

RANCANG ALAT PENINGKATAN EFISIENSI PENDINGIN DIRECT EVAPORATIVE DENGAN ANYAMAN SERAT ALAM BATANG PISANG

Muhammad Mahmudi^{1*}, Moh. Mafatih Al Jinan²

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia

²Teknik Lingkungan Universitas Airlangga Surabaya

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Mulyorejo Surabaya

*email : muh.mahmudi@gmail.com

(Received: 21-01-2025; Reviewed: 22-01-2025; Accepted: 27-01-2025)

Abstrak

Pada era sekarang ini kenyamanan menjadi suatu kebutuhan hidup. Kenyamanan di dalam beraktivitas didapatkan dengan tersedianya lingkungan yang bersih, sejuk, dan bebas polusi. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat *cooling pad* berbahan yang ramah lingkungan yaitu serat alam batang pisang, sebagai pad untuk alat *evaporative cooler*, juga untuk mengetahui peningkatan efisiensi dan kelembapan relatif dari *cooling pad*. Penelitian dilakukan terhadap *cooling pad* yang dianyam dengan variasi anyaman vertikal horizontal berdasarkan kerapatan 3 mm, 5 mm, 8 mm. untuk fluida *air cooler* menggunakan air, kondisi udara di kisaran suhu 34°C – 40°C, *air cooler* dia ambil data dengan pengambilan data yang dilakukan pada waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit, Kerapatan 3mm uji 15 menit RH(%) adalah RH(%) = 49,80 %, Kerapatan 5mm uji 15 menit RH(%) adalah RH(%) = 41,80 %, Kerapatan 8mm uji 15menit RH(%) adalah RH(%) = 40,20 %, Nilai Kelembapan Udara (RH) pada penelitian pada *cooling pad* menunjukkan nilai yang ideal. Kelembapan relatif berada pada rentang 40% - 60% pada perhitungan rumus standart Kelembapan Relatif (RH) yang tercantum pada Perka BMKG Nomor 04 tahun 2016 tentang Pengamatan dan Pengelolaan Iklim

Kata Kunci: pendingin, serat alam, *evaporative cooler*, *cooling pad*

1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini suhu panas meningkat untuk mengendalikan suhu di pemukiman maupun industri adalah menggunakan pendingin udara atau AC (air conditioner) untuk menurunkan suhu udara, penggunaan AC dalam Kehidupan sehari hari membutuhkan kosumsi energi listrik yang sangat besar dan penggunaan freon yang sangat bahaya terhadap lapisan ozon jika tercampur dengan udara, untuk mendukung *go green* untuk dunia maka diperlukan solusi alternatif untuk menghemat energy yaitu menggunakan *evaporator cooling* untuk efisiensi energy listrik dan untuk pendinginan menggunakan media air untuk mendinginkan udara agar udara bisa segar di dalam sekala rumahan atau industri

Dalam melakukan proses kerja secara sederhana *evaporator cooling* adalah contoh seperti cara kerjanya kipas angin yang di beri *ice gell* atau uapan air di depannya dan udara yang di tiupkan akan menghasilkan udara yang dingin. Untuk cara kerja *evaporator cooling pad* berbahan dasar serat alam batang pisang yang menggunakan media air untuk pendinginan adalah kipas berkerja berputar menghisap udara panas dari luar dan meniupkan udara ke media pendingin yang berbentuk *cooling pad* yang di dinginkan oleh air yang disirkulasikan menggunakan pompa melalui pipa dan bagian pipa di atas *pad* di bentuk seperti shower air

mandi lalu air turun mengenai *pad* untuk di dinginkan dan keluarlah udara dingin dari *pad* untuk mendinginkan ruangan rumah atau industri sesuai keinginan yang diinginkan.

Untuk pengunaan *cooling pad* menggunakan dari bahan plastik atau dari kertas yang berbentuk *pad evaporator cooling*, untuk bahan *cooling pad* dari kertas untuk dikurangi karena berbahan dari kayu, pengunaan kayu yang banyak akan mengakibatkan hutan jadi gundul yang mengakibatkan terjadinya longsor dan banjir. Untuk itu di Indonesia banyak sekali bahan organik yang dapat di perbarui dan di manfaatkan untuk *pad* yang ramah lingkungan yang mudah di dapatkan untuk bahan *cooling pad*. kita manfaatkan bahan dari serat alam batang pisang yang di keringkan dibentuk *pad*, karena di Indonesia pisang di manfaatkan buah, daunnya saja dan untuk batang pisang masih minim pemanfaatannya, bisa sebagai sampah hasil pertanian pisang, dalam hasil penelitian ini kita memanfaatkan *pad* terbuat dari bahan serat alam pelepas pisang yang di anyam dengan menggunakan variasi kerapatan anyaman vertical horizontal, dengan variasi kerapatan 3mm, 5mm, 8mm. untuk penelitian penyerapan terhadap air sangat efektif di bandingkan bahan organik yang lain dan bahan bisa di perbarui dengan waktu yang singkat. Tujuan penelitian untuk menentukan pemanfaatan pengunaan *cooling pad* berbahan serat alam batang pisang sebagai bahan organik untuk *cooling pad*

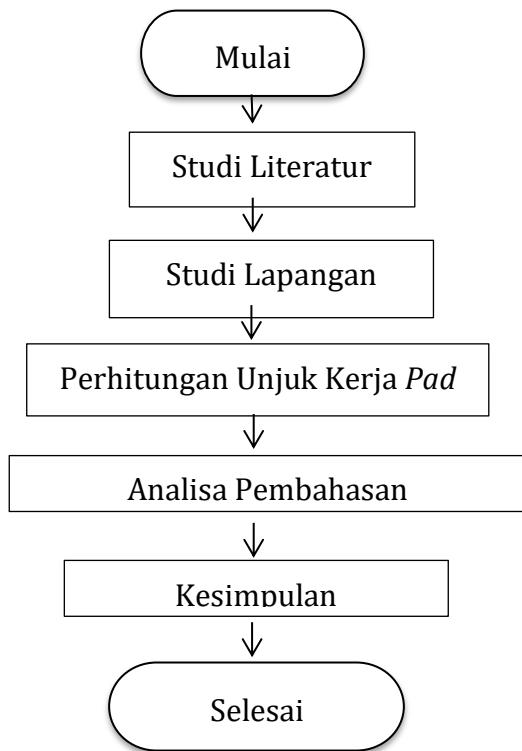
Pengertian *evaporative cooling* atau biasa juga disebut dengan sistem pendingin secara evaporasi adalah suatu sistem pendinginan yang mengandalkan proses pendinginan hawa yang mengalir melewati permukaan basah, sehingga permukaan sekitarnya jadi lebih rendah. Pendinginan tipe ini mengandalkan penguapan panas dengan penguapan kelembaban sebab kala air menguap, penguapan membutuhkan tenaga yang sangat besar sehingga kalor diserap dari hawa serta setelah itu temperatur hawa sekitarnya jadi turun. menyebutkan pendinginan evaporatif, yang secara teknis disebut juga pendinginan adiabatik, adalah AC dicoba dengan membiarkan kontak langsung dengan uap air sehingga terjalin pergantian panas sensibel jadi panas laten. Pada wilayah yang beriklim panas serta kering, pemakaian *evaporative cooling* bisa dilihat pada sebagian ataupun segala bangunan yang terdapat pada wilayah tersebut. Yunianto(2017) mengatakan di negara- negara yang bertemperatur besar dan dengan kelembaban rendah tersebut pengoperasian sistem pendingin evaporasi ini lebih diminati, karena jauh lebih hemat dari pada sistem pendinginan kompresi uap yang berbasis refrigeran CFC, perihal tersebut disebabkan tenaga yang digunakan hanya untuk menggerakan pompa air dan fan, sehingga sistem ini mampu menghemat hingga 70% energi yang digunakan.

Pengertian menurut Bucklin, R. A., et al 2 tipe temperatur ini sangatlah berarti bila mangulas tentang *evaporative cooling* yaitu, temperature udara kering (dry temperature) dan temperatur udara basah (wet temperature).

Dalam Pembagian *Evaporating Cooling* ada tiga jenis yang umum digunakan oleh kebanyakan orang, yang pertama adalah *direct evaporative cooling*, setelah itu *indirect evaporative cooling*, serta yang terakhir merupakan gabungan dari *indirect* serta *direct evaporative cooling*. Penjelasan jenis-jenis sistem *evaporative cooling*.

2. METODOLOGI

Penulis menggunakan metode percobaan atau eksperimen dalam menyelesaikan skripsi ini dimana penelitian yang dilakukan untuk mencari efektifitas dari variable tertentu terhadap variable yang lain dalam kondisi yang terkontrol untuk mencari kelembapan. Penulis akan melakukan percobaan atau eksperiment dengan menggunakan *pad* yang terbuat dari anyaman serat batang pisang dengan variabel kerapatan anyaman vertikal horizontal untuk mengetahui pengaruh suhu kelembapan yang akan dihasilkan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pembuatan Cooling Pad

Pad dari Serat alam Batang pisang dengan variabel kerapatan vertikal horisontal, Limbah batang pisang yang banyak ditemukan di area dekat persawahan maupun kebun-kebun warga yang dibiarkan membusuk ini, dapat diolah dan dimanfaatkan menjadi serat alam yang salah satunya dapat diolah menjadi bahan untuk membuat *cooling pad*.



Gambar 2. Bentuk Cooling Pad Anyaman Serat Batang Pisang Dengan Variasi Kerapatan
Vertikal Horizontal
Sumber: Dokumen Pribadi

Kelembaban relatif didefinisikan sebagai perbandingan fraksi molekul uap air di dalam udara basah terhadap fraksi molekul uap air jenuh pada temperatur dan tekanan yang sama, atau perbandingan antara uap air yang ada pada temperatur yang sama. Kelembaban relatif bisa dikatakan sebagai kemampuan udara untuk menerima kandungan uap air, sehingga semakin besar kelembaban relatifnya semakin kecil kemampuan udara tersebut untuk menyerap uap air.

Kelembaban ini dapat dirumuskan seperti:

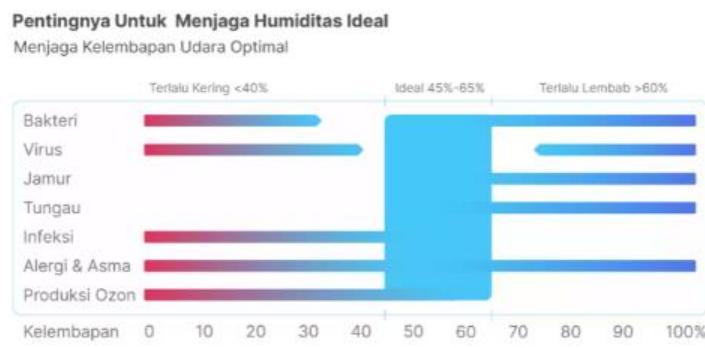
$$RH = Pw/Pws \times 100\%$$

dimana :

Pw= tekanan parsial uap air

Pws= tekanan jenuh uap air

(Stoeker dan Jones, 1989)



Gambar 3. Ilustrasi Kelembapan Relatif.

Sumber: www.higienis.com/blog/kelembapan-udara

Menjaga tingkat kelembapan yang ideal dan optimal antara 45% hingga 65% RH sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang nyaman dan sehat. Kelembapan rendah bisa berakibat kurang baik pada sistem respirasi kulit, serta kenyamanan secara universal. Sebaliknya, udara yang terlalu lembab dapat menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan jamur dan penyebaran alergi. Menjaga keseimbangan yang tepat adalah kunci utamanya dari kenyamanan.

Untuk mengetahui kelembaban relatif (RH) dapat dilihat pada *Psychometric Chart* atau dengan Rumus menghitung kelembaban relatif (RH) sebagaimana yang tercantum pada Perka BMKG Nomor 04 tahun 2016 tentang Pengamatan dan Pengelolaan Iklim di Lingkungan BMKG, yaitu:

$$E = 6,1 \times 10^{-7.5 \frac{TW}{(237.3+TW)}}$$

$$E_1 = E - 0,7947 \times 10^{-3} P_x (TT - TW)$$

$$E_2 = 6,111 \times 10^{-7.5 \frac{TT}{(237.3+TT)}}$$

$$RH = \frac{E_1}{E_2} \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dari *pad* dengan variasi kerapatan anyaman 3mm dengan durasi waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit dengan kecepatan angin konstan ditampilkan pada Tabel 1

Hasil pengujian dari *pad* dengan variasi kerapatan anyaman 5mm dengan durasi waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit dengan kecepatan angin konstan ditampilkan pada Tabel 2

Hasil pengujian dari *pad* dengan variasi kerapatan anyaman 8mm dengan durasi waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit dengan kecepatan angin konstan ditampilkan pada Tabel 3

Tabel 1 Data hasil penelitian anyaman berdasarkan kerapatan 3 mm

No	Waktu (menit)	Kondisi Udara Masuk		Kondisi Udara Keluar		v Udara (m/s)
		Tdb	Twb	Tdb	Twb	
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
1	5	35.6	29.6	31.6	29.6	3.3
2	10	35.6	29.7	31.1	29.7	3.3
3	15	35.6	29.9	30.9	29.9	3.3

Tabel 2 Data hasil penelitian anyaman berdasarkan kerapatan 5 mm

No	Waktu (menit)	Kondisi Udara Masuk		Kondisi Udara Keluar		v Udara (m/s)
		Tdb	Twb	Tdb	Twb	
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
1	5	35.6	28.0	29.3	28.0	3.3
2	10	35.6	28.1	29.5	28.1	3.3
3	15	35.6	28.3	29.6	28.3	3.3

Tabel 3 Data hasil penelitian anyaman berdasarkan kerapatan 8 mm

No	Waktu (menit)	Kondisi Udara Masuk		Kondisi Udara Keluar		v Udara (m/s)
		Tdb	Twb	Tdb	Twb	
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
1	5	35.6	27.6	28.2	27.6	3.3
2	10	35.6	27.5	28.4	27.5	3.3
3	15	35.6	27.4	28.5	27.4	3.3

Sebagai contoh data yang telah didapatkan dan ditampilkan pada Tabel diatas, akan dihitung dengan rumus **Perka BMKG Nomor 04 tahun 2016**, untuk mencari kelembaban relatif

$$E = 6,1 \times 10^{-7.5 \text{TW}/(237.3+\text{TW})}$$

$$E_1 = E - 0,7947 \times 10^{-3} \text{Px}(\text{TT}-\text{TW})$$

$$E_2 = 6,1110^{7.5 \text{TT}/(237.3+\text{TT})}$$

$$RH = \frac{E_1}{E_2} \times 100\%$$

$$E = 6,1 \times 10^{-7.5 \text{TW}/(237.3+\text{TW})}$$

$$= 6,1 \times 10^{-7.5 \cdot 29.6/(237.3+35.6)}$$

$$= 33,0336$$

$$E_1 = E - 0,7947 \times 10^{-3} \text{Px}(\text{TT}-\text{TW})$$

$$= 33,0336 - 0,7947 \times 10^{-3} \cdot 1013,25 \times (35,6-29,6)$$

$$= 28,2023$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= 6,1110^{7,5TT/(237,3+TT)} \\
 &= 6,1110^{7,5 \cdot 35,6 / (237,3 + 35,6)} \\
 &= 58,1328
 \end{aligned}$$

$$RH = \frac{E_1}{E_2} \times 100\%$$

$$= \frac{28,2023}{58,1328} \times 100\%$$

$$RH = 48,51\%$$

Tabel 4 : Data hasil penenelitian kelembaban relatif (RH) penelitian anyaman berdasarkan kerapatan 3 mm

No	WAKTU (menit)	Kondisi Udara		v Udara (m/s)	RH (%)
		Masuk	Keluar		
		Tdb (°C)	Twb (°C)		
1	5	35,6	29,6	3,3	48,5%
2	10	35,6	29,6	3,3	48,5%
3	15	35,6	29,9	3,3	49,8%

Tabel 5 :Data hasil penenelitian kelembaban relatif (RH) penelitian anyaman berdasarkan kerapatan 5 mm

No	WAKTU (menit)	Kondisi Udara		v Udara (m/s)	RH (%)
		Masuk	Keluar		
		Tdb (°C)	Twb (°C)		
1	5	35,6	28	3,3	41,8%
2	10	35,6	28	3,3	41,8%
3	15	35,6	28	3,3	41,8%

Tabel 6 :Data hasil penenelitian kelembaban relatif (RH) penelitian anyaman berdasarkan kerapatan 8 mm

No	WAKTU (menit)	Kondisi Udara		v Udara (m/s)	RH (%)
		Masuk	Keluar		
		Tdb (°C)	Twb (°C)		
1	5	35,6	27,6	3,3	40,2%
2	10	35,6	27,6	3,3	40,2%
3	15	35,6	27,6	3,3	40,2%

Kelembapan Relatif (RH) Pendingin *Evaporative* Langsung Dengan Menggunakan *Cooling Pad* Berbahan Serat Batang Pisang.

Pada Diagram 1 di bawah ini menunjukkan hubungan antara kelembapan relative (RH) dengan waktu *running* 15 menit pada pendingin *evaporative* langsung yang menggunakan *cooling pad* berdasarkan kerapatan anyaman 3mm, 5mm, 8mm.

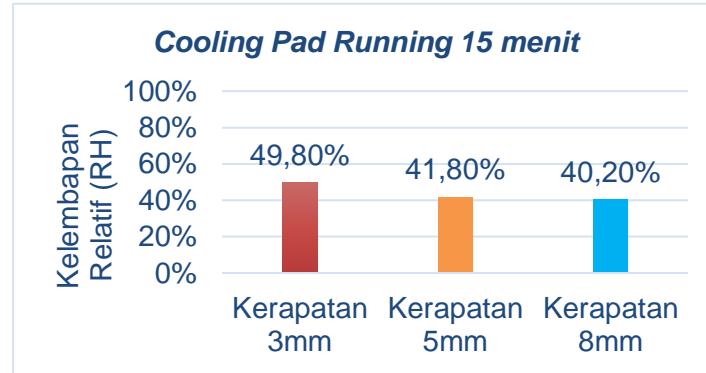


Diagram 1: Kelembapan Relatif (RH) *Cooling Pad* Berbahan Serat Batang Pisang Dengan Variasi Kerapatan Anyaman

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa penelitian pendingin *evaporative* langsung dengan menggunakan *cooling pad* berbahan serat batang pisang, maka didapat kesimpulan Kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

- Penggunaan *cooling pad* berbahan serat batang pisang dengan kerapatan anyaman 8mm mampu menurunkan suhu hingga 6,04°C
- Nilai Kelembapan Udara (RH) pada penelitian pada tabel 4, tabel 5, tabel 6, pada *cooling pad* dengan kerapatan anyaman 3mm, 5mm dan 8mm menunjukkan nilai yang ideal. Kelembapan relatif berada pada rentang 40% - 60% pada perhitungan rumus standart Kelembapan Relatif (RH) yang terdaftar di Perka BMKG Nomor 04 Tahun 2016 tentang Pengamatan dan Pengelolaan Iklim di Lingkungan BMKG
- cooling pad* berbahan serat batang pisang variasi lapisan kurang sehingga sebagian air kurang meresap pada pori-pori *pad*, *pad* yang diuji terbuat dari dua lapis

DAFTAR PUSTAKA

- Bucklin, R. A., J. D. Leary, D. B. McConnell, and E. G. Wilkerson. (2016). Pad and Fan Greenhouse System Evaporating Cooling. Florida: University of Florida.
- Climate - Something to Better Life(2024). Diakses pada 14 Januari 2024 dari <https://www.climate4life.info/2022/05/kalkulator-menghitung-kelembapan-relatif-udara-dan-suhu-titik-embun.html>
- Glanville, Paul, PE Aleksandr Kozlov, PhD, ScD Valeriy Maisotsenko, PhD, ScD. (2011). Dew point evaporative cooling: Technology review and fundamentals. Des Plaines, IL: ASHRAE.
- Higienis Indonesia. (2007). Diakses pada 14 Januari 2024 dari <https://www.higienis.com/blog/humidity-guide/>
- Nurul FitriA. and YendriD., "Rancang Bangun Pelembab Udara Ruangan (Humidifier) berbasis Mikrokontroler", chipset, vol. 4, no. 01, pp. 61-70, Apr. 2023.
- Palmer, J. D., P.E., C.E.M., NRG Engineering. (2002). Evaporative Cooling Design Guidelines, Greyridge Farm Court Stony Point, NY: Continuing Education and Development, Inc. 9.

- Permata, I Made Yudha, Hendra Wijaksana, dan Ketut Astawa. (2017). Analisa Performansi Cooling Pad dengan Penambahan Saluran Berbentuk Silinder dan Balok. Bali: Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA No. 301.
- Selrianus (2008) Perencanaan pembuatan cooling pad untuk evaporative cooler, Petra Christian University, Surabaya, Indonesia. <https://repository.petra.ac.id/13942/>
- Sunarwo.2016.Rancang Bangun Evaporative Cooling.Semarang : EKSERGI - Vol. 12, No. 1, Januari 2016;24-29, Politeknik Negeri Semarang.
- Thakur, BC, Dhingra, DP (1983). Parameters Influencing the Saturation Efficiency of an evaporative Rusten Cooler. UK: University of Glasgow College of Agriculture Bulletin. No.115.
- Yunianto, Bambang. 2017. Pengaruh Air Semburan terhadap Efektivitas Direct Evaporative Cooling Posisi Horisontal. Semarang: ROTASI – Vol. 19, No. 1, Januari 2017:12–17, Universitas Diponegoro.