

ISBN 978-979-25-4412-1

033 03/

Pro

621 8

Sem

P-III

Proceeding

SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 3

"REKAYASA DAN INOVASI DESAIN MELALUI
KERJASAMA RISET PERGURUAN TINGGI DAN
INDUSTRI UNTUK TERUS MEMBANGUN DAN
MEMAJUKAN BANGSA"

SURABAYA, 30 APRIL 2008



Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 142-144, Surabaya 60236



Diterima di Library SDF
Tgl: 03 Juni 2018, Van Ap Jan.

SUSUNAN PANITIA



Panitia Pelaksana:

Pelindung	: Ketua Jurusan Teknik Mesin UK. Petra.
Ketua Panitia	: Ian Hardianto Siahaan, S.T., M.T.
Sekretaris	: Ir. Ninuk Jonoalji, M.T.
Bendahara	: Amelia Sugondo, S.T., M.T.
Acara	: Ir. Ekadewi Anggraini Handoyo, M.Sc.
Editor	: Ir. Joni Dewanto, M.S. Willyanto Anggono, S.T., M.Sc.
Publikasi	: Stefanus Ongkodjojo, S.T., M.Sc.

Tim Pengarah (Reviewer):

Prof. Dr. Ir. I Nyoman Sutantra, M. Sc., Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
Dr. Ing. Suwandi Sugondo, PT. Agrindo.
Dr. Ir. I Wajan Berata, DEA., Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
Houtman P Siregar, PhD., Intistitut Teknologi Indonesia.
Dr. Rini Dharmastiti, M.Sc., PhD., Universitas Gadjah Mada.
Dr. Juliana Anggono, S.T., M.Sc., Universitas Kristen Petra.
Dr. Ir. Winarto, M.Sc., Universitas Indonesia.
Dr. Sunaryo, PhD. C.Eng, MRINA, MIMarEst., Universitas Indonesia.

Keynote Speaker:

Prof. Dr. Ir. I Nyoman Sutantra, M. Sc., Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

DAFTAR ISI

SAMBUTAN KETUA JURUSAN TEKNIK MESIN UK. PETRA	ii
SAMBUTAN KETUA PANITIA	iii
KATA PENGANTAR	iv
SUSUNAN PANITIA	v
DAFTAR ISI	vi
DI-KONVERSI ENERGI	
1. Analisa Energi Dan Eksergi Pada Turbin Gas Ge Lm6000 Pc Sprint Di Pt. Meta Epsi Pejebe Power Generation (Hasan Basri dan Bonni Ariwibowo).	1
2. Analisa Kerusakan Pipe Superheater Boiler Pltu # 3 (Winarto dan Indri Fauziah).	10
3. Analisis Kinerja Penghemat Bahan Bakar Yang Berbasis Elektromagnetik Untuk Motor Bensin (Houtman P. Siregar).	15
4. Distribusi tekanan di sepanjang pipa pada daerah campuran pompa jet tipe terpusat dengan nosel sirkular dan elips (Ainul Ghurri).	22
5. Analisis Pengaruh Sudut Pengarah Injeksi Udara Terhadap Panjang Nyala Api Difusi Bahan Bakar Propana Pada Burner Gas Tipe "Ejected Combustor" (I Made Kartika Dhiputra, NK. Caturwati, Ombun Sihombing, Tri Nugroho).	29
6. Efek Panjang Aliran Hidrodinamik (inlet) Untuk Menentukan (Yanuar, Niasian S, Henky S Nugroho)	38
7. Efektivitas Sirip Longitudinal Profil Segitiga Keadaan Tak Tunak Dengan Nilai $K-K(T)$ (PK Purwadi).	42
8. Flow Field And Propagation Of A Perturbed Jet (Hariyo P. S. Pratomo, Klaus Brenthorst).	50
9. Hydrothermal processing of municipal waste incinerator fly Ash for the development of chemically stabilised materials (Athanasius P. Bayuseno).	57
10. Kaji Eksperimental Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Hibrida Dengan Memanfaatkan Panas Buang Perangkat Pengkondisian Udara Untuk Pemanas Air (Water Heater) Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 (Azridjal Aziz).	64
11. Kajian Perhitungan Kebutuhan Modul Surya Sebagai Sumber Energi Mesin Pendingin Pada Truk Transportasi Buah Dan Sayuran (Sumeru, Ade Suryatman Margana).	69
12. Konsep Pembangkitan Energi Listrik dengan Sistem Generator Sinkron Linier (Tajuddin Nur).	76

ii	13. Kaji Sistem Siklus Gabungan Pada Pembangkit Listrik Turbin Gas Di Pt. Mota Epsi Pejebe Power Generation Berkapasitas 2x40 Mw (Hasan Basri dan Gugi Tri Ilandoko).	80
iii	14. Karakteristik Temperatur Maksimum Nyala Api Pembakaran Non Difusi Gas Propana Dengan Teknik Pencitraan Nyala (<i>Infra Red Thermography</i>) (I Made Kartika Dhiputra, Eko Warsito, Cokorda Prapti Mahandari).	89
iv	15. Listrik Energi Surya 3000 VA, 8A, 3 x 220 V, 50 Hz, (Ir Suprpto, MT dan Nurman ST)	93
v	16. Performansi Mesin Refrigerasi Hibrida pada Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 (Azridjal Aziz)	96
vi	17. Perubahan Panjang Nyala Api Pada Fenomena " <i>Flame Lift-Up</i> " Akibat Letak Ketinggian Posisi Ring " <i>Flame-Hold</i> " (I Made Kartika Dhiputra, Hamdan Hartono A., Cokorda Prapti Mahandari).	101
1	18. Pengaruh Pergeseran Waktu Injeksi Terhadap Performa Dan Opasitas Motor Diesel (Arifin Nur).	105
10	19. Penggunaan Serabut Kelapa Sebagai Bantalan Pada <i>Evaporative Cooler</i> (Ir. Ekadewi A. Handoyo, MSc., Fandi Dwiputra Suprianto, ST, MSc. Selrianus).	111
15	20. Pengaruh Suhu Terhadap Sifat Fisik Dan Konversi Biodiesel Pada Transesterifikasi Minyak Kelapa (Dr. Slamet Wahyudi ST, MT dan Wulandari, ST)	118
22	21. Rancang Bangun Dan Analisis Pengujian Mesin Pendingin Temperatur Rendah Berkapasitas Kecil Menggunakan Metode <i>Cascade</i> (Sumeru, Andriyanto Setyawan)	124
29	22. Reduksi Emisi Gas Buang CO dan HC pada Motor Bensin dengan Menggunakan Katalitis Zeolit (Philip Kristanto).	133
38	23. Reduksi Emisi Nox Pada Motor Bakar Diesel Dengan Menggunakan Metode Injeksi Ganda (A.Praptijanto, A. Sacpudin, A.MuharamI, Wuryaningsih).	139
42	24. Studi Banding Performansi Motor Diesel Isuzu 4 JA-1 Injeksi Langsung Sistim Force Induction Dengan dan Tanpa Intercooler (Philip Kristanto).	146
50	25. Studi Eksperimental Dan Numerik Karakteristik Boundary Layer Pada Permukaan Pelat Datar Dengan Gangguan Sebuah Obstacle Berbentuk Circular (Wawan Aries Widodo dan Sutardi).	153
57	26. Studi Eksperimental Dan Numerik Karakteristik Boundary Layer Pada Permukaan Pelat Datar Dengan Gangguan Sebuah Obstacle Berbentuk Rectangular (Sutardi ; WawanAries Widodo).	161
64	27. Three-Dimensional Radiative Heat Transfer Computation By Monte Carlo Method Using Object Oriented Programming (Yatna Yuwana Martawirya, Hendi Riyanto, Franky Simamora).	169
69	TEKNOLOGI PENGEMBANGAN MATERIAL DAN PROSES MANFAKTUR	
76		



PENGUNAAN SERABUT KELAPA SEBAGAI BANTALAN PADA EVAPORATIVE COOLER

Ekadewi A. Handoyo¹⁾, Fandi Dwiputra Suprianto²⁾, Selrianus³⁾

Dosen Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra ^{1,2)}

Alumni Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra ³⁾

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya 60236

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658

Email: ekadewi@peter.petra.ac.id ¹⁾, fandi@peter.petra.ac.id ²⁾

ABSTRAK

Evaporative cooler adalah peralatan yang bekerja dengan basis proses pendinginan evaporative. Di pusat perbelanjaan banyak dijual evaporative cooler dengan sebutan air cooler. Proses pendinginan evaporative sangat ramah terhadap lingkungan karena tidak menggunakan bahan yang merusak lapisan Ozon atau menimbulkan efek pemanasan global.

Bagian utama dari peralatan evaporative cooler selain fan adalah bantalan. Dalam penelitian ini serabut kelapa diuji untuk menjadi bantalan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja air cooler, yang meliputi penurunan temperatur bola kering-db udara, efektifitas air cooler dan laju penguapan air. Variabel yang diukur selama pengujian adalah temperatur udara (bola basah dan bola kering) pada masukan dan keluaran, temperatur air, kecepatan aliran udara, waktu 100 ml air habis selama pengujian. Bantalan serabut kelapa yang diuji memiliki beberapa ketebalan yaitu 1 cm, 1.5 cm dan 2.4 cm. Bantalan ditata dalam wire mess dan sebagian dalam jala-jala.

Dari penelitian didapat: aliran udara dengan kecepatan rendah menghasilkan efektifitas lebih tinggi dan memerlukan laju penguapan air lebih sedikit; semakin tinggi temperatur db dan semakin rendah RH udara masuk semakin besar penurunan temperatur db dan efektifitas evaporative cooler; temperatur air yang rendah membuat laju penguapan air berkurang; semakin tebal bantalan semakin bagus kinerja air cooler; serabut kelapa dapat digunakan sebagai bantalan dalam air cooler.

Kata kunci: pendingin, evaporative cooler, air cooler

1. Pendahuluan

Sistem tata udara jenis sentral menggunakan *chiller*/mesin pendingin untuk menjaga udara di dalam gedung selalu dalam interval 'nyaman'. Menurut ASHRAE [2] ada tiga jenis sistem tata udara yang umum digunakan, yaitu sistem *all-air*, sistem *all-water* dan sistem kombinasi/gabungan. Pada sistem *all-air* dan sistem kombinasi, ada udara segar dari luar yang dengan sengaja dimasukkan ke dalam gedung. Udara segar yang dimasukkan ini akan bercampur dengan udara balik dari ruangan. Campuran ini akan didinginkan dan dibersihkan oleh filter dalam AHU (*Air Handling Unit*) sebelum kemudian didistribusikan ke ruangan-ruangan. Dari website berikut: energyoutlet.com [10], Roy Otterbein [8] dan phoenix.gov [9], beberapa tempat di USA seperti Texas, Arizona dan Oregon menggunakan *evaporative cooler* untuk menghemat penggunaan energi untuk proses pengkondisian udara. Selain USA, website coolmax.com.au [7] dan Foster [4] mengatakan bahwa *evaporative cooler* juga digunakan di Australia, di New Mexico, di Czech Republic, di Inggris, Irlandia dan daratan Eropa.

Menurut Clive Blanchard [7], kelebihan *evaporative cooler* dibanding sistem refrigerasi: biaya investasi awal lebih rendah hingga 50%, biaya operasional lebih murah hingga 80%, paling cocok dipakai di daerah panas yang kering, memungkinkan menggunakan banyak udara segar (sedikit udara balik), bantalan yang basah atau semprotan air dapat menyaring udara yang melaluinya.

Di kota Phoenix, Arizona, USA, menurut website phoenix.gov [9], 43-46% rumah tinggal di kota tersebut menggunakan *evaporative cooler*, ada sebagian yang dipakai bersamaan dengan unit air-conditioning refrigerasi dan ada yang tanpa unit refrigerasi. Pada saat musim panas, kira-kira 15% penggunaan air di rumah-rumah tersebut digunakan untuk *evaporative cooler*. Energi listrik yang diperlukan hanya kira-kira seperempat dari yang diperlukan unit AC refrigerasi pada bulan dengan beban puncak. Hal ini juga dikonfirmasi oleh Karpiscak [6].

Sebenarnya udara segar dari luar ini dapat didinginkan dan sekaligus dibersihkan dengan *evaporative cooler*, suatu peralatan dimana udara dialirkan melalui bantalan

yang basah yang berpori. Dari hasil penelitian terdahulu, Ekadewi [5] menemukan bahwa bantalan dakron tipe H.300 dengan tebal 2 cm yang digunakan menyebabkan penurunan tekanan aliran udara terlalu besar sehingga udara tidak mudah melaluinya meskipun sudah dibantu dengan sebuah *fan*.

Menurut Karpiscak [6], kebanyakan bantalan dalam *evaporative cooler* menggunakan bahan berupa Aspenwood fiber dan Paper Cellulose. Mengingat kedua jenis bahan ini tidak mudah didapat di Indonesia, maka dilakukan penelitian untuk mencari material lain yang lebih tepat sebagai bantalan pengganti dakron.

2. Metodologi

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja *evaporative cooler*, yang meliputi penurunan temperatur bola kering udara, efektifitas *evaporative cooler* dan laju penguapan air, dengan bantalan serabut dan bantalan asli dari manufaktur.

Variabel yang diukur selama pengujian adalah temperatur udara (bola basah dan bola kering) pada masukan dan keluaran, temperatur air, kecepatan aliran udara, waktu 100 ml air habis selama pengujian. Bantalan serabut kelapa yang diuji memiliki beberapa ketebalan yaitu 1 cm, 1.5 cm dan 2.4 cm. Bantalan ditata dalam wire mess dan sebagian dalam jala-jala.

Dari hasil pengujian dilakukan analisa yang meliputi: pengaruh kecepatan udara, pengaruh temperatur bola kering udara masuk, temperatur air terhadap kinerja air cooler.

3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan serabut kelapa menjadi bantalan tidaklah semudah yang dibayangkan. Karena kesulitan mencari pengrajin yang bersedia menjadikan bantalan seperti yang diinginkan maka bantalan tersebut dibuat sendiri seperti pada gambar 1a.

Setelah itu bantalan diuji di *evaporative cooler* yang ada di laboratorium T. Mesin – UK Petra. Dari pengujian ternyata udara tidak dapat mengalir menembus bantalan tersebut, udara mengalir melalui sisi kiri dan kanan bantalan. Agar hal serupa tidak terulang, diperlukan pengukuran penurunan tekanan aliran melalui bantalan terlebih dahulu.

Langkah berikutnya adalah membuat bantalan dari serabut kelapa dalam bentuk lingkaran untuk diuji di peralatan seperti pada gambar 1b. Serabut kelapa yang dipakai menjadi bantalan dipilih yang berserat halus. Bantalan dibuat mengikuti penampang saluran uji pada peralatan seperti di gambar 3 yaitu lingkaran dengan diameter 4 inches. Nantinya setelah itu baru membuat

bantalan berupa lembaran dengan dimensi menyesuaikan dengan *evaporative cooler* yang ada (yaitu 60 cm x 60 cm). Bantalan serabut kelapa dibuat dengan berbagai macam ketebalan.



a. Bantalan terlalu rapat

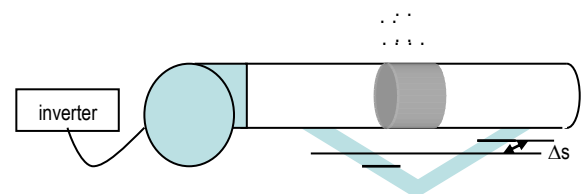


b. Bantalan terpakai

Gambar 1. Bantalan dengan berbagai ketebalan

Bantalan dibuat dengan densitas tertentu yaitu untuk serabut sebanyak 2 gram digunakan untuk membentuk bantalan dengan ketebalan 1 cm (serabut tidak ditekan), 4 gram untuk ketebalan 2 cm, 6 gram untuk ketebalan 3 cm dan 8 gram untuk ketebalan 4 cm.

Membuat peralatan untuk mengukur penurunan tekanan aliran udara saat melalui bantalan dengan skema seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Skema peralatan untuk percobaan penurunan tekanan

Peralatan yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Peralatan untuk menguji penurunan tekanan aliran udara melalui bantalan

Hasil pengukuran dan perhitungan penurunan tekanan melalui bantalan dalam saluran uji dan nilai konstanta bantalan tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan penurunan tekanan dan konstanta bantalan serabut kelapa



Berat (gram)	Ketebalan (cm)	Pressure drop (Pa)	Nilai Konstanta (K)	Nilai rata2 Konstanta (K)
2	1	40.79	4.0443	3.7501
		88.38	3.8319	
		241.35	3.5799	
		370.52	3.5441	
4	2	44.19	6.1878	6.3115
		115.57	6.7298	
		305.93	6.1573	
		452.10	6.1710	
6	3	67.98	14.9828	10.2743
		139.37	8.9304	
		339.92	8.7425	
		506.48	8.4414	
8	4	67.98	14.9828	12.5072
		156.36	12.8695	
		377.31	11.4839	
		560.87	10.6928	

Dari hasil pengukuran di atas, tekanan statis yang dibutuhkan fan untuk mengalirkan udara melalui bantalan serabut lebih kecil dari spesifikasi fan yang ada yang memiliki tekanan statis 3 mm. wg.

Evaporative cooler yang ada di laboratorium memiliki tampungan air yang cukup besar dimensinya sehingga saat penelitian mengalami kesulitan mengukur volume air yang habis menguap selama pengujian. Hal ini menyebabkan pengujian dialihkan dari *evaporative cooler* yang ada ke *air cooler* yang banyak dijual secara komersial.

Prinsip kerja *air cooler* yang dipilih sama dengan *evaporative cooler* yang sebelumnya, yaitu mendinginkan udara dengan mengontakkan aliran udara dengan air yang kemudian mengalami penguapan (evaporasi). Udara dihisap masuk *air cooler* dengan bantuan fan yang terletak di tengah-tengah dan kemudian dihembuskan ke luar dari supply grille. Saat dihisap inilah udara bersinggungan dengan bantalan yang ditetesi air di sisi belakang (sisi hisap) *air cooler*. Air membasahi bantalan yang menyerupai jala-jala dari kain dari bagian atas dan sisa tetesan ini akan jatuh di *water tank* yang ada di bawah. Air disirkulasikan dari *water tank* ke bagian atas bantalan dengan bantuan pompa.

Mempersiapkan bantalan yang diperlukan sesuai densitas di atas, yaitu serabut dengan dimensi diameter 4 inches dan tebal 1 cm memiliki berat 2 gram. Dari data ini dapat dihitung densitas bantalan serabut adalah:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2}{\frac{1}{4}\pi(4 \times 2.54)^2 \times 1} = 0.0246 \text{ gram/cm}^3$$

Bantalan yang diperlukan memiliki dimensi 48 cm x 36 cm. Jika ketebalan bantalan direncanakan 2.4 cm, maka

untuk memiliki densitas yang sama bantalan tersebut terbuat dari serabut sebanyak:

$$m = 0.0246 \times 48 \times 36 \times 2.4 = 101 \text{ gram.}$$

Setelah bantalan siap, langkah berikut adalah menguji bantalan di *air cooler* seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengujian bantalan di *air cooler*

Prosedur percobaan pada *air cooler*:

- o Memasang pad asli di tempat yang tersedia.
- o Mengisi air di *water tank* sampai ketinggian tertentu.
- o Menyiapkan air sebanyak 100 ml yang nantinya akan dituang ke *water tank* setelah percobaan siap dilakukan.
- o Menyalakan *air cooler* dan mengatur saklar untuk mengatur kecepatan fan pada kecepatan 'low'.
- o Setelah memperhatikan ketinggian awal air dalam tank dengan seksama, air sebanyak 100 ml tadi dituangkan ke dalam tank tersebut. Stopwatch mulai dinyalakan untuk mengukur interval waktu air 100 ml tadi habis. Air ini akan habis karena proses dalam *air cooler* adalah proses evaporative, dimana udara menjadi dingin karena melepas panas ke air yang karena menerima panas mengalami penguapan (jumlah air berkurang).
- o Bersamaan dengan itu, temperatur air dalam tank, temperatur udara masuk dan ke luar yang meliputi temperatur bola kering dan bola basah (dry-bulb dan wet-bulb) diukur. Selain temperatur, kecepatan aliran udara ke luar *air cooler* juga diukur dengan anemometer. Pengukuran temperatur dan kecepatan udara ke luar *air cooler* dilakukan di tempat tertentu yang sama sepanjang pengujian.
- o Pengukuran diulangi 2 kali selama menunggu air 100 ml habis.
- o Mengulangi percobaan untuk kecepatan fan 'medium' dan 'high'.
- o Percobaan diulangi untuk bantalan serabut yang dirajut dalam jala-jala dengan beberapa ketebalan.
- o Percobaan diulangi lagi untuk bantalan serabut yang dirajut dalam wire mess dengan beberapa ketebalan.

Gambar bantalan serabut dalam jala-jala dapat dilihat pada gambar 5.



a. serabut dalam jala

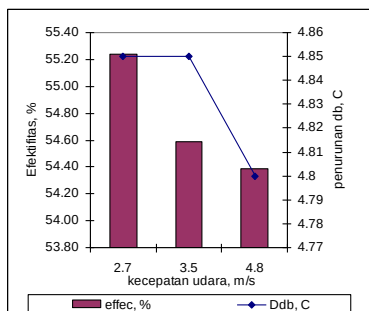


b. pad asli

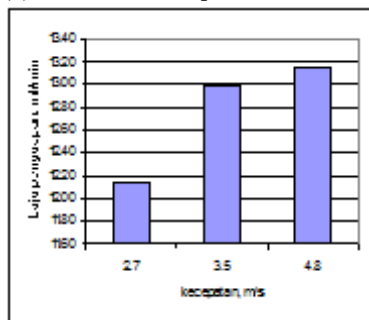
Gambar 5. Bantalan serabut dalam jala-jala dan pad asli

- Pengaruh Kecepatan Aliran Udara

Efektifitas air cooler menurun jika kecepatan aliran udara bertambah tinggi dan demikian pula dengan beda temperature db antara udara masuk dan ke luar. Sebagai contoh seperti pada gambar 6 (a) di bawah yang menunjukkan efektifitas berkurang saat kecepatan meningkat. Penurunan db pada kasus ini kurang mencolok, tetapi untuk kasus lain cukup terlihat. Udara yang mengalir dengan kecepatan tinggi membuat waktu kontak dengan air yang mengalir pada bantalan/pad menjadi lebih singkat. Hal ini membuat perpindahan kalor dari udara ke air berkurang dibanding dengan kalau udara mengalir secara lambat dalam *air cooler*.



(a) Efektifitas dan penurunan db



(b) Laju penguapan

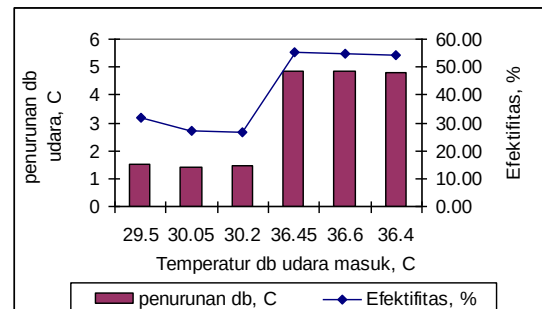
Gambar 61. Pengaruh kecepatan aliran udara terhadap kinerja *air cooler* dengan pad asli

Pada gambar 6 (b) terlihat bahwa air yang menguap karena proses pendinginan evaporative dalam air cooler bertambah jika kecepatan aliran udara meningkat. Udara yang mengalir dengan kecepatan tinggi membawa lebih banyak air karena dalam proses evaporative udara kontak langsung dengan air.

Dari pembahasan di atas, terlihat bahwa kecepatan aliran udara yang lebih tepat untuk proses dalam air cooler adalah kecepatan rendah.

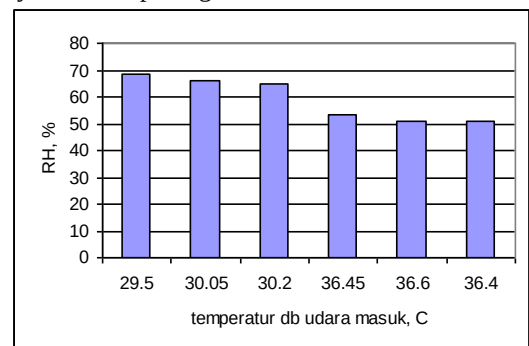
- Pengaruh Temperatur Bola Kering Udara Masuk

Temperatur db udara yang masuk *air cooler* mempengaruhi penurunan temperatur db udara dan efektifitas air cooler seperti pada gambar 7. Temperatur db masuk yang lebih tinggi akan mengalami penurunan lebih banyak dibanding jika udara masuk pada temperatur db lebih rendah. Temperatur db udara masuk yang tinggi ternyata disertai dengan RH udara yang lebih rendah seperti pada gambar 8. Dua property ini menyebabkan kinerja air cooler lebih baik. Temperatur db yang tinggi dan RH yang rendah menunjukkan udara yang panas dan kering. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Clive Blanchard [7] bahwa *evaporative cooler* (termasuk *air cooler*) paling cocok dipakai di daerah panas yang kering.



Gambar7. Pengaruh temperatur db udara masuk terhadap kinerja *air cooler* dengan pad asli

Proses yang dialami udara selama mengalir melalui *air cooler* adalah temperatur db udara turun dan kelembabannya bertambah saat ke luar dari *air cooler*. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan ASHRAE [2] bahwa pada *direct evaporative cooling* udara yang menerima hasil penguapan dari aliran air akan mengalami pengurangan temperatur *dry-bulb* dan peningkatan kelembaban.

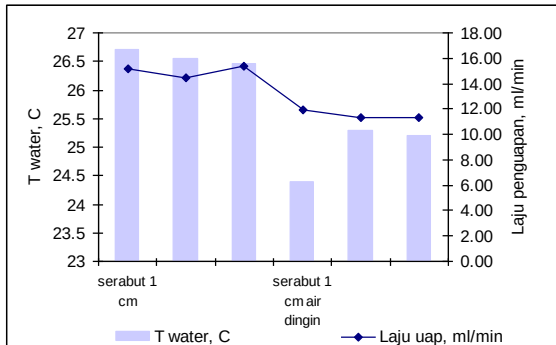


Gambar 8. RH udara masuk *air cooler* dengan pad asli

- Pengaruh Temperatur Air



Temperatur air yang dialirkan untuk membasahi bantalan mempengaruhi besar laju penguapan air yang terbawa aliran udara seperti pada gambar 9. Temperatur air yang lebih rendah meskipun hanya sekitar 2°C menyebabkan laju penguapan air lebih rendah dibanding jika temperatur air lebih tinggi baik untuk bantalan serabut.



Gambar 9. Pengaruh temperatur air terhadap laju penguapan air dalam air cooler

Tabel 2. Pengaruh temperatur air dalam air cooler dengan bantalan serabut 1 cm dalam wire mess

T water, C	db in, C	Δdb , C	Effek tifitas, %	laju uap, ml/min
26.55	34.85	2.7	32.65	14.42
25.3	34.7	2.75	33.52	11.33

Dari tabel 2 terlihat bahwa temperature air tidak terlalu mempengaruhi penurunan temperature db udara maupun efektifitas air cooler. Temperature air hanya mempengaruhi besar laju penguapan air. Dari bagian ini dapat diketahui bahwa jika menginginkan laju penguapan yang lebih sedikit, sebaiknya digunakan temperature air yang lebih rendah.

- Pengaruh Jenis Bantalan/Pad

Bantalan yang diteliti adalah pad asli dari manufaktur air cooler dan serabut kelapa dengan ketebalan seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Kecepatan aliran udara keluar air cooler (m/s)

switch fan	pad asli	jala-jala	wire mess		
		serabut 2.4 cm	serabut 1 cm	serabut 1.5 cm	serabut 2.4 cm
Low	2.8	3.6	3.9	3.6	3
Med	3.6	4.7	4.7	4.6	4.1
High	4.55	5	5.85	5.9	5.6

Dari tabel 3 terlihat bahwa semakin tebal bantalan yang dipakai kecepatan aliran udara semakin rendah. Untuk pengaturan pada switch fan yang sama, ternyata kecepatan aliran udara di outlet air cooler dengan bantalan serabut lebih tinggi dibanding dengan pad asli dan wire mess. Hal ini menunjukkan serabut lebih porous.

Dari tabel 4 (a) terlihat bahwa tidak nampak ada jenis bantalan yang memberikan kinerja air cooler (penurunan temperatur db udara dan efektifitas) yang lebih lebih baik secara konsisten. Bantalan asli nampak tidak memberikan kinerja yang baik karena temperatur db saat pengukuran terlalu rendah dibanding yang lain. Sedang dari tabel 4 (b) terlihat bahwa bantalan asli memberikan kinerja yang terbaik. Semakin tebal bantalan yang dipakai menghasilkan kinerja yang lebih baik. Semakin tebal bantalan yang dipakai, maka semakin rendah aliran udara. Hal ini bersesuaian dengan pembahasan pertama bahwa kecepatan udara yang lebih rendah menghasilkan kinerja yang lebih bagus.

Tabel 4. Pengaruh jenis bantalan yang dipasang dalam wire mess

(a) pada kecepatan rendah

	vel _{air} , m/s	T _{water} , C	db in, C	Δdb , C	effec, %	Laju uap, ml/min
pad asli	3.7	25.5	30.05	1.4	27.18	7.69
serabut 1 cm	3.9	26.7	34.2	2.7	35.02	15.19
serabut 1 cm dingin	3.9	24.4	36.55	4.65	50.54	11.90
serabut 1.5 cm	3.6	23.3	35.3	4.15	49.00	7.49
serabut 2.4 cm	4.1	25.9	36.5	4.25	48.57	7.08

(b) pada kecepatan tinggi

	vel _{air} , m/s	T _{water} , C	db in, C	Δdb , C	effec, %	Laju uap, ml/min
pad asli	4.8	26.4	36.4	4.8	54.39	13.16
serabut 1 cm	4.6	26.55	34.85	2.7	32.65	14.42
serabut 1 cm dingin	4.8	25.3	34.7	2.75	33.52	11.33
serabut 1.5 cm	4.6	24.95	36	3	33.15	7.94
serabut 2.4 cm	5.6	26.3	36.3	3.8	43.88	8.57

Setelah dianalisa kenapa bantalan serabut tidak lebih unggul (meski serabut lebih porous), tampaknya bahwa penyebab utama adalah air yang mengalir turun ke bantalan serabut tidak dapat membasahi seluruh bantalan. Masalah ini timbul karena konstruksi air cooler yang dipakai tidak memungkinkan membuat air membasahi seluruh permukaan bantalan. Pada pengujian sudah dilakukan upaya menambah lubang tempat air turun. Namun, upaya itu belum membuahkan hasil yang terlalu menggembirakan jika dilihat dari temperatur db udara ke luar air cooler. Seharusnya, udara dapat ke luar pada temperatur db mendekati temperatur wb. Proses evaporative baru dapat berjalan dengan baik jika udara kontak dengan air. Semakin banyak air yang kontak dengan udara, maka kinerja peralatan akan semakin baik.



Meskipun dalam penelitian ini serabut kelapa belum dapat meningkatkan efektifitas *evaporative cooler*, namun dapat diketahui bahwa serabut dapat dipakai sebagai bantalan dalam peralatan *evaporative cooler*.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan pada *evaporative cooler*, dalam hal ini *air cooler*, dapat disimpulkan:

- Kecepatan aliran udara yang lebih rendah menghasilkan penurunan temperatur db dan efektifitas lebih tinggi, serta memerlukan laju penguapan air lebih rendah.
- Semakin tinggi temperatur bola kering dan semakin rendah RH udara masuk, semakin besar penurunan temperatur db dan semakin tinggi efektifitas *evaporative cooler*.
- Semakin rendah temperatur air yang membasahi bantalan, semakin sedikit laju penguapan air.
- Semakin tebal bantalan semakin bagus kinerja *air cooler*.
- Serabut kelapa dapat digunakan sebagai bantalan dalam *air cooler*.

Saran untuk perbaikan:

- Merancang dan membangun *evaporative cooler* sendiri yang memungkinkan untuk membuat seluruh bantalan dibasahi dengan air secara terus menerus.

5. Ucapan Terima Kasih

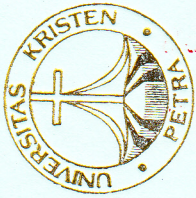
Penelitian dapat terlaksana dengan adanya bantuan dana penelitian dari Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Tahun Anggaran 2007, Nomor: 197/SPH/PP/DP2M/III/2007. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang memungkinkan hal ini terjadi.

6. Daftar Pustaka

1. ASHRAE HANDBOOK, 1995, HVAC Applications.
2. ASHRAE HANDBOOK, 1997, Fundamentals.
3. Cengel and Boles. 1998. Thermodynamics: An Engineering Approach. New York: McGraw Hill. Co.
4. Foster, Robert E., *Evaporative Air-Conditioning Contributions to Reducing Greenhouse Gas Emissions and Global Warming*, New Mexico State University.
5. Handoyo, Ekadewi A.; Julianingsih; Suprianto, Fandi D.; Tanrian, Albert; Wibowo, Wirawan. 2005. *Peningkatan Unjuk Kerja Dan Studi Kelayakan Peralatan Evaporative Cooling*. Seminar Nasional Research and

Studies V. Yogyakarta. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi – Dept. Pendidikan Nasional.

6. Karpiscak, Martin; G.W. France, T.M. Babcock, and H. Johnson. 1994. *Evaporative Cooler Water Use. Within the City of Phoenix*. Arizona Department of Water Resources, The University of Arizona, Tucson – Arizona USA
7. Clive Blanchard, 2008, Evaporative cooling site, www.coolmax.com.au/
8. Roy Otterbein, *Installing and Maintaining Evaporative Coolers*, Home Energy Magazine Online, May/June 1996
9. Evaporative cooler, 2001, <http://phoenix.gov/WATER/evapcool.html>
10. Evaporative Coolers: An energy-saving way to beat the heat, 1999, http://energyoutlet.com/res/cooling/evap_coolers/
11. Evaporative Cooling: Applications and Controls, 2006. Integrated Design Lab, BetterBricks, University of Idaho



Sertifikat



Diberikan kepada

EKADEWI A. HANDOYO

Atas partisipasinya sebagai

Pemakalah

dalam

**SEMINAR NASIONAL 3
TEKNIK MESIN 3**

"REKAYASA DAN INOVASI DESAIN MELALUI KERJASAMA RISET PERGURUAN TINGGI
DAN INDUSTRI UNTUK TERUS MEMBANGUN DAN MEMAJUKAN BANGSA"
Surabaya, 30 April 2008



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Didik Wahjudi, M.Sc, M.Eng

Ketua Panitia

Ian Hardianto Siahaan, S.T, M.T
SEMINAR NASIONAL