



BAB IX

TUGAS KHUSUS

IX.1 Latar Belakang

Pada pelaksanaan praktik kerja lapangan di PT. Daesang Ingredients Indonesia, mendapatkan tugas khusus untuk mempelajari dan menganalisa terkait terjadinya korosi dan kerak pada alat *Cooling Tower*. *Cooling tower* merupakan alat penukar kalor yang material fluida kerjanya adalah air dan udara. *Cooling tower* berfungsi untuk mendinginkan air melalui kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. 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. Proses pendinginan air tersebut akan mengakibatkan proses penguapan.

Untuk dapat memproduksi air pendingin diperlukan media yang didinginkan yaitu air sand. Air yang digunakan pada proses pendinginan sangat berpengaruh terhadap kondisi cooling tower. Dengan demikian, kualitas air harus diperhatikan dan dijaga agar selalu dalam kondisi baik, sehingga cooling tower akan selalu dalam kondisi baik pula. Penggunaan air untuk proses industri diperlukan penyediaan air bersih yang secara kualitas memenuhi standar yang berlaku dan secara kuantitas dan kontinuitas harus memenuhi kebutuhan industri. Dalam memenuhi spesifikasi dari air pendingin maka dilakukan pengolahan terhadap air pendingin tersebut dengan berbagai metode dan teknologi peralatan yang bervariasi.

Sistem pendinginan sangat dibutuhkan dalam proses produksi juga untuk menjaga suhu mesin produksi agar dapat bekerja secara optimal khususnya pada refinery plant. Refinery plant bertujuan untuk mengkristalkan larutan MSG (*Monosodium Glutamat*) dan memisahkan kristal dari ML (*Mother Liquor*) serta memperoleh kristal ukuran L, LL, M, S, dan SS. Sistem pendingin yang digunakan oleh PT Daesang Ingredients Indonesia menggunakan jenis cooling tower draft mekanis kontak langsung (open tower) dimana air yang digunakan berkontak dengan udara dan kipas yang ditempatkan di sisi saluran keluar udara (*induced draft*).



Pada kenyataannya terdapat lumut dan bakteri akan muncul dan mengendap akibat kualitas air yang kurang baik sehingga proses pertukaran panas di dalam cooling tower kurang maksimal. Disamping itu, mineral terlarut di dalam air pendingin lambat laun dapat mengalami pemekatan atau kenaikan konsentrasi akibat penguapan tersebut. Akibatnya diperlukan penambahan chemical untuk mengatasi hal tersebut. Apabila hal ini tidak segera diatasi, maka akan mempengaruhi kondisi cooling tower, seperti timbulnya kerak sehingga dapat memperlambat waktu pendinginan.

IX.2 Tujuan

Adapun Tujuan dari tugas khusus ini yaitu untuk mengetahui faktor – faktor yang menyebabkan pada *cooling tower* di PT Daesang Ingredients Indonesia, dan juga mengetahui solusi dari permasalahan *cooling tower* tersebut.

IX.3 Manfaat

Manfaat yang didapatkan yaitu untuk menambah pengetahuan terhadap penyebab terjadinya permasalahan tersebut dan mengetahui kualitas air *cooling tower* yang sesuai dengan kondisi operasi.

IX.4 Tinjauan Pustaka

IX.4.1 Cooling Tower

Menara pendingin (*Cooling tower*) merupakan alat yang digunakan untuk mengembalikan panas ke atmosfer dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfer. Menara pendingin menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer. Fakta bahwa air membutuhkan biaya yang rendah, mudah didapatkan dan merupakan media yang efektif yang digunakan sebagai penukar panas (Pereira dkk., 2017). *Cooling tower* juga merupakan alat bantu pendukung yang sifat pendinginannya merupakan sistem pendingin terbuka, yaitu proses pendinginan air dengan udara sebagai media pendingin. Air panas yang bersentuhan dengan udara yang ditarik oleh *fan cooling tower* menyebabkan terjadinya pertukaran panas antara air dengan udara, air yang jatuh tadi secara perlahan akan menurun temperaturnya hingga batas normal, sedangkan temperatur udara akan meningkat dan naik ke atas hingga keluar melalui bagian cerobong *cooling tower*. Pada bagian penampung air (*water basin*) biasanya terdapat kerak dan lumut yang menempel

pada dinding-dinding *cooling tower*, yang disebabkan karena zat-zat seperti mineral yang terdapat pada air (Rahman & Mursadin, 2022).

IX.4.2 Jenis – Jenis *Cooling Tower*

Cooling tower secara garis besar dibagi menjadi dua jenis, yaitu *natural draft* dan *mechanical draft*.

1. Cooling Tower Natural Draft

Menara pendingin jenis natural draft atau hiperbola menggunakan perbedaan suhu antara udara ambien dan udara yang lebih panas dibagian dalam menara. Begitu udara panas mengalir ke atas melalui menara (sebab udara panas akan naik), udara segar yang dingin disalurkan ke menara melalui saluran udara masuk di bagian bawah. Jenis ini tidak memerlukan fan dan disana hampir tidak ada sirkulasi udara panas yang dapat mempengaruhi kinerja. Menara pendingin jenis ini digunakan apabila temperatur air masuk tinggi sehingga dapat menurun drastis apabila terjadi konveksi dengan udara dengan laju aliran massa rendah.

2. Mechanical Draft

Menara pendingin tipe mechanical draft memiliki fan yang besar untuk mendorong atau mengalirkan udara melalui air yang disirkulasi. Air jatuh turun diatas permukaan bahan pengisi, yang membantu untuk meningkatkan waktu kontak antara air dan udara, hal ini membantu dalam memaksimalkan perpindahan panas diantara keduanya. Laju pendinginan menara mechanical draft tergantung pada banyak parameter seperti diameter fan dan kecepatan operasi, bahan pengisi untuk tahanan sistem dll.

3. Force Draft

Pada jenis ini udara dihembuskan ke menara oleh sebuah fan yang terletak pada saluran udara masuk. Pada jenis ini perpindahan panas dilakukan dengan metode konveksi paksa yaitu dengan menggunakan fan udara menerima kalor dari air secara cepat. Keuntungan dari jenis ini yaitu cocok untuk resistansi udara yang tinggi karena adanya fan dengan blower sentrifugal dan fan relatif tidak berisik. Sedangkan

kerugiannya adanya resirkulasi karena kecepatan udara masuk yang tinggi dan udara keluar yang rendah, yang dapat diselesaikan dengan menempatkan menara di ruangan pabrik digabung dengan saluran pembuangan.

4. Induced Draft

Keuntungan dari jenis ini yaitu lebih sedikit resirkulasi daripada menara forced draft sebab kecepatan keluarnya 3 hingga 4 kali lebih tinggi daripada udara masuk sedangkan kerugiannya dibutuhkan fan dan mekanisme penggerak motor yang tahan cuaca terhadap embun dan korosi sebab mereka berada pada jalur udara keluar yang lembab. Terdapat dua jenis dari menara pendingin tipe induced draft berdasarkan aliran yaitu tipe cross flow (aliran silang) dan tipe counter flow (aliran berlawanan). Perbedaan dari kedua jenis ini terletak pada letak fill dan arah fluida. Pada tipe counter flow fill terletak dibawah dan arah aliran berlawanan arah, sedangkan pada tipe cross flow fill terletak disamping kiri dan kanan menara pendingin dan arah fluida saat terjadi perpindahan kalor berpotongan (tegak lurus).

(Saputra, 2020)

IX.4.3 Persyaratan Air *Cooling Tower*

Adapun beberapa persyaratan media (air) yang digunakan sebagai pendingin antara lain :

1. Air harus bersih; tidak terdapat partikel kasar (batu, kerikil), partikel halus (pasir, tanah, lumut, mikroba dan zat-zat organik.) yang dapat menyebabkan air kotor.
2. Tidak menyebabkan korosi. Korosi adalah proses elektrokimia dimana logam kembali ke bentuk alaminya sebagai oksida. Kerugian yang ditimbulkan oleh korosi pada sistem air pendingin adalah penyumbatan dan kerusakan pada sistem perpipaan. Faktor utama yang mempengaruhi terjadinya korosi adalah kondisi air pendingin itu sendiri terdapat: Oksigen atau dissolved gas yang lain, suspended solid, alkalinitas (pH), suhu, aktifitas mikroba).

3. Tidak mengandung bahan anorganik yang dapat mengganggu proses pertukaran panas pada sistem pendingin maupun merubah komposisi air karena bereaksi akibat perubahan suhu air.

(Tua dkk., 2017)

IX.4.4 Kualitas Air *Cooling Tower*

Air pendingin untuk mengetahui kualitasnya, parameter-parameter yang ada didalamnya harus ditinjau secara berkala melalui analisa laboratorium. Dengan mengetahui nilai dari parameter-parameter tersebut, maka kontrol kualitas air pendingin dapat dilakukan dengan baik. Berikut merupakan parameter-parameter dalam analisa cooling water treatment yang harus dipantau secara berkala :

1. Kekeruhan
Menunjukkan jumlah padatan tersuspensi di dalam air.
2. pH
Parameter yang menunjukkan kemungkinan terjadinya korosi dan pembentukan kerak.
3. Konduktivitas Listrik
Menunjukkan jumlah padatan terlarut di dalam air.
4. M-alkalinitas
Dianalisis untuk memprediksi pertumbuhan kerak kalsium karbonat. M-alkalinitas memiliki positif korelasi positif dengan pH.
5. Kesadahan Kalsium
Parameter penting dalam memperkirakan pertumbuhan kerak karbonat dan umumnya digunakan untuk menghitung jumlah siklus air pendingin.
6. Kesadahan Magnesium
Dianalisis untuk memperkirakan pertumbuhan kerak yang timbul dari ion magnesium untuk membentuk magnesium silikat.
7. Klorida
Parameter yang digunakan sebagai indeks untuk mengontrol jumlah siklus air pendingin. Pendinginan air dengan konsentrasi klorida yang tinggi cenderung bersifat korosif.

8. Sulfat

Air Pendingin dengan konsentrasi sulfat yang tinggi cenderung bersifat korosif.

9. Silika

Merupakan salah satu komponen pembentuk kerak pada peralatan.

10. COD

Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand).
Konsentrasi COD yang tinggi mempercepat terbentuknya slime.

11. Ion Amonium, Nitrat dan Nitrit

Konsentrasi ion amonium yang tinggi mempercepat pembentukan Lendir. Ion amonium mempercepat proses korosi dengan membentuk kompleks tembaga senyawa garam tembaga-amonium. Ketika amonia diubah menjadi nitrat oleh bakteri asam nitrifikasi, pH Air Pendingin menjadi rendah dan mengakibatkan bahan kimia penghambat korosi (Corrosion Inhibitor) menjadi tidak berfungsi.

12. Total Besi

Merupakan salah satu bahan pengotoran dalam air pendingin. Penempelan senyawa besi (Iron) pada permukaan Tube Heat Exchanger dapat menyebabkan korosi lokal (Local Corrosion) pada jenis material carbon steel.

13. Sisa Kaporit (Chlorine)

Konsentrasi minimum klorin harus dipertahankan dalam air pendingin untuk menciptakan efek anti bakteri atau biocidal effect.

14. Penghambat Korosi

Konsentrasi tertentu atau bahan kimia penghambat korosi Corrosion Inhibitor harus dipertahankan dalam Air Pendingin untuk menjaga efek anti-korosi. Salah satu contoh Corrosion Inhibitor adalah Fosfat, yang biasanya diukur sebagai total Fosfat

Air pendingin yang akan digunakan terutama untuk mensirkulasikan system air pendingin harus memenuhi persyaratan kualitas air agar tidak mengganggu proses pendinginan. Berikut salah satu contoh persyaratan kualitas air pendingin yang secara umum disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel IX 1 Standar Kualitas Air

No	Parameter	Nilai
1	Konduktivitas, $\mu\text{s}/\text{cm}$	<1000
2	Kekeruhan, ppm	<10
3	Padatan tersuspensi, ppm	<10
4	Kesadahan total, ppm CaCO_3	<100
5	Total zat besi, ppm	<1
6	Residu klorin, ppm Cl_2	0,5-1,0
7	Silika, ppm SiO_2	<150
8	Total chromat, ppm CrO_2	1,5-2,59
9	pH	6,5-7,5

(Dhamayanthie & Mulyani, 2023)

IX.5 Pembahasan

Penyebab kualitas air *cooling tower* turun disebabkan oleh beberapa faktor yaitu mencakup faktor sumber daya manusia (tidak ada pengawasan yang tepat selama perawatan dan kurang adanya pelatihan), faktor kondisi (pH tidak sesuai dengan standar, kualitas air pendingin terjadi pembentukan kerak), faktor pemeliharaan (kurangnya analisis data parameter menara pendingin seperti Ca, Cl, Mg, Total Hardness di proses sebelumnya dan kondisi peralatan terdapat lumut dan bakteri). Kandungan air yang digunakan dalam proses pendinginan tidak boleh sembarangan melainkan harus melewati beberapa *treatment* yang cukup banyak. Air yang digunakan dalam proses pendinginan harus bebas mineral terutama material yang dapat merusak peralatan menara pendingin. Beberapa parameter uji analisa antara lain pH, daya hantar listrik, kesadahan Ca, kandungan Mg, Cl, dan COD merupakan unsur dominan yang dapat menyebabkan kerusakan mikro hingga makro pada peralatan menara pendingin.

Proses pretreatment *cooling tower* yang dilakukan di PT Daesang Ingredients Indonesia.

1. Jika terdapat lumut pada cooling tower, maka harus dibersihkan secara manual dengan cara disikat atau disemprot dengan air tekanan tinggi.
2. Jika terdapat karat, maka perlu dilakukan pengecekan pH, kemudian apabila pH asam perlu ditambahkan basa lemah begitu juga sebaliknya. Salah satunya yaitu Hipoklorit (asam lemah). Penambahan hipoklorit dilakukan dengan memasukkan cairan hipoklorit ke dalam bak cooling tower setelah itu, air akan dipompa menuju proses untuk mendinginkan

proses kristalisasi. Kemudian air panas yang didapatkan setelah mendinginkan proses kristalisasi masuk dari inlet kemudian akan di spray oleh nozzles lalu hot water akan jatuh ke media material kemudian disisi lain dry air (udara) akan masuk ke inlet udara melalui bagian bawah yang kemudian naik ke atas sebagai media penukar panas dan bertemu dengan hot water di fill material. Dalam hal ini diperoleh cold water yang ditampung di Collection basin.

3. Jika terdapat mikroorganisme, maka perlu diberikan bahan kimia biocide (mengontrol pertumbuhan mikroorganisme). Penambahan biocide dilakukan dengan memasukkan cairan biocide ke dalam bak cooling tower setelah itu, air akan dipompa menuju proses untuk mendinginkan proses kristalisasi. Kemudian air panas yang didapatkan setelah mendinginkan proses kristalisasi masuk dari inlet kemudian akan di spray oleh nozzles lalu hot water akan jatuh ke media material kemudian disisi lain dry air (udara) akan masuk ke inlet udara melalui bagian bawah yang kemudian naik ke atas sebagai media penukar panas dan bertemu dengan hot water di fill material. Dalam hal ini diperoleh cold water yang ditampung di Collection basin.
4. Jika kualitas air pada cooling tower sudah dibawah standart maka air cooling tower harus dilakukan make up yaitu dengan cara membuang air cooling tower ke lagon (WWT) setelah itu, bak diisi dengan air demin yang baru. Kemudian air akan dipompa menuju proses untuk mendinginkan proses kristalisasi. Kemudian air panas yang didapatkan setelah mendinginkan proses kristalisasi masuk dari inlet kemudian akan di spray oleh nozzles lalu hot water akan jatuh ke media material kemudian disisi lain dry air (udara) akan masuk ke inlet udara melalui bagian bawah yang kemudian naik ke atas sebagai media penukar panas dan bertemu dengan hot water di fill material. Dalam hal ini diperoleh cold water yang ditampung di Collection basin.
5. Air pada cooling tower harus dijaga dengan cara mengecek pH dan COD pada air cooling tower setiap hari, dikarenakan jika kualitas air cooling



tower tidak sesuai standart maka. Berikut merupakan standart dari air cooling tower sebagai berikut.

pH : 7

COD : 100 – 150