



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 7%

Date: Friday, July 30, 2021

Statistics: 169 words Plagiarized / 2372 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

Analisa kinerja cooling tower tipe counter flow induced draft Luh Putu Ike Midiani^{1*}, I Wayan Temaja², I Putu Merta Adnyana³, I Kadek Dwiana³ dan I Made Prasana Yoga³
¹Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas MEP, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364 ²Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364 ³Mahasiswa Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364 *Email: putuikemidiani@pnb.ac.id Abstrak Paper ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang kinerja menara pendingin. Menara pendingin yang diamati adalah menara pendingin tipe counterflow induced draft.

Analisa dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur lingkungan terhadap kinerja menara pendingin, kerugian energi dan alternatif perbaikan. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data operasional, pengolahan data dan selanjutnya menganalisa hasil pengolahan data. Parameter kinerja menara pendingin yang dicari meliputi range, approach, efektifitas, kapasitas pendinginan. Kerugian yang terjadi selama operasional menara pendingin seperti kerugian penguapan, blow down dan drift juga dihitung.

Hasil analisa kinerja menara pendingin menyatakan bahwa efektivitas menara pendingin tinggi karena laju penguapan yang tinggi dan lebih sedikit kehilangan karena penguapan, blowdown, dan drift. Laju penguapan yang tinggi dapat terjadi karena jumlah uap air yang rendah di udara dan menunjukkan kelembaban relatif yang rendah, sehingga penurunan temperatur wet bulb akan besar. Kata kunci: menara pendingin, kinerja, range, approach, efektifitas
Abstract: This paper aims to provide insight into cooling tower performance. The cooling tower observed is a counterflow induced draft cooling tower.

The analysis was conducted to determine the effect of environmental temperature on cooling tower performance, energy losses and alternative improvements. The method used is operational data collection, data processing and then analyzing the results. The cooling tower performance parameters include range, approach, effectiveness, cooling capacity. Losses that occur during cooling tower operations such as evaporation losses, blow downs and drifts are also calculated. The results of the cooling tower performance analysis indicate that the effectiveness of the cooling tower is high due to the high evaporation rate and less loss due to evaporation, blowdown, and drift.

A high evaporation rate can occur due to the low amount of water vapor in the air and shows low relative humidity, so that the decrease in wet bulb temperature can be large.
Keywords: cooling tower, performance, range, approach, effectivity Penerbit @ P3M
Politeknik Negeri Bali _ _

1. Pendahuluan Tujuan penulisan paper ini adalah sebagai studi kinerja menara pendingin yang beroperasi di laboratorium Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Menara pendingin ini merupakan bagian dari sistem AC Central tipe chilled water dimana kondensor yang digunakan adalah kondensor berpendingin air. Untuk membuang panas air pendingin kondensor ini digunakan menara pendingin. Jenis menara pendingin yang digunakan adalah draft mekanis kontak langsung (open tower) dimana air yang didinginkan berkontak dengan udara dan kipas ditempatkan di sisi saluran keluar udara (induced draft) [1]. Menara pendingin dapat dikatakan sebagai alat penukar panas dengan prinsip kerja melepaskan dan memindahkan panas antara air pendingin kondensor ke udara.

Air pendingin kondensor yang hangat dipompakan ke bagian atas menara pendingin kemudian didistribusikan melalui splash bars (batang percikan) ke material pengisi menara pendingin. Material pengisi menara pendingin berfungsi menghambat laju air yang jatuh. Material pengisi membuat permukaan air sebanyak mungkin, meningkatkan waktu kontak antara air dengan udara guna meningkatkan penguapan dan perpindahan panas. Udara dapat berkontak dengan air karena udara ditarik atau dipaksa melintasi kisi-kisi (fill) oleh satu atau lebih kipas di bagian atas menara. Air yang bersentuhan dengan udara akan menguap dan sisa panas laten air dipindahkan ke udara.

Proses tersebut menyebabkan temperatur bola basah udara meningkat dan temperatur air menurun saat air dan udara keluar dari menara pendingin [2]. Air yang sudah dingin akan ditampung di dalam bak penampung untuk kemudian disirkulasikan kembali ke kondensor. Pada bak penampung dipasang katup make up water untuk menjaga kapasitas air pendingin tidak berkurang akibat terjadinya proses evaporative cooling tersebut. Pengendalian kehilangan air dalam bentuk penguapan juga dapat menjadi sebuah perhatian untuk menghindari pemborosan energi [3, 4].

Paper ini akan menganalisa pengaruh temperatur lingkungan sekitar (temperatur dry bulb dan wet bulb) terhadap parameter kinerja menara pendingin. Analisa dilakukan untuk dapat memberikan wawasan tentang kinerja menara pendingin, kehilangan energi dan alternative perbaikan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menganalisa kinerja menara pendingin dan hasil-hasil penelitian tersebut digunakan sebagai referensi dalam penulisan artikel ini [5-9]. 2.

Metode Metodologi yang digunakan adalah pengumpulan data operasional, pengolahan data dan analisa hasil pengolahan data. Jenis menara pendingin yang digunakan pada AC Central tipe chilled water adalah LBC 15 dengan cooling capacity

59.5 kCal/hr. Spesifikasi teknis menara pendingin disajikan pada Tabel 1. Evaluasi kinerja menara pendingin diperlukan sebagai upaya penghematan energi dan sarana perbaikan. Kinerja menara dievaluasi dengan menghitung range, approach, efektifitas dan sistem distribusi air, dimana sangat ditentukan oleh laju aliran masa air dan udara, temperatur air masuk dan keluar, dan temperatur bola basah udara masuk dan keluar [10, 11].

Tabel 1. Spesifikasi teknis menara pendingin LCT 15 No. _Jenis _Ukuran _1 _H (mm) _:
 _1495 _2 _D (mm) _:_1170 _3 _Pipe Connection outlet (mm) _:_50 _4 _Pipe
 Connection inlet (mm) _:_50 _5 _Pipe Connection overflow (mm) _:_25 _6 _Pipe
 Connection drain (mm) _:_20 _7 _Pipe Connection auto filler (mm) _:_15 _8 _Pipe
 Connection quick filter(mm) _:_15 _9 _Fan Motor (HP) _:_ 1/4 _10 _Fan Dia. (mm) _:
 _670 _11 _Air Volume (m3/m) _:_135 _12 _Nominal Water Flow (L/M) _:_195 _13
 _Tower Heads (m) _:_1.6

_14 _Nominal Tons _:_15 _ Distribusi temperatur menara pendingin jenis Counter-flow Induced Draft ditunjukkan pada Gambar 1. Parameter input meliputi temperatur dan RH (kelembaban relatif) udara, temperatur air masuk dan keluar menara pendingin, laju aliran udara dan air. Menurut Kumar [5], kinerja menara pendingin ditentukan dengan menghitung: range, approach, efektivitas dan kapasitas pendinginan, blow down dan drift.

Gambar 1 Distribusi temperatur dalam menara pendingin

2.1.

Range (R), Range merupakan perbedaan antara temperatur air masuk dan keluar menara pendingin, disebut juga kemampuan air untuk menurunkan temperaturnya. Range yang tinggi menunjukkan menara pendingin bekerja dengan baik dan efektif. Secara matematis, _ (1) dimana : t_{in} = temperatur air masuk, temperatur air panas ($^{\circ}\text{C}$) t_{out} = temperatur air keluar, temperatur air dingin ($^{\circ}\text{C}$) Approach (A), Approach merupakan perbedaan antara temperatur air keluar dan temperatur bola basah udara masuk. semakin besar menara pendingin semakin dekat Approach tersebut. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut. _ (2) dimana : t_{out} = temperatur air keluar, temperatur air dingin ($^{\circ}\text{C}$) t_{wb} = temperatur wet bulb udara masuk menara ($^{\circ}\text{C}$) 2.3.

Efektifitas Pendinginan (ϵ), Efektifitas pendinginan merupakan perbandingan antara range dan selisih temperatur air masuk dan bola basah udara. Semakin tinggi perbandingan ini, maka semakin tinggi efektivitas pendinginan suatu menara pendingin. Secara matematis: _ (3) 2.4. Cooling Capacity (Kapasitas Pendinginan) Merupakan kemampuan menara pendingin tersebut dalam membuang panas ke lingkungan. _ (4) dimana : C = kapasitas panas (kJ/s) $\dot{m}_w$ = laju alir masa air (kg/s) c_p = panas spesifik air ($\text{kJ/kg } ^{\circ}\text{C}$) Selanjutnya dihitung kerugian-kerugian yang dapat diakibatkan oleh evaporasi dan blow down. 2.5.

Evaporation Losses / Kehilangan Penguapan (E), _ (5) dimana : 0.00085 = konstanta penguapan [5] C = nominal water flow pada spesifikasi menara pendingin (m^3/h) 2.6. Blow Down (B) Merupakan metode untuk mengontrol konsentrasi TDS dengan membuang sebagian aliran air yang bersirkulasi (bersama dengan beban TDS-nya) dan diisi ulang dengan air make-up yang relatif murni. _ (6) Dimana : COC = Cycle of Concentration ditentukan 5 [9] 2.7. Drift (D) Merupakan tetesan air yang terperangkap di aliran udara yang akan hilang bersama udara.

_ (7) Set up pengambilan data awal untuk pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2. Sifat psikrometrik yang merupakan hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel (Tabel 3). Tabel 2. Parameter pengambilan data awal Parameter _ Nilai _
Temperatur dry bulb udara masuk (t{db1}), $^{\circ}\text{C}$ _27.6 _Temperatur dry bulb udara keluar (t_{db2}), $^{\circ}\text{C}$ _27.6 _Relatif Humidity udara masuk (RH1), % _82% _Relatif Humidity udara keluar (RH2), % _89% _Temperatur air masuk menara (t_3), $^{\circ}\text{C}$ _29 _Temperatur air keluar menara (t_4), $^{\circ}\text{C}$ _26 _Volume udara, m^3/h _8100 _Volume aliran air, m^3/h _11.7

_ _Tekanan udara (mm Hg) _760 _ _

Gambar 2. Set up pengambilan data Tabel 3. Sifat psikrometrik yang dihitung

Parameter	Nilai
Temperatur wet bulb udara masuk (twb1), oC	25.12
Temperatur wet bulb udara keluar (twb2), oC	26.11
Enthalpy udara masuk (h1), kJ/kg	76.7
Enthalpy udara masuk (h2), kJ/kg	81
Sp. Humidity udara masuk (?1), kg/kg udara kering	0.0192
Sp. Humidity udara masuk (?2), kg/kg udara kering	0.0209
Sp. Volumetrik udara (?1) m ³ /kg udara kering	0.878
Sp. Volumetrik udara (?2) m ³ /kg udara kering	0.881

Pengambilan data dilakukan selama 20 hari, perhitungan parameter kinerja dan kerugian untuk data awal adalah sebagai berikut: _ _ _ Laju alir massa udara : _ _ _ Penambahan panas pada udara (HG) : _ _ _ Panas yang dibuang oleh air/ cooling capacity (HL) : _ _ _ _ _ Perhitungan kerugian-kerugian yang terjadi adalah sebagai berikut : _ _ _ _ Perhitungan selanjutnya diolah dengan menggunakan program spread sheet dan Origin. Dengan program ini, kinerja menara pendingin dapat diketahui dan disimulasikan.

3. Hasil dan Diskusi Hasil perhitungan kinerja menara pendingin yang meliputi range, approach, efektifitas ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 3 dan 4. Selanjutnya hasil perhitungan kapasitas pendinginan dan losses ditampilkan pada Gambar 5 dan 6.

Gambar 3. Range dan approach

Range dihasilkan dari beda temperatur air masuk dan keluar menara pendingin. Range yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 3-4 oC, seperti yang terlihat pada Gambar 3. Variasi temperatur air dan temperatur wet bulb masuk menara pendingin tidak berpengaruh signifikan terhadap range.

Range ditentukan saat perancangan menara pendingin. Range dipengaruhi oleh laju sirkulasi air, semakin besar laju sirkulasi air, range akan semakin kecil dan berlaku sebaliknya [10]. Pada paper ini laju aliran air adalah tetap yaitu 195 liter permenit atau setara dengan 11.7 m³/jam sehingga range yang dihasilkan tetap pada kisaran 3-4 oC. Approach merupakan beda temperatur antara temperatur air keluar menara pendingin dengan temperatur wet bulb udara masuk menara pendingin. Approach hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan Gambar 3 adalah berkisar antara 0.8-4.3 oC.

Approach berkaitan erat dengan koefisien menara dan ukuran menara. Nilai approach yang kecil menghasilkan ukuran menara pendingin yang besar dan approach yang besar menghasilkan menara pendingin yang kecil. Untuk menara pendingin yang digunakan pada sistem pendingin udara, approach biasanya bervariasi antara 2,8-6,7°C [10]. Pada range dengan nilai tetap, approach yang kecil menghasilkan temperatur air keluar menara pendingin yang rendah, serta tekanan dan temperatur kondensasi yang lebih rendah.

Gambar 4. Efektifitas Gambar 5.

Cooling capacity

Gambar 4 menunjukkan efektifitas dari menara pendingin,. Efektifitas cenderung tinggi, karena rata-rata berada pada 0.6 atau 60%. Hal ini disebabkan kemampuan membuang panas sekitar 600-2500 kJ/h dan lebih sedikit kehilangan karena penguapan, blow-down, dan drift, seperti ditunjukkan pada gambar 5 dan 6. Cooling capacity menara pendingin ditunjukkan pada Gambar 5, menyatakan kemampuan menara pendingin untuk membuang panas.

Temperatur wet bulb udara masuk menara pendingin digunakan sebagai parameter utama yang mempengaruhi kinerja menara pendingin yaitu kemampuan menara pendingin tersebut untuk membuang panas ke lingkungan. Air yang menguap menciptakan efek pendinginan. Ketika kesetimbangan tercapai, temperatur wet bulb akan lebih rendah dari temperatur lingkungan. Selisih temperatur lingkungan dan temperatur wet bulb sangat tergantung pada laju penguapan air. Sedangkan laju penguapan tergantung pada jumlah uap air di udara. Jumlah uap air yang tinggi di udara akan menurunkan laju penguapan.

Jadi, penurunan bola basah yang kecil menunjukkan kelembaban relatif yang tinggi, sedangkan penurunan bola basah yang besar menunjukkan kelembaban relatif yang rendah [12].

Gambar 6. Evaporation, blowdown & drift

Losses atau kerugian yang terjadi selama menara pendingin beroperasi terdiri dari kerugian penguapan, blow down dan drift. Rugi-rugi yang terjadi lebih kecil dari 0.1 m³/h untuk rugi penguapan dan blow down. Sedangkan rugi karena drift sebesar 1.17 m³/h. 4. Kesimpulan Analisa kinerja menara pendingin telah dilakukan untuk dapat memberikan wawasan tentang parameter kinerja dan kehilangan energi yang terjadi.

Berikut yang beberapa hal yang dapat disimpulkan : Efektivitas menara pendingin tinggi karena laju penguapan yang tinggi dan lebih sedikit kehilangan karena penguapan, blowdown, dan drift. Laju penguapan tinggi dapat terjadi karena jumlah uap air yang rendah di udara dan menunjukkan kelembaban relatif yang rendah, sehingga penurunan temperatur wet bulb akan besar. Panas yang dibuang oleh menara pendingin meningkat dengan meningkatnya selisih temperatur udara maupun selisih temperatur air.

Ucapan Terima Kasih Penulis menyampaikan ucapan terima kasih atas bantuan dan dukungan dari Kalab tata udara, teknisi dan mahasiswa-mahasiawa prodi TRU dan TPTU yang telah membantu dalam penyelesaian paper ini. Daftar Pustaka [1] A. D. Althouse, Modern Refrigeration and Air Conditioning (Modern Refridgeration and Air, 2004. [2] P. Tymkow, S. Tassou, M. Kolokotroni, and H. Jouhara, Building services design for energy efficient buildings: Routledge, 2013. [3] M. Lakovic, S. Lakovic, and M. Jovic, "Design and Performance Analysis of the Cooling Tower in the Adhesive Factory," in Proceedings, 2014, pp. 81-85. [4] J. C. Hensley, Cooling tower fundamentals: Marley Cooling Tower Company, 1985. [5] R. Kumar, Y. Shrivastava, R.

R. Maheshwari, and D. Singh, "Natural draft cooling tower: Analytic study for performance enhancement," Materials Today: Proceedings, vol. 38, pp. 211-217, 2021. [6] Y. Handoyo, "Analisis Performa Cooling Tower LCT 400 Pada PT XYZ, Tambun Bekasi," Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma" 45" Bekasi, 3, p. 97640, 2015. [7] D. A. Fauzi and B. Rudiyanto, "Analisa performa menara pendingin pada pt. Geo dipa energi unit dieng," Jurnal Ilmiah Rotary, vol. 1, 2016. [8] N. P. Pratiwi, G. Nugroho, and N. L. Hamidah, "Analisa Kinerja Cooling Tower Induced Draft Tipe LBC W-300 Terhadap Pengaruh Temperatur Lingkungan," Jurnal Teknik Pomits, 7, pp.

1-6, 2014. [9] I. N. Suamir, I. N. Ardita, and I. M. Rasta, "Effects of Cooling Tower Performance to Water Cooled Chiller Energy Use: a Case Study toward Energy Conservation of Office Building," in 2018 International Conference on Applied Science and Technology (iCAST), 2018, pp. 712-717. [10] S. K. Wang and S. K. Wang, Handbook of air conditioning and refrigeration, vol. 49: McGraw-Hill New York, 2000. [11] A. A. R. Hakim and E. A. Kosasih, "Analysis Of Heat And Mass Transfer On Cooling Tower Fill," in Jurnal Forum Nuklir, 2020, pp. 25-30.

[12] L. R. Wilhelm, D. A. Suter, and G. H. Brusewitz, Food & process engineering technology, 2004.

INTERNET SOURCES:

<1% - https://www.lppm.itn.ac.id/home/data_penelitian/

<1% -

https://www.cmu.edu/cee/projects/PMbook/03_The_Design_And_Construction_Process.html

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/224762337_Performance_enhancement_of_cooling_towers_in_thermal_power_plants_through_energy_conservation

<1% - https://en.wikipedia.org/wiki/Dew_point

<1% -

https://www.academia.edu/27765721/LAPORAN_PKL_SINKRONISASI_GENERATOR_PLTU_TANJUNG_AWAR_AWAR

1% -

<https://123dok.com/document/wyevp44z-penelitian-kinerja-induced-cooling-potongan-sebagai-filling-material.html>

<1% -

<https://123dok.com/document/wyeev8ey-pengaruh-penggunaan-pengisi-diameter-terhadap-kinerja-pendingin-counterflow.html>

<1% - https://www.academia.edu/29613403/AC_SENTRAL_pdf

<1% - https://ismantoalpha.blogspot.com/2009_12_04_archive.html

<1% -

https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2019/03/8b175_MODUL_-_AIR_TAK_BEREKENING_NRW.docx

<1% - <https://idoc.pub/documents/4-biologi-2007-2878-d47e9woo3yn2>

<1% -

<https://123dok.com/document/eqo35d5q-pengaruh-penggunaan-pengisi-diameter-terhadap-kinerja-pendingin-counterflow.html>

<1% - https://www.academia.edu/9869308/Peralatan_Energi_Listrik_Menara_Pendingin

<1% - https://www.academia.edu/13174836/makalah_cooling_tower

<1% - <https://adoc.pub/11-proses-pengadaan-energi-listrik.html>

<1% -

<https://cot.unhas.ac.id/seminar/sinastek2018/wp-content/uploads/2019/01/TM1805-Zur-yati-dkk-OK.pdf>

<1% - http://eprints.undip.ac.id/45561/3/BAB_II_.pdf

<1% -

<https://actpelajaransiswa.blogspot.com/2021/07/contoh-ucapan-penghargaan-sebanyak-27.html>

1% - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320351117>

<1% - <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/953/1/012113/meta>

1% -

<https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Cooling-Tower-Performance-to-Water-Use%3A-Suamir-Ardita/825f6f95a76e055c30822ecc0bbd264617234c31>

1% -

<https://www.scribd.com/document/6917642/Food-Process-Engineering-Technology>