Terbit *online* pada laman web jurnal : http://inomet.ft.unand.ac.id

INoMeT: Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal dan Termal

ISSN (Online): 3025-2598

Artikel Penelitian

Studi Performa *Cooling Tower* berdasarkan Kualitas Air Pendingin

Endri Yani[a], *Akmal Hadi Yuri Huda Putra*[a]

[a] *Departemen Teknik Mesin Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang 25163, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:
Diterima Redaksi: 5 Desember 2023
Revisi Akhir: 19 Desember 2023
Diterbitkan *Online*: 29 Desember 2023

KATA KUNCI

Cooling tower

Cooling water

Heat exchanger

Fouling

Blowdown

KORESPONDENSI

E-mail:

endriyani@eng.unand.ac.id

A B S T R A C T

Cooling water is used to cool fluids with a high temperature in a closed system, such as a cooling tower or heat exchanger. Sometimes, the cooling water is specified in a long tube, which risks fouling and rusk. This research will study cooling water quality as *Total Dissolved Solid (*TDS), chlorine concentration, and antiscale. In the design of the cooling tower at PLTGU Tanjung Uncang, the range or limit of the permitted TDS is 50,000. If this figure has been reached, the cooling tower must be blown down. Blowdown is water in the cooling tower that is deliberately removed to avoid the concentration of impurities during heat evaporation. At PLTGU Tanjung Uncang, the permitted chlorine concentration is in the range of 0.2-0.5. Chlorine flow in the cooling tower at PLTGU Tanjung Uncang is reversed with Cl concentration and TDS. Inject Antiscale aims to maintain cooling tower performance, which aims to be anti-rust.

1. PENDAHULUAN

Cooling tower merupakan alat penukar kalor dengan fluida kerja air dan udara. *Cooling tower* berfungsi untuk mendinginkan air melalui kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap [1]. *Cooling tower* banyak digunakan pada sistem pembangkit tenaga uap. *Cooling tower* bekerja berdasarkan prinsip pendinginan evaporatif. Pada saat proses perpindahan panas, *cooling tower* kehilangan sebagian kecil air. Ketika air ditiup secara bersamaan atau berlawanan arah, udara bersentuhan dengan air yang entalpinya lebih tinggi dan pada saat terjadi kontak, udara menyebabkan tetesan air menguap. Karena kehilangan panas sensibel, tetesan air yang tersisa akan berubah menjadi dingin. [2].

Cooling tower adalah sistem pendingin *liquid* (air) yang operasinya terkadang ditambah *refrigerant* (media pendingin) dan kipas untuk mempercepat proses perpindahan panas, kemudian disalurkan ke alat pendingin atau kondensor. Pada suatu industri dibutuhkan temperatur dan efisiensi alat yang sesuai agar pabrik dapat bekerja secara optimal. Gangguan pada *cooling tower* dapat mengurangi produktivitas alat atau menyebabkan kerusakan [3]. Oleh karena itu sangat penting untuk melakukan pemeliharaan atau perawatan alat dalam

https://doi.org/10.25077/xxxxx

Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved

suatu industri karena hal tersebut merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung proses produksi. Proses produksi harus didukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal [4]. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan salah satu aplikasi dari program *Total Productive Maintenance* (TPM) yang digunakan sebagai alat untuk menentukan tingkat efektivitas mesin [5].

Terdapat banyak jenis *cooling tower*, secara umum dikelompokkan berdasarkan [2]

a. Cara perakitan
b. Material konstruksi
c. Metode perpindahan panas
d. Pola pergerakan udara
e. Cara pergerakan udara

Cooling tower berdasarkan metode perpindahan panas [2]

1. *Wet Cooling Tower*
   Menara pendingin sistim basah (atau menara pendingin sirkuit terbuka) beroperasi berdasarkan prinsip pendinginan evaporatif. Pendinginan evaporatif adalah penambahan uap air ke udara, yang menyebabkan penurunan suhu udara dan air. Energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air diambil dari massa air yang tersisa, sehingga menurunkan suhunya. Air pendingin dari pabrik dipompa hingga bagian atas untuk selanjutnya didistribusikan secara merata diatas fill pack untuk selanjutnya mengalir turun melalui celah celah *fill pack* ke *cold water basin* dibagian bawah. Di dalam menara pendingin basah, bahan pengisi / *fill pack* ditambahkan untuk meningkatkan permukaan kontak serta waktu kontak antara udara dan air untuk menyediakan perpindahan panas yang lebih baik.
2. *Dry Cooling Tower*
   Dry cooling tower adalah *cooling tower* sistim tertutup dimana tidak ada kontak lansung antara air yang akan didinginkan dengan udara. Air yang akan didinginkan dialirkan didalam pipa - pipa bersirip yang dialiri udara. Saat mengalir didalam pipa - pipa bersirip, kalor yang yang terdapat dalam air sirkulasi ditransmisikan ke sirip sirip yang terdapat pada pipa, Panas dari air sirkulasi yang diserap oleh sirip sirip pada pipa akan berpindah ke udara secara konveksi paksa.
3. *Wet-Dry Cooling Tower*
   Wet - dry cooling tower merupakan gabungan antara *dry cooling tower* dan *wet cooling tower*. *Cooling tower* ini mempunyai dua jalur udara paralel dan dua jalur udara seri. Bagian atas menara di bawah kipas adalah bagian kering yang berisi tabung - tabung bersirip. Bagian bawah adalah ruang yang lebar yang merupakan bagian yang basah yang terdiri dari bahan pengisi (filling material). Air sirkulasi yang panas masuk melalui kepala yang terletak di tengah. Air mula - mula mengalir naik turun melalui tabung bersirip di bagian kering, kemudian meninggalkan bagian kering dan jatuh ke isian di bagian basah menuju bak penampung air dingin.Sedangkan udara ditarik dalam dua arus melalui bagian kering dan basah. Kedua arus menyatu dan bercampur di dalam menara sebelum keluar. Oleh karena arus pertama dipanaskan secara kering dan keluar dalam keadaan yang kering (kelembaban relatif rendah) daripada udara sekitar, sedangkan arus kedua biasanya jenuh.

Air pendingin (*cooling water*) merupakan air yang digunakan untuk mendinginkan fluida kerja yang bertemperatur tinggi pada sebuah sistem siklus tertutup, seperti proses pendinginan yang terjadi pada *cooling tower* (menara pendingin), dan berbagai jenis *heat exchanger* (penukar panas) lainnya. Air pendingin biasanya dialirkan melalui pipa yang terkadang berdiameter kecil, panjang dan melingkar, sehingga rawan terbentuk karat dan tentunya tersumbat. Agar air pendingin bisa maksimal dalam proses pendinginan, maka kualitas air pendingin yang digunakan harus diperhatikan. Pada penelitian ini ada tiga indikator yang digunakan untuk mengetahui kualitas air pendingin pada sebuah *cooling tower* yaitu meliputi *Total Dissolved Solid* (TDS), jumlah klorin dan *antiscale*.

Pada saat proses pendinginan pada *cooling tower*, terjadi penguapan air. Namun hanya air murni (H_2O) yang menguap, sedangkan mineral tidak ada yang ikut menguap. Jika terjadi kehilangan air yang cukup signifikan dalam sistem, jumlah mineral akan semakin besar dalam sistem tersebut, sehingga dibutuhkan *cycle of concentration* sebagai batas pembentukan kerak. *Cycle of concentration* yaitu rasio *dissolved solid* pada air sirkulasi dengan *dissolved solid* pada air *make up*. TDS adalah ukuran zat terlarut, baik zat organik atau anorganik yang terkandung dalam suatu larutan. TDS menggambarkan jumlah zat terlarut dalam part per million (ppm) atau sama dengan miligram per liter (mg/L).

Chemical treatment pada air sirkulasi pada beberapa kasus tidak diperlukan jika laju *blowdown* (pembuangan air yang dilakukan secara *continiu*)

 https://doi.org/10.25077/xxxxx

tinggi dan dijaga, namun pada beberapa kasus lainnya *chemical treatment* diperlukan untuk mencegah terbentuknya kerak dan korosi. Asam sulfat atau poliphosfat adalah zat yang paling umum digunakan untuk mengontrol terbentuknya kerak *calsium carbonat*. Penambahan material yang mengandung cromat, phosfat atau campuran lainnya juga sering digunakan untuk mengontrol korosi.

Campuran yang mengandung *chlorin* atau *bromin* merupakan campuran yang efektif untuk mengontrol mikroorganisme, tetapi penggunaan yang berlebihan dapat merusak material bangunan *cooling tower*. Untuk pemeliharaan *free residual clorin* harus dijaga pada batas tertinggi 1 ppm.

Jika air pendingin mempunyai konsentrasi *kl*orin yang kurang dari *range* yang telah ditentukan maka akan mengakibatkan terbentuknya *fouling*. Namun konsentrasi klorin yang tinggi juga tidak diharapkan karena dapat menyebabkan terjadinya korosi pada pompa-pompa yang ada pada *cooling tower*.

Anti *scale* berfungsi untuk melindungi *line* dan *cup* pada *cooling tower* dari mineral- mineral yang terkandung di dalam air. Cara kerja dari anti *scale* yaitu dengan melapisi dinding – dinding yang ada pada *line* dan *cup cooling tower* agar mineral-mineral tersebut tidak dapat menempel dan membentuk kerak yang akan menurunkan performa dari *cooling tower*.

Pada penelitian ini akan dilihat nilai dari TDS, jumlah klorin dan *antiscale* pada *cooling tower* yang ada di PLTGU Tanjung Uncang.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan mengambil data secara langsung ke lapangan yaitu pada PLTGU Tanjung Uncang sehingga data yang di peroleh merupakan data yang benar dan akurat. Data yang dikumpulkan adalah data 'monitoring *cooling tower quality*' yang diambil selama kurang lebih setengah bulan yaitu dari 16 Januari sampai dengan 1 Februari 2023.

Data yang telah didapatkan selanjutnya dibandingkan dengan nilai yang terdapat pada manual book, dianalisa dan ditarik kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang didapat di lapangan, yang diperoleh pada tanggal 16 Januari 2023 sampai dengan 1 Februari 2023 dapat dilihat parameter *inject* bahan kimia yang dilakukan seperti terlihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Parameter inject bahan kimia yang dilakukan di PLTGU Tanjung Uncang

No	Tanggal	Parameter				
		TDS	Free Cl	Flow Cl (L/h)	Blowdown 25 %	Anti Scale
1	16-Jan-23	57.24	0.2	700	√	40%
2	17-Jan-23	48.7	0.3	850	√	40%
3	18-Jan-23	49.1	0.8	800	√	40%
4	19-Jan-23	49	0.22	600	√	40%
5	20-Jan-23	54.7	0.13	700	√	40%
6	21-Jan-23	52.8	0.4	750	√	40%
7	22-Jan-23	49.1	0.48	750	√	40%
8	23-Jan-23	54.1	0.29	700	√	40%
9	24-Jan-23	54.2	0.001	700	√	40%
10	25-Jan-23	55.9	0.15	700	√	40%
11	26-Jan-23	56.3	0.3	850	√	40%
12	27-Jan-23	49.2	0.13	850	√	40%
13	28-Jan-23	50.5	0.37	800	√	40%
14	29-Jan-23	54.2	0.08	700	√	40%
15	30-Jan-23	49.1	0.34	750	√	40%
16	31-Jan-23	52.4	0.35	700	√	40%
17	01-Feb-23	52.7	0.01	800	√	40%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data dan informasi di lapangan dapat ditarik kesimpulan bahwa pada *cooling tower* yang ada di PLTGU Tanjung Uncang, *range* batas dari TDS yang diizinkan adalah 50.000. Jika sudah mencapai angka tersebut *cooling tower* harus dilakukan *blowdown*. *Blowdown* adalah air pada *cooling tower* yang sengaja dibuang untuk menghindari terbentuknya konsentrasi kotoran selama pertukaran panas. Pada PLTGU Tanjung Uncang konsentrasi klorin yang diizinkan berada dalam *range* 0,2-0,5. *Inject antiscale* ditambahkan pada *cooling tower* bertujuan untuk menjaga performa *cooling tower* tahan terhadap karat. *Flow* klorin pada *cooling tower* yang berada di PLTGU Tanjung Uncang berbanding terbalik dengan konsentrasi Cl dan juga TDS.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Zakawali, dkk., "Penambahan Water Coolant pada Cooling Tower Tipe Counter Flow", Jurnal Mesin Nusantara. Vol. 1(2): 86, 2018.

[2] Satria, Miko dan Leonanda, Benny Dwika, "Bagaimana Melakukan Retrovit Struktur Cooling Tower Dalam Waktu Sangat Terbatas", Jurnal Metal: Sistem Mekanik dan Termal, 2022.

[3] J Putra, R, "Analisa Perhitungan Beban Cooling Tower pada Fluida di Mesin Injeksi Plastik", Jurnal Teknik Mesin. Vol. 4(2): 56, 2015.

[4] Hapsari, N., Amar, K. & Rahadian, Y., "Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. Setiaji Mandiri", Spektrum Industri, 10(2), pp. 108–199, 2012.

[5] Wahyuni, M. F., "Analisis Nilai", Jurnal Ilmiah Universitas Bakrie,3(2), available at: http://journal.bakrie.ac.id/index.php/jurnal_ilmiah_ub/article/view/957, 2015.