

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Pendingin**

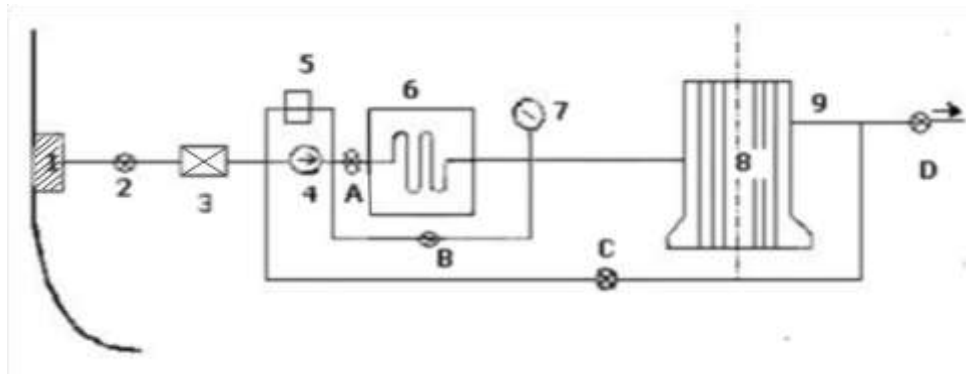
Legiman (2011) mengatakan bahwa Sistem pendingin adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk mengurangi panas pada mesin induk. Suparman dalam Arfan (2017) menuliskan Sistem pendinginan pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang di tentukan setelah mesin hidup, dan menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Sistem pendinginan mesin 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-kantong air pendingin, yang terletak didalam blok silinder.

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

Soekardi dalam Legiman (2014) mengatakan bahwa Di kapal niaga terdapat macam-macam metode sistem pendinginan yang bisa digunakan untuk mendinginkan mesin induk, pada umumnya metode tersebut dibagi menjadi dua macam, metode tersebut 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.



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

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=sistem+pendingin&source>)

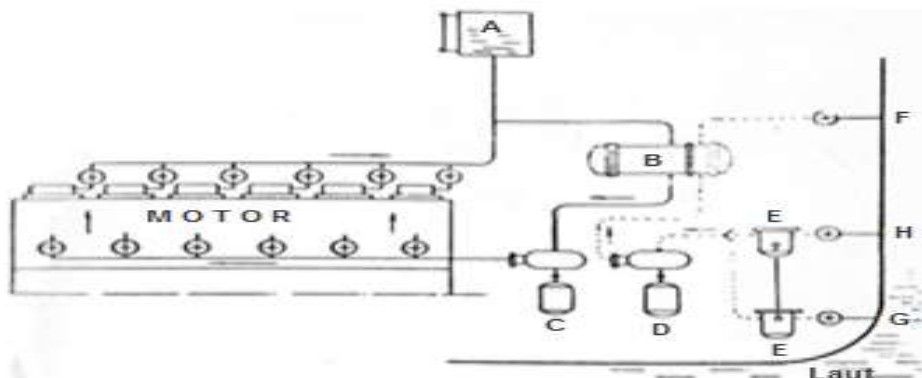
Keterangan Gambar :

- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| 1. Sea chest      | 6. Tangki pendingin minyak lumas |
| 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 temperatur 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.



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

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=sistem+pendingin&source>)

Keterangan gambar:

- A. *Expantion Tank*
- B. *Fresh Water Cooler*
- C. Pompa untuk air tawar
- D. Pompa untuk air laut
- E. Filter
- F. *Over Board*
- G. *Lower Sea Chest*
- H. *Upper Sea Chest*

Sistem pendinginan tidak langsung ini memiliki efisien yang lebih tinggi daripada 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

Daryanto (2010) mengatakan bahwa di kapal terdapat beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendinginan langsung (pendinginan terbuka) dan pendinginan tidak langsung (pendinginan tertutup). Karena itu komponen pada sistem pendingin dibagi menjadi beberapa diantaranya sebagai berikut :

#### 1. Pompa

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.



**Gambar 3. : Pompa Fresh Water**  
(Sumber : <https://www.google.com/pompafwg>)

## 2. 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.

## 3. Tangki Persediaan Air Tawar (Tangki Ekspansi)

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.

## 4. Alat Penukar Panas (*Heat Exchanger*)

Sumanto (2010) menjelaskan bahwa Heat Exchanger berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang bersirkulasi dalam sistem pendinginan. Pada motor diesel yang digunakan di kapal-kapal, alat pendingin air tawar biasanya berbentuk cangkang dan tabung (*shell and tube*) dengan air laut sebagai media pendinginnya.

### 2.4 Jenis-jenis pendingin

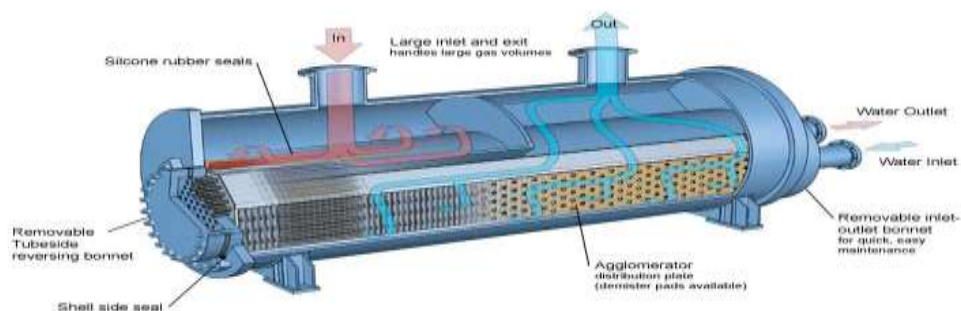
Menurut Sumanto (2009) Pendingin merupakan alat yang di gunakan untuk mendingin kan komponen-komponen mesin. Pada saat ini banyak jenis pendingin yang ada di dalam kapal, ruang mesin. Dibawah ini ada berbagai macam jenis pendingin :

#### *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

1. 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 : 4. Cooler**

(Sumber :) <https://www.google.com/search?hl=en&biw=>

2. *Sheel 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.



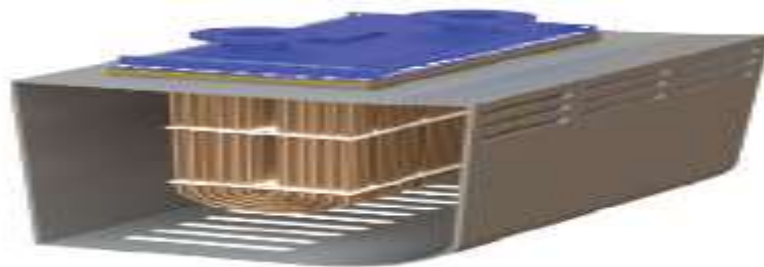
**Gambar : 5. Sheel dan Tube Cooler**

(Sumber :

<https://www.google.com/search?hl=en&biw=1366&bih=657&tbm=isc>)

### 3. *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 : 6. Box Cooler (Sumber : <https://www.google.com/search?h>)**

### 2.5. Prinsip Kerja Sistem Pendingin

Sumanto (2010) mengatakan bahwa prinsip dasar dari pendingin adalah proses penyerapan panas dari dalam suatu ruangan berinsulasi tertutup kepalu 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 refrigrasi 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).

## **2.6. Gangguan Pada Sistem Pendingin**

Beberapa gangguan yang sering terjadi pada engine/mesin (Suharto,1991).

1. Kendornya V-Belt
2. Tersumbatnya pipa-pipa dan saluran-saluran pendinginan (pada mantel-mantel air) oleh kerak-kerak.
3. Terhambatnya aliran udara yang dihisap oleh fan pada permukaan radiator oleh debu atau kotoran-kotoran.
4. Berubahnya desain serta pemasangan fan pendingin.
5. Menurutnya kapasitas pendinginan disebabkan performasi engine yang tidak bisa seimbang oleh performasi pompa pensirkulasi airnya. Mungkin hal ini untuk engine yang berkali-kali overhaul sementara pompanya tetap lama.
6. Kekosongan air pendingin di tangki air tawar
7. Air tawar ditangki cepat habis
8. Air di tangki air tawar cepat kotor.

## **2.7. Pemeliharaan / Perawatan Sistem Pendingin**

Pemeliharaan sistem pendinginan dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur sesuai dengan buku petunjuk dari pabrik pembuatan mesin itu sendiri.

Menurut Maleev (2010) pemeliharaan sistem pendinginan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Periksa isi air pendingin apakah masih ada atau tidak.
2. Supaya proses pendinginan dapat berlangsung dengan baik, bersihkan mesin dari kerak atau kotoran setiap 250 jam atau dua kali dalam setahun dengan membuka keran pembuangan dan masukkan air yang bersih.

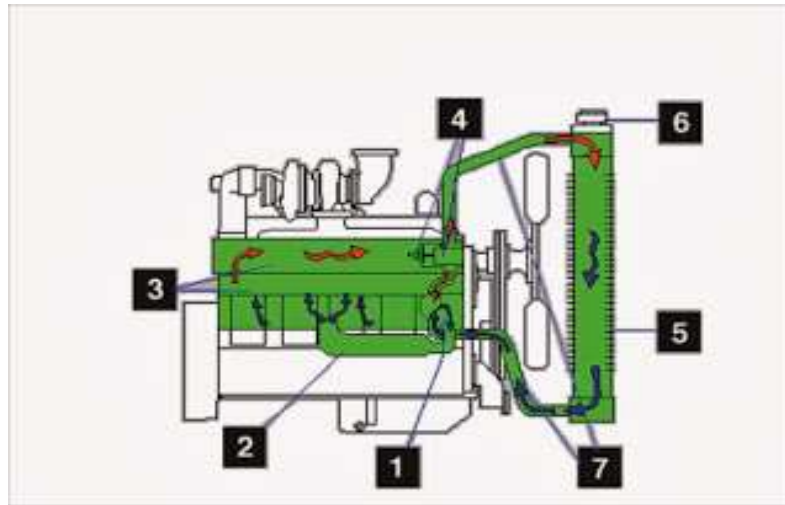


Sistem pendinginan yang tidak terkontrol dengan baik dapat mengganggu kelancaran operasional *engine*/mesin, menurunkan performa dan bisa membuat fatal pada mesin. *Over heating* juga bisa muncul karena kurangnya perhatian pada sistem pendinginan mesin disamping sebab-sebab lainnya yang menstimulasinya. Memperhatikan pembacaan skala dari level air pendingin pada *dash board* atau panel kontrol merupakan tindakan preventif perawatan mesin bersama-sama pemilihan air pendingin yang bermutu baik.

Menurut Maimun (2004), pemeliharaan pada sistem air pendinginan, bagian yang perlu dicek atau diperiksa :

1. Pompa air pendingin, pemeliharaan yang perlu dilakukan adalah :
  - Periksa mekanisasi seal. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 2000-3000 jam atau tiap 2 bulan.
  - Bongkar, periksa dan ukur bagian besar. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 4000-5000 jam atau tiap tahun.
2. Katup termostatik, pemeliharaan yang dilakukan :  
Bongkar dan periksa. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 2000 jam atau setengah tahun.
3. Zinc anti corrosive, perawatan yang dilakukan :  
Bongkar dan tukar bagian-bagian pendingin air laut. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih tiga bulan sekali.

## 2.8. Bagian Bagian Sistem Pendingin



**Gambar : Bagian-Bagian Sistem Pendingin**

(Sumber : <https://www.google.com/search?biw=1366&bih>)

Komponen-komponen dasar sistem pendingin adalah (1) water pump, (2) oil cooler, (3) lubang-lubang pada engine block dan cylinder head, (4) temperature regulator dan rumahnya, (5) radiator, (6) radiator cap, dan (7) hose serta pipa-pipa penghubung. Tambahan kipas, umumnya digerakkan oleh tali kipas terletak dekat radiator berguna untuk menambah aliran udara sehingga pemindahan panas lebih baik.

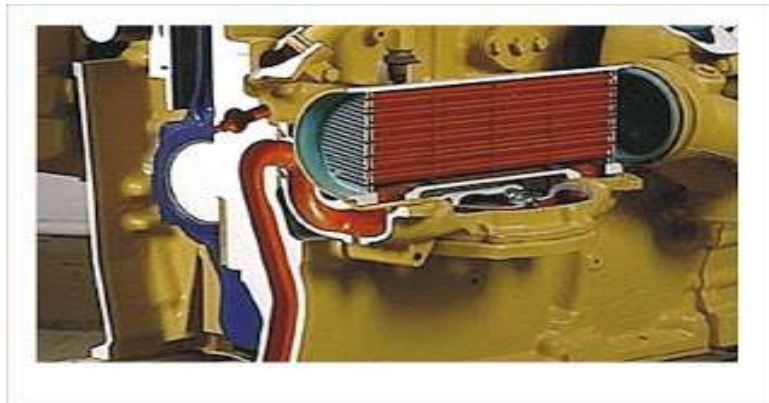


**Contoh Gambar 1. : Water Pump**

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=contoh+gambar+water+pump&safe>)

## 1. Water Pump

Water pump terdiri dari sebuah impeller dengan kipas-kipas berbentuk kurva di dalam rumah water pump tersebut. Bila impeller berputar, baling-baling kurva mengalirkan air keluar rumah water pump.



**Contoh Gambar 2. : Oil Cooler**

(Sumber : <https://www.google.com/search?safe=strict&biw=1366&bih=657&tbm=i>)

## 2. Oil cooler (pendingin oli)

Dari saluran keluar water pump, cairan pendingin mengalir ke oil cooler. Oil cooler terdiri dari satu set tabung dalam rumahnya. Pada contoh ini cairan pendingin mengalir melalui tabung-tabung membuang panas oli yang ada di sekeliling tabung. Oil cooler membuang panas dari oli pelumas sehingga sifat-sifat dan konsentrasi oli tetap terpelihara.



**Contoh Gambar 3. : After Cooler**

(Sumber : <https://www.google.com/search?safe=strict&biw=1366&bih=657&tbm=is>)

### 3. After Cooler

Dari oil cooler, cairan pendingin mengalir ke engine block atau ke after cooler untuk engine yang dilengkapi turbocharger. Beberapa engine yang menggunakan turbocharger juga menggunakan jacket water pump aftercooler sehingga cairan pendingin mengalir ke sana. After cooler membuang panas dari udara yang masuk. Pada jacket water after cooler sistem pendingin membuang panas dari udara. Konstruksi aftercooler seperti radiator dengan tabung-tabung dan sirip-sirip.



**Contoh Gambar 4. : Water Jacker**

(Sumber :

<https://www.google.com/search?safe=strict&biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa>)

#### 4. Water Jacket

Dari aftercooler, air pendingin mengalir ke engine block dan di sekitar cylinder liner. Membuang panas yang tidak berguna dari piston, ring dan liner. Rongga-rongga tempat air tersebut disebut water jacket.

#### 5. Cylinder head

Air pendingin bergerak dari lubang-ubang pada engine block menuju cylinder head, mengambil panas dari valve seat dan valve guide. Lalu akan mendinginkan seluruh bagian Cylinder head.

#### 6. Regulator housing/rumah regulator

Apabila air pendingin meninggalkan cylinder head, air pendingin masuk ke thermostat atau regulator housing. Pengatur suhu (temperature regulator) dipasang di dalam rumah regulator.

#### 7. Pengatur suhu/temperatur regulator

Temperature regulator bekerja seperti polisi jalan raya pada sistem pendingin. Regulator bekerja untuk menjaga suhu kerja engine. Kadang-kadang regulator mengalirkan air pendingin melalui radiator, kadang-kadang ke pipa bypass untuk kembali ke pompa air (water pump). Bila engine dingin, regulator menutup. Air pendingin mengalir kembali ke water pump, tidak melalui radiator, tetapi melalui pipa bypass. Ini akan membantu mempercepat memanaskan engine. Bila engine mulai panas, suhu air pendingin mulai naik sampai mencapai suhu pembukaan radiator. Bila regulator membuka lebih lebar dan lebih banyak lagi air yang menuju radiator.