

**SOLUSI SUPLAI AIR PENDINGIN
UNTUK KOMPLEK INDUSTRI PADAT
DI TEPI PANTAI**

*Oleh: Muchlis Nugroho
Pasaman&Soeparman Chemical Engineer, PT*

Latar Belakang

Lokasi pabrik PT. Kaltim Parna Industri (produsen ammonia) berada di kompleks industri di Tanjung Harapan, Bontang Kalimantan Timur. Di sekelilingnya telah berdiri banyak pabrik yang menggunakan air laut sebagai pendingin. Konsekwensinya, terjadi pemanasan air laut dari buangan pabrik lain (Kaltim 1,2,3, KPA-POPKA, KMI, dan Kaltim-4) yang menggunakan *once through cooling system* dengan total flow air laut sebanyak 190.000 – 200.000 m³/jam, dan dengan temperatur berkisar 39 – 42 °C. Hal ini mengakibatkan suhu air laut di sekitar Tanjung Harapan menjadi cukup hangat, yaitu bervariasi antara 33 – 35 °C. Apabila pabrik KPI dibangun dengan *once through cooling system* juga, maka kenaikan temperatur air laut akan semakin membesar. Temperatur air laut yang menghangat akan menyebabkan efisiensi pabrik yang telah ada semakin menurun, dan juga memperbesar tingkat kerusakan ekosistem pantai.

Untuk mengatasi permasalahan diatas, telah dikembangkan dan diaplikasikan sistem pendinginan baru yang disebut *serial cooling system*. Sistem ini merupakan kombinasi dari *open recirculated seawater system* dan *closed recirculated fresh water system*. Panas dari cooler pabrik diambil oleh air tawar yang bersirkulasi didalam *closed recirculated system*, kemudian panas tersebut ditransfer ke air laut melalui *plate heat exchanger*. Air laut yang menerima panas ini kemudian didinginkan di *seawater cooling tower*. Air laut tersebut bersirkulasi didalam *open recirculated system*, *make-up water*-nya diambil dari laut sedangkan *blow-down water*-nya dibuang ke laut lagi.

Proses Pemilihan Sistem Pendingin

Kebutuhan air pendinginan di pabrik ammonia cukup besar. Untuk kasus pabrik KPI (kapasitas 1500 T/d, Topsoe process) panas yang harus diserap dari sistem oleh air pendingin adalah sebesar 164 Gcal/jam, yang terdiri dari beban pendinginan di:

- | | |
|----------------|-------------------------|
| a. Intercooler | 23,8 Gcal/jam (14,62%) |
| b. Cooler | 31,1 Gcal/jam (18,98 %) |
| c. Condenser | 99,4 Gcal/jam (60,68 %) |
| d. Lain-lain | 9,37 Gcal/jam (5,72 %) |

Mengingat begitu besarnya beban pendinginan yang ada, maka laju alir air pendingin pun menjadi cukup besar.

Pemilihan *cooling water* dan *cooling system* yang sesuai adalah salah satu unsur penting dalam perancangan pabrik. Hal ini dikarenakan sistem pendingin berkaitan langsung dengan efisiensi pabrik, selain itu juga berpengaruh pada biaya capital juga biaya operasional. Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan sistem pendingin antara lain:

- Availability dan reliability
Ketersediaan dan kesinambungan sistem pendingin merupakan pertimbangan utama
- Operability dan Maintainability
Meliputi kemudahan pengoperasian dan pemeliharaan
- Biaya investasi
Meliputi seluruh biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas sistem pendingin
- Operating cost
Meliputi biaya man power, chemical, electrical dan biaya pemeliharaan
- Dampak lingkungan
Meliputi konsiderasi pada dampak lingkungan seperti polusi limbah, maupun polusi panas

Evaluasi Beberapa Macam Cooling Water system

Beberapa macam sistem pendinginan telah dievaluasi untuk mendapatkan sistem pendinginan yang dianggap terbaik untuk diaplikasikan pada pembangunan pabrik ammonia PT. KPI. Berikut adalah beberapa kasus sistem pendinginan yang dievaluasi tersebut.

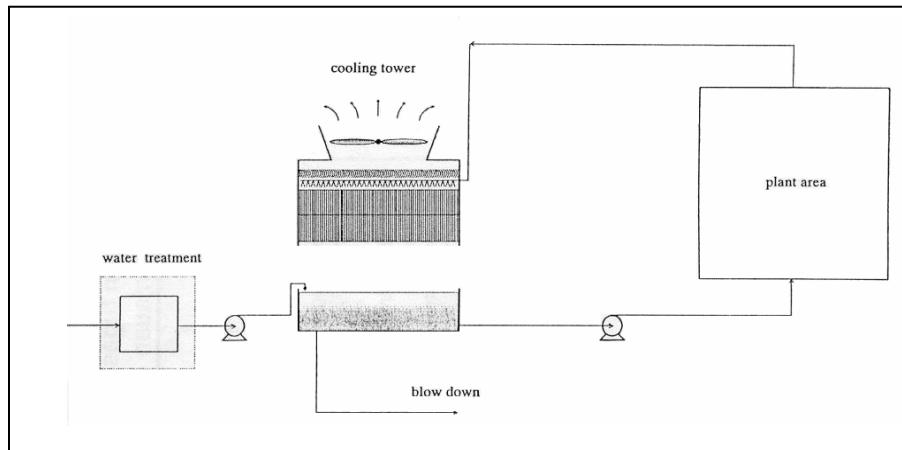
Case 1.

Open re-circulated fresh water system

Air tawar yang berasal dari sungai atau danau dipompakan sebagai make-up cooling tower setelah sebelumnya dilakukan treatment (sedimentasi dan koagulasi) terlebih dahulu. Air tersebut digunakan untuk mendinginkan proses-proses di dalam pabrik.

Air pendingin yang telah panas kemudian didinginkan di cooling tower untuk kemudian disirkulasikan kembali ke dalam pabrik. Untuk menjaga kualitas air, misalnya agar tidak terdapat algae/bacteria dan pengendapan (scaling), maka perlu diinjeksikan beberapa jenis chemicals tertentu. Kualitas air juga dijaga melalui mekanisme *make-up* dan *blow-down*.

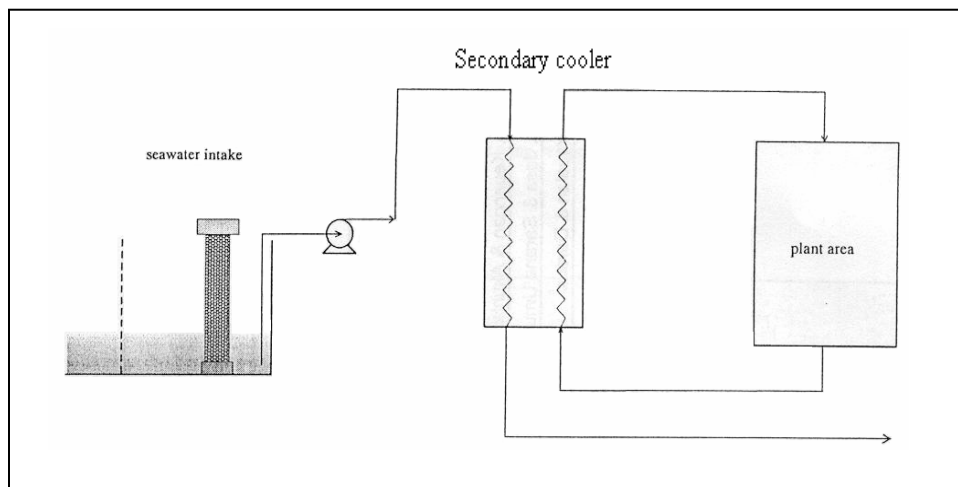
Sistem ini banyak digunakan oleh pabrik yang berada dekat dengan sumber air tawar atau jauh dari laut, misalnya PT. Pupuk Kujang, PT. PUSRI, Pabrik kertas Leces, PT. BOC, dll. Spesifikasi material untuk peralatan yang menggunakan air tawar tidak perlu seagus peralatan yang menggunakan air laut, karena air tawar lebih tidak korosif dibandingkan dengan air laut.



Gambar 1. Open re-circulated fresh water system

Case 2.

“Closed recirculating fresh water system” yang didinginkan oleh “once through sea water system”



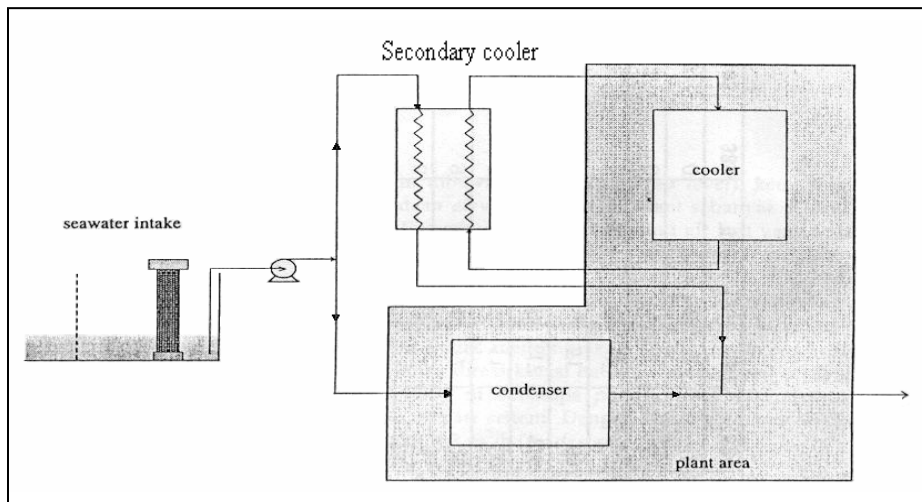
Gambar 2. “Closed recirculating fresh water system” yang didinginkan oleh “once through sea water system”

Air tawar pendingin digunakan untuk mendinginkan proses-proses didalam pabrik. Air tawar pendingin yang telah panas didinginkan kembali di suatu “secondary cooler” (biasanya plate heat exchanger) untuk selanjutnya disirkulasikan kembali secara tertutup kedalam pabrik. Air laut dipakai untuk mendinginkan “secondary cooler” dengan cara hanya sekali pakai (*once through*), sumber air berasal dari laut kemudian dibuang lagi ke laut.

Case 3.

Gabungan “Once through sea water system” dengan “Closed recirculating fresh water system” yang didinginkan oleh “once through seawater system”.

Pada sistem ini air tawar pendingin juga digunakan untuk mendinginkan proses-proses didalam pabrik seperti pada kasus 2. Namun pada sistem ini ada porsi air laut yang tidak melewati *secondary cooler*, air laut ini digunakan langsung untuk mendinginkan heat exchanger pabrik yang bebannya cukup besar misalnya steam condenser. Air laut yang sudah hangat ini kemudian dibuang ke laut. Sistem ini dipakai di beberapa pabrik PT. Pupuk Kaltim, dan PT. MMB. Di PT. MMB karena porsi *closed recirculating system*-nya kecil maka *secondary cooler* yang dipakai adalah HE yang lebih kecil bertipe *shell&tube*, bukan tipe *plate*.



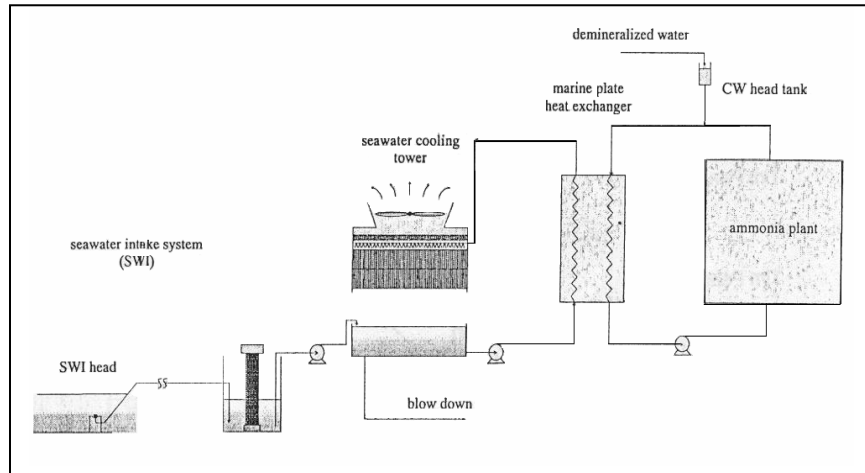
Gambar 3. Gabungan “Once through sea water system” dan “Closed recirculating fresh water system” yang didinginkan oleh “once through seawater system”.

Case 4.

“Serial Cooling Water System”

Pada sistem nomer 2 dan 3 seluruh beban pendinginan pabrik pada dasarnya dibuang ke laut, karena seluruh kalor yang terkandung didalam air pendingin dibuang kelaut secara konveksi. Jadi kedua sistem ini akan menambah beban polusi panas di laut, sehingga dikhawatirkan air laut akan menjadi bertambah panas. Sebagai alternatif untuk menghindari hal tersebut, telah diaplikasikan metode baru yaitu *serial cooling system*.

Pada dasarnya *serial cooling system* adalah *closed recirculated fresh water system* yang didinginkan oleh *open recirculated seawater system*. Cara ini menggunakan seawater cooling tower, sehingga beban panas akan lebih banyak dibuang ke udara bukan ke laut. Dengan demikian hilanglah sudah kekhawatiran akan peningkatan temperatur air laut.



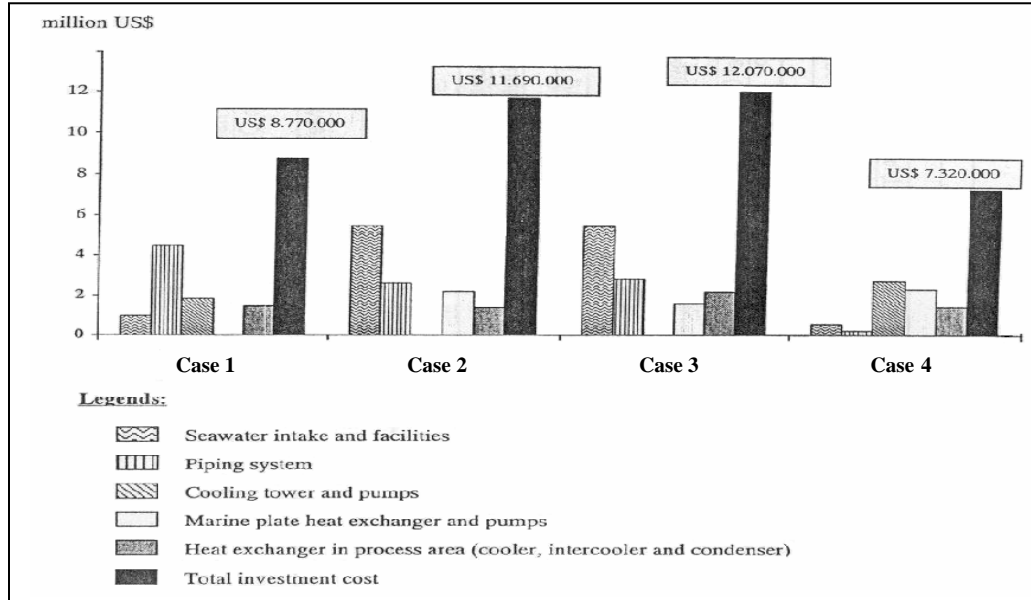
Gambar 4. “Serial Cooling Water System”

Berikut adalah gambaran sistem ini yang diaplikasikan di PT. KPI:

- Seawater diambil dari kedalaman 3,6 m dibawah MSL (mean sea level), kemudian dimasukkan ke sea water intake pond berdasarkan prinsip perbedaan elevasi air laut. Air laut sebanyak 570 m³/jam dialirkan ke basin seawater cooling tower sebagai make-up. Fungsinya adalah mengganti air laut yang teruapkan sekaligus menjaga konsentrasi sistem maksimum dua kali fresh sea water (KPI design base). Holding volume cooling tower sekitar 5.000 m³, dengan flow sirkulasi 17.000 m³/jam.
- Fresh water panas dari ammonia plant berkontak dengan seawater dingin dari cooling tower di marine plate heat exchanger. Fresh water yang telah dipakai untuk mendinginkan cooler, intercooler dan condenser di ammonia plant didinginkan kembali untuk kemudian disirkulasi balik. Sebagian kecil cooling water tersebut, yang digunakan untuk sampling cooler dan sealing di beberapa pompa, tidak dikembalikan lagi. Hal ini mengakibatkan selalu ada kehilangan cooling water dari system. Dengan holding volume sekitar 1.800 m³ dan flow sirkulasi 16.800 m³/jam, kehilangan tersebut adalah sekitar 3 m³/jam (by design).
- Seawater cooling tower dilengkapi dengan drift eliminator sehingga drift losses hanya 0,0005% (design 0,001 %) dari total sirkulasi. Prinsip kerja drift eliminator yaitu untuk mengkondensasikan mist dan saturated vapor sehingga uap yang lolos ke atmosphere hanyalah uap kering yang kandungan garamnya sangat sedikit (lebih rendah dari natural sea breeze).

Pembandingan biaya investasi (yang dilakukan oleh tim engineer dari Kaltim dan KPI, referensi 1) disesuaikan dengan kondisi di PT. KPI seperti sebagai berikut:

1. Heat duty 164 Gcal/jam
2. Lokasi pabrik di pinggir laut dan di daerah tropis, dengan jarak antara water intake-pabrik-outfall sekitar 2 km
3. Jarak antara pabrik dengan sungai 30 km
4. Biaya pembebasan tanah, pembangunan fasilitas yang diperlukan sepanjang jalur pipa tidak diperhitungkan



Gambar 4. Pembandingan biaya investasi

Case 1 yang menggunakan air sungai menjadi tidak ekonomis karena jarak sumber air sungai sangat jauh (30 km dari pabrik) sehingga membutuhkan investasi perpipaan yang besar. Sedangkan pada case 2 dan 3 memiliki komponen investasi yang besar pada fasilitas intake air laut yang dikarenakan oleh kebutuhan aliran air laut yang besar, jaraknya pun tidak terlalu dekat (2 km dari pabrik) sehingga biaya perpipaan-nya cukup signifikan. Secara total terlihat bahwa serial cooling system (kasus 4) dapat dibangun dengan biaya investasi yang lebih rendah dibandingkan dengan alternatif yang lain.

Sistem ini sudah dioperasikan sejak beberapa tahun yang lalu di PT. KPI Bontang dan terbukti mampu melayani pendinginan pabrik ammonia pada berbagai perubahan kondisi udara. Selain itu, peralatan lain di sekitar pabrik juga terbukti bebas dari korosi percikan air laut karena cooling tower yang digunakan menggunakan drift eliminator.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas, sistem ini dapat menjadi alternatif bagi industri yang mempunyai kendala temperatur suplai sea cooling water.

Secara umum dapat disimpulkan:

1. Sistem ini dapat dibangun dengan cost yang lebih murah dibandingkan dengan metode lain (paling tidak untuk kasus PT. KPI)
2. Setelah satu tahun beroperasi, sea water cooling tower terbukti ramah terhadap lingkungan sekitar, juga tidak menimbulkan korosi di peralatan pabrik yang lain
3. Metode ini cocok untuk diterapkan di pabrik yang dibangun di kompleks industri di tepi pantai yang memiliki kendala temperatur suplai air pendingin air laut yang memanas (seperti kompleks industri Kaltim, dan Point Lisas Trinidad). Selain itu juga dapat digunakan pada pabrik berpendingin air tawar yang mengalami kesulitan dalam pengadaan bahan baku air tawar (seperti Pabrik Pupuk Iskandar Muda di Aceh, dan Pabrik Petrokimia Gresik di Jawa Timur).

Literatur Terkutip:

1. "Serial Cooling System Sebagai Alternatif Cooling System Masa Depan", Nurhadi B. Santoso, dkk, 2002.
2. "Kurita Handbook of Water treatment", Kurita Water Industries Ltd, 1985