

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Sistem Pendingin**

Sistem Pendingin Mesin Induk Kapal. Sebelum membahas lebih lanjut, terlebih dahulu perlu diketahui pengertian pendingin.

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar didalam cylinder. Didalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain : cooler, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, strainer pada air laut dan sea chest. Dari keempat komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap Motor Induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat vital dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk. Agar bangunan motor diesel terpelihara dari tegangan akibat panas, maka panas yang timbul harus dapat dikendalikan. Keadaan tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengedarkan (mensirkulasi) media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen motor induk seperti cylinder jacket cooling, cylinder head, dan injector. Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para crew mesin agar aliran pendingin selalu lancar.

#### **2.2 Macam-Macam Sistem Pendingin**

Sistem pendingin pada motor diesel, dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka. Sistem pendinginan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kelelahan bahan, karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya kinerja pada mesin itu. Tidak adanya perawatan terhadap air pendingin mesin induk dan pesawat bantu lainnya dapat berakibat fatal dan serius. Guna menjaga lancarnya air yang keluar dari sistem pendingin, maka perlu dilakukan perhatian yang serius misalnya : bagian mesin yang didinginkan, pipa pendingin, pompa air laut, *sea chest* dan sebagainya

Menurut Jusak Johan Handoyo (2016:85) dalam buku yang berjudul Motor diesel Penggerak Utama Kapal sistem pendingin mesin induk ada 2 (dua) macam yaitu :

##### **1. Sistem pendingin terbuka**

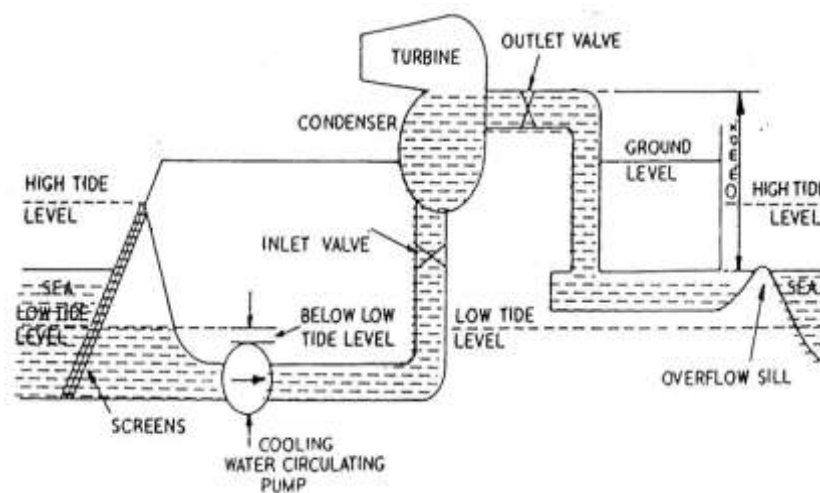
Sistem pendinginan terbuka adalah sistem media air laut sebagai media pendinginnya setelah melakukan fungsi pendinginan, selanjutnya air laut tersebut langsung dibuang ke luar, umumnya media pendingin yang di pakai adalah

air laut, sistem media terbuka ini mempunyai dampak negatif terhadap material yang bersentuhan langsung dengan air laut, akan mudah berkarat, kotor, penyempitan saluran pipa-pipa pendingin dan lainnya.

Air laut langsung digunakan dalam sistem mesin sebagai media pendingin untuk penyerapan panas. Pendingin air laut sistemnya hanya lewat untuk menyerap panas dan akan terbuang kembali ke laut maka dikatakan sistem pendinginan terbuka.

Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup melalui filter dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke seluruh bagian-bagian mesin induk yang membutuhkan pendinginan melalui pendingin minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas kemudian air laut dibuang keluar kapal.

Keuntungan dari sistem pendingin air laut (sistem terbuka) yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan air tawar (tertutup). Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Sedangkan kerugian dari sistem pendinginan air laut ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.



Gambar 2.1 Sistem Pendingin Terbuka

## 2. Sistem pendinginan tertutup

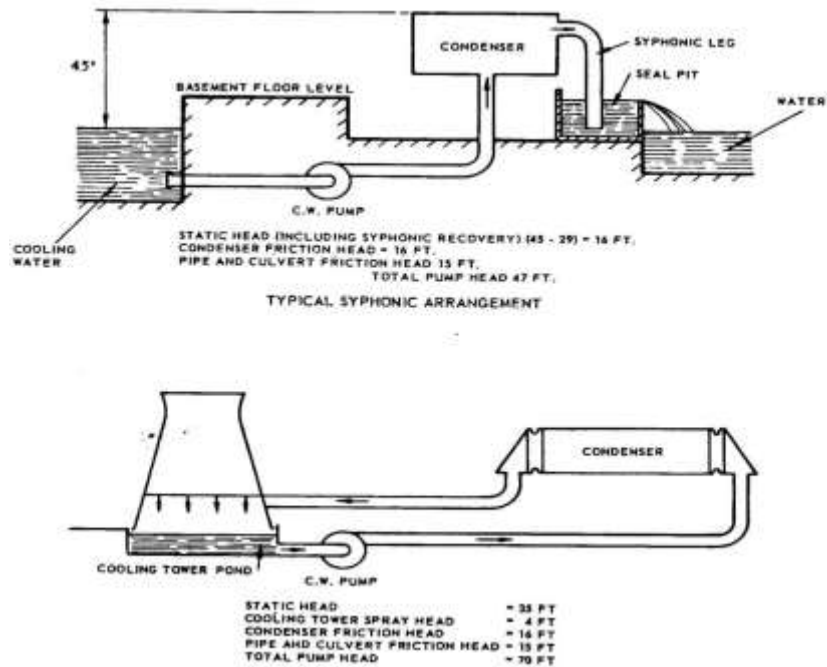
Sistem pendingin tertutup adalah sebuah sistem dengan media pendinginnya menggunakan air tawar yang digunakan secara terus-menerus bersirkulasi untuk mendinginkan Motor/Mesin tersebut. Jadi sebelum dimasukan kembali ke dalam Motor/Mesin, air tawar pendingin tersebut dimasukan ke dalam alat pemindah panas yang disebut *fresh water cooler* untuk menurunkan media air tawar tersebut pada suhu antara  $50^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan alat pemindah panas yang dipergunakan untuk menyerapnya panas air tawar adalah media air laut yang setelah mendinginkan air tawar langsung di buang ke laut.

Air tawar digunakan dalam rangkaian sistem tertutup untuk mendinginkan mesin yang ada di kamar mesin. Air tawar kembali dari *cooler* setelah pendinginan mesin yang selanjutnya didinginkan oleh air laut pada pendingin air laut.

Pada sistem pendingin tertutup ini air tawar yang telah mendinginkan mesin akan disirkulasikan secara terus menerus. Apabila media pendingin air tawar berkurang didalam sistem, maka akan ada penambahan secara *gravity* dari *expansi tank* yang berada dilantai atas, atau posisinya lebih tinggi dari mesin induk.

Pada waktu kapal sedang berlayar dan mesin induk sedang beroperasi maka air tawar ini dialirkan ke tiap-tiap *cylinder* dan keluar menuju *cooler* dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ , di *fresh water cooler* air tawar didinginkan ole air laut dan suhu turun sampai  $50^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ . Air tawar ini diisap lagi oleh pompa, seterusnya kembali lagi digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Karena pendinginan air tawar terus menerus bersirkulasi, maka dinamakan pendinginan tertutup, maka apabila motor induk sedang berjalan normal masinis yang bertugas harus melakuakn pengecekan pada *expansi tank*, sehingga bila ada sistem pendingin yang tidak normal (terjadi kebocoran) dapat segera diketahui.

Sistem pendinginan tertutup menggunakan dua media pendingin yang digunakan adalah air tawar dan air laut, Air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin sedangkan air laut untuk mendinginkan air tawar melewati pesawat *cooler*. Setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar tersirkulasi secara terus menerus mendinginkan mesin secara merata.



Gambar 2.2 Sistem Pendingin Tertutup

### 2.3 Komponen Sistem Pendingin

Komponen pada Sistem Pendingin Mesin Induk Kapal khususnya pada sistem pendingin terbuka diantaranya sebagai berikut :

#### 1. *Sea chest*

Sea chest termasuk Komponen pada Sistem Pendingin Mesin Induk Kapal yang utama. Sea chest adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air dipergunakan untuk mengalirkan air laut ke dalam kapal sehingga kebutuhan sistem air laut (Sea water sistem) dapat dipenuhi.

Pada kapal-kapal yang berukuran besar, menengah maupun kecil dengan sistem instalasi permesinan dari mesin induk seluruhnya terletak di dalam kamar mesin, pada badan kapal bawah air berdasarkan peraturan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 vol. III sec 11.1 dinyatakan bahwa sekurang-kurangnya harus ada 2 sea chest karena dari sea chest inilah kebutuhan air laut dalam kapal dapat dipenuhi.

Sebagai lubang pengisapan air laut sea chest ditempatkan berdekatan dengan kamar mesin, karena segala sistem yang memerlukan berada dalam kamar mesin. Misalnya mesin induk, mesin bantu, pompa-pompa, ketel uap, dan sebagainya.

Untuk mendapatkan air laut yang dapat mencukupi kebutuhan eksploitasi kapal, maka perlu dipikirkan tempatnya untuk pemasangan sea chest agar tujuan utama dari sistem air laut dapat tercapai.

Pada sebuah kapal umumnya mempunyai dua (2) buah sea chest yang dipasang pada lambung kapal dibawah garis air di depan kamar mesin tepatnya dipasang di dasar kapal dan dipasang disamping kapal dibawah air (bilge), karena mengingat bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati.

Pemasangan pada dua tempat yang berbeda ini dimaksudkan agar kinerja sea chest sebagai lubang pengisapan berjalan dengan lancar. Bila kapal berlayar dilaut yang dalam maka dipakai sea chest yang terletak di dasar kapal, sebab kemungkinan terjadinya kotoran, lumpur yang teraduk-aduk akibat gerakan kapal tidak akan terjadi dan pada keadaan ini sea chest samping tidak dipergunakan.

Jika kapal berlayar di perairan yang dangkal dan kemungkinan terjadinya kotoran, lumpur atau pasir yang teraduk-aduk karena gerakan kapal yang mungkin dapat masuk ke lubang sea chest dasar maka sea chest samping yang dipakai sedangkan sea chest bawah ditutup.

Di dalam penentuan peletakan sea chest harus dipertimbangkan bahwa sea chest masih berfungsi sebagai lubang pengisapan air laut dengan baik, walaupun kondisi kapal miring sampai 22,5 derajat dari keadaan vertikal *sea chest* masih tetap bekerja dengan baik dan tidak mengisap udara.

## **2. *Sea grating***

Sea grating adalah saringan atau kisi-kisi yang dipasang pada sea chest untuk mencegah masuknya benda-benda yang tidak dikehendaki dari laut ke dalam sistem pipa dalam kapal. Jadi fungsi sea grating adalah menyaring air laut sebelum masuk kedalam kotak sea chest, yang merupakan saringan awal sebelum air laut masuk sistem melewati strainer dan filternya. Sea grating ini diikat menggunakan baut yang tahan korosi, yang kemudian baut-baut ini antara satu dan lainnya diikat atau dikunci dengan menggunakan kawat agar baut tidak mudah lepas.

## **3. *Pipa peniup udara***

Pipa ini menghubungkan antara kotak sea chest dengan kompresor atau tabung udara tekan, yang digunakan untuk meniupkan udara ke kotak sea chest, apabila

saringan sea chest kotor atau tersumbat oleh kotoran-kotoran yang mengakibatkan suplai air laut ke seluruh sistem tidak lancar sehingga mengurangi debit air yang dibutuhkan.

Untuk stop atau meniup udara diatur oleh satu *valve* yang dapat dioperasikan secara manual atau otomatis yang dapat dikendalikan dari ruang kemudi.

#### **4. *Pipa pembuangan udara***

Dengan adanya udara yang tertangkap dalam kotak sea chest, yang mungkin berasal dari gelembung-gelembung udara dari haluan yang menyusur dasar kapal dan tertangkap di sea chest, atau kapal sedang oleng atau miring sehingga udara masuk ke sea chest, dari putaran baling baling saat kapal mundur atau udara dari sisa tiupan udara kompresor.

Apabila udara dalam sea chest ini dibiarkan akan merugikan seluruh sistem, terutama pada sistem pendingin mesin. Karena air pendingin yang di isap tidak sepenuhnya berupa air laut, tapi bercampur dengan gelembung-gelembung udara, sehingga dapat menyebabkan mesin menjadi panas, pula berakibat jelek pada pompa-pompa yang mengisap air dari sea chest tersebut, karena air yang di isap tidak penuh dan banyak mengandung udara sehingga rendemen pompa menjadi turun. Untuk membuang udara dibuka satu *valve* dan ditutup kembali bila udara dalam *sea chest* telah habis.

#### **5. *Katup (valve)***

Semua sistem perpipaan dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan *valve* yang berfungsi sebagai pintu untuk membuka dan menutup aliran air laut, sebagai pengaman pula bila suatu saat aliran air harus dipompa karena kebocoran, atau karena untuk pemadam kebakaran dan lain-lain. Untuk ukuran *valve* harus disesuaikan dengan ukuran pipanya.

#### **6. *Pipa-pipa By pass***

*Pipa by pass* dipergunakan untuk saling menghubungkan antara sea chest yang satu dengan *sea chest* yang lain, dengan tujuan dapat membantu suplai air laut ke tempat tertentu dari satu sistem, bila salah satu sistem mengalami kesulitan atau hambatan dalam suplai air laut.

Diameter *pipa by pass* biasanya cukup besar, sebab harus dapat mengganti menyalurkan air laut sebanyak jumlah pipa isap dalam *seachest* tersebut. Atau digunakan saat pemindahan penggunaan saat kapal berlayar dari perairan dalam masuk ke perairan yang dangkal, sehingga harus menggunakan *sea chest* samping.

#### **7. Saringan (Strainer)**

*Strainer* adalah suatu alat berbentuk kotak atau silinder yang biasanya dipasang pada pipa ke mesin induk, pipa ke mesin bantu atau pada *pipa by pass*. Alat ini berfungsi sebagai jebakan kotoran dari laut, dalam strainer tersebut dipasang filter. Kotoran tersebut bila tidak tersaring dan diendapkan pada strainer akan masuk kedalam sistem air laut dalam kamar mesin dan lain-lain.

Pada periode waktu tertentu strainer harus dibuka untuk dibersihkan bersama dengan filternya. Penampang *strainer* kurang lebih 1,5 sampai dengan 2 kali penampang pipanya.

#### **8. Pompa**

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap, menyalurkan dan menekan air laut ke dalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan kebagian yang didinginkan. Pada umumnya dikapal menggunakan pompa air laut jenis *sentrifugal* atau *vertical*.

#### **9. Pompa sirkulasi air tawar**

Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin di dalam sistem, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain berdasarkan perbedaan tekanan. Sebagian besar motor diesel menggunakan pompa *sentrifugal* untuk sirkulasi air tawar pendingin pada motor induk di atas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik.

#### **10. Instalasi pipa pipa**

Instalasi pipa di atas kapal adalah suatu alat yang ditempati air pendingin untuk bersirkulasi di dalam pipa tersebut. Pada setiap pipa membiarkan tahanan tertentu kepada aliran air yang disalurkan untuk itu bentuk pipa dan ukuran pipa akan

mempengaruhi kenaikan tahanan aliran. Tahanan aliran air juga dapat meningkat pada setiap belokan dan katup yang dilalui oleh air tersebut.

### ***11. Tangki ekspansi***

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar (*freshwater*) dan untuk menambah bila ada kekurangan di dalam sistem. Tangki ini ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam sistem dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya. Tangki ekspansi ini dibuat dari baja galvanis yang baik untuk mencegah terjadinya karat (korosi), dan ukurannya tergantung pada kapasitas air. Juga sistem keseluruhan, termasuk ruang air dalam *jacket* pendingin motor induk.

### ***12. FreshWaterCooler***

Alat ini berfungsi mendinginkan air pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan media air laut. Di kapal tempat penulis bekerja jenis penukar kalornya menggunakan jenis *heat exchanger type tube*. Pada jenis ini air laut yang akan menyerap panas pada air tawar pendingin akan mengalir di dalam pipa-pipa yang berbeda.

### ***13. Pengukur suhu ( Thermometer )***

Alat ini berfungsi untuk mengukur suhu air pendingin yang masuk dan keluar dari motor induk. Umumnya suhu air pendingin diukur dengan *thermometer* jenis – jenis air raksa gelas biasa yang dibungkus dengan plat logam untuk melindungi kaca agar tidak mudah pecah.



## 2.4 Cara Kerja Sistem Pendingin

Untuk memperlancar pengoperasian mesin induk diatas kapal, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah pendingin sebagaimana dalam pembahasan ini bahwa media pendingin yang dipakai untuk mendinginkan motor induk di atas kapal adalah air tawar. Air laut langsung digunakan dalam sistem mesin sebagai media pendingin untuk penyerapan panas. Pendingin air laut sistemnya hanya lewat untuk menyerap panas dan akan terbuang kembali ke laut maka dikatakan sistem pendinginan terbuka. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup melalui filter dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke seluruh bagian-bagian mesin induk yang membutuhkan pendinginan melalui pendingin minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas kemudian air laut dibuang keluar kapal. Pada waktu kapal sedang berlayar dan mesin induk sedang beroperasi maka air tawar ini dialirkan ke tiap-tiap *cylinder* dan keluar menuju *cooler* dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ , di *fresh water cooler* air tawar didinginkan oleh air laut dan suhu turun sampai  $50^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ . Air tawar ini diisap lagi oleh pompa, seterusnya kembali lagi digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Karena pendinginan air tawar terus menerus bersirkulasi, maka dinamakan pendinginan tertutup, maka apabila motor induk sedang berjalan normal masinis yang bertugas harus melakukan pengecekan pada *expansi tank*, sehingga bila ada sistem pendingin yang tidak normal (terjadi kebocoran) dapat segera diketahui.