

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pendingin

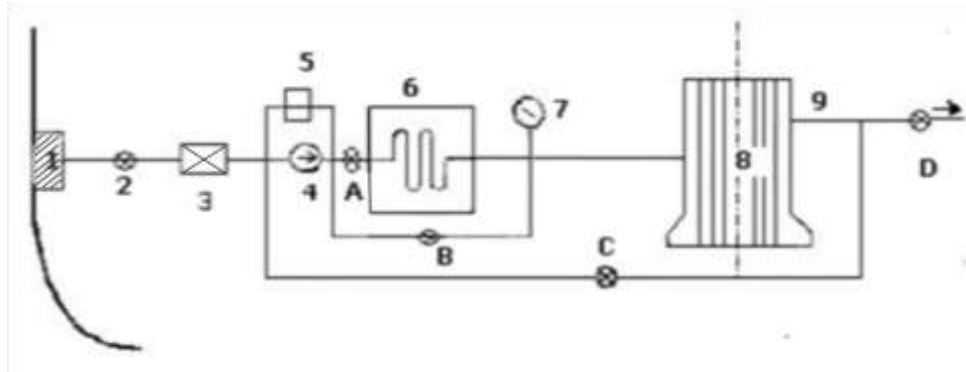
Nuruzzaman (2003) mengatakan bahwa Sistem pendingin adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk mengurangi panas pada mesin induk. Suparman (2001) menambahkan Sistem pendinginan pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang di tentukan setelah mesin hidup, dan menjaga agar mesin dapat 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

Ardiansyahab (2009) 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 : E. Karyanto, sistem-pendingin-motor-diesel.2002)

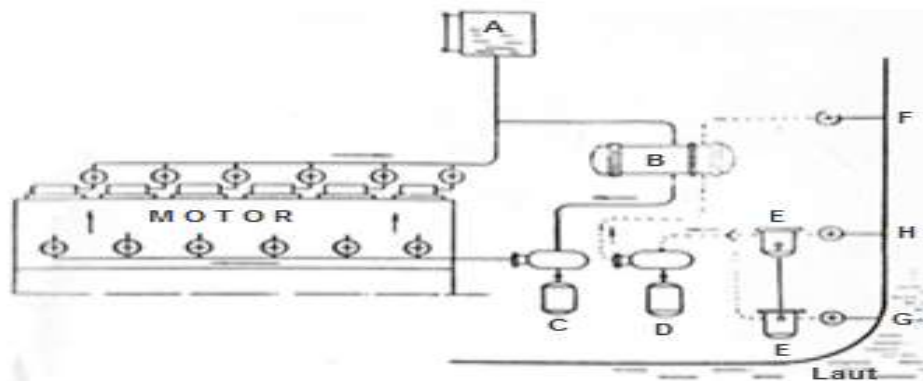
Keterangan Gambar :

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1. Sea chest | 6. Tangki pendingin minyak lumas |
| 2. Katup / <i>valve</i> | 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 : E. Karyanto, sistem-pendingin-motor-diesel.2002)

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 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

Sunaryo Hery (1998) 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 : Nurdianto, gambar pompa FW.2001)**

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*)

Tsuada (1983) 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.

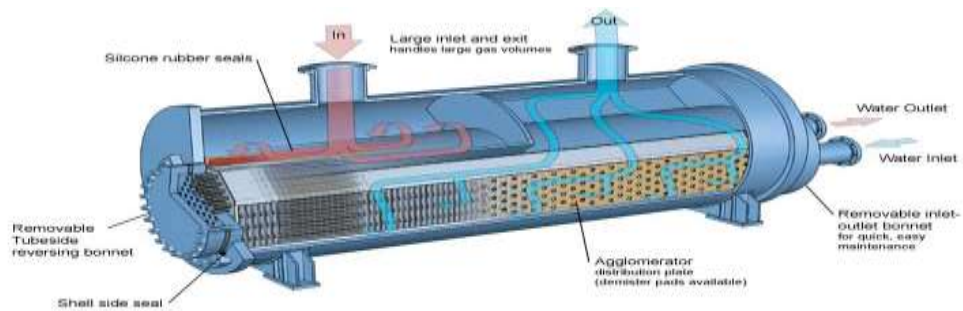
2.4. Jenis-jenis Pendingin

Menurut Arianto (2002) Pendingin merupakan alat yang di gunakan untuk mendinginkan komponen-komponen mesin. Pada saat ini banyak jenis pendingin yang ada di dalam kapal, ruang mesin. Dibawah ini ada berbagai macam jenis pendingin :

1. *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 : 4. cooler
(Sumber : Wiranto Arismunandar. Mengenal-jenis-jenis-pendingin.1983)

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 permukaan pipa yang berisi fraksi panas dan panas dari fraksi tersebut akan diserap oleh aliran air.



Gambar : 5. Sheel dan Tube Cooler
(Sumber : Wiranto Arismunandar. Mengenal-jenis-jenis-pendingin .1983)

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 : Wiranto Arismunandar. Mengenal-jenis-jenis-pendingin (1983))

2.5. Prinsip Kerja Sistem Pendingin

1. Prinsip sistem pendingin air laut

Prinsip pendinginan air laut adalah proses pendinginannya dengan mensirkulasikan air laut secara langsung ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan. Pada sistem pendinginan jenis ini diperlukan bahan pencegah pembentukan korosi terutama pada bagian di dalam blok silinder yang sering disebut zinc anode.

2. Prinsip sistem pendingin air tawar

Prinsip pendinginan air tawar adalah proses pendinginannya dilakukan dengan proses pendinginan air tawar terlebih dahulu yang terletak di tangki penampung air tawar dengan menggunakan air laut. Setelah temperatur air tawar pada tangki penampung menurun selanjutnya air tawar disirkulasikan ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan, terutama ke bagian yang bergerak yang memiliki resiko kerusakan besar. Untuk menjaga agar proses pendinginan pada motor dapat berjalan dengan lancar maka perlu

diperhatikan sirkulasi pendinginan tersebut. Biasanya akan terdapat karat yang terjadi akibat dari endapan-endapan mineral yang terkandung di dalam air. Apabila ini dibiarkan terus-menerus, maka seiring berjalannya waktu maka karat tersebut akan menyebabkan tersumbatnya sirkulasi air pendingin.

2.6. Cara Memeriksa pH Dengan Alat

1. Nilai Ph:

- a. Ukur 5 ml kondensat dalam tabung gelas reaksi;
- b. Tambahkan padanya 0,5 ml. Phenol Red Indikator (yaitu isi pipet sampai di garis);
- c. Tutup dengan sumbatnya dan kocok dengan betul;
- d. Letakkan tabung gelas dalam blok persamaan warna untuk Phenol Red dan carilah warna yang paling mendekatinya; pada daftar atau blok dinyatakan nilai ph dari kondensat;
- e. Cocokkan nilai yang didapat dengan daftar petunjuk, dimana dinyatakan berupa soda atau posfat harus ditambah untuk mendapat nilai pH yang diinginkan;

2. Memeriksa pH Dengan Kertas Khusus

Kertas pH (Lakmus) Adalah alat yang digunakan untuk mengukur pH Air yang non elektronik dan mempunyai kelebihan jika air dalam kondisi keruh atau banyak lumpur yang tercampur, kertas PH akan lebih akurat untuk dibuat pengukuran pH air.



Contoh Gambar 7. DIAGRAM KERTAS pH

Cara penggunaannya:

- a. Ambil sampel air yang akan diukur pH nya
- b. Ambil kertas pH satu buah
- c. Masukkan kertas pH kedalam air \pm 3 menit
- d. Cocokkan dengan neraca pada wadah kertas pengukur
- e. Dan liat mana yang paling cocok dengan indikator pH tersebut

3. Memeriksa pH Air Dengan pH Meter

pH Meter Adalah: alat yang digunakan untuk mengukur pH air elektronik dan ini biasanya digunakan pada air yang tidak bercampur lumpur, (Air yang jernih). Karena jika dipakai pada air yang bercampur lumpur maka pH tersebut tidak akurat lagi dan setiap penggunaannya harus di kalibrasi.



Contoh Gambar 8. pH METER

Cara penggunaannya:

- a. Ambil sampel air yang akan diukur pH nya
- b. Nyalakan alat pH meter tersebut
- c. Masukkan alat tersebut kedalam sampel air yang akan diukur
- d. Uji dan tunggu sampai digital number pada pH meter tersebut sampai posisi tidak berubah-ubah (sampai tenang)

pH Air yang ideal adalah 6,5-8,5 dan kurang dari 50 PPM. Jika pH dibawah 6 maka air akan asam. Jika diatas 8,5 maka air akan terasa basa.

4. Memeriksa Klorida dengan Alat (Test Kit)

- a. Tambahkan pada air dalam mangkok Porselin Kalium Chromat (K_2CrO_4). Warna air akan berubah menjadi kuning-hijau.
- b. Tambahkan Nitrat perak ($AgNO_3$) tetes demi tetes sampai warna kuning-hijau berubah menjadi coklat.
- c. Baca berapa banyak perak Nitrat telah digunakan dan sesuaikan dengan daftar; dalam daftar dinyatakan berapa kadar Chlorida dari air dalam mg/ltr.

Maksimal Clorida : 50 ppm (mg/l)

5. Jumlah kekerasan sebagai $CaCO_3$:

- a. Ukur 50 ml. Contoh air dalam gelas ukur;
- b. Tuangkan dalam mangkok porselin;
- c. Beri 4 tetes Phenolphthaline. Jika tidak terjadi warna merah maka penarikan dianggap sesuai dan P-alkalitas dari air dalam mg/ltr;
- d. Jika timbul warna merah beri hydro sulfat (H_2SO_4) sedikit demi sedikit sambil diaduk terus sampai warna merah hilang dan kembali ke warna aslinya;
- e. Baca dari berat berapa banyak hydro sulfat telah digunakan dan cocokan dengan datar. Disini dinyatakan berapa nilai P-alkalitas dari air dalam mg/ltr. $CaCO_3$;

Dalam daftar dapat juga dicantumkan berapa banyak bahan soda yang harus dimasukkan kedalam air untuk mempertinggi nilai alkalitas;

Maksimal Kekerasan: 75 ppm (mg/l)

TABEL 1. Keterangan Persyaratan Air Pendingin Sebelum Menambahkan Inhibitor Korosi

NO	PEMERIKSAAN	HASIL
1	pH(nilai keasaman) Air	7- 9 pH
2	Jumlah kekerasan sebagai CaCo ₃	Max 75 ppm (mg/l)
3	Klorida	Max 50 ppm (mg/l)
4	Sulfat	Max 100 ppm (mg/l)
5	Silikat	Max 150 ppm (mg/l)