

# **ANALISA PERHITUNGAN EFISIENSI COOLING TOWER 32 T 821 PADA UTILITAS II PRODUKSI II B PT PETROKIMIA GRESIK**

Suhartono Wahyu<sup>1</sup>, Asalil Mustain<sup>1</sup>, Muhammad Aidil Rizky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, 65141, Malang, Indonesia

<sup>2</sup>PT Petrokimia Gresik, Jl. Jend. Ahmad Yani, Gresik, 61119, Indonesia  
wahyusuhartono@gmail.com ; [asalil89@polinema.ac.id] ; [aidilr77@gmail.com]

## **ABSTRAK**

Industri petrokimia sangat memerlukan kebutuhan air pendingin sebagai unit penunjang prosesnya. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air pendingin dalam sistem utilitas, *colling tower* diperlukan sehingga air pendingin dapat digunakan kembali selama proses berlangsung. Penggunaan alat *cooling tower* pada industri dinilai penting, sehingga perlu peninjauan mengenai evaluasi kinerja *cooling tower*. Evaluasi kinerja *cooling tower* dapat dilakukan berdasarkan perhitungan efisiensi air pendingin, perhitungan neraca massa, dan neraca energi pada sistem *cooling tower* tersebut perlu dilakukan terlebih dahulu. Analisa ini dapat menjadi pertimbangan teknis pihak industri untuk operasional maupun perawatan lebih lanjut. Setelah melalui pengamatan di lapangan, hasil perhitungan aktual yang menunjukkan efisiensi kerja *cooling tower* pada unit utilitas 2 produksi 2 B diperoleh berkisar 65%. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, kinerja *cooling tower* masih beroperasi dengan baik dan masih layak digunakan dalam proses industri.

**Kata kunci:** *Cooling Tower*, Efisiensi, Sistem Utilitas

## **ABSTRACT**

*The petrochemical industry is in dire need of cooling water as a supporting unit for the process. To increase the efficiency of the use of cooling water in the utility system, a cooling tower is needed so that the cooling water can be reused during the process. The use of cooling tower equipment in industry is considered important, so it is necessary to review the evaluation of cooling tower performance. Evaluation of cooling tower performance can be done based on the calculation of cooling water efficiency, the calculation of the mass balance and energy balance in the cooling tower system needs to be done first. This analysis can be used as a technical consideration for the industry for further operations and maintenance. After going through field observations, the actual calculation results that show the working efficiency of the cooling tower in utility unit 2 production 2 B is obtained at around 65%. Based on the results of these calculations, the performance of the cooling tower is still operating well and is still suitable for use in industrial processes.*

**Key words:** *Cooling Tower*, Efficiency, Utility System

## **1. PENDAHULUAN**

Industri petrokimia tidak terlepas dari kebutuhan utilitas pemanas dan air. Hal ini tentu sangat erat kaitannya dengan penggunaan *cooling tower* pada tahapan proses tersebut. Air pendingin menjadi komponen yang sangat dibutuhkan sebagai media yang

digunakan untuk melakukan pertukaran panas antara fluida panas dengan air pendingin. *Cooling tower* merupakan alat penukar kalor yang material fluida kerjanya adalah air dan udara [1].

*Cooling tower* berfungsi untuk mendinginkan air melalui kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan perpindahan panas antara air dengan udara. *Cooling tower* juga dimanfaatkan dalam upaya peningkatan produktivitas serta efisiensi proses produksi di industri kimia. Hal tersebut dikarenakan industri kimia sangat membutuhkan nilai dari efisiensi alat yang sesuai agar pabrik dapat bekerja secara optimal. Gangguan pada *cooling water* dapat mengurangi produktivitas alat atau menyebabkan kerusakan [2].

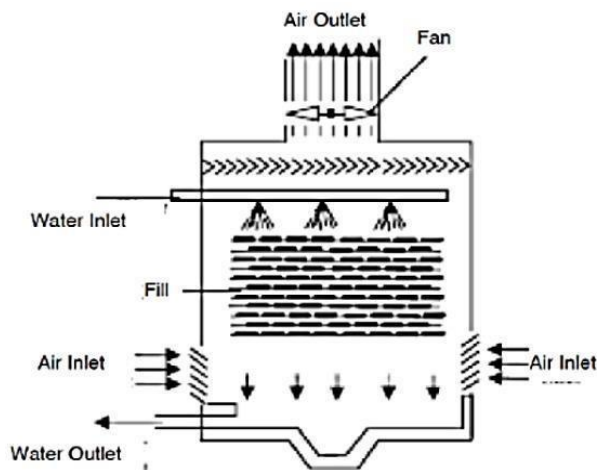
Air pendingin yang dialirkan ke dalam *cooling tower* akan mengalami proses perpindahan panas. Proses perpindahan panas terjadi pada air pendingin yang bertemperatur tinggi menjadi temperatur rendah akibat kontak langsung dengan udara dingin. Pada saat perpindahan kalor antara air dan udara, sejumlah air akan ikut terbang ke udara, sehingga volume air ikut berkurang. Maka, *make-up water* perlu ditambahkan supaya laju air pendingin yang masuk ke pabrik jumlahnya tetap terjaga [3].

Dalam perhitungan efisiensi, aspek yang diperhitungkan antara lain berupa *evaporation loss*, *drift loss* maupun *blow down*. *Evaporation loss* ( $We$ ) adalah peristiwa terbawanya uap air oleh daya hisap *ID fan* menuju atmosfer. Peristiwa pendinginan air oleh udara pada *cooling tower* akan menghasilkan banyaknya uap air yang hilang. Oleh karena itu, kehilangan uap air dapat dicegah dengan penggunaan *cooling tower* dengan jenis *ID (induced draft) fan* [4].

Menara pendingin mampu menurunkan suhu air lebih dari peralatan-peralatan yang hanya menggunakan udara untuk membuang kalor. Menara pendingin menurunkan suhu aliran air dengan cara mengkontakkannya dengan udara yang dilewatkan secara berlawanan arah. Konsumsi air dari suatu sistem menara pendingin hanya sekitar 5% dibandingkan dengan sistem pengaliran air sekali lewat yang telah disebutkan di atas, sehingga merupakan sistem yang paling ekonomis dari segi konservasi air. Selain itu, jumlah air panas yang terbang (*blow down*) sangatlah kecil, sehingga efek terhadap ekologi juga sangat minim. Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *water collant* memiliki sifat yang dapat mempercepat penurunan suhu dari suatu zat atau cairan [5]. Penggunaan *cooling tower* dapat meningkatkan efisiensi sistem proses secara keseluruhan dan mengurangi penggunaan energi, sehingga biaya yang akan dikeluarkan jauh lebih murah. Oleh sebab itu, analisa perhitungan efisiensi *cooling tower* perlu dilakukan sehingga dapat mengetahui tingkat performa peralatan sekaligus memberikan informasi aktual kepada pihak industri untuk program operasional maupun perawatan lebih lanjut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada studi yang dilakukan di salah satu industri petrokimia ini, tipe *cooling tower* yang digunakan adalah jenis *induced-draft* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. *Induced draft fan* dapat bekerja dengan melakukan penghisapan uap air yang terkondensasi oleh peristiwa kontak antara air pendingin dengan udara atmosfer. *Cooling tower* dengan jenis ini menghasilkan kecepatan udara masukan rendah dan kecepatan udara keluaran yang tinggi, sehingga dapat mengurangi resirkulasi udara [6].



**Gambar 1.** Cooling tower tipe induced draft

[3]

Untuk melakukan analisa *cooling tower* 35 T 825, beberapa data diperlukan seperti temperatur air pendingin masuk ke *cooling tower*, temperatur air pendingin keluar dari *cooling tower*, temperatur udara, laju sirkulasi air pendingin serta laju alir dari *make-up water*. Data yang diperoleh berasal dari *Control Room* perusahaan dalam bentuk *logsheet*. Data didapatkan dari *logsheet Distributed Control System (DCS)* Unit Utilitas pada pabrik petrokimia yang diambil pada 24 – 26 Maret 2022 (Tabel 1).

Data yang diambil digunakan untuk menghitung efisiensi. Metode yang digunakan menghitung dengan menggunakan microsoft excel agar akurat. Efisiensi dihitung menggunakan persamaan [7]:

$$Efisiensi = \frac{T_{out\ cooling\ tower} - T_{in\ cooling\ tower}}{T_{in\ cooling\ tower} - T_{wb}} \quad (1)$$

Data yang diambil juga untuk menghitung *flowrate* air menggunakan persamaan [8]:

$$Q = \Delta H = M \times C_p \times \Delta T \quad (2)$$

**Tabel 1.** Data aktual *cooling tower* unit utilitas II produksi II B

Tanggal	Laju Alir Air Pendingin Masuk (m <sup>3</sup> /h)	Laju Alir Make-Up Water (m <sup>3</sup> /h)	Laju Alir Udara (m <sup>3</sup> /h)	T Inlet Air Pendingin(°C)	T Outlet Air Pendingin(°C)	T Udara (°C)
24/03/2022	932	25	19,041	38,3	28,7	28
25/03/2022	926	30	19,041	38,7	28,4	28
26/03/2022	911	40	19,041	38,4	28,3	28
Rata – rata	923	31,66	19,041	38,47	28,47	28

Selanjutnya, data yang diperoleh digunakan untuk mencari nilai *evaporation loss*, *drift loss*, *blowdown*, dan efisiensi kerja *cooling tower*.

1. *Evaporation Loss* (We)

$$We = 0,00085 \times 1,8 \times WC \times (T1-T2) \quad (3)$$

Keterangan:

$W_e$  = Evaporation loss ( $m^3/h$ )

$W_C$  = Sirkulasi water flow ( $m^3/h$ )

$T_1 - T_2$  = Temperatur *inlet* – temperature *outlet* ( $^{\circ}C$ )

2. *Drift Loss* ( $W_d$ )

$$W_d = D \times W_c \quad (4)$$

Keterangan:

$W_d$  = *Drift Loss* ( $m^3/h$ )

$D$  = Nilai persentase untuk *drift loss*

3. *Blow Down* ( $W_b$ )

$$W_b = \frac{W_e - (Cycle - 1)W_d}{Cycle - 1} \quad (5)$$

Keterangan:

$W_b$  = *Blowdown* ( $m^3/h$ )

4. Neraca Massa dan Neraca Panas *Cooling Tower*

$$Input = Output + Losses \quad (6)$$

5. Efisiensi Kerja *Cooling Tower*

$$\eta = \left(1 - \frac{Q_{loss}}{\Delta H_{in}}\right) * 100\% \quad (7)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan mengenai *evaporation loss*, *drift loss*, *blow down*, *make-up water* dan *efisiensi cooling tower* ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Data desain *cooling tower* unit utilitas II produksi II B

Komponen	Hasil Perhitungan
<i>Evaporation Loss</i> ( $m^3/h$ )	14
<i>Drift Loss</i> ( $m^3/h$ )	2
<i>Blow Down</i> ( $m^3/h$ )	1
<i>Make Up Water</i> ( $m^3/h$ )	16
<i>Efisiensi Cooling Tower</i> (%)	65%

Dari Tabel 2 tersebut, nilai efisiensi kerja *cooling tower* yang terdapat pada unit utilitas II produksi II B diperoleh sebesar 65%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa efisiensi kerja dari data aktual untuk unit *cooling tower* cukup baik dikarenakan rentan efisiensi kerja *cooling tower* yaitu sebesar 70%-90% [9]. Hal ini berkaitan bahwa panas fluida yang mengalir pada proses pendinginan cukup baik dan performa kerja dari *cooling tower* untuk unit utilitas II produksi II B dapat dikatakan beroperasi dengan cukup baik.

Faktor-faktor yang dapat meningkatkan efisiensi pada *cooling tower* antara lain mengatur laju alir dari air ataupun udara, meningkatkan luas permukaan kontak, meningkatkan waktu kontak antara air dan udara, dan mengatur arah aliran udara yang

berhubungan dengan permukaan kontak air. Laju alir dari air ataupun udara akan mempengaruhi temperatur pada air pendingin yang dihasilkan. Semakin tinggi laju alir udara serta semakin rendah laju alir air maka temperatur air pendingin yang dihasilkan semakin rendah, sehingga efisiensi air pendingin yang didapat semakin meningkat. Laju alir udara dapat dipercepat dengan memperbanyak dan mempercepat putaran *fan* yang digunakan [10].

Peningkatan luas permukaan dan waktu kontak dapat dilakukan dengan memperbanyak bahan pengisi (*filler*) dan mempertinggi *cooling tower*. Semakin lama waktu kontak antar kedua fluida maka air pendingin yang dihasilkan semakin baik. Arah aliran juga dapat diatur secara parallel, *counter current flow*, ataupun *crossflow* [10].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa, evaluasi kinerja *cooling tower* dengan menghitung efisiensi air pendingin, perhitungan neraca massa dan neraca energi didapatkan hasil efisiensi kerja *cooling tower* pada unit utilitas II produksi II B diperoleh sebesar 65%. Sehingga, dari kinerja *cooling tower* tersebut bisa disimpulkan bahwa *cooling tower* masih beroperasi dengan cukup baik. Selain itu pada *cooling tower* juga bisa mengalami *losses water*, *losses* disebabkan karena adanya air yang terbawa ke udara saat proses pendinginan dan juga air yang memercik karena adanya bahan pengisi (*packing*). Oleh sebab itu disarankan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan cara melakukan penambahan *make up water*.

#### REFERENSI

- [1] Z. Zulfikar, "Penambahan Water Coolant Pada Cooling Tower Tipe Counter Flow," *J. Mesin Nusant.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–92, 2019, doi: 10.29407/jmn.v1i2.13566.
- [2] R. S. Putra, "Analisa Perhitungan Beban Cooling Tower Pada Fluida Di Mesin Injeksi Plastik," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, p. 19, 2015, doi: 10.22441/jtm.v4i2.1010.
- [3] E. Nurisman, Z. Syafira, dan F. Shania, "Studi kinerja cooling tower unit amoniak dan urea pada sistem utilitas industri petrokimia," *J. Tek. Kim.*, vol. 26, no. 1, pp. 37–41, 2020, doi: 10.36706/jtk.v26i1.9.
- [4] Y. Handoyo, "Analisis Performa Cooling Tower LCT 400," *J. Imiah Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 38–52, 2015, [Online]. Available: <http://ejournal.unismabekasi.ac.id>.
- [5] S. Kishore, P. Karthick, B. Hritik, H. Sudhans, dan K. Veeramanikandan, "Design and Fabrication of Design and Fabrication of," *Ijariie*, vol. 25, no. 5, pp. 3464–3470, 2021, [Online]. Available: <https://www.annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/4993/3987>.
- [6] T. Aprianti dan E. D. Priyantama, "Menghitung Efisiensi Dan Losses Cooling Tower Unit Refinery Pt Wilmar Nabati Indonesia Pelintung," *J. Tek. Kim.*, vol. 24, no. 3, pp. 57–59, 2018.
- [7] R. H. Perry, "PERRY's Chemical Engineering Handbook," *Perrys' Chem. Eng. Handb.*, p. 21, 2007, [Online]. Available: <http://books.google.com/books?id=X1wIW9TrqXMC&pgis=1>.
- [8] F. Fdz-Polanco, *Elementary Principles of Chemical Processes*, vol. 83, no. 1. 2001.

- [9] S. Parker, *Principles and Practice*, vol. 32, no. 3. 2006.
- [10] D. A. Fauzi dan B. Rudiyanto, "Analisa Performa Menara Pendingin Pada Pt. Geo Dipa Energi Unit Dieng," *J. Ilm. Rotari*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2016.