

RANCANG BANGUN EVAPORATIVE COOLING

Sunarwo

Program Studi Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
 Jl. Prof Soedarto, S.H., Tembalang, Kotak Pos 6199/SMG, Semarang 503293
 Telp. 024-7473417, 024-7466420 (Huntig), Fax. 024-7472396

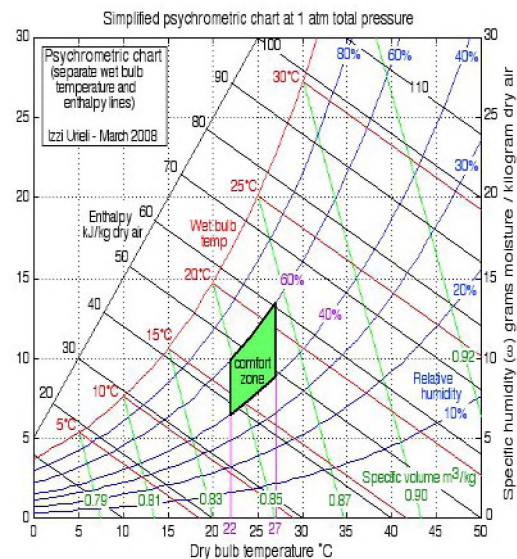
Abstrak

Tujuan dari rancang bangun ini adalah untuk mengkaji, menguji dan menganalisa kerja dari evaporative cooling (variasi temperatur air) itu sendiri. Dan juga untuk mengetahui apa pengaruhnya terhadap terhadap udara sekitar. Metode yang digunakan adalah menguji evaporative cooling dengan memvariasikan temperatur air yang digunakan dan jarak peletakan higrometer untuk mengetahui terdapat perubahan RH atau kelembapan terhadap udara sekitarnya. Hasil pengujian dengan temperatur air 28°C, 18°C, dan 10°C. dan juga jarak higrometer 10 cm, 15 cm dan 20 cm. didapatkan penurunan temperature bola kering paling besar dimana saat masuk 33,5°C dan keluar 26°C dengan RH dari 36,5% menjadi 71%, yang didapatkan pada tanggal 24 juni 2015 dengan jarak 10 cm.

Kata Kunci : Evaporative Cooling, kenaikan RH

Pendahuluan

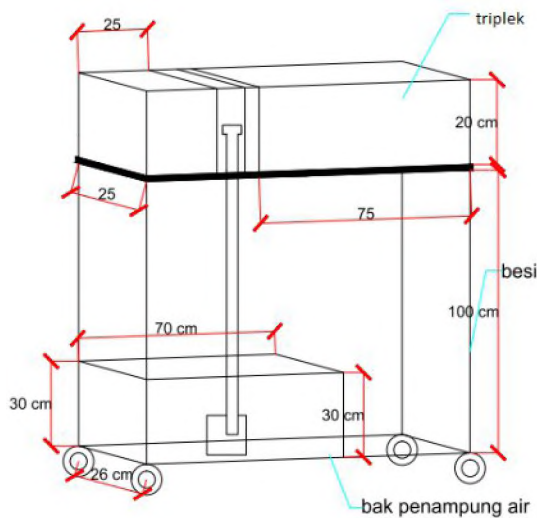
Makhluk hidup di bumi memerlukan kondisi yang nyaman untuk mereka tinggal, tak terkecuali manusia. Di zaman modern seperti ini manusia membutuhkan berbagai fasilitas dalam menunjang kehidupan mereka sehari-hari. Salah satu fasilitas yang sekarang menjadi kebutuhan yaitu bagaimana mengkondisikan udara untuk memperoleh kenyamanan. Nyaman yang dimaksud adalah kondisi udara disekitar mereka yang mana tidak terlalu dingin ataupun panas, dan juga dapat menjaga kelembapan kulit mereka. Kondisi yang disebut nyaman ada di kisaran suhu antara 22°C - 27°C dan juga pada RH (*relative humidity*) antara 40% - 60%. Sehingga perlu adanya pengkondisian udara, dimana adalah perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembapan, kebersihan dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang diperlukan oleh orang yang berada di dalam suatu ruangan.



Gambar 1. Diagram Psikrometrik Udara Nyaman

Tujuan dari rancang bangun evaporative cooling ini adalah merancang dan membuat model *evaporative cooling* serta mengkaji unjuk kerja *evaporative cooling*.

Metode penelitian



Gambar 2. Desain instalasi

Alat ini bekerja dengan cara air yang dimasukkan ke dalam bak atau tangki kemudian dipompakan menuju masukan nosel. Kemudian air disemprotkan melalui masukan nosel dan dikabutkan dengan tiupan angin dari fan yang masuk ke dalam ruang pencampuran udara. Didalam ruang pencampuran udara tersebut terjadi kontak antara uap air dingin dengan udara lingkungan yang masuk ke dalam ruang pencampur. Sehingga udara yang keluar dari ruang pencampur mempunyai kelembaban yang lebih tinggi daripada sebelum memasuki proses pencampuran dan udara dengan temperatur yang rendah dibandingkan dengan udara masuk.

Alat ini terdiri dari ruang pengkabutan dan rangka bawah. Ruang pengkabutan terbuat dari triplek, ini berguna sebagai isolasi agar air yang mengabut tidak meresap dan luber kemana-mana. Sedangkan rangka bawah terbuat dari rangka besi ini berguna untuk menopang ruang pengkabutan agar tidak jatuh dan tetap berdiri dengan kuat. Bagian terpenting dari alat ini adalah fan yang harus memiliki sapuan angin yang kuat agar dapat mengkabutkan uap air dengan sempurna.

Cara mengambil data percobaan yaitu: Pelaksanaan langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan antara lain Alat Evaporative Cooling, air 30 lt, es batu 10 kg, ember, gelas ukur kaca, higrometer dan termometer.
2. Mengecek alat ukur yang digunakan dengan cara mencatat semua kondisi awal alat ukur.
3. Mengisi reservoir dengan air 30 lt. Kemudian mengukur suhu air pada reservoir menggunakan termometer.
4. Kemudian memasang alat ukur (higrometer) 10, 15, dan 20 cm dari depan fan.
5. Kemudian menghidupkan pompa dan fan.
6. Mengatur fan dengan kecepatan 1 kemudian mengukur kecepatan fan dengan anemometer.
7. Membaca Higrometer dengan parameter yang dibaca yaitu Tdb dan Twb masuk dan keluar.
8. Mengatur fan dengan kecepatan 2 kemudian mengukur kecepatan fan dengan anemometer.
9. Membaca Higrometer dengan parameter yang dibaca yaitu Tdb dan Twb masuk dan keluar.
10. Mengatur fan dengan kecepatan 3 kemudian mengukur kecepatan fan dengan anemometer.
11. Membaca Higrometer dengan parameter yang dibaca yaitu Tdb dan Twb masuk dan keluar.
12. Setelah selesai mematikan pompa dan fan.
13. Mengisi reservoir dengan air 26 lt dan menambahkan es sebanyak 4 kg ke dalam reservoir dan mengukur suhu air dalam reservoir.
14. Kemudian mengulangi langkah 4-12.

15. Mengisi reservoir dengan air 23 lt dan menambahkan es sebanyak 7 kg ke dalam reservoir dan mengukur suhu air dalam reservoir.
16. Kemudian mengulangi langkah 4-12.

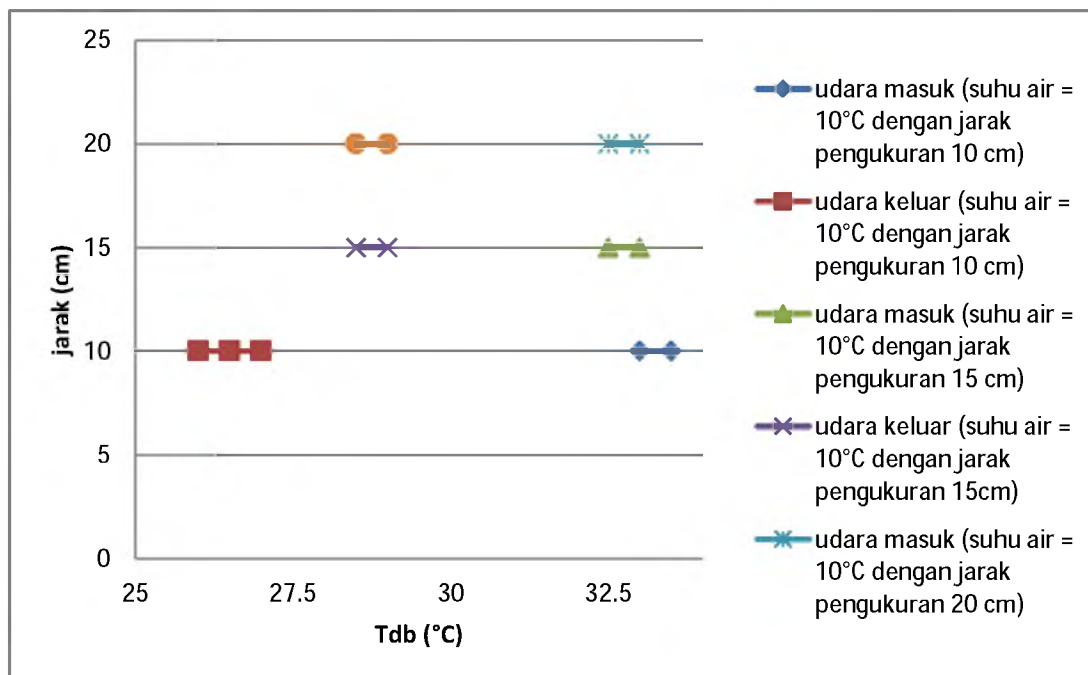
Data yang diambil adalah data temperature bola kering masuk dan keluar alat serta data temperature bola basah masuk dan keluar alat. Setelah membaca temperature bola kering dan basah pada hygrometer kemudian membaca tabel Humidity with air flow untuk melihat nilai kenaikan RH (Relative Humidity).

Hasil

Dari percobaan yang telah dilakuka selama 3 hari dari tanggal 23-25 juni 2015 didapatkan hasil performa yang paling baik yaitu pada tanggal 24 Juni 2015 saat jarak penempatan higrometer 10 cm dan berikut adalah tabel hasil data percobaan yang diperoleh

Tabel 1. Data hasil percobaan tanggal 24 juni 2015 dengan jarak penempatan hygrometer 10 cm

V (fan) m/s	Waktu (menit)	Tdb1 (°C)	Twb1 (°C)	RH1 (%)	Tdb2 (°C)	Twb2 (°C)	RH2 (%)
1.1	10	33	22.5	40	27	22.5	62.25
	10	33	22.5	40	27	22.5	62.25
1.3	10	33.5	22	36.5	26.5	22	68
	10	33.5	22	36.5	26.5	22	68
1.6	10	33.5	22	36.5	26	21.5	61.5
	10	33.5	22	36.5	26	21.5	61.5



Gambar 3. Hubungan antara Jarak Penempatan Higrometer dengan Tdb (Temperatur Bola Kering) masuk dan Tdb(Temperatur Bola Kering) keluar pada tanggal 24 Juni 2015 dengan Temperatur Reservoir 10°C

Dari hasil pengujian alat TA yang telah dilakukan, dengan menggunakan suhu air pada reservoir = 10 °C (dengan penambahan es batu 7 kg dan 23 lt air) dan menggunakan kecepatan fan adalah 1,1 m/s, 1,3 m/s dan 1,6 m/s didapatkan grafik pengaruh Jarak sedikit. Hal ini dipengaruhi oleh udara luar

atau udara lingkungan sekitar dan kecepatan fan. Semakin tinggi temperatur udara luar maka semakin kecil penurunan temperatur bola kering. Semakin besar kecepatan fan maka penurunan temperatur bola kering akan semakin besar.

Pada Kecepatan fan 1,1 m/s nilai temperatur bola kering masuk 33 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 40 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,0128 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 27 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 62,25 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,014 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 10 cm. Sedangkan kecepatan fan 1,3 m/s nilai temperatur bola kering masuk 33,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 36,5 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,012 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 26,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 68 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,015 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 10 cm. Untuk kecepatan fan 1,6 m/s nilai temperatur bola kering masuk 33,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 36,5 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,012 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 26 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 61,5 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,0131 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 10 cm.

Penempatan Higrometer (cm) terhadap Temperatur Bola Kering (°C) seperti diatas. Semakin besar jarak penempatan Higrometer maka semakin kecil penurunan Temperatur Bola Kering atau pergeseran Temperatur Bola Kering akan semakin

Pada Kecepatan fan 1,1 m/s nilai temperatur bola kering masuk 32,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 39,5 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01236 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 28,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 57 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01411 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 15 cm. Sedangkan kecepatan fan 1,3 m/s nilai temperatur bola kering masuk 32,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 39,5 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01236 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 28,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 57 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01411 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 15 cm. Untuk kecepatan fan 1,6 m/s nilai temperatur bola kering masuk 33 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 40 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01279 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 29 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 54 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01373 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 15 cm.

Pada Kecepatan fan 1,1 m/s nilai temperatur bola kering masuk 32,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 39,5 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar

0,01236 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 28,5 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 57 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01411 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 20 cm. Sedangkan kecepatan fan 1,3 m/s nilai temperatur bola kering masuk 33 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 38 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01213 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 29 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 54 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01373 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 20 cm. Untuk kecepatan fan 1,6 m/s nilai temperatur bola kering masuk 33 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 40 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01279 kg uap air/kg udara kering dan keluar dengan temperatur 29 °C serta menghasilkan Relative Humidity (RH) sebesar 54 % sehingga ratio kelembaban (ω) sebesar 0,01373 kg uap air/kg udara kering dengan jarak penempatan Higrometer 20 cm.

Jadi pada tanggal 24 Juni saat temperatur air di reservoir 10 °C (dengan penambahan es batu 7 kg dan 23 lt air) nilai penurunan temperatur terbesar adalah pada saat jarak penempatan Higrometer 10 cm ketika kecepatan fan 1,6 m/s dengan Temperatur bola kering masuk adalah 33,5 °C dan keluar dengan temperatur 26 °C. Hal ini diikuti dengan kenaikan Relative Humidity (RH) paling tinggi adalah pada saat kecepatan fan 1,6 m/s dengan penempatan Higrometer 10 cm dengan nilai RH sisi masuk udara adalah 36,5 % menjadi RH sisi keluar adalah 71 %. Untuk ratio kelembaban, semakin besar kenaikan Relative Humidity dan semakin besar pergeseran atau penurunan temperatur bola

kering maka nilai perbandingan ratio kelembaban akan semakin kecil.

Dari hasil analisa pengujian yang didapat pada tgl 24 Juni bahwa performa uji terbaik adalah pada saat temperatur air dengan suhu 10 °C (dengan penambahan es batu 7 kg dan 23 lt air) saat jarak penempatan higrometer 10 cm dari fan dengan kecepatan fan sebesar 1,6 m/s sehingga didapatkan nilai penurunan atau pergeseran temperatur bola kering paling besar yaitu temperatur bola kering masuk 33,5 °C dan keluar dengan temperatur 26 °C. Ini diikuti dengan kenaikan Relative Humidity (RH) terbesar yaitu saat sisi masuk udara adalah 36,5 % menjadi 71 % untuk sisi keluar.

Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian, dari tabel dan grafik dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dimensi model dari evaporative cooling adalah panjang ruang pengkabutan 75 cm dengan lebar 37 cm. Lebar fan yang digunakan 37 cm dengan tinggi 35 cm. Panjang penyangga yang digunakan 100 cm dengan lebar 37 cm dan tinggi 75 cm.
2. Dari ketiga hari pengujian yang telah dilakukan yaitu pada tanggal 23 Juni, 24 Juni dan 25 Juni 2015 didapatkan hasil bahwa performa terbaik yaitu pada tanggal 24 Juni 2015 saat jarak penempatan higrometer 10 cm dari fan pada saat temperatur air dengan suhu 10 °C (dengan penambahan es batu 7 kg dan 23 lt air) dengan penurunan atau pergeseran temperatur bola kering paling besar yaitu temperatur bola kering masuk 33,5 °C dan keluar dengan temperatur 26 °C. Ini diikuti dengan kenaikan Relative Humidity (RH) terbesar yaitu saat sisi masuk udara adalah 36,5 % menjadi 71 %

untuk sisi keluar, faktor yang mempengaruhi penurunan temperatur dan kenaikan relative humidity adalah:

- a. Udara lingkungan atau udara luar, semakin tinggi temperatur udara lingkungan maka temperatur pada alat evaporative cooling akan semakin tinggi.
- b. Penempatan jarak pengukuran higrometer, semakin jauh jarak penempatan higrometer semakin kecil penurunan temperatur dan kenaikan nilai relative humidity akan semakin kecil.
- c. Temperatur air pada reservoir, untuk mendapatkan tingkat udara yang lebih dingin bisa ditambahkan es batu pada reservoir. Karena semakin dingin temperatur reservoir maka udara yang keluar dari alat evaporative cooling juga akan semakin dingin.
- d. Pemilihan fan, semakin besar tingkat kecepatan fan maka akan semakin dingin udara yang keluar dari alat evaporative cooling.

Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

2. Boles dan Cengel. 1998. *Thermodynamics: An Engineering Approach*. New York: McGraw Hill. Co.
3. Engineeringstroom.2009.*engineeringstroom.blogspot.com/2009/03/sistem pendingin html*. Diunduh pada tanggal 24 Juni 2015, Pukul 23.32 WIB.
4. Hara Supratman, Ir, Jones, J.W, Stocker,W.F1987.*Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Jakarta: Erlangga.
5. Hasan Syamsuri dan Widodo Spto.2008. *Refrigerasi dan Tata Udara*.Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional
6. Wiranto Arismunandar dan Saito, H.1981.*Penyegaran Udara* Jakarta: Pradnya Paramita.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membatu, terutama dosen pembimbing.

Daftar Pustaka

1. Afendi Achmad Arif, Fuadi Muh.Jamil, dan Sonhaji Muhammad.2012.*Tugas Akhir.Perhitungan Beban Pendinginan, Pemilihan dan Pemasangan Air Conditioning DiRuang Autocad*.Semarang: Fakultas Teknik Program Studi