

PENGARUH JENIS *SPRAYER* TERHADAP EFEKTIVITAS *DIRECT EVAPORATIVE COOLING* DENGAN *COOLING PAD* SERABUT KELAPA

*Rizky Pratama Rachman¹, Bambang Yuniyanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*Email: rizkyprachman@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi *evaporative cooler* berawal dari konsep pendinginan udara dengan media air. Prinsipnya adalah mengontakkan udara dengan butiran air, sehingga terjadi perpindahan panas dari udara ke air yang mengakibatkan temperatur udara turun dan kelembapan naik. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh jenis *sprayer* terhadap efektivitas pada *direct evaporative cooler*. Pada *evaporative cooling* dilengkapi dengan *cooling pad* yang berbahan *fiber coconut* yang ekonomis, *cooling pad* berfungsi sebagai *wetted media* bagi udara yang berfungsi sebagai pendinginan awal. Variabel penelitian adalah jenis *water sprayer* dengan variasi 1, 5 dan 7 lubang. Penurunan temperatur bola kering (*Dry Bulb Temperature*) dan kenaikan kelembapan relatif (*Relative Humidity*) merupakan hal yang dibahas dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *water sprayer* berpengaruh terhadap penurunan temperatur dan kenaikan kelembapan udara keluaran *direct evaporative cooler* yang mana berpengaruh terhadap efektivitasnya. Pada *direct evaporative cooler* pemasangan *sprayer* 1 lubang mempunyai efektivitas 0,79 yaitu yang paling tinggi diantara 5 lubang sebesar 0,78 dan 7 lubang sebesar 0,74.

Kata kunci: *direct evaporative cooling, cooling pad, sprayer*

ABSTRACT

The technology originated from the concept of *evaporative cooler* air cooling with water media. The principle is contacting the air with water droplets, resulting in heat transfer from the air to the water which resulted in air temperature drops and the humidity rises. The purpose of this study is to determine the effect of the type of *sprayer* to effectiveness in *direct evaporative cooler*. In *evaporative cooling* is equipped with a *cooling pad* made from coconut fiber that is economical, *wetted cooling pad* serves as a medium for cooling the air that serves as a beginning. Research variable is the type of *water sprayer* with a variation of 1, 5 and 7 holes. The decrease in *dry bulb temperature* (*Dry Bulb Temperature*) and the increase in *relative humidity* (*Relative Humidity*) is discussed in this study. The results showed that the effect on the type of *sprayer* water temperature decrease and increase in humidity *direct evaporative cooler* output which affect its effectiveness. In *direct evaporative cooler* mounting 1 hole *sprayer* have 0,79 effectiveness is the highest among the 5 hole by 0,78 and 7 hole by 0,74.

Keywords: *direct evaporative cooling, cooling pad, sprayer*

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya kenyamanan manusia dalam bangunan dapat dirasakan secara fisik maupun non fisik. Kenyamanan fisik didasarkan pada kebutuhan standar sedangkan non fisik pada persepsi manusia. Kenyamanan pengudaraan ruang ditentukan 3 faktor yaitu temperatur, kelembapan, aliran udara.

Evaporative cooling merupakan sistem pengkondisian udara yang menggunakan penguapan air untuk mendinginkan dan menambah kadar air atau kelembapan pada aliran udara, sehingga temperatur bola kering menjadi lebih dingin daripada sebelum mengalami proses penguapan. Secara umum ada dua tipe *evaporative cooling*, yaitu *direct evaporative cooling* dan *indirect evaporative cooling*. Perbedaan dasarnya adalah pada udara keluaran *direct evaporative cooling* (DEC) kelembapannya meningkat, sedangkan pada *indirect evaporative cooling* (IEC) kelembapannya konstan karena air pendinginnya tidak berkontak langsung dengan udara.

Pendinginan *evaporative* secara teknik disebut dengan pendinginan adiabatik yang merupakan proses pengkondisian udara yang dilakukan dengan membiarkan kontak langsung antara udara dengan uap air sehingga terjadi perubahan panas dari sensibel menjadi panas laten. Pada daerah yang beriklim panas dan kering, penggunaan *evaporative cooling* dapat dilihat pada sebagian atau seluruh bangunan yang ada pada daerah tersebut [1].

Pendinginan evaporative melibatkan perpindahan panas dan massa, yang mana muncul ketika terjadi kontak antara air dan campuran udara-air tak jenuh dari udara yang dihembuskan. Perpindahan panas ini merupakan fungsi perbedaan temperatur dan tekanan uap antara udara dan air. Perpindahan panas dan massa keduanya beroperasi pada evaporative cooler karena adanya perpindahan panas dari udara ke air yang menguapkan air, dan air menguap menjadi udara yang merupakan perpindahan massa.

Panas atau kalor yang mengalir dapat digambarkan sebagai kalor laten maupun sensibel. Istilah tersebut digunakan berdasarkan efek yang terjadi. Apabila efek panas yang digunakan hanya untuk menaikkan atau menurunkan temperatur maka disebut kalor sensibel. Kalor laten adalah kalor yang digunakan untuk merubah fasa sebagai contoh membeku, meleleh, mencair atau menguap.

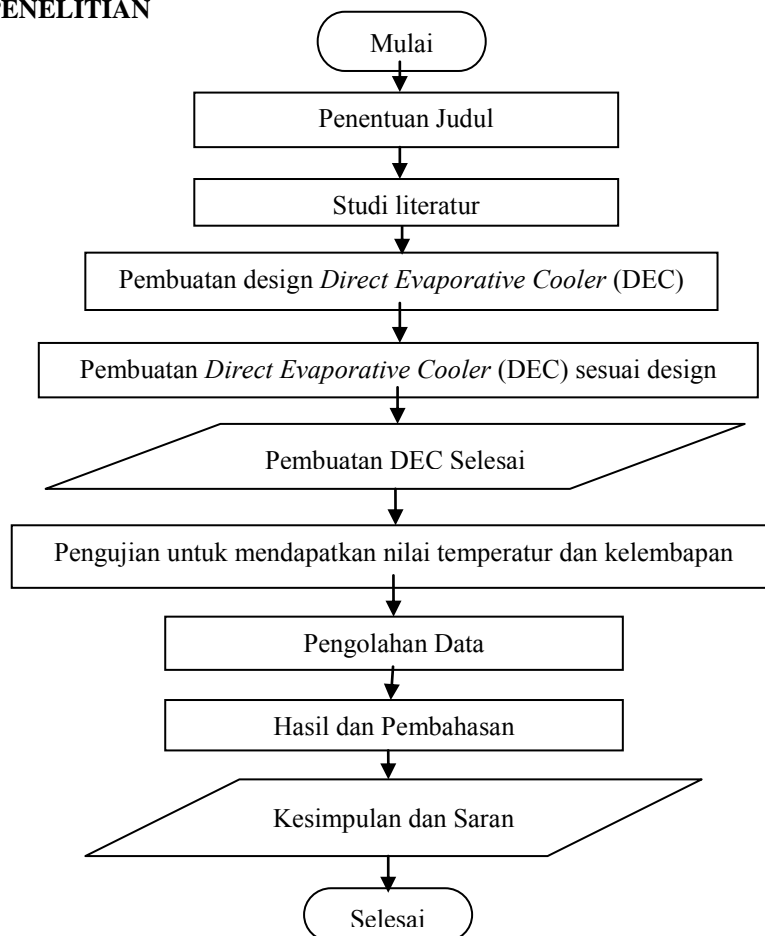
Pada evaporative cooling, kalor sensible dari udara dipindahkan ke air, yang kemudian berubah menjadi kalor laten yang menyebabkan air menguap. Uap air yang ada di udara membawa kalor laten. Temperatur bola kering menurun karena adanya kalor sensibel. Temperatur bola basah dari udara tidak mempunyai dampak apapun oleh adanya penyerapan kalor laten dari uap air karena uap air masuk kedalam udara pada temperatur bola basah udara.

Secara teori udara yang masuk dan air di evaporative cooler dapat dikatakan sebagai sistem yang terisolasi. Karena tidak ada panas yang ditambahkan ataupun panas yang hilang dalam sistem, proses pertukaran panas sensibel dari udara menjadi panas laten dari penguapan air adalah adiabatik. Prestasi dari evaporative cooler dapat didasarkan pada konsep dari proses adiabetic [2].

Cooling pad merupakan bagian yang berfungsi sebagai filter dan media pendingin pada evaporative cooler. Bahan dakron yang digunakan sebagai bahan cooling pad menghasilkan penurunan tekanan udara sehingga kecepatan udara menjadi rendah, jenis jenis cooling pad antara lain *air washer*, *evaporative pad*, *rigid media* dan *rotary wheel* [3]. *Cooling pad* digunakan untuk proses penguapan yang mengubah udara menjadi lebih sejuk. Karena adanya proses penguapan air menjadi aliran udara maka udara di sekitarnya akan menjadi lebih sejuk. Ketika terjadi penguapan, maka energi di udara yang hilang akan menyebabkan penurunan suhu.

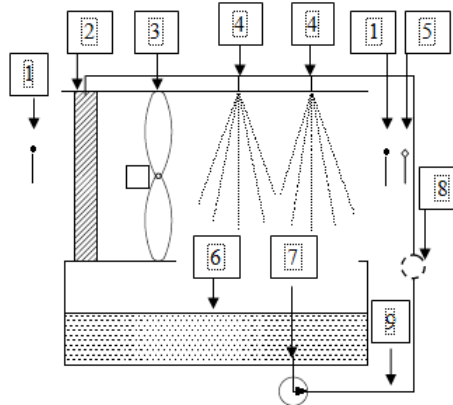
Penelitian yang dilakukan dengan metode eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis *sprayer* terhadap udara keluaran yang dihasilkan *evaporative cooling* yang dilengkapi dengan *wetted media* yaitu *cooling pad* berbahan serabut kelapa dan waktu pengujian *water sprayer* yang menghasilkan nilai efektivitas *direct evaporative cooling* yang paling tinggi.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Variabel yang diukur selama pengujian adalah temperatur udara bola kering pada masukan dan keluaran dan kelembapan relatif (RH). Dari hasil pengujian dilakukan analisa yang meliputi: pengaruh temperatur bola kering udara masuk, temperatur air terhadap kinerja *evaporative cooling*. Skema pengujian terlihat seperti Gambar 2.



Gambar 2. Skema Pengujian Direct Evaporative Cooling

- Ket:
1. Sensor temperatur dan kelembapan
 2. *Cooling pad* serabut kelapa
 3. Fan
 4. *Water sprayer*
 5. Anemometer
 6. Air pendingin dan bak penampungan air
 7. Pompa
 8. Flowmeter
 9. Saluran penyuplai air dari bak penampungan air menuju *water sprayer*.

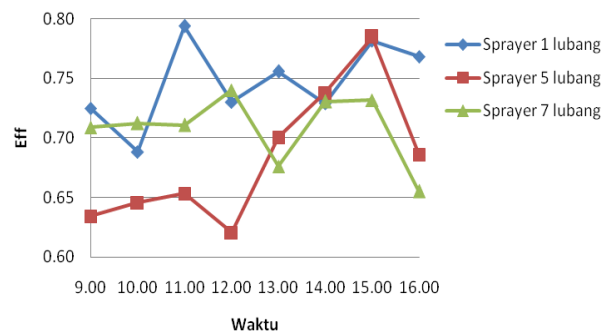
Setelah dilakukan pengujian dan mendapatkan data berupa nilai temperatur *dry bulb* udara sebelum dan setelah keluar dari alat *direct evaporative cooling* dan temperatur *wet bulb* udara maka dilakukan perhitungan nilai efektivitasnya. Efektivitas dari alat pendingin *evaporative* dinyatakan dengan [4]:

$$\varepsilon = \frac{(t_o - t_s)}{(t_o - t_{o,wbt})}$$

- Dimana:
- ε = Efektivitas *Direct Evaporative Cooling*
 - t_o = temperatur udara sebelum memasuki DEC, °C
 - t_s = temperatur udara setelah melewati DEC, °C
 - $t_{o,wbt}$ = temperatur bola basah udara sebelum memasuki DEC, °C

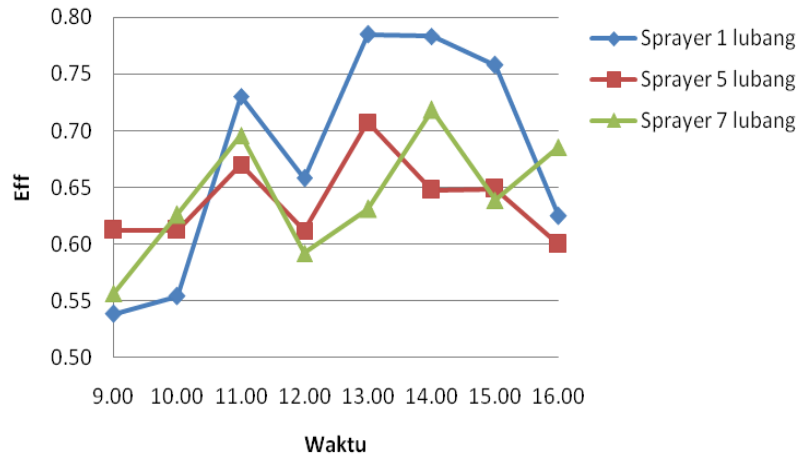
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen dilakukan mulai jam 09.00 – 16.00 WIB selama tiga hari yaitu tanggal 2, 5, dan 7 November 2013. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui efektivitas dari *direct evaporative cooling*. Data yang diperoleh dari eksperimen yaitu temperatur dan kelembapan relatif udara masuk (udara lingkungan) *direct evaporative cooling* serta suhu udara keluaran dari *direct evaporative cooling*. Pengambilan data dilakukan setiap satu jam sekali.



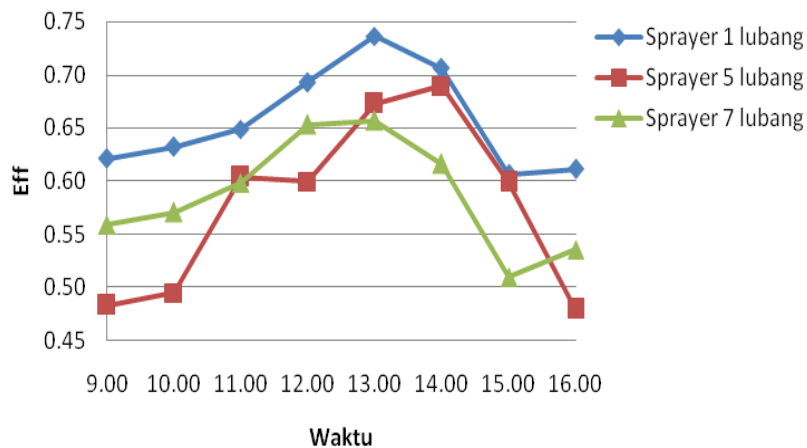
Gambar 3. Grafik Efisiensi tanggal 2 November 2013

Pada Gambar 3 menunjukkan grafik efisiensi pada pengukuran DEC untuk berbagai sprayer pada tanggal 2 November 2013. Terlihat bahwa grafik efisiensi yang dihasilkan pada masing masing sprayer mempunyai gradien yang bergelombang. Secara umum sprayer lubang 1 mempunyai trend efisiensi lebih baik dibanding sprayer 7 lubang dan 5 lubang berturut turut. Ini dikarenakan sprayer 1 lubang menghasilkan semburan butiran yang lebih halus dan merata dibanding sprayer 7 lubang dan 5 lubang. Kondisi ini menyebabkan laju perpindahan kalor sewaktu kontak antar air dan udara menjadi lebih besar.



Gambar 4. Grafik Efisiensi tanggal 5 November 2013

Pada Gambar 6 menunjukkan grafik efisiensi pada pengukuran tanggal 5 November 2013. Jelas terlihat bahwa efisiensi dari sprayer 1 lubang lebih tinggi dari sprayer 5 lubang dan 7 lubang. Pada jam 12.00 untuk semua sprayer mengalami penurunan performa. Ini dikarenakan kondisi cuaca yang mempunyai kelembapan lingkungan cukup tinggi sehingga temperatur bola basah udara masuk DEC yang tinggi yang menyebabkan penurunan temperatur tidak begitu besar. Efisiensi dari sprayer 1 lubang mempunyai performa paling baik pada jam 11.00-15.00 dibanding 5 dan 7 lubang yang mana tidak begitu berpengaruh terhadap efisiensi DEC.



Gambar 5. Grafik Efisiensi tanggal 7 November 2013

Pada Gambar 7 menunjukkan grafik efisiensi pada pengukuran tanggal 7 November 2013. Terlihat diatas efisiensi tertinggi pada pengujian sprayer 1 lubang pada jam 13.00 yang mencapai 74%. Dari keseluruhan sprayer lubang 1 mempunyai efisiensi yang baik dibanding 2 spreyer lainnya seperti pada grafik diatas dimana mempunyai efisiensi yang tinggi untuk setiap jamnya dibanding sprayer 5 dan 7 lubang.

Rentang temperatur udara keluaran yang dihasilkan untuk hasil eksperimen tanggal 2, 5 dan 7 November 2013 berturut-turut adalah 24.1-27.8°C; 26.5-27.8°C; 25.7-27.5°C. Sedangkan kelembapan relatif udara keluaran dari DEC yang dihasilkan pada tanggal 2, 5, dan 7 November 2013 berturut-turut berkisar antara 77-85%, 74-87%, 68-83%. Secara umum dapat dikatakan bahwa sifat udara yang dihasilkan DEC belum memenuhi standar kenyamanan. Untuk dapat mencapai standar kenyamanan, perlu adanya alat tambahan yaitu *desiccant cooling system*. *Desiccant cooling system* berfungsi untuk menurunkan kelembapan *evaporative cooling* sehingga kelembapan udara keluarannya tidak terlalu tinggi.

4. KESIMPULAN

Pengaruh dari variasi pemasangan beberapa jenis *water sprayer* terhadap efektivitas *direct evaporative cooling* adalah sprayer 1 lubang mempunyai efektivitas 0,79 yaitu yang paling tinggi diantara 5 lubang sebesar 0,78 dan 7 lubang sebesar 0,74. Efektifitas alat *Direct Evaporative Cooling* yang tertinggi antara jam 11.00-14.00.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riangvilaikul, B., Kumar, S., 2010, *An Experimental Study Of A Novel Dew Point Evaporative Cooling System. Energy and Buildings*, Elsevier, 42 :637
- [2] Johnson, R. S., 1988, *The Theory and Operation of Evaporative Coolers For Industrial Gas Turbine Installation*, ASME, 41
- [3] Wang, Shan K., 2001, *Handbook Of Air Conditioning And Refrigeration Second Edition*, McGraw-Hill
- [4] *Lesson 31 Evaporative Winter And All Year Air Conditioning Systems version 1*, Indian Institute of Technology Kharagpur, India