

## PENGARUH DEBIT ALIRAN AIR TERHADAP EFEKTIFITAS PENGINAN EVAPORASI DENGAN KONTAK LANGSUNG TANPA MENGGUNAKAN BANTALAN PENDINGIN

\*Kharisma Syauqi Wildana<sup>1</sup>, Bambang Yunianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

\*E-mail: kharismasyauqiwildana@gmail.com

### 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 kelembabanya naik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh debit air pada *direct evaporative cooler*. Penelitian dilakukan dengan eksperimen. Variabel penelitian adalah debit air yang dispray dengan variasi 0,8 L/m, 1,2L/m dan 1,45L/m. 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 pengujian pendinginan *evaporative cooling* ini, dapat menghasilkan temperatur hingga 25,3 °C namun efektifitasnya rendah yaitu 56%. Sedangkan efektifitas tertinggi terjadi pada pengujian 1 pukul 13.00 pada variasi debit 1,2L/menit yaitu 80% dengan T lingkungan= 34,1 °C dan T *out*= 27,1 °C dan TWB=25,39. Dan rata-rata efektifitas terbaik dihasilkan pada variasi debit 1,2L/menit dan rata-rata efektifitas terburuk terjadi pada debit 0,8L/menit. Dan efektifitas tertinggi antara pukul 10.00-13.00.

*Kata kunci:* *direct evaporative cooling*, kelembaban relatif, DBT, 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 flow on the direct evaporative cooler. The study was conducted with the experiment. The research variables were water discharge variations dispray with 0.8 L/m, 1.2 L/m and 1.45 L/m. 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 results are used to calculate the effectiveness of evaporative cooler. The result of the calculation is shown in tables and graphs and analyzed based on existing theories. The results showed that the cooling evaporative cooling test, can produce temperatures up to 25.3 °C but lower at 56% effectiveness. While supreme effectiveness testing terjadi at 1 at 13:00 on discharge variation of 1.2 L/min of 80% with T = 34.1 oC environment and T out = 27.1 °C and TWB = 25.39. And the best average effectiveness resulting in variations in the discharge of 1.2 L/min and the average effectiveness worst happen to discharge 0.8 L/min. And the highest effectiveness between 10:00 to 13:00 pm*

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

### 1. PENDAHULUAN

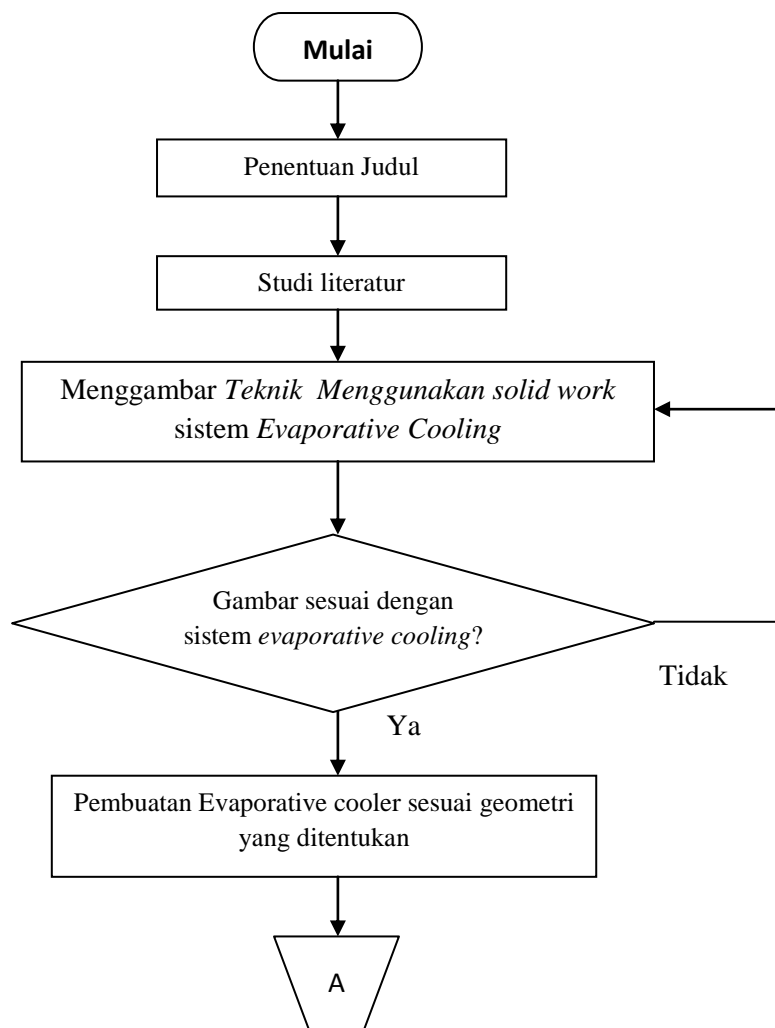
Teknik pengkondisian udara saat ini berkembang sangat maju dan digunakan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Pengkondisian udara untuk kenyamanan mengatur kondisi temperature, kelembaban, serta kebersihan udara yang dihasilkan. Dengan kondisi temperatur, kelembaban dan juga kebersihan yang tepat, pengkondisian udara tersebut dapat digunakan dan dimanfaatkan dengan baik. Hal ini disebabkan karena setiap pengkondisian udara untuk tujuan tertentu memiliki parameter yang berbeda-beda.

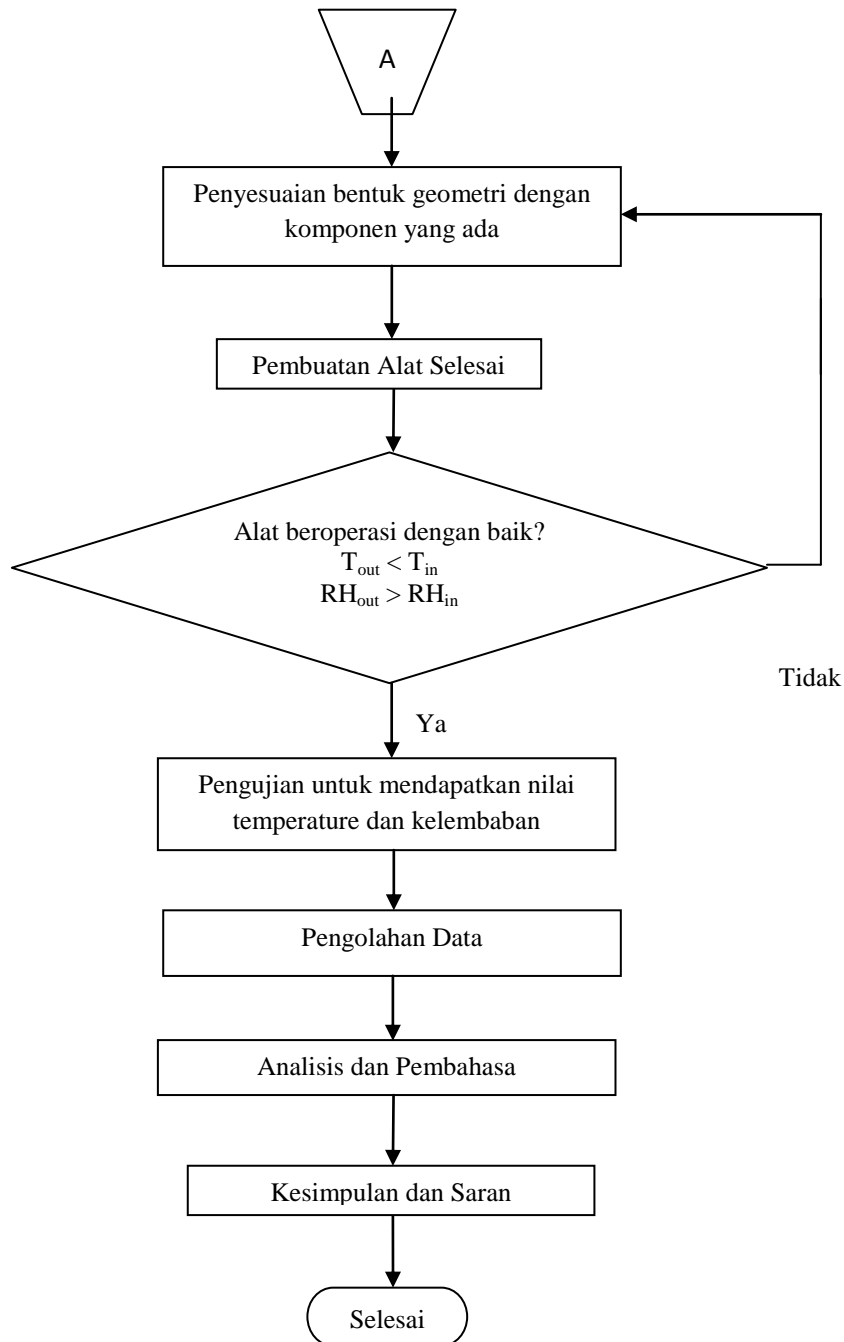
Teknologi *evaporative cooler* merupakan salah satu pengkondisian udara dengan menggunakan prinsip tertua, dimana udara didinginkan oleh proses evaporasi air [1]. *Evaporative cooling* dapat disebut penjenhuan adiabatik. Alat penjenhuan adiabatik adalah suatu peralatan yang mengalirkan udara melewati percikan/semprotan air[3]. Ada tiga tipe proses *evaporative cooling*, yaitu *direct evaporative cooling*, *indirect evaporative cooling*, dan *indirect-direct evaporative cooling*[2]. Dari ketiga proses tersebut memiliki hasil keluaran yang berbeda. Semakin panjang proses pada sistem *evaporative cooler* maka energi yang digunakan akan semakin besar, sebab komponen alat yang digunakan semakin banyak. Namun temperatur, kelembaban serta kebersihan udara yang dihasilkan lebih sesuai dengan kenyamanan.

Pada penelitian ini, menggunakan metode *direct evaporative cooling* dimana udara dialirkan pada *ducting* kemudian udara di kontakkan langsung dengan air yang dispry melalui nosseel. 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.

Adapun penelitian ini bertujuan pertama untuk Mengetahui pengaruh debit *sprayer* air terhadap prestasi *evaporative cooling* yang ditunjukkan pada efektifitas *evaporative cooling*. Kedua Mengetahui waktu terbaik dari prestasi *evaporative cooling*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN





**Gambar 1.** Flowchart Penelitian

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]:

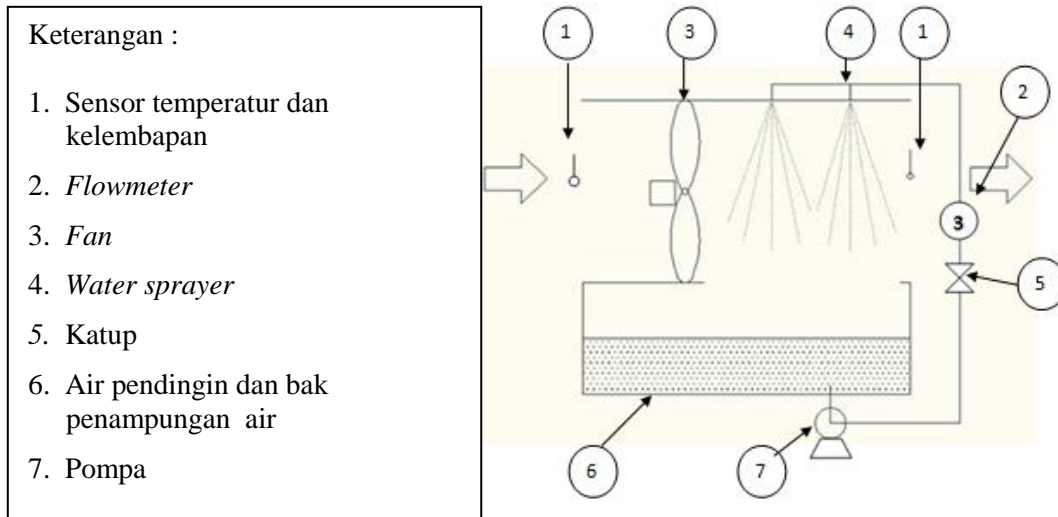
$$\varepsilon_{sat} = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_w}$$

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

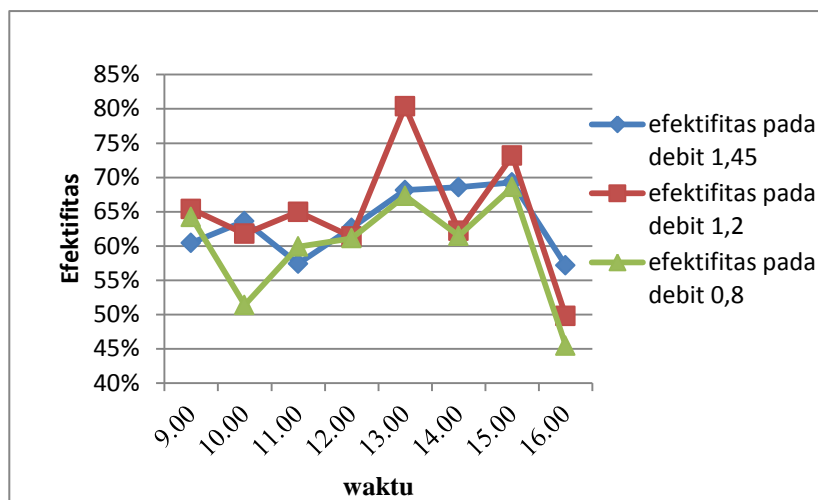


Gambar 2. Skema Alat-Alat Uji Efisiensi *Evaporative cooler*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

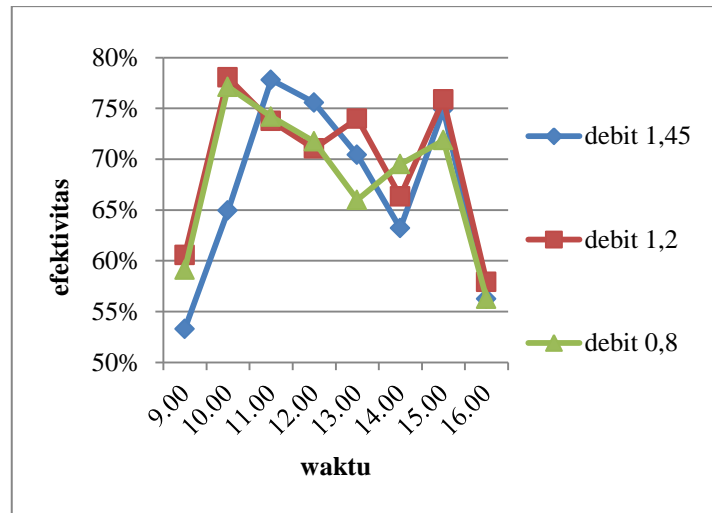
#### 3.1 Grafik Hubungan Temperatur, Kelembaban dan Efisiensi Terhadap Waktu

Pengujian dilakukan di samping laboratorium thermofluid mulai pukul 09.00 – 16.00 WIB. Pengujian dilakukan di ruang terbuka yang tidak terkena langsung radiasi sinar matahari. Pengambilan data dilakukan setiap 1 jam sekali.



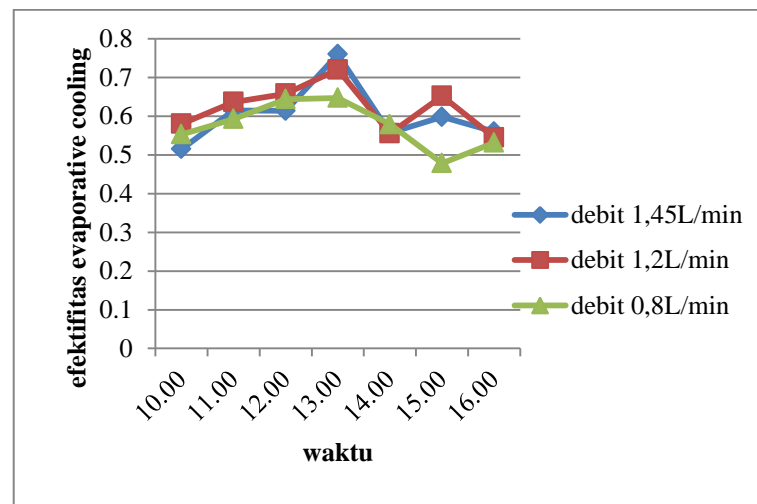
Gambar 3. Grafik Efektifitas *Evaporative Cooling* pengujian 1

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa efektifitas atau efisiensi tertinggi pada pengujian tanggal ini adalah pada pukul 13.00 pada variasi debit 1,2 L/min. efisiensi terendah ada pada debit 0,8 L/min pada pukul 16.00. Dan rata-rata efisiensi tertinggi di capai pada debit 1,2 L/min. Dan efisiensi rata-rata terendah pada variasi debit 0,8 L/min.



Gambar 4. Grafik Efektifitas *Evaporative Cooling* penguujian 2

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa efektifitas atau efisiensi tertinggi pada penguujian 2 ini adalah pada pukul 10.00 WIB pada variasi debit 1,2 L/min. Dan efisiensi terendah ada pada debit 1,45 L/min pada pukul 09.00. Dan rata-rata efisiensi tertinggi di capai pada debit 1,2 L/min. Dan efisiensi rata-rata terendah pada variasi debit 0,8 L/min.



Gambar 5. Grafik Efektifitas *Evaporative Cooling* Penguujian 3

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa efektifitas atau efisiensi tertinggi pada penguujian tanggal 13 november 2013 ini adalah pada pukul 13.00 pada variasi debit 1,45 L/min. Dan efisiensi terendah ada pada debit 0,8 L/min pada pukul 15.00. Dan rata-rata efisiensi tertinggi di capai pada debit 1,2 L/min. Dan efisiensi rata-rata terendah pada variasi debit 0,8 L/min.

### 3.2 Perbandingan Kondisi SNI dengan Kondisi Hasil Pengujian

Tabel 1. Perbandingan antara kondisi kenyamanan SNI dengan hasil pengujian

Parameter	DBT	RH
SNI	22,8-25,8°C	40%-60%
Penguujian 1	25,6°C -27,9°C	71%-87%
Penguujian 2	25,5°C -27,7°C	76%-86%
Penguujian 3	25,3°C -26,9°C	72%-85%
ASHRAE	23°C -26°C	50%-70%

Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa pada pengujian *direct evaporative cooling* dengan menggunakan *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. Kembali pada tabel 1 temperatur dan kelembaban standar SNI dan ASHRAE yang dimaksud adalah kondisi ruangan. Sedangkan hasil pengujian ini temperatur dan kelembabanya merupakan keadaan tepat didepan keluaran alat *direct evaporative cooling*. Dan juga nilai hasil temperatur dan kelembaban pada pengujian ini memiliki akurasi  $\pm 1$  °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 kelembabanya akan turun. Kondisi seperti ini tidak dapat memenuhi kondisi kenyamanan standar SNI. Untuk mencapai kondisi standar, dapat dilakukan dengan metode *evaporative cooling* lainnya seperti menggunakan *indirect evaporative cooling* dan *desiccant cooling*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan dalam pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa Pada pengujian pendinginan *evaporative cooling* ini, Nilai efektifitas fluktuatif pada setiap waktu pengukuran dikarenakan kondisi temperatur dan kelembaban lingkungan yang tidak dikondisikan, namun rata-rata efektifitas terbaik dihasilkan pada variasi debit 1,2L/menit dan rata-rata efektifitas terburuk terjadi pada debit 0,8L/menit dengan efektifitas tertinggi terjadi antara pukul 10.00WIB-13.00WIB.

#### 5. REFERENSI

- [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] Wang, S.K., 2000, " *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*", 2nd edition, McGraw-Hill Companies, Inc
- [3] Stoecker, W.F., Jones, J.W., 1989, " *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*", edisi ke-2. Alih bahasa Ir. Supratman Hara. Jakarta : Erlangga