

ANALISIS EVAPORATIVE AIR COOLER DENGAN TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN YANG BERBEDA

Hendra Listiono¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

³Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

hendralistiono15@gmail.com

Abstract

Evaporative cooling process occurs when water vapor is added to air having a relative humidity of below 100%. Relative humidity is a value that is contained in the temperature of the dry bulb and wet bulb temperature of the air. the lower the relative humidity, the greater the potential for evaporative cooling. The research was conducted using the experimental test tools Evaporative Air Cooler Honymell CS12AE. Variables used are temperature cooling medium (water) that is 10, 20, 30, 40, and 50⁰C and the wind speed is (4,57m/s), (3.9 m/s), and (2,93m/s). The data used is the wet bulb temperature and dry bulb temperature on the back of the fan, the temperature of the wet bulb and dry bulb temperature in front of the fan and then the temperature of the wet bulb and dry bulb in the room. Data were taken every 10 minutes for 180 minutes. The test results are temperature cooling medium (water) effect on the relative humidity. The highest humidity is achieved at a temperature of the cooling medium (water) 50⁰C ± 3⁰C and the fan speed is high with 92.83% relative humidity. And the lowest humidity was 85.87% at a temperature of 10⁰C ± 3⁰C with a cooling medium high fan speed. Coolant temperature effect on the results of the efficiency and the rate of evaporation of water masses. The highest efficiency on the cooling medium temperature of 10⁰C ± 3⁰C with an efficiency of 5.42% with a high fan speed. The highest rate of evaporation of the water mass occur at a temperature of 50⁰C ± 3⁰C cooling medium is 0.00039821 kg/s.

Keyword : efficiency, relative humidity, tdb, twb.

1. Pendahuluan

Teknologi *Evaporative Air Cooler* berawal dari konsep pendinginan udara dengan media air. Dimana evaporatif merupakan komponen refrigerasi yang berfungsi untuk memindahkan panas dari udara, air atau obyek lainnya dengan cara menyerap kalor untuk proses penguapan refrigeran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

pengaruh perubahan temperatur media pendingin pada *Evaporative Air Cooler* [1].

Kenyamanan termal menurut standar ASHARE (*American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineer*) 55-1992, untuk kondisi musim panas atau daerah tropis berada pada temperatur 22,5⁰C-27⁰C dan kelembapan relatif 19,8% - 79,5% [2].

Proses pendinginan evaporatif terjadi saat uap air ditambahkan ke udara yang memiliki kelembaban relatif di bawah 100%. Kelembaban relatif adalah besaran yang tergantung pada temperatur tabung kering dan temperatur tabung basah udara. Makin rendah kelembaban relatif, makin besar potensi terjadinya pendinginan yang dapat dirasakan manusia saat angin sepoi-sepoi bertiup dan menguapkan keringat di kulit sehingga terasa sejuk merupakan salah satu contoh fenomena tersebut. Penggunaan kipas elektrik untuk menghembuskan udara pada permukaan media basah, sebagaimana yang banyak dilakukan pada masa sekarang, adalah pengembangan dari konsep tadi [3].

Pendingin evaporatif langsung Pendingin evaporatif jenis langsung akan mendinginkan udara dengan cara udara dialirkan melalui media basah (biasanya dari bahan selulosa). Saat melewati media basah, udara akan mendingin akibat adanya penguapan air. Pada pendingin jenis ini, alat akan menambah jumlah uap air di udara sampai mendekati saturasi. Temperatur tabung kering akan turun dan temperatur tabung basah relatif konstan [4].

Pendingin evaporatif tidak langsung Pendingin evaporatif jenis tidak langsung mendinginkan udara dengan cara aliran udara sekunder didinginkan oleh air. Udara sekunder yang telah didinginkan akan dilewatkan pada penukar kalor yang mendinginkan aliran udara primer. Udara primer yang telah dingin akan disirkulasikan dengan sebuah blower. Pendingin evaporatif tak

langsung tidak menambah kandungan uap air di udara primer, sedang temperatur tabung kering dan temperatur tabung basah akan mengalami penurunan. Pada musim dingin, sistem tidak langsung ini dapat menghangatkan udara luar jika udara buang digunakan sebagai udara sekunder [4].

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Evaporative Air Cooler* komersial dengan spesifikasi Cover Area 12 m², power 60 watt, dan kapasitas tank air 12 L. Seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Evaporative Air Cooler yang Digunakan Dalam Penelitian.

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin pada alat uji *Evaporative Air Cooler* dengan tiga variasi kecepatan.

Termometer digunakan untuk mengukur suhu pada bagian

belakang kipas, depan kipas dan ruangan. Termometer ini juga digunakan sebagai termometer bola basah dan termometer bola kering. Kain kasa digunakan untuk menutupi sensor termometer yang nantinya digunakan sebagai termometer bola basah dan termometer bola kering. Kemudian heater pada digunakan untuk memanaskan media pendingin yaitu air selama proses pengambilan data. Sedangkan termometer air digunakan untuk pembacaan suhu pada media pendingin.

Media yang digunakan adalah air yang divariasikan temperaturnya, yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50⁰ C.

Metode pengambilan data

Pengujian evaporatif air cooler ini bertujuan untuk mengetahui kelembaban relatif, efektifitas dan massa air yang menguap yang akan dilakukan dari temperatur 10⁰C dengan kecepatan angin rendah (2,93 m/s), kemudian kecepatan angin sedang (3,90 m/s), dan kemudian kecepatan angin tinggi (4,57 m/s) dan seterusnya sampai pada variasi temperatur 50⁰C.

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan termometer sebanya 6 buah yang diletakan pada belakang kipas 2 buah sebagai termometer bola kering dan termometer bola basah, kemudian pada bagian depan kipas 2 buah sebagai termometer bola kering dan termometer bola basah, dan 2 buah terakhir diletakan pada ruangan sebagai termometer bola kering dan termometer bola basah.

Prosedur pengambilan data yaitu pertama air sebagai media

pendingin didinginkan atau dipanaskan sesuai temperatur media pendingin yang di inginkan. Kemudian alat uji *Evaporative Air Cooler* dinyalakan dengan mode pompa air on. Pengukuran temperatur TDB dan TWB bagian belakang kipas, depan kipas dan ruangan dapat dilihat pada alat ukur termometer. Hasil pengukuran dicatat untuk setiap 10 menit sekali selama 180 menit. Langkah-langkah tersebut diulang untuk variasi temperatur pendingin dan kecepatan angin selanjutnya. Setelah selesai pengambilan data alat uji *Evaporative Air Cooler* dimatikan.

3. Hasil

Kelembaban relatif

Untuk menentukan nilai kelembaban relatif penulis menggunakan *software psycometric calculation online* [5].

Data hasil pengukuran kecepatan angin dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Pengambilan data kecepatan angin.

No	Kecepatan angin (2,93 m/s)			Kecepatan angin yaitu (3,90 m/s)			Kecepatan angin yaitu (4,57 m/s)		
1	2,45	3,80	2,58	3,60	5,08	2,29	4,14	5,97	3,55
2	2,47	3,86	2,52	3,65	5,14	2,89	4,09	6,03	3,62
3	2,59	3,79	2,53	3,59	5,18	2,92	4,22	6,12	3,64
4	2,50	3,81	2,43	3,61	5,17	2,95	4,18	6,08	3,66
5	2,53	3,76	2,50	3,69	5,11	2,96	4,11	6,07	3,54
6	2,60	3,87	2,36	3,70	5,19	2,85	4,02	6,06	3,68
7	2,60	3,81	2,46	3,72	5,20	2,88	4,01	5,59	3,61
8	2,56	3,78	2,28	3,72	5,27	3,08	4,10	6,04	3,62
9	2,59	3,75	2,33	3,76	5,24	2,86	4,08	6,01	3,64
10	2,73	3,72	2,27	3,77	5,22	2,85	4,17	5,90	3,66
11	2,56	3,80	2,43	3,68	5,18	2,85	4,11	5,99	3,62
Rata2	2,93 m/s			3,90 m/s			4,57 m/s		

Hasil perhitungan rata-rata kelembaban relatif dengan menggunakan *software psycometric*

calculation online dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2 Hubungan Temperatur Media Pendingin Dengan Kelembaban Relatif.

v = (2,93 m/s) ruangan		v = (3,90 m/s) ruangan		v = yaitu (4,57 m/s) ruangan	
T Air (°C)	RH (%)	T Air (°C)	RH (%)	T Air (°C)	RH (%)
10	86,75474	10	86,097368	10	85,87053
20	89,76032	20	88,825158	20	88,45463
30	90,33737	30	90,358947	30	89,39632
40	90,94495	40	91,901789	40	90,94105
50	92,27684	50	91,901789	50	92,82785

Efisiensi pendinginan dapat dihitung menggunakan persamaan 1 sebagai berikut :

$$E = \left(\frac{T_1 - T_3}{T_1} \right) \times 100 \quad (1)$$

Dari persamaan 1 maka efisiensi pendinginan didapat pada tabel 2.

Tabel 3 Efisiensi (%)

	Rata-rata Efisiensi (%)				
	T 10	T 20	T 30	T 40	T 50
Kecepatan (2,93 m/s)	5,60	5,21	4,69	4,84	4,38
Kecepatan (3,90 m/s)	4,90	5,04	5,25	5,30	4,49
Kecepatan (4,57 m/s)	5,42	5,14	4,42	4,84	4,95

Perhitungan massa air yang menguap.

Massa air yang menguap ($m_{\text{air yang menguap}}$) yang terbawa adalah jumlah air dalam bentuk uap air dan bercampur dengan udara keluaran yang keluar melalui ducting. Untuk mencari nilai massa air yang menguap dapat digunakan persamaan 2 sebagai berikut.

$$m_{\text{air yg menguap}} = (\omega_2 - \omega_1) \cdot m_{\text{udara kering}} \quad (2)$$

Kemudian massa udara kering dapat dicari menggunakan persamaan 3.

$$m_{\text{udara kering}} = \rho_{\text{udara kering}} \cdot A \cdot v \quad (3)$$

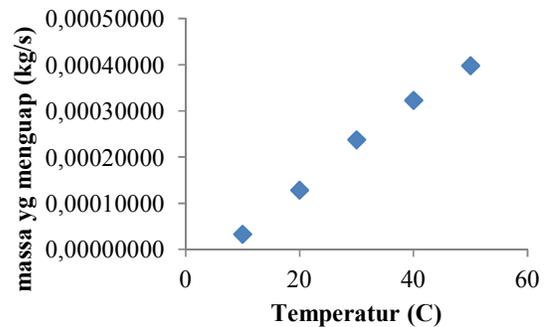
Dan untuk massa jenis udara kering dapat dicari menggunakan persamaan 4.

$$(\rho_{\text{udara kering}}) = \frac{1}{v} \quad (4)$$

Sedangkan luas permukaan yang dimaksud adalah luas bidang pada permukaan masukan udara (tempat udara masuk), dapat digunakan persamaan 5.

$$A = (p \times l) \quad (5)$$

Hasil perhitungan untuk massa jenis yang menguap dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 grafik massa air yang menguap

Data hasil perhitungan temperatur rata-rata ruangan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 temperatur rata-rata ruangan.

kecepatan angin	T 10	T 20	T 30	T 40	T 50
2,93 m/s	27,95	27,82	27,95	28,08	28,16
3,90 m/s	27,79	27,87	27,76	27,87	28
4,57 m/s	27,71	27,79	27,79	27,87	27,84

4. Pembahasan

Pada pengujian dengan variasi temperatur media pendingin

dengan variasi temperatur media pendingin yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50°C dan variasi kecepatan angin yaitu (4,57 m/s), (3,90 m/s), dan (2,93 m/s), diperoleh bahwa temperatur ruangan terendah yang dapat dicapai adalah 26°C. Sedangkan pada saat sebelum pengujian diketahui bahwa suhu awal ruangan adalah 30 °C, itu artinya suhu ruangan yang dicapai lebih rendah 4°C. Kelembaban udaranya adalah 85,87% pada variasi kecepatan (4,57 m/s) dan temperatur media pendingin 10°C. Sedangkan kelembaban relatif yang baik menurut ASHARE adalah 19,8% - 79,5% (www.sensorion.com, 2010). Dan yang tercapai adalah 85,87%. Hal ini terjadi karena pada saat pengambilan data kelembaban relatif ruangan tersebut sudah mencapai 79,42 %. Sehingga alat ini hanya cocok pada kondisi ruangan yang mempunyai sirkulasi udara yang baik.

Dari tabel 3 diatas dapat di ketahui rata-rata efisiensi tertinggi yaitu 5,60% terjadi pada temperatur 10°C dengan kecepatan yaitu (2,93 m/s). Dan efisiensi terendah adalah 4,38% pada temperatur media pendingin 50°C dengan kecepatan yaitu (2,93 m/s). Hal ini disebabkan karena jika temperatur media pendinginya semakin besar maka temperatur output akan semakin besar, dan selisih temp eratur input dan output akan semakin kecil sehingga efisiensinya akan semakin kecil.

Diketahui dari grafik massa yang menguap bahwa penguapan tertinggi pada suhu media pendingin 50°C dengan laju penguapan air

0,00039821 kg/s dan penguapan terendah terjadi pada suhu media pendingin 10°C dengan laju penguapan 0,00005 kg/s. Semakin tinggi temperatur media pendingin maka massa yang menguap akan semakin meningkat. Hal ini terjadi jika temperatur air mendekati titik didih maka air tersebut akan cepat menguap, begitu juga sebaliknya jika temperatur air mendekati titik beku maka aka semakin sulit menguap.

Dari tabel 4 diketahui bahwa rata-rata temperatur terendah adalah 27,71053°C pada temperatur media pendingin 10°C dan kecepatan angi 4,57 m/s. sedangkan temperatur rata-rata tertinggi adalah 28,15789°C dengan media pendingin 50°C dan kecepatan angin 2,93 m/s. Hal ini terjadi karena temperatur media pendingin yang tinggi akan mempengaruhi proses pendinginan sehingga temperatur outputnya lebih besar. sedangkan pada temperatur median pendingin yang rendah temperatur outputnya akan semakin kecil karena proses pendinginannya lebih stabil.

5 Simpulan

Dari hasil pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi temperatur media pendingin berpengaruh terhadap kelembaban relatif, kelembaban relatif terendah yang dicapai adalah 85,87% sehingga alat uji ini hanya cocok digunakan pada kondisi ruangan yang memiliki sirkulasi udara yang baik.

2. Temperatur terendah yang dapat di capai adalah 26⁰C.
3. dan temperatur media pendingin yang paling baik digunakan adalah 10⁰C dengan kecepatan angin 4,57 m/s. Karena pada menit ke 140 temperatur sudah mencapai 26,5⁰C dan terus turun sampai temperatur 26⁰C.
4. Rata-rata efisiensi tertinggi yaitu 5,60% pada temperatur 10⁰C

Daftar Pustaka

- [1] IKG Wirawan, Ngurah Putra Wibawa, 2007. *Analisis Penggunaan Water Cooled Condenser pada Mesin Pengkondisian Udara*.
- [2] Anonim. 2010 www.sensorion.com, (diakses 18 November 2014)
- [3] Sunarwo, 2011 *Pembuatan Dan Pengujian Evaporative Cooling*. Jl. Prof. H. Sudarto ,Sh,Tembalang, Politeknik Negeri Semarang.
- [4] Anonim. 2011.<http://www.evaporatifcooling/scribd.com> (diakses 18 November 2014)
- [5] anonim. 2008,<http://www.sugartech.co.za/psychro/>. (diakses 19 Juni 2015)