

## UPAYA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS KINERJA SUATU MENARA PENDINGIN

Lalu Mustiadi, Mochtar Asroni

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Kampus II, Jl. Karanglo Km.2 Malang

### ABSTRAK

*Menara pendingin merupakan peralatan yang berfungsi untuk melepaskan panas air ke udara lingkungan. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan sirip pendingin dari berbagai bahan dan konstruksinya serta penambahan blower udara, dimaksudkan untuk meningkatkan efektivitas kinerja menara pendingin.*

*Penelitian ini mengungkap pengaturan sudut lengkung sirip menara pendingin akan mempengaruhi range yang terjadi guna meningkatkan efektivitas kinerja menara pendingin.*

*System menara pendingin yang terdiri dari rangka, casing, sirip pendingin, pompa air, blower yang dapat diatur putarannya serta unit water heater. Untuk pengambilan data; thermometer air diletakkan pada sisi air masuk dan keluar menara pendingin, thermometer udara bola basah diletakkan pada sisi masuk dan keluar menara pendingin, anemometer diletakkan pada sisi udara keluar menara pendingin, serta flow meter air.*

*Dalam penelitian pada variasi sudut lengkung sirip berhasil mengukur besaran data: temperatur air masuk dan keluar menara pendingin, laju volume air, temperatur wet bulb ambient masuk dan keluar menara pendingin, laju udara.*

*Hasil penelitian memperlihatkan besarnya perubahan range yang terjadi akibat pengaturan sudut lengkung sirip serta menunjukkan peningkatan efektivitas kinerja menara pendingin sehingga menghasilkan peningkatan laju pendinginan air.*

**Kata kunci:** menara pendingin, sudut lengkung sirip, range, efektivitas kinerja.

### PENDAHULUAN.

Perkembangan dalam penerapan menara pendingin pada system mesin pengkondisi udara yang bersifat stationer dan system pembangkitan tenaga listrik, mengalami peningkatan yang sangat pesat.. Sistem menara pendingin memiliki komponen utama rangka, casing, sirip pendingin, kolam air dingin, drift eliminator, saluran udara masuk, nozel dan fan. (Unep, 2006).

Banyak dijumpai modifikasi sistem menara pendingin dengan menambahkan sirip pendingin dari berbagai bahan serta penggunaan blower udara maupun pengaturan dan perubahan laju aliran air dan udara akibat variasi musim, perlakuan modifikasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan kapasitas pendinginan, sehingga akan mempengaruhi efektivitas kinerja menara pendingin.

Berkaitan dengan hal tersebut di atas selanjutnya akan dikaji pengaruh

pengaturan sudut lengkung sirip terhadap perubahan range guna meningkatkan efektivitas kinerja suatu menara pendingin.

United Nations Environment Programme (2006) melakukan penelitian tentang Hubungan antara Approach dan Suhu Wet Bulb pada menara pendingin berkapasitas 4540 m<sup>3</sup>/jam untuk range 16,67 °c dan approach 4,45 °c, dimana udara dengan suhu wet bulb yang lebih tinggi akan menyerap panas lebih besar. Untuk setiap kg udara yang masuk menara pendingin pada wet bulb 21,11 °c mengandung panas 18,86 kKal, kemudian meninggalkan menara pendingin pada wet bulb 32,2 °c mengandung panas 24,17 kKal, diperoleh pada kenaikan wet bulb 11,1 °c udara menerima panas 12,1 kKal/kg udara.

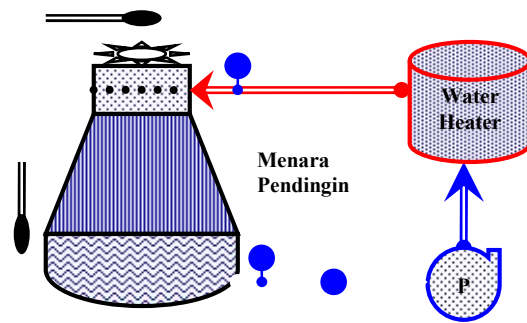
Sedangkan untuk setiap kg udara yang masuk menara pendingin pada wet bulb 26,67 °c mengandung panas 24,17 kKal, kemudian meninggalkan menara pendingin pada wet bulb 37,8 °c mengandung panas 39,67 kKal, diperoleh pada kenaikan wet bulb 11,1 °c udara menerima panas 15,5 kKal/kg udara.

**a. Kerja Menara Pendingin.**

Dalam penelitian menara pendingin ini, air dingin dalam bak penampung dialirkan oleh pompa ke water heater untuk menyerap panas, kemudian air panas tersebut mengalir ke menara pendingin dan keluar melalui nozel mengalir jatuh ke sirip pendingin untuk melepaskan panas ke udara pendingin yang mengalir berlawanan arah sehingga terjadi penyerapan panas oleh udara. Udara panas selanjutnya mengalir keluar menara pendingin ke ambient, sedangkan

**TINJAUAN PUSTAKA.**

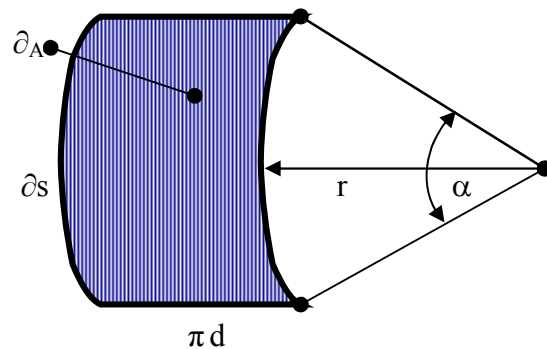
Studi eksperimen mengenai system menara pendingin telah banyak dilakukan oleh berbagai ilmuwan. air dingin turun ke bak penampung kemudian dipompakan kembali ke water heater untuk menyerap panas kembali.



Gambar 1; Skema Instalasi Pengujian.

**b. Pengaturan Sudut Lengkung Sirip.**

Bentuk lengkung sirip dari komponen suatu menara pendingin yang diteliti adalah:



Gambar 2; Bentuk lengkung sirip.

Pengaturan sudut lengkung sirip yang dibentuk sedemikian rupa dengan variasi sudut  $\alpha = 50^\circ$  s/d  $150^\circ$  dengan interval sudut  $10^\circ$ , sehingga luasan permukaan kontak konveksi pada air dan udara pada

tiap perubahan luasan lengkung sirip dinyatakan dengan persamaan:

$$\partial_A = n * \pi d * r \int_0^\alpha \partial_\alpha \quad (1)$$

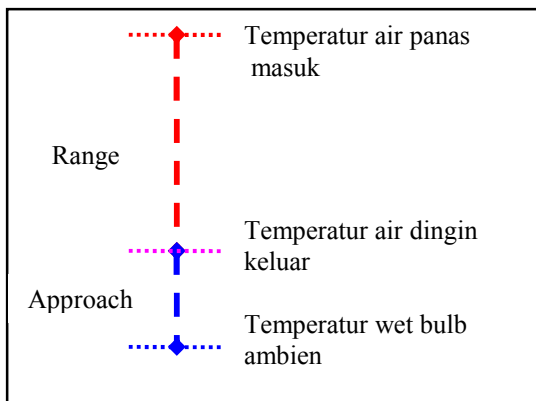
Dimana:

r = radius lengkung sirip,  $\alpha$  = sudut lengkung sirip,  $\pi d$  = keliling sirip

**Pengkajian Efektivitas Menara Pendingin.**

Proses yang membahas efektivitas kinerja suatu menara pendingin adalah dengan mengkaji tingkat approach dan range saat menara pendingin bekerja. Pengukuran besaran untuk mengetahui efektivitas kinerja menara pendingin adalah sebagai berikut:

- Temperatur wet bulb ambien.
- Temperatur udara masuk dan keluar menara pendingin.
- Temperatur air masuk dan keluar menara pendingin.
- Laju aliran udara pendingin.
- Laju volume air.



Gambar: 3, Range dan Approach Menara pendingin, (Unep 2006).

Parameter yang terukur tersebut selanjutnya dipergunakan untuk

menentukan efektivitas kinerja menara pendingin, dengan beberapa cara yaitu:

- Range (°c); merupakan perbedaan temperatur air masuk dan keluar menara pendingin, yang dinyatakan melalui persamaan:

$$\text{Range} = T_1 - T_2 \quad (2)$$

- Range ideal (°c); dinyatakan melalui perbedaan temperatur air masuk dan temperatur wet bulb ambient, rumusnya adalah:

$$\text{Range ideal} = T_1 - T_{wb \text{ ambient}} \quad (3)$$

- Approach (°c); merupakan perbedaan antara temperatur air keluar menara pendingin dan temperatur wet bulb ambient, rumusnya adalah:

$$\text{Approach (°c)} = T_2 - T_{wb \text{ ambient}} \quad (4)$$

Efektivitas kinerja menara pendingin; dinyatakan melalui perbandingan antara Range dan Range ideal, rumusnya adalah:

$$\text{Efektiv.} = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_{wb \text{ ambient}}} * 100\% \quad (5)$$

dimana:

$T_1$  = temperatur air panas masuk menara pendingin (°c)

$T_2$  = temperatur air dingin keluar menara pendingin (°c)

$T_{wb \text{ ambien}}$  = temperatur wet bulb ambient. (°c)

**METODE PENELITIAN.**

**a. Mesin dan Alat Ukur.**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Satu unit menara pendingin dengan fan berpengerak motor listrik ¼ hp.
- Pompa air dengan daya ½ hp.
- Satu unit water heater 150 Watt..
- Termometer, untuk mengukur temperatur air masuk dan keluar menara pendingin.
- Termometer wet bulb, untuk mengukur temperatur udara basah.
- Anemometer, untuk mengukur kecepatan aliran udara.
- Flow meter air, untuk mengukur laju volume aliran air.

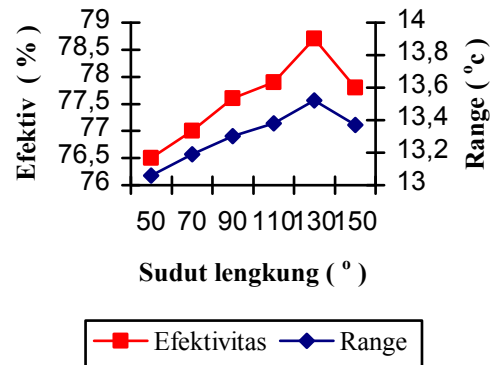
**c. Jalannya Penelitian.**

Setelah instalasi menara pendingin selesai dirakit, melakukan pemasangan alat ukur dan pengisian bak penampung dengan air sampai batas yang ditentukan, kemudian melakukan tes kebocoran saluran airnya terlebih dahulu. Hidupkan pompa air pada bukaan katup yang tetap, hidupkan fan untuk kecepatan yang tetap, kemudian menghidupkan water heater pada skala daya listrik yang ditetapkan.

Pengambilan data dilakukan setelah sistem berjalan selama ± 10 menit pada tiap pengaturan sudut lengkung sirip yang bervariasi 50° s/d 150°. Data-data yang dicatat yaitu temperatur air masuk menara pendingin, temperatur air keluar menara pendingin, laju volume air, temperatur wet bulb ambient, kecepatan udara menara pendingin, laju volume air.

**2. HASIL DAN PEMBAHASAN.**

**a. Grafik Bahasan.**



**b. Pembahasan.**

Pengaturan sudut lengkung sirip ( $\alpha$ ) yang merupakan unsur pengubah luasan permukaan kontak konveksi ( $\partial A$ ) dan tahanan termal konveksi ( $\partial R_c$ ), yang akan mempengaruhi laju pelepasan panas konveksi air ( $\partial Q_w$ ), sehingga merubah efektivitas kinerja menara pendingin (Efektiv.).

Grafik bahasan menyatakan bahwa efektivitas kinerja menara pendingin (Efektiv.) meningkat pada pengaturan  $\alpha = 50^\circ - 130^\circ$ , hal ini terjadi karena meningkatnya laju pelepasan panas air pada menara pendingin karena perubahan laju aliran udara yang kecil pada pertambahan luasan permukaan kontak konveksi.

Sedangkan pada pengaturan  $\alpha = 140^\circ - 150^\circ$  terjadi penurunan efektivitas kinerja menara pendingin sebagai akibat menurunnya laju pelepasan panas air pada menara pendingin yang terjadi akibat meningkatnya tahanan termal konveksi pada pertambahan luasan permukaan kontak konveksi.

### 3. KESIMPULAN.

Melalui pengaturan sudut lengkung sirip aksial menara pendingin  $\alpha = 50^\circ$  s/d  $130^\circ$  diperoleh range  $13,06^\circ\text{C}$  s/d  $13,52^\circ\text{C}$  sehingga menghasilkan efektivitas kinerja menara pendingin sebesar  $E_{\text{efektiv}} = 76,508\%$  s/d  $78,696\%$ .

Dengan peningkatan range yang menghasilkan efektivitas kinerja menara pendingin yang lebih baik tersebut dapat menunjukkan peningkatan proses pelepasan panas air yang terjadi pada menara pendingin dengan menghasilkan laju pelepasan panas air  $Q_w = 13,586\text{ kW}$  s/d  $14,045\text{ kW}$ .

### DAFTAR PUSTAKA.

- Wikipedia; 2007, *Cooling Tower System*, The Free Encyclopedia.htm.
- Unep; 2006, *Peralatan Energi Listrik - Menara Pendingin*, Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri di Asia, [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org).
- Yunus A. Cengel, Michael A. Boles; 1998, *Thermodynamics An Engineering Approach*, Third Edition.
- K. Iynkaran, David J. Tandy; 1993, *Basic Thermodynamics Application and Pollution Control*.