

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Mesin Pendingin (Refrigerator)**

Mesin pendingin (*refrigerator*) adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan untuk menjadikan temperatur benda/ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungannya sehingga menghasilkan suhu/temperatur dingin. Sesuai dengan konsep kekekalan energi, panas tidak dapat dimusnahkan tetapi dapat dipindahkan. Sehingga proses kerja mesin pendingin selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas dan perpindahan panas. Sejarah awal adanya mesin pendingin ini ditemukan secara tidak sengaja, yaitu penggunaan larutan air garam untuk mendapatkan suhu yang lebih rendah.

Menurut catatan Ibnu Abi Usaibia, seorang penulis Arab, penggunaan larutan air garam ini sudah dilakukan di India sekitar abad ke-4. Garam yang digunakan pada larutan tersebut adalah potasium nitrat, sebagaimana dicatat oleh seorang dokter Italia bernama Zimara pada tahun 1530 dan dokter Spanyol bernama Blas Villafranca pada tahun 1550. Fenomena pencampuran garam pada salju untuk mendapatkan suhu lebih rendah baru dapat dijelaskan oleh Battista Porta pada tahun 1589 dan Trancredo pada tahun 1607. Teknik pendinginan mulai berkembang secara ilmiah sejak abad ke-17, dimulai dari penelitian tentang pemantulan melalui efek panas dan dingin yang dilakukan oleh Robert Boyle (1627-1691) di Inggris dan Mikhail Lomonossov (1711-1765) di Rusia. Selanjutnya, penelitian mengenai termometri yang dimulai oleh Galileo dikembangkan kembali oleh Guillaume Amontons (1663-1705) di Perancis, Isaac Newton (1642-1727) di Inggris, Daniel Fahrenheit (1686-1736) orang German yang bekerja di Inggris dan Belanda, René de Réaumur (1683-1757) di Perancis dan Anders Celsius (1701-1744) di

Swedia. Tiga ilmuwan yang disebutkan terakhir merupakan penemu sistem skala pengukuran suhu, dan masing-masing namanya diabadikan pada sistem skala tersebut yaitu Fahrenheit, Reaumur dan Celsius. Setelah Anders Celsius menemukan termometer skala centesimal pada tahun 1742 di Swedia, disepakati bahwa sistem skala yang digunakan pada Sistem Internasional adalah Celsius. Pada awal abad ke-18, William Cullen (1710-1790) menemukan terjadinya penurunan suhu pada saat ethyl ether menguap. Cullen, bahkan, pada tahun 1755 berhasil mendapatkan sedikit es dengan cara menguapkan air di labu uap. Murid dan penerus Cullen, yaitu seorang Scotland yang bernama Joseph Black (1728-1799) berhasil menjelaskan pengertian panas dan suhu, sehingga sering dianggap sebagai penemuka kalorimetri. Bidang ini akhirnya dikembangkan dengan sangat baik oleh para ilmuwan Perancis, seperti Pierre Simon de Laplace (1749-1827), Pierre Dulong (1785-1838), Alexis Petit (1791-1820), Nicolas Clément-Desormes (1778-1841) dan Victor Regnault (1810-1878).

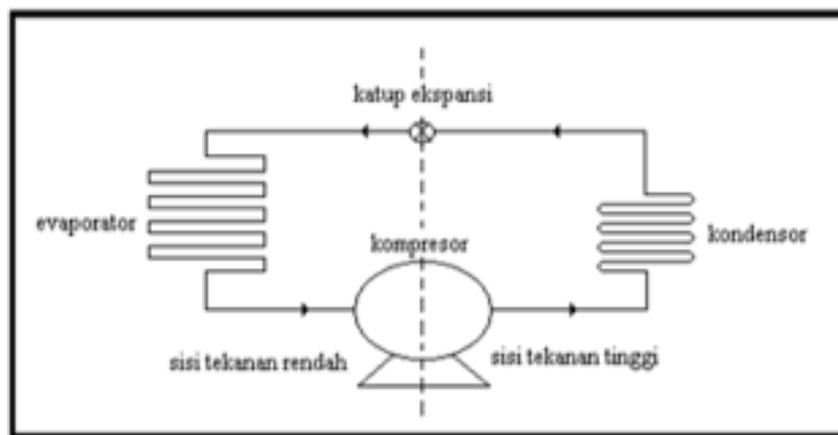
## 2.2 Proses Kerja Mesin Pendingin

Jenis pendingin yang biasa dipakai di kapal adalah menggunakan media pendingin yaitu Refrigeran 22. Adapun prosesnya yaitu kompresor menghisap gas freon dari evaporator yang mempunyai tekanan rendah dan dikeluarkan dari kompresor dengan tekanan tinggi. Refrigeran yang keluar dari kompresor masih berupa gas dengan suhu tinggi, dan kemudian mengalir melalui pemisah (*oil separator*) karena berat jenis gas freon lebih ringan, maka minyak yang terbawa selalu berada di bawah, yang kemudian mengalir kembali ke dalam carter kompresor.

Adanya minyak ikut di dalam peredaran disebabkan pelumasan pada kompresor seperti, pada bantalan-bantalan, ring dengan torak. Freon yang telah dipisahkan dari minyak dialirkan menuju kondensor, dan selanjutnya gas refrigeran di dalam kondensor didinginkan dengan menggunakan air laut, agar gas refrigeran berubah gas cair yang kemudian

ditampung di dalam penampung (*receiver*) yang selanjutnya dialirkan ke katup ekspansi yang sebelumnya melalui pengering (*dehydrator*) dan melewati *solenoid valve* diteruskan ke katup ekspansi dan freon cair masuk ke evaporator.

Dari katup ekspansi ke evaporator, karena evaporator mempunyai volume pipa yang lebih besar. Freon tersebut mengalami pengembangan volume dan penurunan tekanan. Di dalam evaporator, freon diuapkan kembali dengan mengambil panas yang berada di sekitar evaporator (dalam ruangan dingin) dimana evaporator ditempatkan. Setelah refrigeran berubah menjadi gas, kemudian dihisap kembali oleh evaporator dan proses berjalan seperti semula.



Gambar 1.1. Diagram Urutan Referigeran

## 2.3 Bagian dan Fungsi Instalasi Mesin Pendingin

### 1. Kompresor

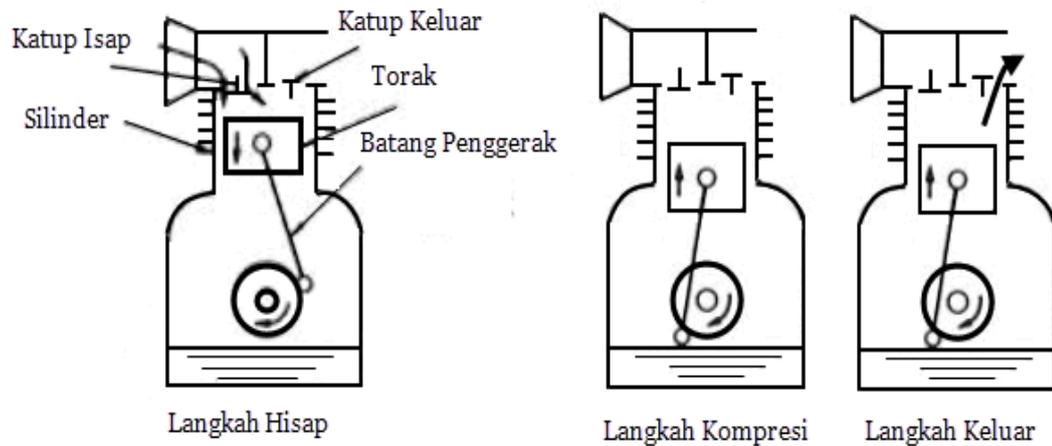
Kompresor adalah suatu alat mekanis dan bertugas untuk menghisap uap Referigeran dari evaporator. Kemudian menekannya (mengkompres) dan dengan demikian suhu dan tekanan uap tersebut menjadi lebih tinggi.



Gambar 1.2. Kompresor

Kebanyakan kompresor yang dipakai saat ini adalah jenis torak. Ketika torak bergerak turun dan tugas kompresor adalah mempertahankan perbedaan tekanan dalam sistem. Kompresor atau pompa hisap-tekan berfungsi mengalirkan refrigeran ke seluruh sistem pendingin. Sistem kerjanya adalah dengan mengubah tekanan sehingga berpindah dari sisi bertekanan tinggi ke sisi bertekanan lebih rendah. Semakin tinggi temperatur yang dipompakan semakin besar tenaga yang dikeluarkan oleh kompresor. Kompresor merupakan jantung dari sistem refrigerasi. Pada saat yang sama kompresor menghisap uap Refrigeran yang bertekanan rendah dari evaporator dan mengkompresinya menjadi uap bertekanan tinggi sehingga uap akan tersirkulasi. Katup hisap terbuka dan uap Refrigeran masuk dari saluran hisap ke dalam silinder. Pada saat torak bergerak ke atas, tekanan uap di dalam silinder meningkat dan katup hisap menutup, sedangkan katup tekan akan terbuka dan uap Refrigeran akan keluar dari silinder melalui saluran tekan menuju ke kondensor.

Untuk lebih jelas lagi mengenai prinsip kerja kompresor bisa anda perhatikan gambar di bawah ini :

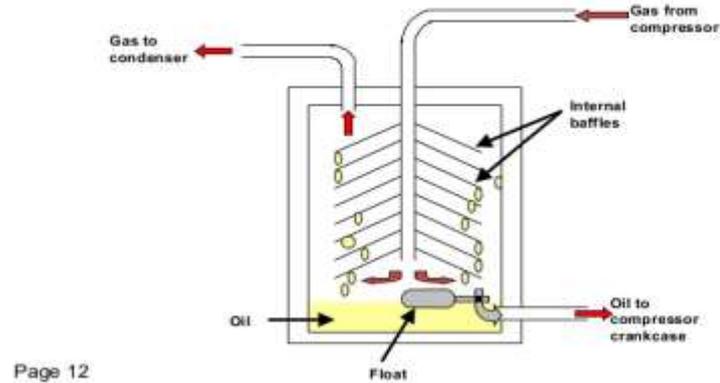


Gambar 1.3. Kompresor Menghisap dan Menekan Uap Freon

## 2. Oil Separator

Pada media mesin pendingin oil separator dipakai untuk menampung gas freon panas dari hasil kompresi yang masih bercampur dengan minyak lumas. Pada alat ini difungsikan untuk memisahkan antara gas freon dengan minyak lumas sehingga gas freon mengalir ke dalam kondensor dan minyak lumas kembali ke carter kompresor. Perhatikan gambar berikut :

## Oil Separator

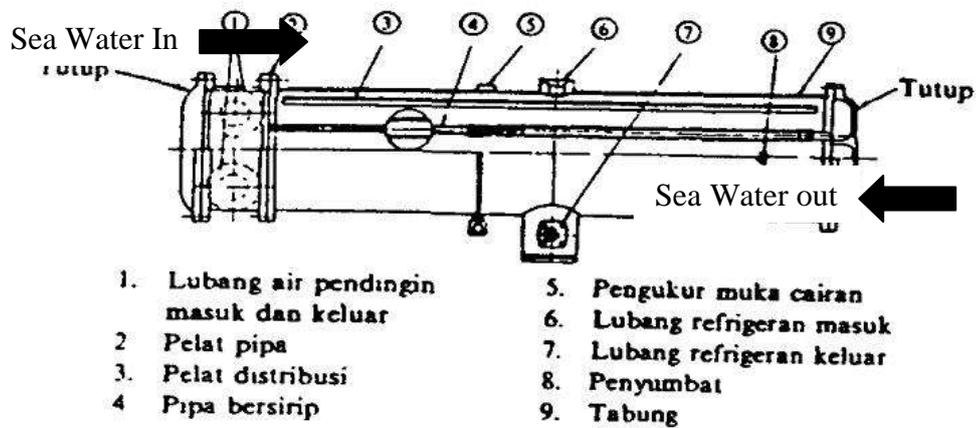


Gambar 1.4. Oil Separator

### 3. Kondensor

Kondensor merupakan alat untuk melepaskan panas. Panas dari kamar diserap oleh freon di evaporator. Setelah melalui proses pemadatan lalu dilepaskan oleh kondensor diletakkan di bagian luar ruangan.

Kondensor bekerja pada suhu dan tekanan yang tinggi daripada evaporator. Proses pemindahan panas yang terjadi di kondensor tidak jauh berbeda dengan yang di evaporator. Keduanya melibatkan perubahan wujud freon. Kalau pada evaporator freon berubah dari cair ke gas (uap) maka pada kondensor wujudnya berubah dari gas ke cair.



Gambar 1.5. Penampang Kondensor

#### 4. Receiver atau Penampung Freon

Bila kapasitas ruang pada kondensor cukup besar, maka receiver tidak diperlukan. Dalam hal ini kondensor dan receiver menjadi satu dan disebut kondensor receiver.

Bila dalam instalasi juga terdapat receiver sendiri, maka pada hubungan pipa antara kondensor dan receiver harus dipasang sebuah kran. Apedansi-apedansi yang dipasang pada receiver sama dengan apedansi yang disebut kondensor. Gelas penduga pada kondensor tidak diperlukan.

#### 5. Dehydrator / Filter Dryer (Pengering)

Setelah freon ditampung dalam receiver maka freon dialirkan ke kran-kran pembagi dan menuju dehydrator atau pengering. Dehydrator umumnya dipasang kran bypass (langsung) pada pipa freon. Telah dijelaskan karena suatu kebocoran pada tekanan tinggi maka akan terjadi kekurangan freon.

Bila terjadi kebocoran pada bagian tekanan rendah (misalnya shaftseal) dimana tekanannya kurang dari tekanan atmosfer, maka akan ada kemungkinan udara luar akan dihisap oleh kompresor untuk selanjutnya bersama-sama dengan gas freon. Udara dari luar selalu mengandung air, udara basah ini sebagian akan mengembun menjadi air dan yang lain berupa udara kering.

Air berada dalam kondensor terus dialirkan ke receiver untuk selanjutnya ke papan pembagi.

Air ini akan mengganggu peredaran freon karena kemungkinan air akan membeku di dalam klep ekspansi. Akibatnya klep tersumbat juga minyak lumas yang bercampur dengan air akan membentuk *sludge* (endapan) yang sangat mengganggu peredaran minyak lumas.

Pada umumnya filter atau saringan pengering terdiri dari silica gel dan screen. Silica gel berfungsi sebagai penyerap kotoran, air, uap air, asam, hasil uraian minyak lumas dan endapan. Sedangkan screen yang terdiri dari jaringan kawat kasa yang halus guna untuk menyaring butiran-butiran kotoran seperti potongan timah, karat, pasir halus dan lain-lain.



Gambar 1.6. Filter Dryer (Pengering)

Jadi ketika mesin bekerja kotoran tadi tidak boleh ikut mengalir. Karena bila kotoran-kotoran tidak tersaring ke pipa kran selenoid dan ekspansi akan menyebabkan saluran buntu, dan bila saluran tersumbat maka tidak akan terjadi proses pendinginan. Oleh karena itu apabila motornya terbakar maka saringan harus diganti dengan yang baru.

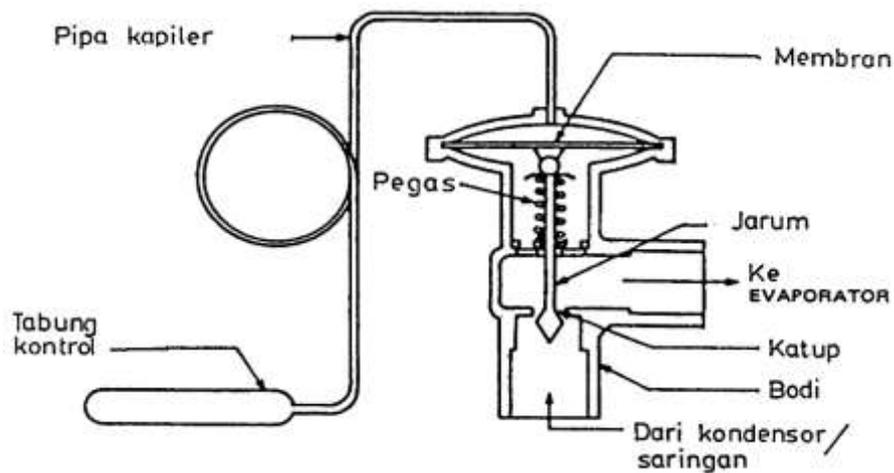
Zat-zat pengering yang paling baik mempunyai sifat-sifat :

1. Tidak teroksidasi terhadap barang-barang yang dipakai dalam instalasi.
2. Tidak mudah hancur menjadi bubuk.
3. Tidak menghisap freon.
4. Tidak menghisap minyak lumpur.

#### 6. Selenoid Valve / Kran Selenoid

Kran selenoid berfungsi mengatur jumlah aliran gas panas yang bekerja secara otomatis. Kran selenoid mempunyai hubungan listrik dengan defrostimer, kompresor dan van motor.

#### 7. Katup Ekspansi



Gambar 1.7. Katup Ekspansi

Kran ekspansi berfungsi untuk mengkabutkan bahan pendingin yang masuk ke dalam evaporator supaya tekanan di evaporator dan saluran hisap kompresor tetap konstan. Katup ekspansi ini digunakan untuk mengatur cairan freon yang masuk ke dalam evaporator, alat ini terletak di antara evaporator dan papan pembagi atau distribusi panel.

## 8. Evaporator

Freon di dalam evaporator diberi kalor sehingga terjadi penguapan. Freon yang cair dari kondensor berubah menjadi uap dingin di dalam evaporator. Jadi fungsi evaporator menyerap panas dari udara didekatnya (ruangan pendingin). Ruang di sekitar evaporator menjadi dingin karena kalor yang diserap oleh uap dingin di dalam evaporator tersebut. Perhatikan gambar berikut :



Gambar 1.8. Penampang Evaporator didalam Palka

## 9. Motor Listrik

Dalam upaya memutarakan kompresor perlu adanya daya penggerak. Daya penggerak ini berupa mesin yang mampu menggerakkan kompresor sehingga kompresor dapat berfungsi melakukan tugas isap dan tekan, untuk keperluan tersebut mesin penggerak yang umum dipakai adalah motor listrik.

Pada mesin pendingin biasanya memakai kompresor jenis open hermetic unit sedangkan motornya jenis motor 3 fase. Di sini efisiensi motor lebih besar dibandingkan motor-motor single fase.



Gambar 1.9 Motor Listrik

#### 2.4 Media Pendingin

Jenis media pendingin yang sering digunakan pada mesin pendingin adalah :

1. Freon 12

Freon 12 ini mempunyai titik didih  $-29,8^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 1 atmosfer (atm). Dan freon 12 ini sangat baik digunakan pada mesin pendingin.

2. Refrigeran 22

Freon ini mempunyai titik didih  $-41^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 1 atmosfer (atm). Pada kapal KMN. LANCAR JAYA REJEKI menggunakan jenis Freon R-22 sebagai media pendingin (Refrigeran). Dan freon ini dapat juga digunakan pada Air Conditioner (AC). Refrigeran tipe ini digunakan di kapal nelayan dikarenakan memiliki kelebihan yaitu (Mochammad Andhik, dkk) :

- a. Tidak beracun.
- b. Tidak mudah terbakar.
- c. Mudah terdeteksi jika mengalami kebocoran.
- d. Keberadaannya melimpah dipasaran.
- e. Bolling pointnya yang tinggi yaitu  $-41^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 2. Refrigeran

3. Amoniak

Media pendingin jenis ini (amoniak) biasanya dipergunakan di pabrik-pabrik es.

4. Amonia - water
5. Amonia - Sodium Thiocynate
6. Amonia - Lithium Nitrate
7. Amonia - Calcium Chloride
8. Water - Lithium Bromide

**2.4.1 Persyaratan Media Pendingin**

Syarat-syarat media pendingin antara lain :

- a. Tidak berwarna.
- b. Tidak berbau.
- c. Tidak mengganggu kesehatan.
- d. Tidak mudah terbakar.
- e. Tidak menimbulkan ledakan.
- f. Tidak mudah mengadakan oksidasi (pengkaratan).
- g. Mempunyai titik didih rendah (baik).
- h. Tidak beracun.
- i. Tidak merusak atau membusukkan makanan.