

PENGARUH LAJU ALIRAN AIR SISTEM *EVAPORATIVE COOLING* TERHADAP TEMPERATUR SISTEM MESIN PENGKONDISIAN UDARA

David Jenvrizen¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

Laboratorium Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹davidjenvrizen@ymail.com, ²azridjal.aziz@gmail.com, ³rahmat.iman@yahoo.com

Abstract

Evaporative Cooling is an air conditioning system that uses water to cool and add moisture or humidity in the air flow, so ball temperature is dry become cooler before experience sublimate process. Media temperature change influence coolant to water debit change which is if water temperature the greater, therefore resulting water debit will get little conversely if water temperature gets little, therefore resulting water debit will be even greater. Media temperature change influence water cooler to its air humidity if coolant media temperature the greater therefore resulting air humidity also the greater too. On this research streaming debit that result effectiveness at the best which is in a row 1,2, 1,04, and 0,8 liters / minutes. Besides with marks sense purpose increase *evaporative cooling* can make kompresor's charges gets demulcent.

Keywords : Evaporative Cooling, Condenser, Relative Humidity, Power Compression.

1. Pendahuluan

Mesin pengkondisian udara merupakan salah satu mesin konversi energi, dimana sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pendinginan. Di sisi lain, panas dibuang oleh sistem ke lingkungan untuk memenuhi prinsip-prinsip termodinamika agar mesin dapat berfungsi. Panas dari kondensor yang terlepas ke lingkungan biasanya terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan [1].

Dasar pemikiran teknologi *evaporative cooling* berawal dari konsep pendinginan udara dengan media air. Dimana *evaporative* merupakan komponen *refrigerasi* yang berfungsi untuk memindahkan panas dari udara, air atau obyek lainnya dengan cara menyerap kalor untuk proses penguapan *refrigeran*. Penelitian tentang perubahan temperatur media pendingin pada *direct evaporative cooling* pada sistem pendinginan bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur media pendingin terhadap *efektivitas* pendinginan, perubahan debit air dan terhadap kelembaban udara. Hal ini akan mengarah pada pemahaman tentang pengaruh beban kerja pendingin terhadap

temperatur ruang dan dapat mengetahui *output* pendinginan yang disebabkan oleh pengaruh perubahan temperatur media pendingin

Sistem pendingin atau *refrigerasi* merupakan proses pelepasan kalor dari suatu sistem dengan cara penurunan temperatur dan pemindahan panas ke sistem lainnya. Sistem pendingin dimaksudkan untuk memberikan rasa nyaman dan segar, baik di perumahan, perkantoran, dan industri. Terdapat beberapa sistem pendingin yang digunakan namun sistem pendingin kompresi uap merupakan pendinginan yang umum digunakan karena mudah diterapkan dan mudah dianalisa keefektifannya. Sistem ini terdiri dari *kompresor*, katup *ekspansi*, *kondensor* dan *evaporator* [2]

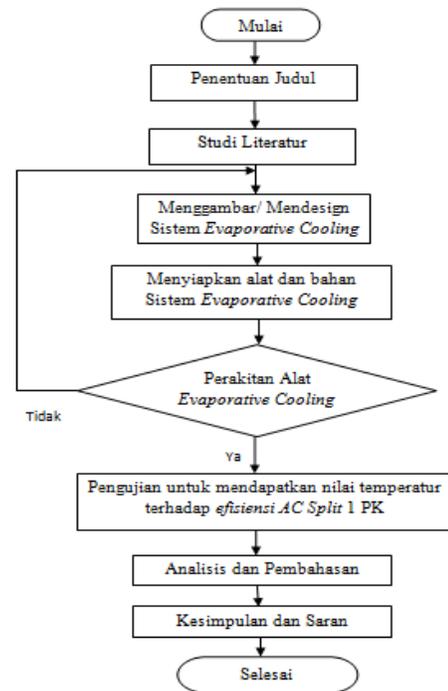
Seperti pada penelitian sebelumnya Wildana dan Yuniyanto (2014), melakukan penelitian dengan *eksperimen* teknologi *evaporative cooling* berawal dari konsep pendinginan udara dengan media air. Dimana udara didinginkan dengan cara mengkontakkan langsung antara air dan udara, sehingga terjadi perpindahan 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 cooling*. Penelitian dilakukan dengan *eksperimen*. Variabel penelitian yang digunakan adalah debit air dengan variasi (0.8, 1.2 dan 1.45) L/menit. 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 cooling*. 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 pada variasi debit 1,2 L/menit yaitu 80% dengan $T_{lingkungan} = 34,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $T_{out} = 27,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $TWB = 25,39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan dalam pengujian, dapat disimpulkan bahwa pada pengujian pendinginan *evaporative cooling*, nilai *efektifitas fluktuatif* pada setiap waktu pengukuran dikarenakan kondisi temperatur dan kelembaban lingkungan yang tidak dikondisikan.

2. Metode.

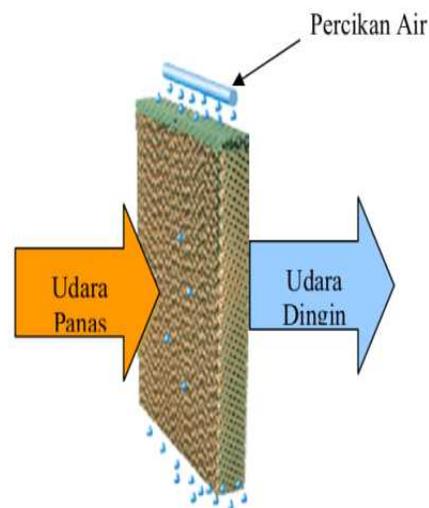
Pada penelitian menggunakan metode *eksperimental*. Metode *eksperimental* yang dilakukan adalah dengan menggunakan sistem *evaporative cooling* pada AC Split 1 PK dengan pemberian beban berupa bola lampu pijar sebesar 2000 W, sehingga kita dapat mengetahui pengaruh laju aliran air sistem *evaporative cooling* terhadap temperatur sistem mesin pengkondisian udara. Proses pengambilan data dilakukan dengan membandingkan temperatur udara masuk dan temperatur udara keluar dengan menggunakan media air sebagai pendingin pada *evaporative cooling*.

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



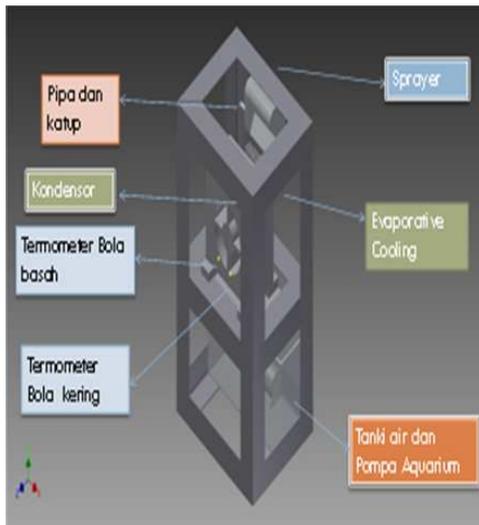
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Dan pada gambar 2 dibawah ini merupakan skema pendinginan *evaporative cooling*.



Gambar 2. Skema Pendinginan *Evaporative Cooling* (Sunarwo, 2011).

Dan pada gambar 3 merupakan skema alat pengujian *evaporative cooling* pada *AC Split* 1 PK.



Gambar 3. Skema Alat Pengujian *Evaporative Cooling* Pada *AC Split* 1 PK

Peralatan atau unit mesin pendingin yang digunakan dalam pengujian ini adalah mesin pengkondisian udara (*AC Split*) dengan kapasitas 1 PK dan *refrigeran* yang digunakan adalah *hidrokarbon*. Alat unit mesin pendingin dipasang menggunakan penambahan sistem *evaporative cooling* pada kondensor, dimana *evaporative* merupakan komponen *refrigerasi* yang berfungsi untuk memindahkan panas dari udara, air atau obyek lainnya dengan cara menyerap kalor untuk proses penguapan *refrigeran* yang dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 Alat Penggunaan *Evaporative Cooling* Pada *AC Split* 1 PK.

Pengujian ini menggunakan *room air conditioner* yang memiliki tegangan 220 volt diberi beban pendingin dengan menggunakan lampu pijar sebesar 2000 Watt seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. *Room Air Conditioner*.

Sebelum pengujian maka dilakukan pemeriksaan kebocoran terhadap instalasi mesin pengkondisian udara. Dalam pemeriksaan kita harus melakukan pemvakuman pada mesin pengkondisian udara. Dan apabila tekanan mengalami kenaikan setelah pemvakuman, maka dilakukan pemeriksaan dengan alat *leak detector* dan dengan busa sabun yang dioleskan ke permukaan instalasi. Ketika tidak ada kebocoran pada instalasi maka dilakukan pengisian *refrigeran*.

Adapun prosedur uji kinerja mesin pengkondisian udara dilakukan sebagai berikut :

1. Pastikan alat sudah terpasang semua.
2. Mesin pengkondisian udara dihidupkan dengan menyambungkan ke sumber arus dan menghidupkan *evaporator* pada ruang uji dengan temperatur 16 °C pada *remote*.
3. Pengambilan data uji kinerja sesuai dengan parameter yang diinginkan.
4. Pencatatan setiap 5 menit selama 120 menit.
5. Setelah selesai matikan *evaporator* diruang uji dan ditarik dari sumber arus.

Dalam Penelitian ini, data yang diperlukan untuk mendukung perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Temperatur keluar kompresor (T_1).
2. Temperatur evaporator in (T_4).
3. Temperatur evaporator out (T_5).
4. Temperatur ruang uji (T_8).
5. Temperatur didepan kondensor (T_9).
6. Temperatur didalam evaporator (T_{10}).
7. Temperatur lingkungan.
8. Tekanan kompresor (P_1).
9. Tekanan evaporator in (P_4).
10. Tekanan evaporator out (P_5).
11. Temperatur bola basah dan bola kering yang masuk dan keluar pada kondensor
12. Tegangan.
13. Arus listrik.

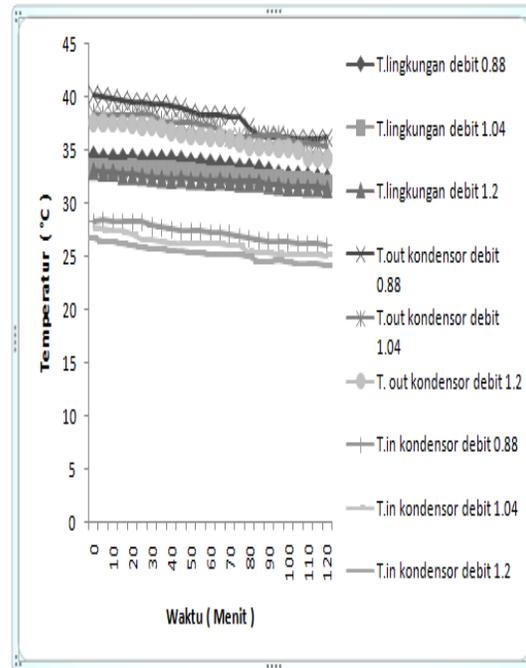
Setelah data diperoleh maka akan ditabulasikan dan dilakukan perhitungan sesuai prinsip-prinsip termodinamika yang berlaku, sehingga kita dapat melihat pengaruh hasil pengujian *evaporative cooling* terhadap temperatur sistem mesin pengkondisian udara. Kemudian data tersebut diolah dengan *microsoft excel* sehingga *out put* yang didapat berbentuk grafik dengan perbandingan :

- 1) Perbandingan Grafik T_{in} dan T_{out} Pada Kondensor ($^{\circ}C$).
- 2) Tekanan kompresor terhadap waktu.
- 3) Tekanan kompresor dan evaporator.

3. Hasil

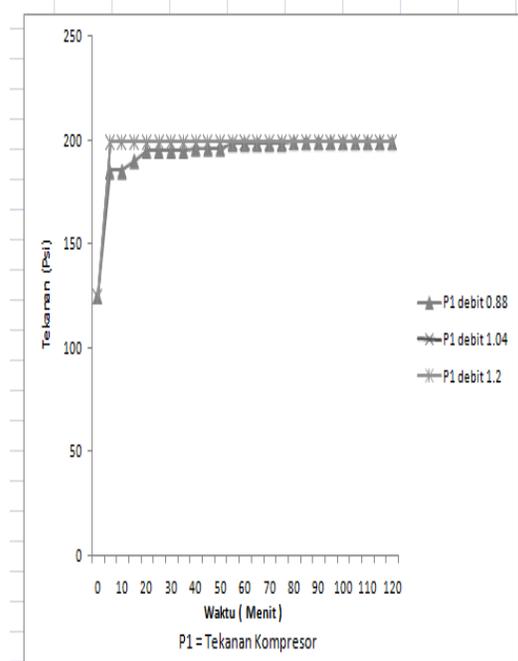
Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada hari Sabtu, 30 Mei 2015. Pengujian dengan debit 0,88 liter/menit dilakukan pada pukul 09.00 - 11.00 Wib, pengujian dengan debit 1,04 liter/menit pada pukul 13.00 - 15.00 Wib, dan pengujian dengan debit 1,2 liter/menit pada pukul 16.00 – 18.00 Wib. Beban pendinginan yang digunakan dalam pengujian *evaporative cooling* menggunakan beban berupa lampu bola pijar sebesar 2000 W. Dan pada hasil pengujian kita akan melihat pengaruh laju aliran air sistem *evaporative cooling* terhadap temperatur sistem mesin pengkondisian udara.

3.1 Perbandingan Grafik T_{in} dan T_{out} Pada Kondensor.



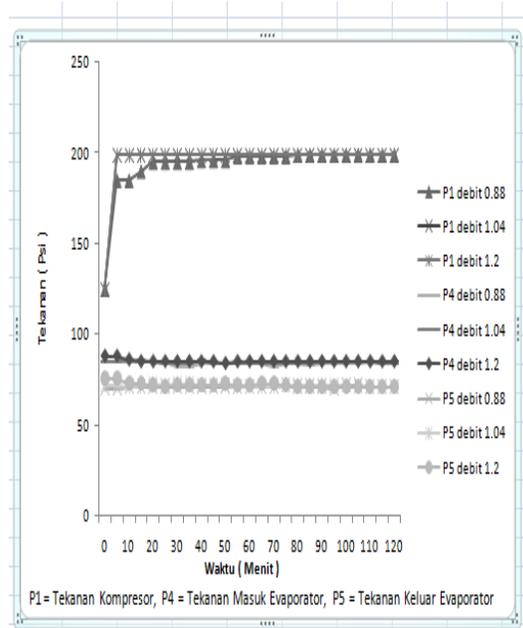
Gambar 6. Grafik T_{in} dan T_{out} Kondensor.

3.2 Grafik Tekanan Kompresor.



Gambar 7. Grafik Tekanan Kompresor.

3.6 Grafik Tekanan Kompresor dan Tekanan Evaporator.



Gambar 8. Grafik Tekanan Kompresor dan Tekanan Evaporator.

4. Pembahasan

4.1 Perbandingan Grafik T_{in} dan T_{out} Pada Kondensor

Hasil pengujian grafik T_{in} dan T_{out} pada kondensor menunjukkan bahwa adanya perubahan pada temperatur masuk pada kondensor setelah melewati proses *direct evaporative cooling* dimana udara dibawa dan bersinggungan dekat dengan air untuk mendinginkan udara hingga suhu *wet bulb*. Udara didinginkan langsung dengan dikontakkan dengan media basah atau *dispray* dengan air. Pelepasan *kalor laten* pada proses penguapan dari udara yang didinginkan secara langsung lebih rendah dari pada temperatur udara sekitar.

4.2 Grafik Tekanan Kompresor.

Pada grafik kita dapat melihat hasil pengujian yang menggunakan sistem *evaporative cooling* dengan variasi debit 0,88, 1,04, 1,2 liter/menit yang diberi beban pendingin sebesar 2000 W mencapai tekanan kompresor rata-rata 193,6 Psi pada

debit 0,88 liter/menit. Dan pada grafik kita dapat melihat tekanan kompresor lebih rendah dengan debit 0,88 liter/menit. Hal itu disebabkan karena besarnya tekanan parsial uap air yang terjadi oleh temperatur air tersebut.

4.3 Grafik Tekanan Kompresor dan Tekanan Evaporator.

Hasil pengujian pada mesin pengkondisian udara yang menggunakan sistem *evaporative cooling* dengan variasi debit 0,88, 1,04, 1,2 liter/menit yang diberi beban pendingin sebesar 2000 W dengan debit 0,88 liter/menit mencapai tekanan kompresor rata-rata pada 193,36 Psi, tekanan masuk evaporator 84,08 Psi, dan tekanan keluar evaporator 71 Psi. Dengan debit 1,04 liter/menit mencapai tekanan kompresor rata-rata pada 196,04 Psi, tekanan masuk evaporator 84,56 Psi, dan tekanan keluar evaporator 71,72 Psi. Dengan debit 1,2 liter/menit mencapai tekanan kompresor rata-rata pada 196,04 Psi, tekanan masuk evaporator 85,24 Psi, dan tekanan keluar evaporator 72,12 Psi. Jadi dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan penggunaan sistem *evaporative cooling* dapat membuat beban kompresor semakin ringan. Hal itu disebabkan karena besarnya tekanan parsial uap air yang dihasilkan temperatur air tersebut.

5. Simpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan dalam pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan adanya penggunaan sistem *evaporative cooling* pada *AC Split* 1 PK dapat menurunkan temperatur masuk dan temperatur keluar pada kondensor sampai $26,1^{\circ}\text{C}$ pada debit 1,2 liter/menit.
2. Pengaruh perubahan temperatur media pendingin terhadap perubahan debit air yaitu jika temperatur air semakin besar, maka debit air yang dihasilkan akan semakin kecil dan sebaliknya jika

- temperatur air semakin kecil, maka debit air yang dihasilkan akan lebih besar.
3. Pengaruh perubahan temperatur media pendingin air terhadap kelembaban udara ialah jika temperatur media pendingin semakin besar maka kelembaban udara yang dihasilkan juga semakin besar pula. Hal itu disebabkan karena besarnya tekanan parsial uap air yang terjadi oleh temperatur air tersebut.
 4. Pada penelitian ini debit aliran yang menghasilkan efektifitas paling baik yaitu berturut-turut 1,2, 1,04, dan 0,8 liter/menit.
 5. Dan dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan penggunaan *evaporative cooling* dapat membuat beban kompresor semakin ringan.

Daftar Pustaka.

- [1] Wildana Kharisma Syauqi dan Yunianto Bambang. 2014. Pengaruh Debit Aliran Air terhadap Efektifitas Pendinginan *Evaporasi* dengan Kontak Langsung tanpa menggunakan Bantalan Pendingin. *Jurnal Teknik Mesin S-1* : 154-159.
- [2] Sunarwo. 2011. Pembuatan dan Pengujian *Evaporative Cooling*. *Jurnal Teknik Energi* : 31-34.
- [3] Stoecker W.F., Jones J.W., 1982, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Airlangga, Jakarta.
- [4] Putra Toni Dwi dan Finahari Nurida. 2010. Pengaruh Perubahan Temperatur Media Pendingin pada *Direct Evaporative Cooler*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* : Vol.3, No.2.
- [5] Aglawe.K.R, Matey M.S, Gudadhe N.P. 2013. *Experimental Analysis of Air Conditioner using Evaporative Cooling*. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* : 2278-0181.
- [6] Bhima, Arya.S. 2014. Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida dengan Kondensor *Dummy* Tipe *Trombone Coil* sebagai *Water Heater*. Skripsi Sarjana. Program

Studi Teknik Mesin Program Sarjana UNRI.

- [7] Sumanto. 2004. *Dasar-Dasar Mesin Pendingin*, ITS Surabaya.