–15, 2014.
- [3] M. Naibaho, "Experimental Evaporator Untuk Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Yang Digerakkan Energi Surya," *Skripsi Univ. Sumatera Utara*, 2011.
- [4] F. D. Ginting, "Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber Dengan Menggunakan Metanol 1000 ml Sebagai Refrigeran," *FT UI*, 2008.

- [5] T. B. Sitorus, F. H. Napitupulu, and H. Ambarita, "Korelasi Temperatur Udara dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Tenaga Matahari," *J. Ilm. Tek. Mesin Cylind.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–17, 2014.
- [6] W. A. dan H. Saito, *PENYEGARAN UDARA*, Pertama. Jakarta: PT. Pradya Paramita, 1980.
- [7] E. Purwanto and Kemas Ridhuan, "Pengaruh Jenis Refrigerant Dan Beban Pendinginan Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin," *TURBO*, vol. 3, no. 116, pp. 11–16.
- [8] M. D. Rambe *et al.*, "ANALISA MESIN PENDINGIN ADSORPSI DENGAN," no. 4, pp. 60–73, 2018.
- [9] S. Bonardo *et al.*, "Pengujian kemampuan adsorpsi dari adsorben karbon aktif untuk mesin pendingin tenaga surya," no. 1, pp. 71–85, 2018.
- [10] D. W. Jhon Sufriadi, Khairul Suhada, "Kajian eksperimental unjuk kerja kolektor untuk mesin pendingin siklus adsorpsi yang digerakkan energi matahari," *J. Ilm. "MEKANIK" Tek. Mesin ITM*, vol. 5, no. 2, pp. 92–98, 2019.
- [11] D. I. R. A. Koestoer, *Perpindahan Kalor*, Pertama. Jakarta: Salemba Teknika, 2002.