

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Pendingin air tawar**

Sistem pendingin air tawar pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang di tentukan setelah mesin hidup, dan menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Sistem pendingin air tawar menggunakan prinsip pemindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi. Panas diserap secara konduksi dari metal disekeliling silinder, dari katup, dari kepala silinder menuju cairan pendingin. Permukaan logam dengan cairan pendingin terjadi perpindahan panas secara konveksi dan didalam cairan pendingin terjadi sentuhan dan perpindahan panas, sehingga air menjadi panas dalam kantong air pendingin, yang terletak didalam blok silinder (Nuruzzaman, 2003).

Proses pembakaran pada mesin disebabkan karena gesekan komponen-komponen mesin, untuk meredam panas yang berlebih kemudian panas yang dihasilkan diserap oleh sistem pendinginan. Karena itu komponen sistem pendinginan harus mempunyai kapasitas yang memadai dan harus dalam kondisi kerja yang baik. Temperatur dalam ruang pembakaran mesin diesel mencapai  $1.927^{\circ}\text{C}$  atau  $3.526^{\circ}\text{F}$  saat terjadi pembakaran bahan bakar. Semua komponen pada sistem pendingin harus dipelihara agar dapat bekerja sesuai fungsinya. Untuk mencapai temperatur yang aman dari komponen tersebut perlu sistem pendinginan yang dapat mengambil panas dari sekeliling ataupun dari dalam komponen itu. Temperatur rata-rata dari komponen mesin pada bahan bakar relatif tinggi jika dibandingkan dengan temperatur air mendidih. Piston bertemperatur sekitar  $260^{\circ}\text{C}$  ( $500^{\circ}\text{F}$ ) klep buang bertemperatur  $520^{\circ}\text{C}$  ( $968^{\circ}\text{F}$ ). Temperature tersebut merupakan temperatur yang tinggi untuk membuat air menjadi mendidih. *Overheating*, yaitu motor bekerja pada temperatur melebihi temperatur kerja dan sangat berbahaya

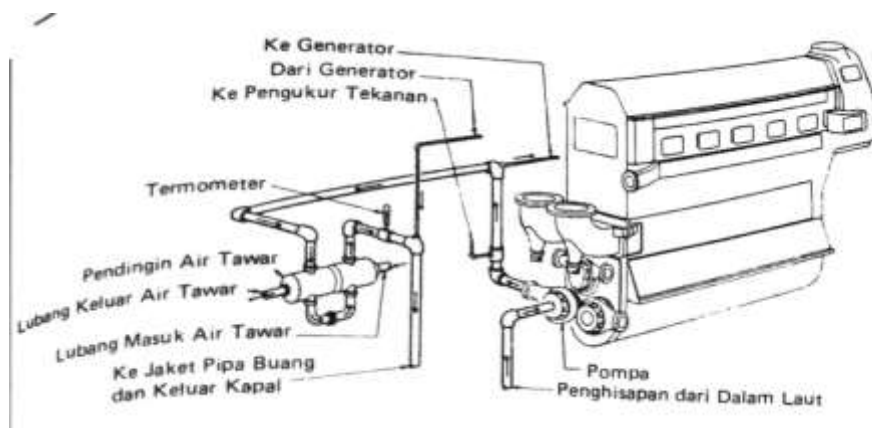
terhadap komponen-komponen motor. Sebagai cairan pendingin digunakan air (Supendi, 2005).

## 2.2 Macam-Macam Sistem Pendingin

Di kapal niaga terdapat macam-macam metode sistem pendinginan yang bisa digunakan untuk mendinginkan mesin induk, pada umumnya metode tersebut dibagi menjadi dua macam, diantaranya adalah sebagai berikut :

### 1. Sistem Pendinginan Langsung (Terbuka)

Sistem pendinginan langsung adalah pendinginan yang menggunakan satu media pendingin saja yakni dengan media pendingin air laut. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup melalui filter dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke seluruh bagian-bagian mesin 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 (Ardiansyahab, 2009).



**Gambar 1** Sistem pendinginan langsung (terbuka)

(V.L.Malleev 2007 *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Kapal : Jakarta*)

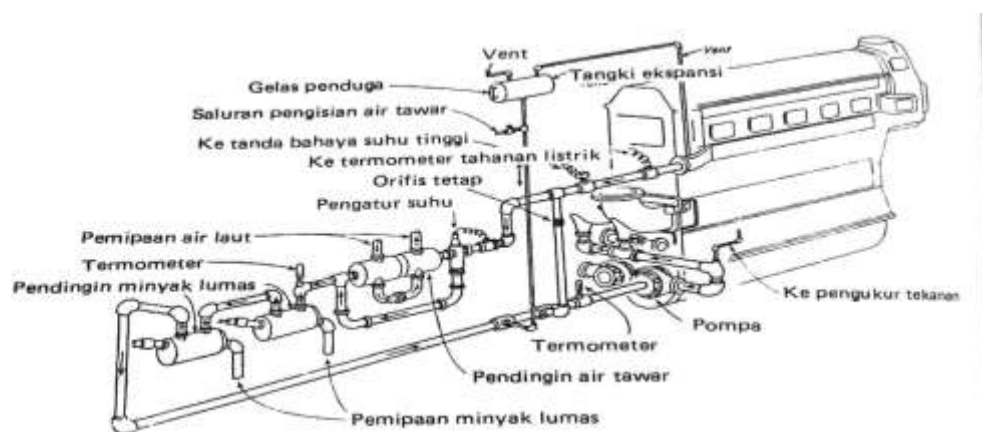
Keterangan Gambar :

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1. Sea chest      | 6. Tangki pendingin |
| 2. Katup / valve  | 7. Manometer        |
| 3. Saringan       | 8. Mesin induk      |
| 4. Pompa          | 9. Pipa buang       |
| 5. Katup pengaman |                     |

Bila ditinjau dari segi konstruksi sistem pendinginan langsung mempunyai keuntungan yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan tidak langsung. Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Adapun kerugian dari sistem pendinginan langsung ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperature air laut.

## 2. Sistem Pendinginan Tidak Langsung (tertutup)

Sistem pendinginan tidak langsung menggunakan dua media pendingin, yang digunakan adalah air tawar dan air laut. Air tawar dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian motor, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi dalam siklus tertutup. Sistem pendinginan ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian-bagian motor secara merata (Ardiansyahab, 2009).



**Gambar 2** Sistem pendinginan tidak langsung (tertutup)

(V.L.Malleev 2007 *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Kapal* : Jakarta)

Keterangan gambar :

A. *Expantion Tank*

C. Pompa untuk air tawar

B. *Fresh Water Cooler*

D. Pompa untuk air laut

E. Filter

G. *Lower Sea Chest*

F. *Over Board*

H. *Upper Sea Chest*

Sistem pendinginan tidak langsung ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi dari pada sistem pendinginan langsung dan dapat mendinginkan secara merata. Keuntungan lain yang didapat dari sistem pendingin ini adalah kecilnya resiko terjadinya karat. Kerugian sistem pendinginan tidak langsung adalah terlalu banyak menggunakan ruangan untuk penempatan alat-alat utamanya, sehingga konstruksi menjadi rumit. Daya yang dipergunakan untuk mensirkulasikan air pendingin lebih besar, karena sistem ini menggunakan banyak pompa sirkulasi.

### 2.3 Macam-macam Komponen Pada Sistem Pendingin Air Tawar

Di kapal terdapat beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendinginan langsung (pendinginan terbuka) dan pendinginan tidak langsung (pendinginan tertutup) (Sunaryo, 1998). Karena itu komponen pada sistem pendingin dibagi menjadi beberapa diantaranya sebagai berikut :

#### 1. *Sea Chest*



**Gambar 3** Sea ches

(Petrus Adrianto, 1982, *Pengetahuan Mesin Kapal 1*, Depdikbud : Jakarta)

Kotak laut (*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 kedalam kapal sehingga kebutuhan sitem air laut (*Sea water sytem*) dapat dipenuhi.

## 2. Katup atau *valve*

Katup atau *valve* adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau menutup sebagian aliran fluida.



**Gambar 4** Katup atau *valve* KM.Sinar Papua

## 3. Saringan air tawar atau *strainer*



**Gambar 5** Saringan air tawar KM.Sinar Papua

Saringan adalah alat yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang ada didalam pipa yang terbawa bersama air laut, agar kotoran didalam pipa tidak mengganggu sirkulasi air laut sehingga air laut akan bersih, dan proses sirkulasi air laut akan lancar.

#### 4. Pompa *Fresh Water*

Pompa berfungsi untuk menghisap air dan menekan air kedalam sistem, Selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Pada umumnya motor dikapal menggunakan pompa air laut jenis sentrifugal, yang digerakkan dengan perantara puli (*belt*), sehingga poros pompa akan berputar dengan arah yang sama. Motor jenis ini biasanya menggunakan jenis pompa torak dan pemasangan pompa tidak boleh lebih tinggi dari tangki persediaan air, tetapi pompa harus lebih rendah dari permukaan air didalam tangki, sehingga air laut dapat masuk ke ujung pipa hisap.



**Gambar 6** Pompa Fresh Water KM.Sinar Papua

#### 5. Katup *safety valve*

pengaman atau



**Gambar 7** Katup pengaman atau *safety valve*  
(Washway Lane, 2001, *Safety valve*, tersedia : <https://flamcogroup.com> )

Semua sistem perpipaan dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan *safety 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 *safety valve* harus disesuaikan dengan ukuran pipanya.

#### 6. Pipa Air Pendingin

Saluran air pendingin biasanya menggunakan pipa yang terbuat dari baja, dan bagian di dalamnya digalvanisasi. Pipa ini dilalui air pendingin, dimana aliran dan kecepatan sesuai dengan luas penampang pipa untuk kebutuhan pendinginan. Pipa pendingin biasanya berwarna biru untuk air laut dan hijau untuk air tawar



**Gambar 8** Pipa Pendingin mesin induk KM.Sinar Papua

#### 7. Tangki Persediaan Air Tawar (*Expansion Tank*)



Air dalam sistem pendinginan akan berekspansi apabila suhunya naik sehingga akan terjadi kelebihan air, dan kelebihan air ini akan di tempatkan pada tempat yang tertinggi di saluran air pendingin supaya tekanan pada sistem selalu tetap dan mencegah kantong uap/udara pada sistem pendingin. Tangki persediaan air tawar (*Expansion Tank*) ini sangat penting untuk berjalannya proses pendingin karena air tawar dari bangker ditampung di dalam *Expansion Tank* dan disirkulasikan kedalam pipa-pipa menuju komponen-komponen mesin yang perlu di dingginkan



**Gambar 9** Tangki Ekspansi KM.Sinar Papua

#### 8. *Manometer*

*Manometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur perbedaan tekanan di dua titik yang berlawanan. Versi *manometer* sederhana kolom cairan adalah bentuk pipa U yang diisi cairan setengahnya, biasanya berisi air dimana pengukuran dilakukan pada satu sisi pipa, sementara tekanan yang mungkin terjadi karena atmosfer diterapkan pada tabung yang lainnya





**Gambar 10** Manometer

(BKI, chapter 6, 2001, *Machinery Installations : Jakarta*)

### 9. Cooler

*Cooler* adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya *over heating* (panas berlebihan) dengan cara mendinginkan suatu fraksi panas dengan menggunakan media cairan dingin, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari fluida yang panas ke media pendingin tanpa adanya perubahan suhu. Alat pendingin biasanya menggunakan media air, dalam prosesnya air pendingin tidak mengalami kontak langsung dengan fraksi panas tersebut, karena fraksi panas mengalir di dalam pipa sedangkan air pendingin berada di luar pipa.



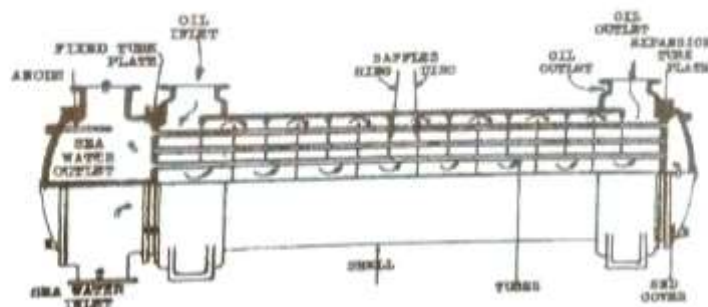
**Gambar 11 Cooler**

(Wiranto Arismunandar, 1983, *Mengenal-jenis-jenis-pendingin* : Jakarta)

Dikapal terdapat jenis-jenis pendingin yang bisa digunakan untuk mendinginkan mesin pada kapal terutama pada mesin diesel. Dan dibawah adalah tiga jenis pendingin pada kapal :

a. *Shell dan Tube Cooler*

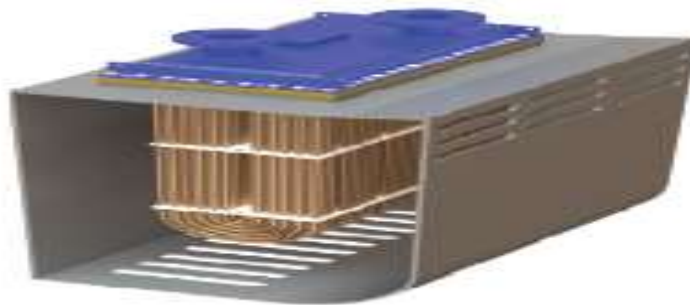
Pada *cooler* jenis ini, proses pendinginan fraksi dilakukan dengan cara mengalirkan fraksi panas melalui pipa, sedangkan air pendingin dialirkan melalui *shell* sehingga akan mengalami kontak langsung dengan dengan permukaan pipa yang berisi fraksi panas dan panas dari fraksi tersebut akan diserap oleh aliran air.



**Gambar 12** *Sheet dan Tube Cooler*  
(BP2IP, 2005, *Permesinan-bantu. Balai-Pendidikan-Penyegaran-dan-Peningkatan-Ilmu-Pelayaran : Jakarta* )

b. *Box Cooler*

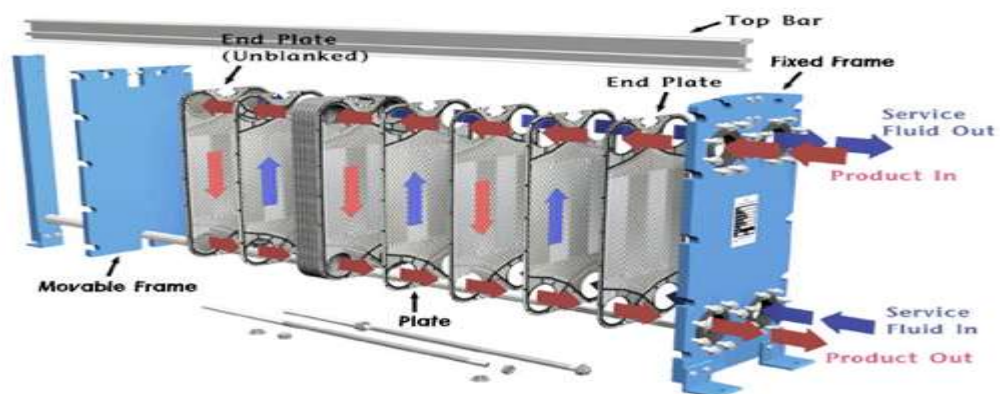
Jenis *cooler* ini sangat efisien karena prosesnya yang cukup mudah, di dalam alat ini terdapat coil ( sejenis pipa tetapi memiliki banyak lubang-lubang kecil) yang digunakan untuk mengalirkan fluida panas, sedangkan air pendingin akan mengisi *box cooler* dan menutupi coil tersebut, maka akan terjadi penyerapan panas oleh air pendingin, sehingga fraksi yang keluar dari *box cooler* telah sesuai dengan panas yang diinginkan.



**Gambar 13** *Box Cooler*  
(Wiranto Arismunandar, 1983, *Mengenal-jenis-jenis-pendingin : Jakarta*)

c. *Plat cooler*

*Plat cooler* adalah bagian dari *cooler* yang terletak didalam *cooler*, yang berfungsi sebagai tempat masuknya air tawar, yang berguna untuk berjalanya sirkulasi air tawar. Untuk mendinginkan air tawar dengan media air laut yang ada di plat cooler agar air tawar dingin.



**Gambar 14** *Plat Cooler*

(Wiranto Arismunandar, 1983, *Mengenal-jenis-jenis-pendingin : Jakarta*)

**2.4. Prinsip Kerja Sistem Pendingin**

Prinsip dasar dari pendingin adalah proses penyerapan panas dari dalam suatu ruangan berinsulasi tertutup ke dalam lalu memindahkan serta mengenyahkan panas keluar dari ruangan tersebut. Proses merefrigerasi ruangan tersebut perlu tenaga atau energi. Energi yang paling cocok untuk refrigerasi adalah tenaga listrik yaitu untuk menggerakkan kompresor pada unit refrigerasi. Dalam suatu sistem refrigerasi mekanik, berlangsung beberapa proses fisik yang sederhana. Jika ditinjau dari segi termodinamika, seluruh proses perubahan itu terlibat tenaga panas, yang dikelompokkan atas panas laten penguapan, panas sensibel, panas laten pengembunan dan lain sebagainya. Suatu siklus refrigrasi secara berurutan berawal dari pemampatan, melalui pengembunan (kondensasi), pengaturan pemuai dan berakhir pada penguapan (evaporasi). Prinsip Sistem pendingin pesawat bantu yang berfungsi untuk mengurangi panas pada mesin induk. Sistem pendinginan pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang di tentukan setelah mesin hidup, menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Panas diserap secara konduksi dari metal di sekeliling silinder dari katup dari kepala silinder menuju cairan pendingin, sehingga air menjadi panas dalam kantong-kantong air pendingin, yang terletak di dalam blok silinder (Ilyas, 1993)