

Studi Eksperimental Performansi Pendingin *Evaporative Cooling Pads* Dengan Tapis Kelapa Dan Jerami

I Kadek Chris Setiawan, Hendra Wijaksana, I Nengah Suarnadwipa
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Di Bali banyak industri restoran yang menggunakan sistem AC yang berdampak pada pemborosan penggunaan energi listrik, sehingga penggunaan sistem evaporative sangat tepat untuk mendinginkan ruangan semi outdoor dan juga hemat energi. Evaporative cooling merupakan proses pendinginan. Cooling pads digunakan untuk meningkatkan bidang kontak antara udara dan air. Dalam penelitian ini jerami dan tapis kelapa digunakan sebagai bahan pads. Pengujian dilakukan untuk mengetahui performansi pendingin evaporative cooling pads, yang meliputi penurunan temperatur bola kering udara, efektivitas pendinginan, kapasitas pendinginan, dan EER. Variabel yang diukur saat pengujian adalah temperatur air dengan suhu 10 °C dan 15 °C dan putaran 1 (1440) rpm, putaran 2 (1470) rpm, putaran 3 (1500) rpm. Dari penelitian didapat: penggunaan bahan pads tapis kelapa menghasilkan EER yang tinggi di bandingkan dengan jerami; semakin besar rpm yang digunakan akan menghasilkan penurunan bola kering udara, efektivitas pendinginan, kapasitas pendinginan, dan EER yang tinggi.

Kata kunci : evaporasi, pendinginan, suhu, pads

Abstract

In Bali many restaurant industries are using air-conditioning systems that have an impact on wasteful use of electrical energy, so the use of evaporative systems is perfect for cooling the semi-outdoor spaces and also saving energy. Evaporative cooling is a cooling process. Cooling pads are used to increase the contact area between air and water. In this study, straw and coconut filters are used as pads. The test is performed to determine the cooling pad evaporative cooling performance, which includes decrease of air ball dry temp, cooling effectivity, cooling capacity, and EER. The variables measured during the test were water temperature with temperature of 10 oC and 15 oC and circle 1 (1440) rpm, circle 2 (1470) rpm, circle 3 (1500) rpm. From the research it was found that the use of coconut husk pads produced a high EER compared to straw; the greater the used rpm will result in decreased dry air ball, cooling effectiveness, cooling capacity, and high EER.

Keywords: evaporation, cooling, temperature, pads

1. Pendahuluan

Indonesia beriklimkan tropis, sehingga pemakaian pendingin udara sangat dibutuhkan apalagi udara semakin panas. Suhu udara yang tinggi juga dapat menyebabkan setiap orang akan berkering, pusing, dan dehidrasi yang diakibatkan oleh berkurangnya cairan dalam tubuh manusia dengan jumlah yang besar karena telah menguap tanpa adapemasukan cairan pengganti. Dalam hal ini tidak bisa dipungkirlagibah wase bagian besar masyarakat Indonesia terutama masyarakat di provinsi Bali umumnya sector industry seperti hotel, rumah makan dan lain-lain sudah banyak yang memakai AC (*air conditioner*) maupun sistem pendingin evaporative.

Sistem evaporative ini bekerja dengan komponen fan (kipas) dan zat cair berupa air yang diteteskan dipermukaan pads. Sistem ini akan menyejukan dan mendinginkan udara sekitar sehingga suhu udara di sekitar akan terasa lebih sejuk dan sistem evaporative ini lebih efisien dibandingkan AC karena sistem ini tidak menggunakan daya yang besar untuk mengoperasikan sistem. Pada sistem ini *Evaporative cooling pads* merupakan bagian yang berfungsi sebagai filter dan media pendingin pada *evaporative cooler*, contohnya

evaporative cooling pads ada yang berbahan spon, kayu, asbes. *Evaporative cooling pads* yang baik mempunyai pori-pori dan mampu menyerap air dengan baik. Sehingga mampu menghasilkan pendinginan yang baik pada *evaporative cooler*.

(T. Gunhan) [1] juga melakukan penelitian terhadap pendingin evaporative cooling yang berjudul "*evaluation of the suitability of some local materials as cooling pads*" dengan batu apung dan tuf vulkanik sebagai bahan material pad. Pada penelitiannya dihasilkan bahwa performansi pendingin dengan tuf vulkanik lebih baik di bandingkan batu apung.

Maka peneliti ingin menggunakan material lokal tapis kelapa dan jerami sebagai material *cooling pad* terhadap performansi sistem pendingin evaporative cooling. Karena bahan ini mudah di dapat dan murah serta memiliki kemampuan menyerap air yang baik, dan material pad juga dapat menahan air pendingin, dimana semakin besar panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air pada material pads, sehingga memberikan efek pendinginan yang lebih baik

2. Dasar Teori

2.1 Mengetahui *Evaporative Cooler*

Evaporative Cooler merupakan sebuah mesin pendingin yang menggunakan prinsip *evaporative cooling*. 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 dari panas sensible menjadi panas laten.

2.2 Faktor-faktoryang mempengaruhi pendinginan evaporative

Pertimbangan operasional

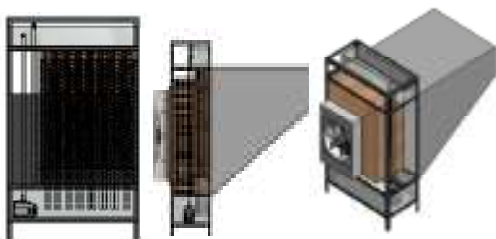
Hal ini sangat penting untuk menjaga bangunan seketat mungkin sehingga udara masuk dipaksa melalui *Pads*. Pastikan bahwa semua pintu dan bukaan lainnya terus ditutup kecuali ketika digunakan dan bahwa kesenjangan dalam penutup kaca disegel. Jika tidak, udara akan ditarik melalui lubang ini bukan melalui *cooling pad*. Efisiensi sistem kipas dan *cooling pad* tergantung pada udara yang bergerak melalui *Pads* pendingin. Posisi rumah dan orientasi pendinginan. Orientasi relatif untuk gedung rumah kaca atau bangunan lain dalam hubungannya dengan angin musim panas yang berlaku mempengaruhi efisiensi operasi. Pengaturan *Fan* harus ditentukan oleh lokasi gedung dan orientasi pendinginannya.

2.3 Karakteristik Bahan Evaporative cooling Pad

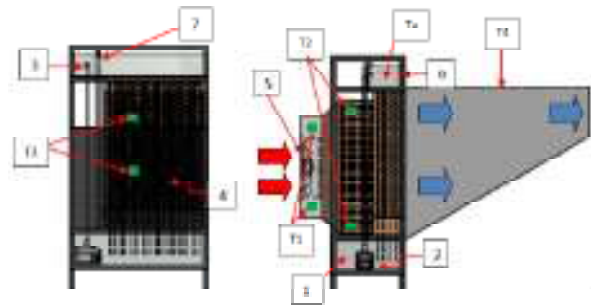
Menurut Martin Karpiscak[2] seorang peneliti di Arizona, sebuah *evaporative cooling pad* harus mempunyai Sifat penyerapan yang baik. Dalam hal ini bahan yang dapat menyerap air, bukan bahan yang kedap air, tidak reaktif terhadap bahan di sekitarnya, lebih kaku pada keadaan lembab, pori-pori bahan *evaporative cooling pad* tidak terlalu kecil sehingga dapat mengakibatkan penurunan tekanan.

3. Metode Penelitian

3.1 Pemodelan Pengujian



Gambar 5. Desain 3D pendingin Evaporative Cooler



Gambar 6. Model Skematik Pengujian

Keterangan gambar :

1. Water Tank.
2. Pompa.
3. Pipa *Water Distribution* .
4. Pads.
5. Fan.
6. Reservoir air pendingin
7. Pipa *Overload*

Thermometer :

T_a = Temperatur air saat pengujian.

T_1 = Temperatur udara masuk fan (udara sekitar).

T_2 = Temperatur udara masuk pads.

T_3 = Temperatur udara keluar pads.

T_4 = Temperatur udara ruang uji setelah proses

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data pada pengujian ini dengan memvariasikan beberapa parameter seperti :

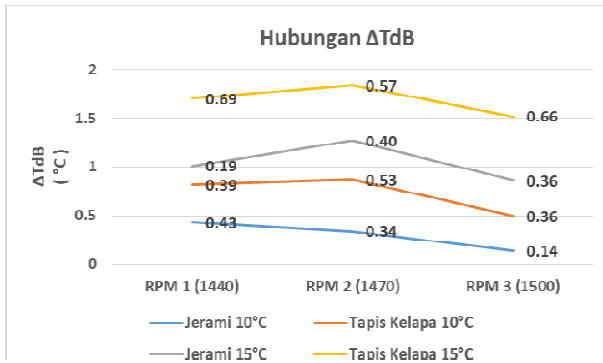
- a. Ketebalan pads: 28 ± 1 mm
- b. temperatur air : 10 ± 1 °C dan 15 ± 1 °C.
- c. Putaran fan: rpm 1 (1440), rpm 2 (1470) dan rpm 3 (1500)

4. Hasil Perhitungan dan Analisa Data

4.1 Data Hasil Penelitian

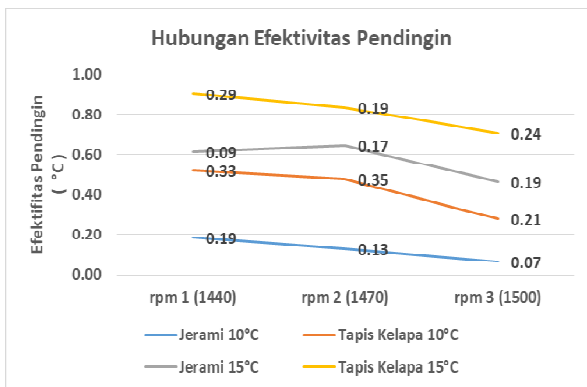
Pada pengujian yang telah dilakukan dapat dianalisa melalui grafik hasil plot perhitungan yaitu berupa besarnya : Penurunan Temperatur Bola Kering Udara (ΔT_{db}), Efektifitas Pendinginan (ϵ), Kapasitas Pendinginan (q_s), dan EER berdasarkan temperatur air dan rpm yang diuji dari masing – masing pads yang digunakan.

Penurunan Temperatur Bola Kering Udara(ΔT_{dB})



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Penurunan Temperatur Bola Kering Udara (ΔT_{dB}) Terhadap rpm pada pads jerami dan tapis kelapa pada temperatur air 10 °C dan 15 °C.

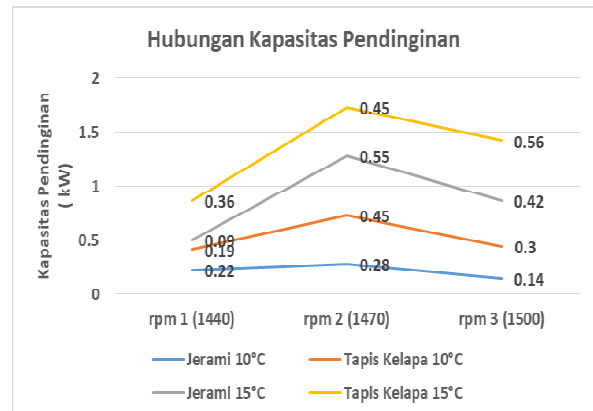
Pada Gambar 7 secara umum dapat kita lihat pada grafik di atas bahwa performansi pendinginan yang dihasilkan tapis kelapa lebih baik jika dibandingkan jerami dikarenakan daya serap tapis kelapa yang cenderung lebih baik daripada jerami. Kemudian apabila kita melihat hubungan penurunan temperatur dengan kecepatan rpm, semakin besar kecepatan udara yang dihembuskan ke dalam sistem cenderung menghasilkan penurunan temperatur yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan waktu proses pendinginan udara melalui pads cenderung lebih singkat.



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Efektivitas Pendinginan (ϵ) Terhadap rpm pada pads jerami dan tapis kelapa pada temp. air 10 °C dan 15 °C

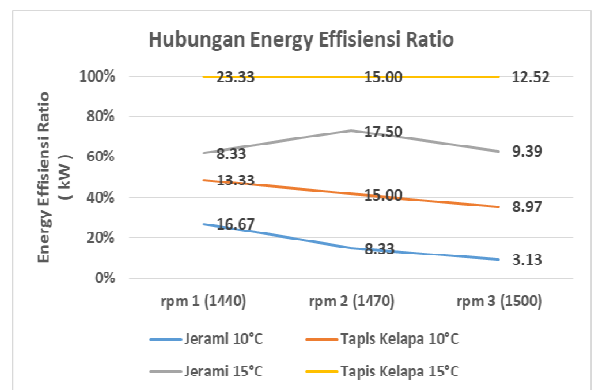
Pada Gambar 8 menunjukkan grafik dari Efektivitas Pendinginan (ϵ) pada pads jerami dan tapis kelapa terhadap rpm. Dapat disimpulkan bahwa efektivitas pendinginan yang terjadi pada pads tapis kelapa cenderung lebih tinggi dibandingkan jerami. Pada pads tapis kelapa temperature 10 °C mengalami peningkatan efektivitas dari putaran 1 ke putaran 2 namun mengalami penurunan pada putaran 3. Hal ini disebabkan pada temperatur 10 °C rpm 3 terjadi

penurunan temperatur bola basah pada sistem masuk pads demikian pula pada temperatur 15 °C pada rpm 2.



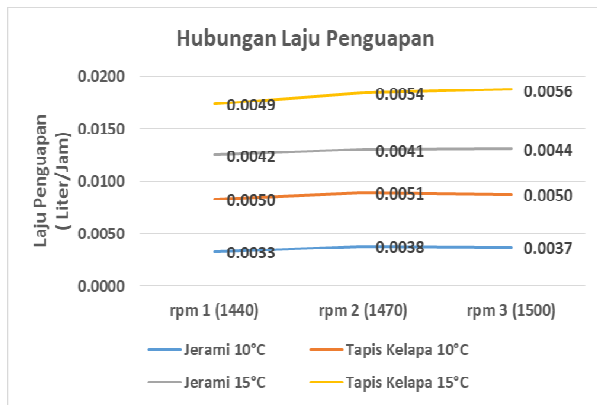
Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Kapasitas Pendinginan (q_s) Terhadap rpm pada pads jerami dan tapis kelapa pada temp. air 10 °C dan 15 °C

Pada Gambar 9 menunjukkan grafik dari kapasitas pendinginan (q_s) sepanjang rpm yang diuji dimana dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kapasitas pendinginan pada putaran 2 dan mengalami penurunan di putaran 3 pada pads jerami. Penurunan ini diakibatkan oleh daya serap yang rendah pada pads jerami yang cenderung lebih cepat mengalami penguapan/pads kering pada putaran 3. Bedanya dengan pads tapis kelapa yang lebih konsisten mengalami peningkatan kapasitas pendinginan sepanjang peningkatan rpm yang diuji. Dikarenakan daya serap tapis kelapa lebih baik dibandingkan jerami.



Gambar 10. Grafik Hubungan EER Terhadap rpm pada pads jerami dan tapis kelapa pada temp. air 10 °C dan 15 °C

Pada Gambar 10 menunjukkan grafik karakteristik EER sepanjang putaran yang diuji dimana dapat disimpulkan bahwa pada pads tapis kelapa temperature 10 °C dan 15 °C EER (Energy Efficiency Ratio) mengalami peningkatan seiring peningkatan rpm yang diuji. Berbeda dengan pads jerami yang cenderung mengalami penurunan.



Gambar 11. Grafik Laju penguapan pada jerami dan tapis kelapa rpm 1, 2 dan 3 pada Temperatur air 10 °C dan 15 °C.

Pada Gambar 11 menunjukkan grafik Laju Penguapan yang menggunakan bahan jerami dan tapis kelapa yang diuji, dimana temperatur air yang rendah menghasilkan laju penguapan air yang rendah pula. Hal ini yang terjadi dikarenakan temperatur air yang rendah (10°C) membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menguap bila dibandingkan dengan temperatur air yang lebih tinggi (15°C).

5. Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan di dapat hasil performansi pada *pads* jerami pada temperatur air 10°C mendapatkan hasil *EER* tertinggi pada putaran 1 (1440) rpm dan putaran 2 (1470) rpm. Sedangkan pada temperatur 15°C *EER* yang tertinggi dihasilkan pada putaran 2 (1470) rpm. Kemudian pada *pads* tapis kelapa *temperature* air 10°C, *EER* tertinggi di dapatkan pada putaran 2 (1470) rpm dan sedangkan pada temperatur 15°C mendapatkan hasil *EER* tertinggi pada putaran 3 (1500) rpm. Semakin baik daya serap bahan *pads* semakin baik pula performansi pendinginan, dalam hal ini *pads* tapis kelapa lebih baik bila di bandingkan jerami. Semakin tinggi rpm maka laju penguapan juga semakin tinggi, *EER* juga cenderung semakin tinggi. Kemudian semakin rendah temperatur air (10°C) maka semakin rendah laju penguapan yang terjadi dikarenakan temperatur air yang kecil membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menguap sehingga penguapannya menjadi lebih rendah di bandingkan dengan temperatur air yang lebih tinggi (15°C).

Daftar Pustaka

- [1] T. Gunhan; V. Demir; A.K. Yagcioglu (2007) "Evaporation of the Suitability of some Local Material as Cooling Pads"
- [2] Karpiscak, Martin; G.W. France, T.M. Babcock, and H. Johnson. (1994). Temperatur-Bola-Basah-dan-Kering.pdf