

PENGARUH JENIS WATER SPRAYER TERHADAP EFEKTIVITAS DIRECT EVAPORATIVE COOLING TANPA MENGGUNAKAN COOLING PAD

* Nugroho Epri Isnandi¹, 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

*E-mail: nugrohoisnandi@yahoo.co.id

Abstrak

Teknologi *evaporative cooler* berawal dari konsep pendinginan udara dengan media air. Dimana udara di dinginkan dengan cara mengkontakkan langsung antara air dan udara, sehingga terjadi perpindahan kalor dari udara ke air yang mengakibatkan proses penguapan, sehingga temperatur udara turun dan nilai kelembabannya naik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh debit air pada *direct evaporative cooler*. Penelitian dilakukan dengan eksperimen. variabel penelitian adalah jenis *water sprayer* dengan variasi 1, 5 dan 7 lubang.. Data yang diambil meliputi data temperatur *input* , RH *input*, temperatur *output* dan RH *output*. Data-data tersebut digunakan untuk menentukan penurunan DBT (*Dry Bulb Temperature*), dan WBT (*Wet Bulb Temperature*). Hasilnya digunakan untuk menghitung efektifitas *evaporative cooler*. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik serta dianalisa berdasarkan teori yang ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *water sprayer* berpengaruh terhadap penurunan temperature dan kenaikan kelembaban udara keluaran *direct evaporative cooler* yang mana berpengaruh terhadap efektifitasnya. Pada *direct evaporative cooler* pemasangan *water sprayer* 1 lubang mempunyai efektifitas sebesar 90% yang paling tinggi diantara *water sprayer* 5 lubang yang hanya mempunyai efektifitas 78% dan *water sprayer* 7 lubang dengan efektifitas 74% .

Kata kunci: *direct evaporative cooling*, DBT ,kelembaban relatif, WBT

Abstract

Evaporative cooler technology originated from the concept of cooling the air with water media. Where the air is cooled by means of direct contacting between water and air , resulting in heat transfer from the air to the water which resulted in the evaporation process , so that the air temperature down and the humidity was rising value . This study aimed to determine effect of water sprayer on the direct evaporative cooler . The study was conducted with the experiment . Research variable is the type of water sprayer with a variation of 1, 5 and 7 holes. The data captured includes data input temperature , RH input , output temperature and RH output . These data are used to determine the decrease in DBT (Dry Bulb Temperature) , and WBT (Wet Bulb Temperature) . The result of the calculation is shown in tables and graphs and analyzed based on existing theory. The results showed that the type of water sprayer affect the temperature decrease and increase air humidity output direct evaporative cooler which affect the effectiveness. In direct evaporative cooler mounting holes have a water sprayer 1 effectiveness by 90% which is highest among the water sprayer which only has 5 holes effectiveness of 78% and a water sprayer 7 holes with a 74% effectiveness.

Keywords: *direct evaporative cooling*, DBT ,relative humidity, WBT

1. Pendahuluan

Evaporative cooling merupakan sistem pengkondisian udara yang menggunakan butiran air untuk mendinginkan dan menambah kadar air atau kelembaban pada aliran udara, sehingga temperatur bola kering menjadi lebih dingin dari pada 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) kelembabannya meningkat ,sedangkan pada *indirect evaporative cooling* (IEC) kelembabannya konstan karena air pendinginnya tidak berkontak langsung dengan udara [1].

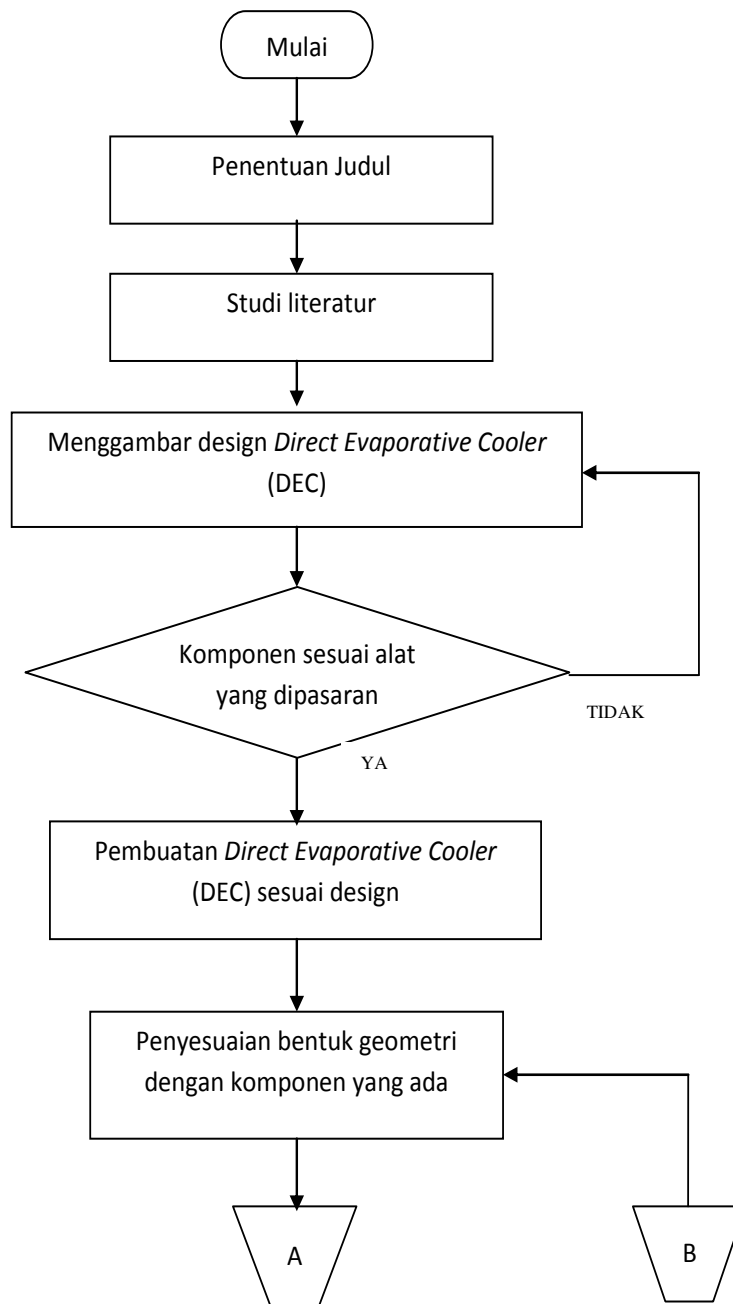
Pendinginan *evaporative* secara teknik disebut dengan pendinginan adiabatik yang merupakan proses pengkondisian udara yang dilakukan dengan membiarkan kontak langsung antara udara dengan uap air sehingga terjadi perubahan panas dari sensibel menjadi panas laten. Pada daerah yang beriklim panas dan kering, 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 [3].

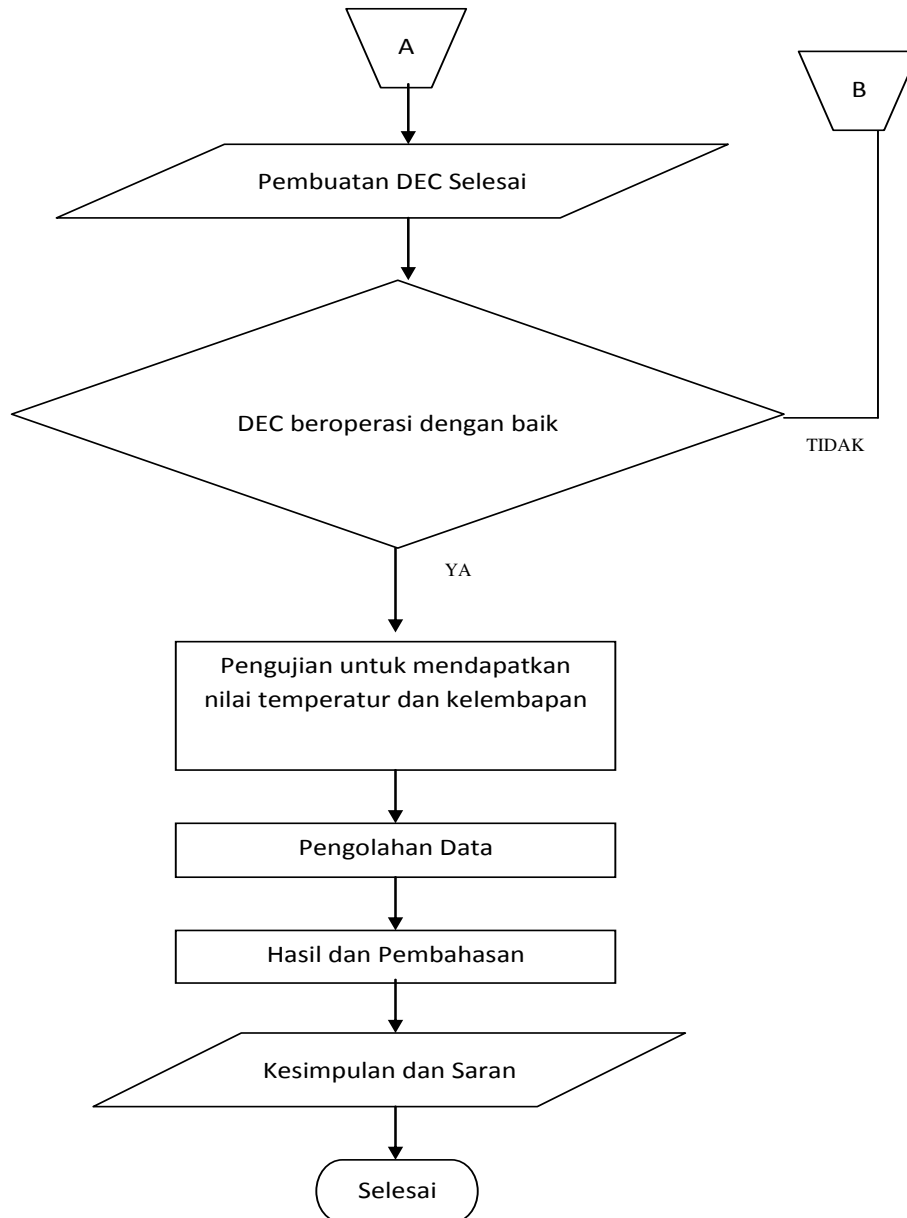
Pada penelitian ini, menggunakan metode *direct evaporative cooling* dimana udara dialirkan pada *ducting* kemudian udara di kontak langsung dengan air yang dispry melalui *water sprayer*. Dimana air memiliki temperatur lebih rendah dibandingkan dengan temperatur udara. Panas pada udara yang mengalir akan diserap oleh air untuk proses penguapan. Sehingga temperatur udara akan berkurang sedangkan kelembaban udara akan meningkat [2].

Adapun penelitian ini bertujuan pertama untuk mengetahui efektivitas dari *direct evaporative cooler* dan mengetahui pengaruh dari tiap-tiap *water sprayer* yang digunakan terhadap efektivitas *direct evaporative cooler*.

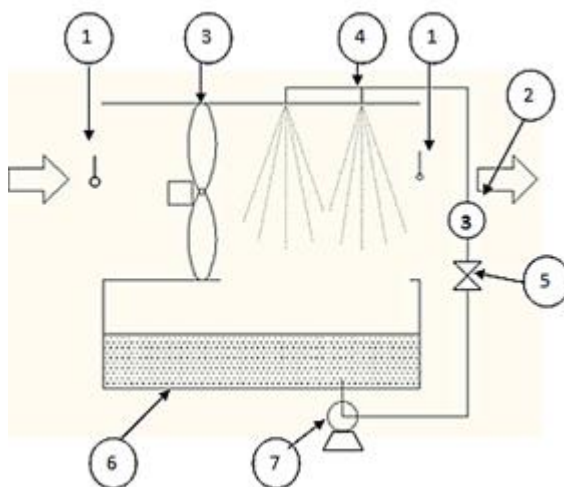
2. Metode Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian.



Gambar 2 . Flowchart Penelitian (Lanjutan)



Keterangan :

1. Sensor temperatur dan kelembapan
2. Flowmeter
3. Fan
4. Water sprayer
5. Katup
6. Air pendingin dan bak penampungan air
7. Pompa air

Gambar 3. Skema Alat-Alat Uji Efektifitas *Direct Evaporative cooler*.

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 evaporasi dinyatakan dengan [2]:

$$\epsilon_{sat} = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_w} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

T_1 = temperatur udara masuk *direct evaporative cooler*, °C

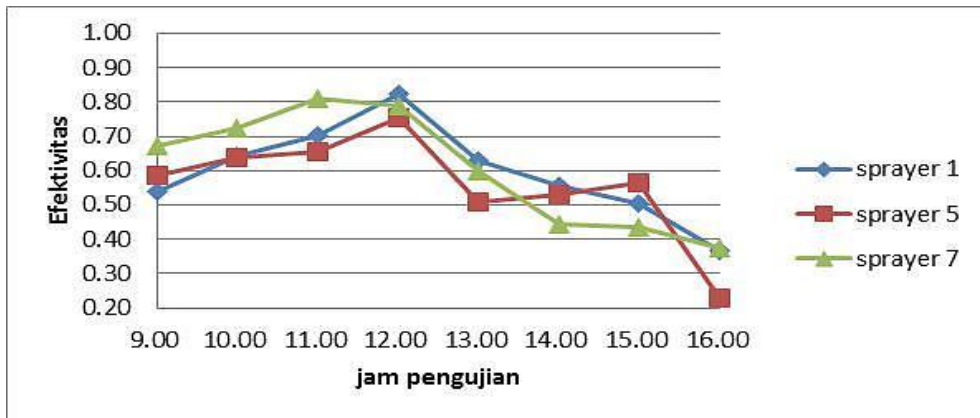
T_2 = temperatur udara keluar *direct evaporative cooler*, °C

T_w = temperatur bola basah udara masuk, °C

3. Hasil dan Pembahasan

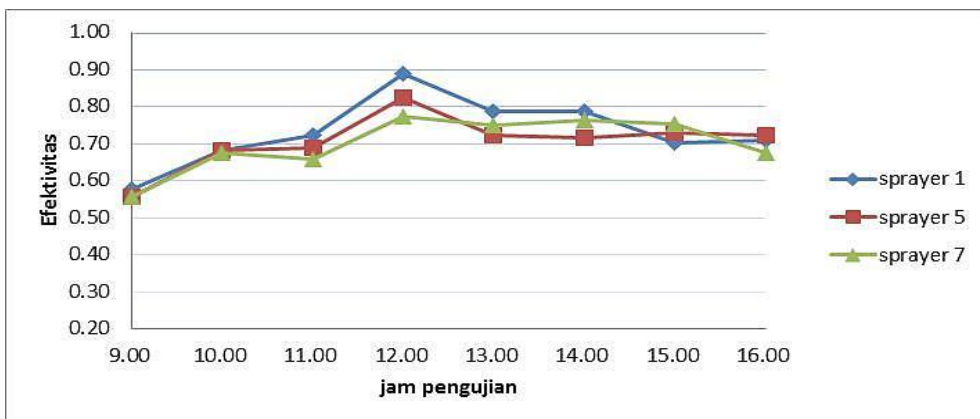
3.1. Grafik Hubungan Temperatur, Kelembaban dan Efisiensi Terhadap Waktu

Eksperimen dilakukan mulai jam 09.00 – 16.00 WIB selama tiga hari. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui efektifitas dari *direct evaporative cooling*. Data yang diperoleh dari eksperimen yaitu temperatur dan kelembaban relatif udara masuk (udara lingkungan) *direct evaporative cooling* serta temperatur udara keluaran dari *direct evaporative cooling*. Pengambilan data dilakukan setiap satu jam sekali.



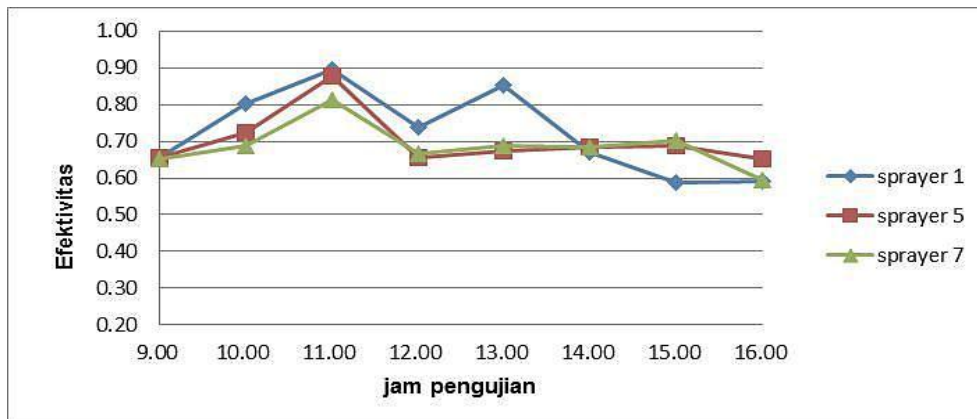
Gambar 4. Grafik Efektivitas *Direct Evaporative Cooling* pengujian hari pertama.

Pada Gambar 3 menunjukkan grafik efektifitas pada pengukuran DEC untuk berbagai jenis *water sprayer* dan terlihat bahwa grafik efektifitas yang dihasilkan pada tiap *sprayer* mempunyai gradien yang bergelombang. Pada pengujian hari pertama efektifitas tertinggi pukul 12.00 pada *water sprayer* dengan lubang 1, efektifitas terendah pada *water sprayer* 5 lubang pada pukul 16.00. Secara umum *water sprayer* lubang 1 mempunyai trend efektifitas 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 5. Grafik Efektivitas *Direct Evaporative Cooling* pengujian hari kedua.

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa efektifitas *sprayer* 1 lubang lebih tinggi dari *sprayer* 5 lubang dan 7 lubang. Pada pengujian hari kedua efektifitas tertinggi pada *sprayer* 1 pada pukul 12.00 mencapai 90%, *sprayer* 5 lubang 80% dan 7 lubang 75%.



Gambar 6. Grafik Efektifitas *Direct Evaporative Cooling* Pengujian hari ketiga.

Pada Gambar 5 menunjukkan grafik efektifitas pada pengujian hari ketiga. Terlihat efektifitas tertinggi pada pengujian *sprayer* 1 lubang pada jam 11.00 yang mencapai 90%. Pada jam 12.00 untuk semua *sprayer* mengalami penurunan performa. Ini dikarenakan kondisi cuaca yang mempunyai kelembaban lingkungan cukup tinggi sehingga temperatur bola basah udara masuk *direct evaporative cooling* yang tinggi menyebabkan penurunan temperatur keluaran *direct evaporative cooling*. Dari keseluruhan *water sprayer* lubang 1 mempunyai efektifitas yang baik dibandingkan 2 *spreyer* lainnya seperti pada grafik diatas dimana mempunyai efektifitas yang tinggi untuk setiap jamnya dibanding *sprayer* 5 dan 7 lubang.

3.2. Perbandingan Kondisi SNI dengan Kondisi Hasil Pengujian

Tabel 1. Perbandingan Antara Kondisi Kenyamanan SNI, ASHRAE dengan Hasil Pengujian

Parameter	DBT	RH
SNI	22,8 - 25,8°C	40%-60%
ASHRAE	23°C - 26°C	50%-70%
Pengujian ke 1	25,9°C - 28 °C	64,5% - 84,2%.
Pengujian ke 2	24,1°C - 26,3°C	79% - 87%
Pengujian ke 3	25,6°C - 27,5°C	69% - 85%

Dari Tabel 1 dapat disimpulkan pengujian *direct evaporative cooling* menggunakan *water sprayer* dapat menghasilkan temperatur standar kenyamanan SNI dan ASHRAE pada kondisi tertentu, namun nilai kelembaban yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan standar SNI maupun ASHRAE. Pada tabel 1 temperatur dan kelembaban standar SNI dan ASHRAE yang dimaksud adalah kondisi ruangan sedangkan hasil pengujian ini temperatur dan kelembaban merupakan keadaan tepat di depan keluaran alat *direct evaporative cooling*. Nilai hasil temperatur dan kelembaban pada pengujian ini memiliki akurasi $\pm 1^{\circ}\text{C}$ dan $\pm 5\%$ sehingga temperatur dan kelembaban yang terbaca belum dipengaruhi oleh beban kalor dari lingkungan dan juga kesalahan pembacaan alat ukur sehingga apabila alat ini digunakan pada suatu ruangan yang memiliki beban kalor didalamnya maka temperaturnya akan naik dan kelembabannya akan turun. Kondisi seperti ini tidak dapat memenuhi kondisi kenyamanan standar SNI. Untuk mencapai kondisi standar dapat dilakukan dengan metode *evaporative cooling* lainya seperti menggunakan *indirect evaporative cooling* dan *desiccant cooling*.

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan dan eksperimen alat *direct evaporative cooler* dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Pengaruh dari variasi pemasangan jenis *water sprayer* terhadap *direct evaporative cooler* diperoleh bahwa efektifitas dari tiap-tiap jenis *water sprayer* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada masing-masing pengujian yang dilakukan karena rata-rata (*range*) nilai yang didapat pada setiap pengujian sama.
- 2) Efektifitas alat *direct evaporative cooling* yang tertinggi antara jam 11.00-14.00 pada setiap pengujian.
- 3) Temperatur dan kelembaban yang dapat dicapai alat *direct evaporative cooling* adalah $24,1^{\circ}\text{C}$ dan 84,2 %.

5. Daftar Pustaka

- [1] Jain, J.K., Hindoliya, D.A., 2011, " *Experimental performance of new evaporative cooling pad materials*" *Mechanical Engineering Department, Ujjain Polytechnic College, Ujjain (M.P.) 456010, India.*
- [2] Stoecker, W.F., Jones, J.W., 1989, " *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*", edisi ke-2. Alih bahasa Ir. Supratman Hara. Jakarta : Erlangga.
- [3] Wang, S.K., 2000, " *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*", 2nd edition, McGraw-Hill Companies, Inc.