

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pendingin Air Tawar (*Fresh Water Cooler*)

Pendingin Air Tawar merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pendinginan mesin induk. Pendingin air tawar adalah pesawat bantu untuk mendinginkan temperatur / panas yang tinggi menjadi temperatur / panas yang rendah dan tidak mengubah wujud media yang didinginkan.

Sistem pendingin bertujuan untuk menjaga agar temperatur mesin tetap berada pada batas yang diperbolehkan sesuai dengan kekuatan material, karena kekuatan material akan menurun sejalan dengan naiknya temperatur (*overheating*).

Sistem pendingin air tawar pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang ditentukan 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-kantong air pendingin, yang terletak didalam blok silinder. (**Nuruzzaman.2003**)

Panasnya sebuah mesin diesel disebabkan karena proses terjadinya pembakaran bahan bakar, untuk meredam panas yang berlebih kemudian panas yang dihasilkan diserap oleh sistem pendingin. 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°C atau 3.526°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 2600C (5000F) klep buang bertemperatur 5200C (968 0F). 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. (Sumber :BLK.2005)

Didalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain : *Fresh Water Cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *strainer*/saringan pada air laut dan *sea chest*. Dari keempat komponen iniah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat vital dalam menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk.

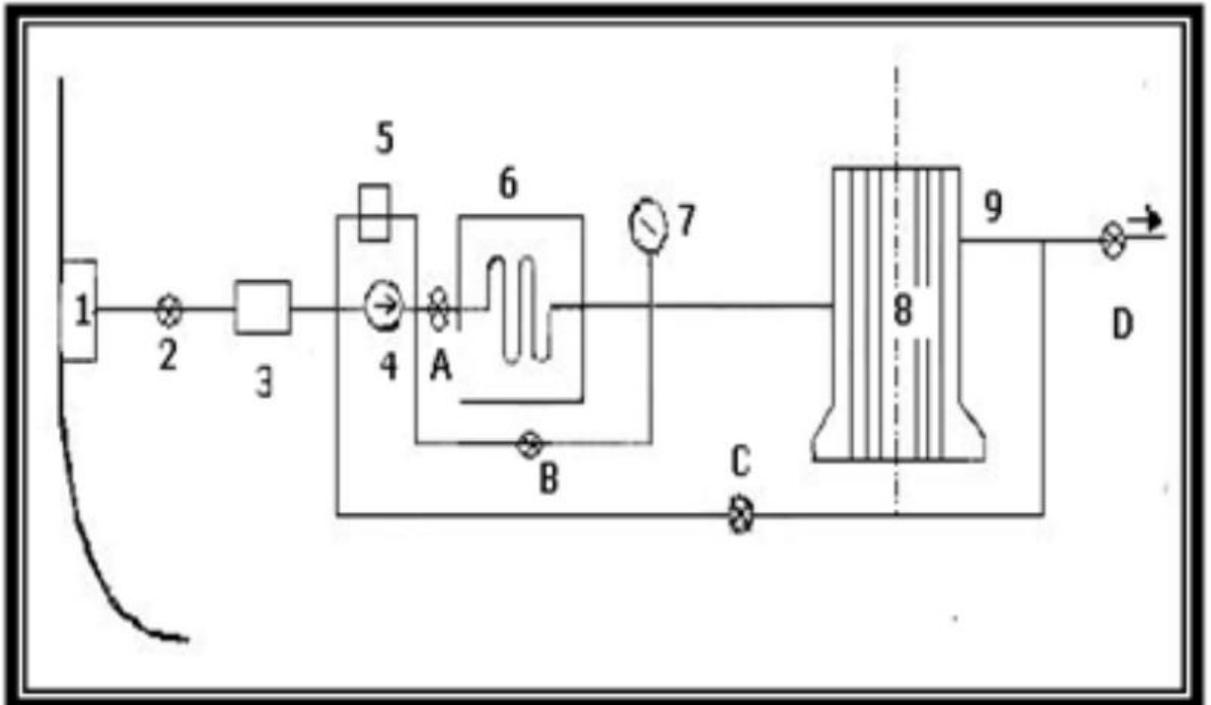
2.2. Macam-Macam Sistem Pendinginan

Pada umumnya di kapal-kapal ada dua cara untuk mendinginkan mesin induk maupun motor bantuanya, yaitu dengan menggunakan sistem pendinginan secara langsung (terbuka) dan sistem pendinginan secara tidak langsung (tertutup).

1. Sistem Pendinginan Langsung (Terbuka)

Sistem pendinginan langsung adalah sistem pendinginan yang menggunakan satu media pendingin saja yakni dengan media pendingin air laut. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari *sea chest* 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.

Berikut ini dapat dilihat skema gambar dari sistem pendinginan secara langsung (terbuka). Pada gambar 1 adalah sebagai berikut :



Sumber: Lutfi Jauhari.2016

Gambar 1.
Sistem pendinginan langsung (terbuka)

Keterangan :

- | | |
|---|---------------------|
| 1. Saringan hisap air laut (<i>sea chest</i>) | 6. Tabung pendingin |
| 2. Katup (<i>valve</i>) | 7. Termometer |
| 3. Saringan | 8. Mesin induk |
| 4. Pompa (<i>pump</i>) | 9. Pipa buang |
| 5. Katup pengaman (<i>safety valve</i>) | |

• Keuntungannya :

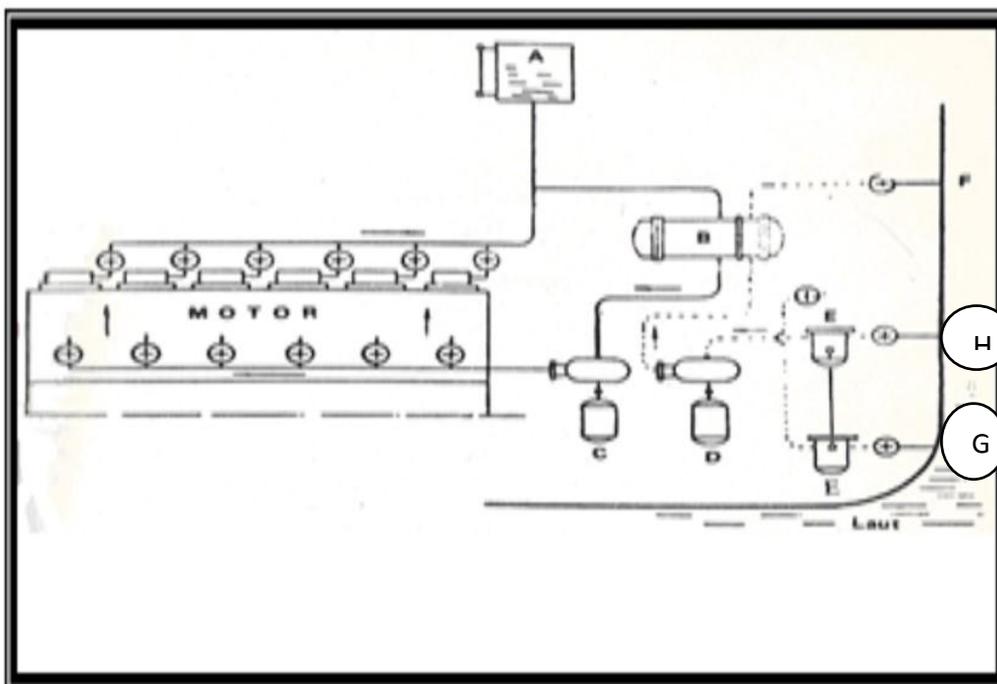
1. Sistem pendingin sederhana, tidak perlu tanki ekspansi, *cooler*, sehingga biaya lebih murah
2. Media pendingin/ air laut selalu tersedia.

- **Kekurangannya:**

1. Pada suhu lebih dari 50°C akan terjadi kerak-kerak garam yang akan mempersempit pipa.
2. Resiko terhadap proses korosi sangat besar sehingga mesin akan cepat rusak.
3. Resiko berlayar didaerah dingin maka pengaturan suhu air masuk mesin sulit diatur, karena suhu air laut terlalu rendah, sehingga silinder liner dapat retak, Karena perbedaan suhu yang sangat tinggi antara didalam silinder liner dan suhu air laut diluar silinder liner

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.



Sumber: Lutfi Jauhari.2016

Gambar 2.
Sistem pendinginan tidak langsung (tertutup)

Keterangan :

- A.) Tanki ekspansi
- B.) *Cooler*
- C.) Pompa untuk air tawar
- D.) Pompa untuk air laut
- E.) Saringan-saringan
- F.) Saluran buang air untuk laut
- G.) Saluran pemasuk untuk permukaan air yang rendah
- H.) Saluran pemasuk untuk permukaan air yang tinggi / keruh

•Keuntunganya :

1. Sistem pendinginan tidak langsung ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada sistem pendinginan langsung dan dapat mendinginkan secara merata
2. Dengan media air tawar, maka resiko terhadap korosi dapat dicegah / dihindari.
3. Pengaturan suhu masuk dan suhu keluar dari air pendinginan lebih mudah diatur lewat *cooler*.

•Kekurangannya:

1. Ketergantungan terhadap persediaan air tawar pendingin.
2. Sistem penataan pipa menjadi lebih mahal, karena adanya *Cooler*, tanki ekspansi dan pipa-pipanya.
3. terlalu banyak menggunakan ruangan untuk penempatan alat-alat utamanya, sehingga konstruksi menjadi rumit.
4. 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).

Karena itu komponen pada sistem pendingin dibagi menjadi beberapa diantaranya sebagai berikut : (**Sumber : Sunaryo Hery.19981**)

1. *Sea Chest*

adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari lambung kapal, yang berada dibawah permukaan air, dipergunakan untuk mengalirkan air laut ke dalam kapal sehingga kebutuhan sitem air laut (*Sea water sytem*) dapat dipenuhi.



Sumber: Petrus Adrianto, 1982

Gambar 3.
Sea Chest

2. *Kran (Valve)*

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



Sumber: MDT VALVE JAKARTA.2021

Gambar 4.
Kran (Valve)

3. Filter

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.

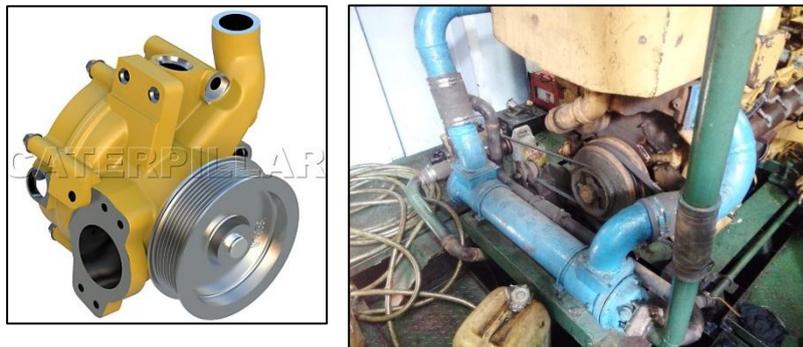


Sumber: MDT VALVE JAKARTA.2021

Gambar 5.
Filter

4. Pompa Air Tawar (*Fresh Water Pump*)

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 perantaraan puli (*belt*) yang dihubungkan dengan putaran poros engkol, sehingga poros pompa akan berputar dengan arah yang sama.



Sumber : TB. ASL PROGRESS

Gambar 6.
Pompa Air Tawar

5. *Cooler*

Alat ini berfungsi mendinginkan sebagai media pendingin menyerap panas dari dalam mesin menggunakan air laut untuk mendinginkan media yang akan di dinginkan seperti air tawar dan minyak pelumas yang masuk kedalam pipa-pipa kecil untuk diserap panasnya.



Sumber: TB. ASL PROGRESS

Gambar 7.

Cooler Air Tawar Tipe Tube

6. *Pompa Air Laut (Sea Water Pump)*

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.



Sumber: TB. ASL PROGRESS

Gambar 8.

Pompa Air Laut

7. Tangki Ekspansi (*Expansion Tank*)

Air dalam sistem pendinginan akan berekspansi apabila suhunya naik sehingga akan terjadi kelebihan air, dan kelebihan air ini akan ditempatkan 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.



Sumber: TB. ASL PROGRESS

Gambar 9.
Tanki Ekspansi

8. Termometer

Termometer ini adalah komponen penting pada sistem pendingin air tawar, yang berfungsi untuk mengetahui suhu air tawar dan suhu mesin induk.



Sumber: TB. ASL PROGRESS

Gambar 10.
Termometer

9. By Pass

By pass adalah katup kontrol atau jalan alternatif untuk air tawar pada sistem pendingin agar tidak masuk ke dalam cooler.



Sumber: E&I.2018

Gambar 11.
By Pass

2.4. Media Pendingin

Sebagai bahan pendingin di dalam *cooler* digunakan bahan seperti air laut dan air tawar.

- **Air Laut**

Bahan pendingin ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu antara lain , mudah didapatkan sehingga setelah digunakan dapat langsung dibuang, mempunyai sifat yang menguntungkan yaitu panas yang dihasilkan tidak terlalu besar, tidak memerlukan tempat penyimpanan. Bahan pendingin yang tidak sempurna disebabkan, karena mengandung kadar klorit yang tinggi sehingga mengakibatkan korosi yang cepat dan keras. Dengan kelebihan dan kekurangan diatas kebanyakan kapal menggunakan media air laut sebagai bahan pendingin secara tidak langsung atau disebut pendinginan terbuka, maksudnya adalah bahan pendingin air laut ini digunakan untuk mendinginkan bahan pendingin yang lain seperti air tawar, namun tidak menutup secara kemungkinan air laut digunakan sebagai bahan pendingin langsung. Bila pendingin itu dipakai, maka disinilah letak hal yang membahayakan dari konstruksi, yaitu selain menimbulkan cepatnya korosi atau proses kropsnya material. Juga bila terjadi kebocoran maka air laut akan tercampur dengan objek sehingga mengganggu proses pendinginan dan akan mempercepat kerusakan pada permesinan.

- **Air Tawar**

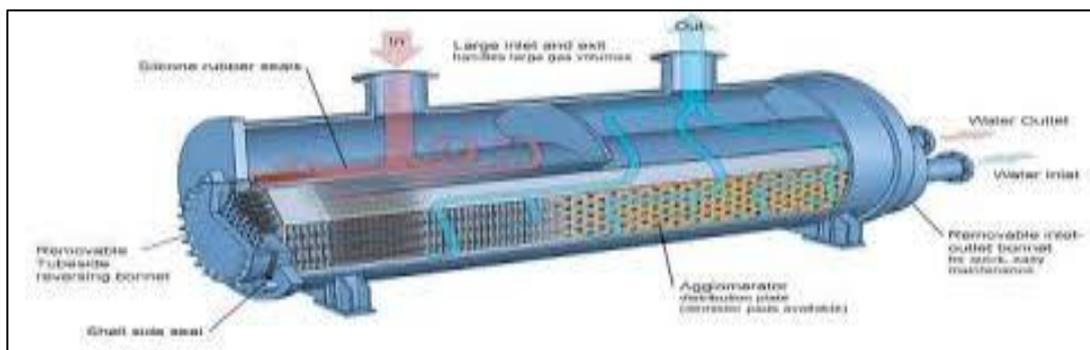
Bahan pendingin air tawar dikapal sangat mahal sekali harganya, tetapi lebih baik jika dibandingkan dengan air laut, karena sifat air laut yang mengakibatkan korosi dan kerak, maka air tawar lebih baik karena selain resiko lebih kecil juga biasa digunakan sebagai bahan pendingin untuk semua mesin. Zat asam yang larut dalam air laut dapat mengakibatkan korosi, kerak dalam sistem pendinginan, udara sangat diperlukan dan sangat penting bahwa air tawar tersebut yang dirubah bentuknya. Sehingga tidak menimbulkan kerak, karena bentuk kerak akan menurunkan daya pindah panas dan terjadinya endapan atau lumpur yang menyebabkan penyumbatan, sehingga akan menghambat proses sirkulasi air pendingin tersebut.

2.5. Tipe – Tipe Cooler

Menurut *Arianto* (2002) Pendingin merupakan alat yang digunakan untuk mendinginkan komponen – komponen mesin. Pada saat ini banyak tipe pendingin yang ada didalam kamar mesin kapal. Dibawah ini ada beberapa macam tipe pendingin :

1. Cooler

Cooler adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya *over heating* (panas berlebih) dengan cara mendinginkan suatu fraksi panas dengan menggunakan cairan pendingin, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari air 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 yang mengalir didalam pipa sedangkan air pendingin berada diluar pipa.



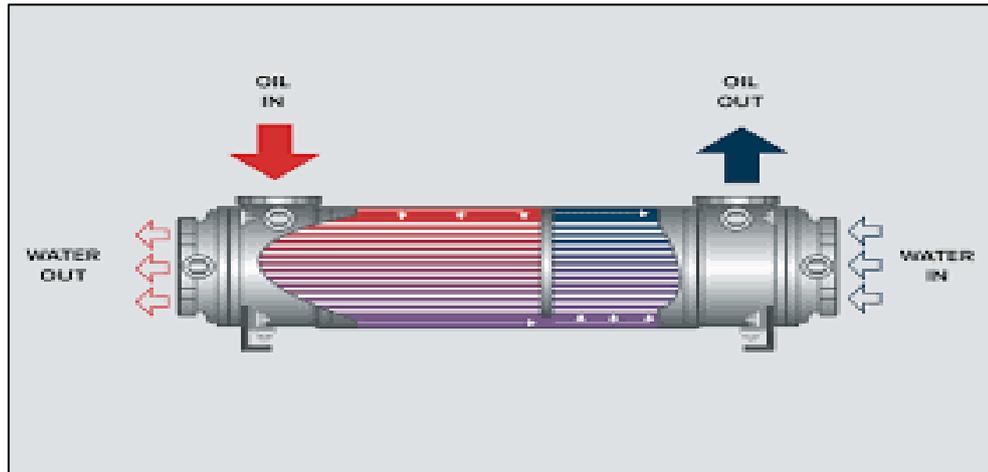
Sumber: Wiranto Arismunanda,1983

Gambar 12.

Cooler

2. 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.



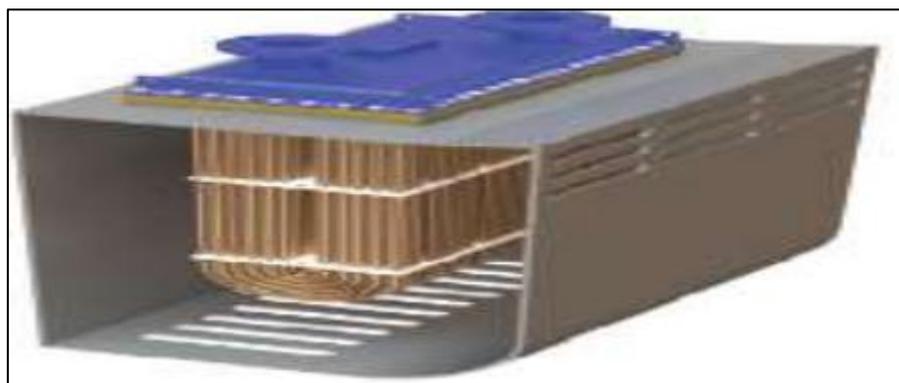
Sumber: kelvion.com

gambar 13.

Shell dan Tube Cooler

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 air 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.



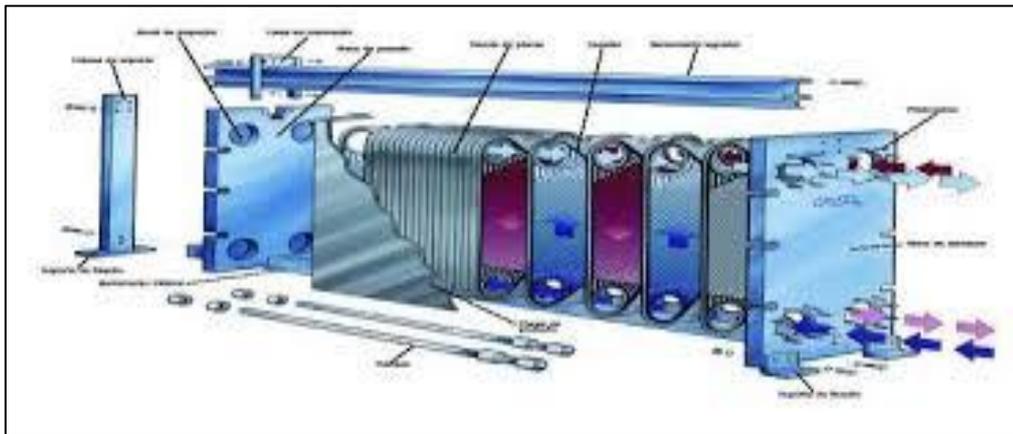
Sumber: Wiranto Arismunanda,1983

Gambar 14.

Box Cooler

4. 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.



Sumber: Arismunandar, 2004

Gambar 15.
Plat Cooler