

BAB 2

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 (Terry Gunawan, 2014). Sehingga proses kerja mesin pendingin selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas dan perpindahan panas. . Prinsip refrigerasi adalah proses penyerapan panas dari dalam ruangan yang tertutup kedap lalu memindahkan panas keluar dari ruangan tersebut. Proses merefrigerasi ruangan tersebut perlu tenaga atau energi, energi yang paling cocok untuk refrigerasi adalah tenaga listrik untuk menggerakkan kompresor unit refrigerasi (Riki Efendi, 2006).

2.2. Fungsi dari Mesin Pendingin

Adapun fungsi dari mesin pendingin adalah untuk mengawetkan makanan. Pada suhu biasa (suhu kamar) makanan cepat menjadi busuk (karena pada temperatur biasa bakteri akan berkembang cepat). Ruang pendingin untuk bahan makanan berupa daging, ikan dan sejenisnya (*meat and fish room*) yang suhu normalnya antara -10°C sampai -15°C , Sedangkan ruang pendingin untuk bahan makanan seperti sayuran dan buah-buahan (*vegetable room*) suhu normalnya antara 7°C sampai 12°C . Dengan demikian bahan-bahan makanan tersebut akan selalu dalam keadaan baik dan segar.

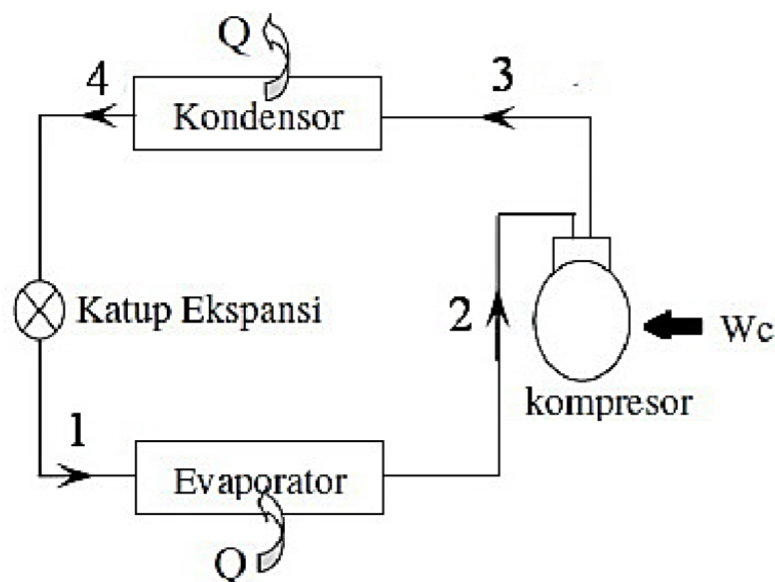
2.3. Proses Kerja Mesin Pendingin

Jenis pendingin yang biasa dipakai di kapal adalah menggunakan media pendingin yaitu Freon 22 (R-22). Adapun prosesnya yaitu kompresor menghisap gas freon dari evaporator yang mempunyai tekanan rendah dan dikeluarkan dari kompresor dengan tekanan tinggi. Freon 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/cilinder. Freon yang telah dipisahkan dari minyak dialirkan menuju kondensor, dan selanjutnya gas freon di dalam kondensor didinginkan dengan menggunakan air laut, agar gas freon berubah freon cair yang kemudian ditampung di dalam penampung (*receiver*) yang selanjutnya dialirkan ke katup ekspansi yang sebelumnya melalui pengering (*dryer*) 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 freon berubah menjadi gas, kemudian dihisap kembali oleh evaporator dan proses berjalan seperti semula.



Gambar 1. Sistem kerja Refrigerator
Sumber : Jurnal Poros.

2.4. Komponen-komponen Mesin Pendingin

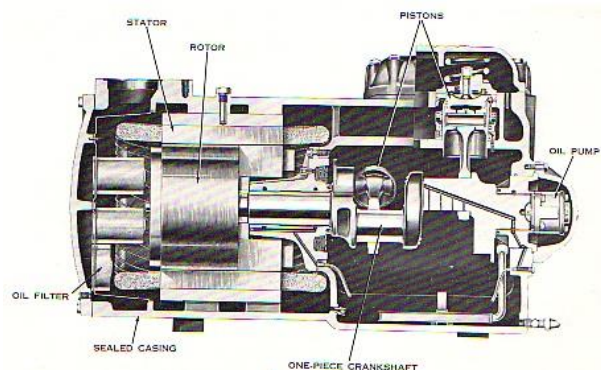
1. Komponen Utama Mesin Pendingin :

Yang dimaksud dengan komponen utama adalah komponen atau alat yang harus ada atau mutlak digunakan pada mesin pendingin. Komponen utama tersebut meliputi : kompresor, kondensor, tangki penampung (*receiver*), katup ekspansi dan evaporator. (Mamat Riyadi,2016)

a. Kompresor

Kompresor pada sistem ini berfungsi untuk meningkatkan atau menaikkan tingkat energi uap refrigerant yang datang dari evaporator sehingga uap dapat dikondensasikan oleh kondensor dengan menggunakan media pendingin udara. (Mamat Riyadi,2016)

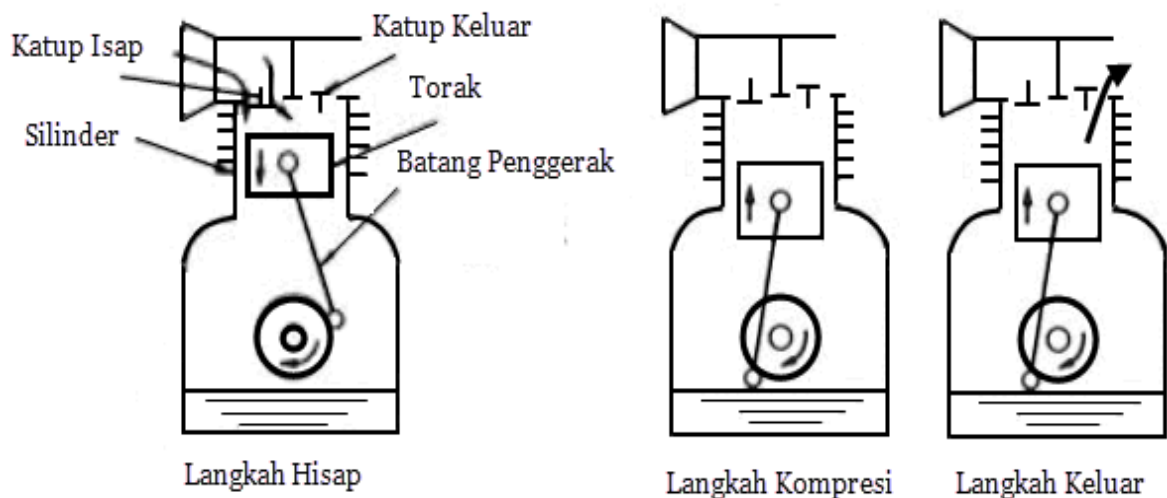
Tugas kompresor adalah mempertahankan perbedaan tekanan dalam sistem. Kompresor atau pompa hisap-tekan berfungsi mengalirkan refrigerant ke seluruh sistem pendingin. Sistem kerjanya adalah dengan mengubah tekanan sehingga berpindah dari sisi bertekanan tinggi ke sisi bertekanan lebih rendah. Semakin tinggi temperatur yang dipompakan semakin besar tenaga yang dikeluarkan oleh kompresor. Kompresor merupakan jantung dari sistem refrigerasi. Pada saat yang sama kompresor menghisap uap refrigerant yang bertekanan rendah dari evaporator dan dijadikan uap bertekanan tinggi sehingga uap akan tersirkulasi.



Gambar 2. Kompresor untuk *refrigerator*
Sumber : <http://www.teachintegration.wordpress.com>

Kebanyakan kompresor yang dipakai saat ini adalah jenis torak. Ketika torak bergerak turun dalam silinder, katup hisap terbuka dan uap refrigerant 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 3. Kompresor Menghisap dan Menekan Uap Freon
 Sumber : <http://www.teachintegration.wordpress.com>

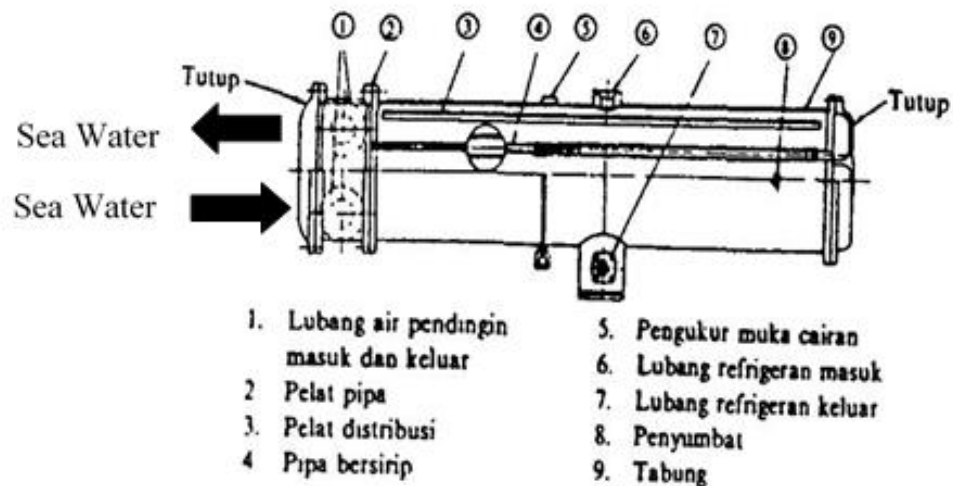
b. Kondensor

Kondensor ini digunakan untuk mengembunkan uap yang berasal dari kompresor dengan cara memberikan fluida dingin . Atau dengan kata lain membuang panas yang telah diambil oleh refrigeran, yang terdiri dari :

1. Panas yang diserap refrigeran selama menguap di evaporator
2. Panas yang diberikan kompresor pada waktu pemampatan.

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 4. Penampang Kondensor
Sumber :<http://www.maritimeworld.web.id>

c. *Receiver* atau Penampung Freon

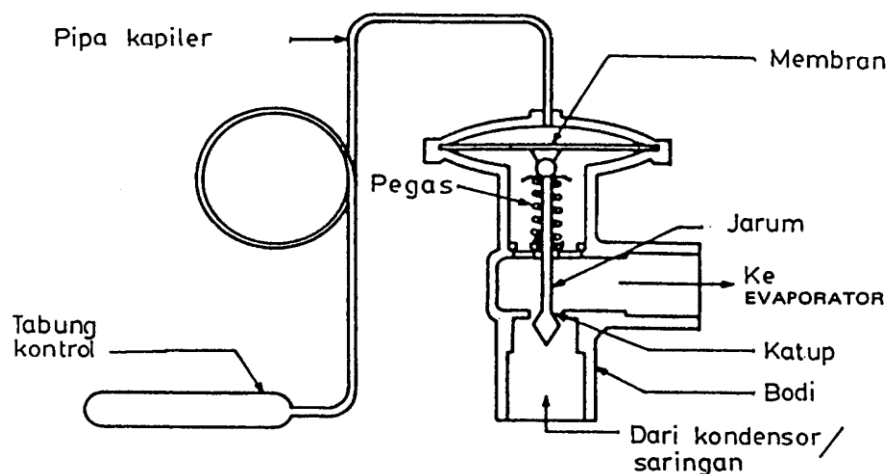
Bila kapasitas ruang pada kondensor cukup besar, maka *receiver* tidak diperlukan. Dalam hal ini kondensor dan *receiver* menjadi satu dan disebut kondensor *receiver*. Bila dalam instalasi juga terdapat *receiver* sendiri, maka pada hubungan pipa antara kondensor dan *receiver* harus dipasang sebuah kran. Apedansi-apedansi yang dipasang pada *receiver* sama dengan apedansi yang disebut kondensor.

d. Katup Ekspansi

Katub ekspansi merupakan suatu penahan tekanan sehingga tekanan cair yang telah melalui katub ekspansi ini menjadi rendah. Katub ekspansi berfungsi untuk merubah jumlah freon yang masuk ke dalam evaporator supaya tekanan di evaporator dan saluran hisap kompresor tetap konstan. Katub ekspansi ini digunakan untuk

mengatur cairan freon yang masuk ke dalam evaporator, alat ini terletak di antara evaporator dan papan pembagi atau distribusi panel.

Katup ekspansi dipergunakan untuk mengekspansikan secara adiabatik cairan refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sampai mencapai tingkat keadaan tekanan dan temperatur rendah. Pada waktu katup ekspansi membuka saluran sesuai dengan jumlah refrigeran yang diperlukan oleh evaporator, sehingga refrigeran menguap sempurna pada waktu keluar dari evaporator.



Gambar 5. Katup *Expansi*

Sumber : <http://www.teachintegration.wordpress.com>

e. Evaporator

Evaporator pada sistem ini berfungsi untuk menguapkan cairan refrigerant. Bentuk dari evaporator ini bermacam-macam tergantung pada penggunaannya. Bentuknya berupa pelat yang biasanya digunakan untuk mendinginkan daging atau ikan, ada juga yang berbentuk pipa bersirip yang biasanya digunakan untuk mendinginkan udara, serta yang berbentuk pipa yang umumnya digunakan untuk mendinginkan cairan atau udara..

Penempatan evaporator dibedakan menjadi tiga macam sesuai dengan keadaan refrigeran didalamnya, yaitu :

- 1) Evaporator kering (*dry expansion evaporator*)
- 2) Evaporator setengah basah
- 3) Evaporator basah (*flooded evaporator*)

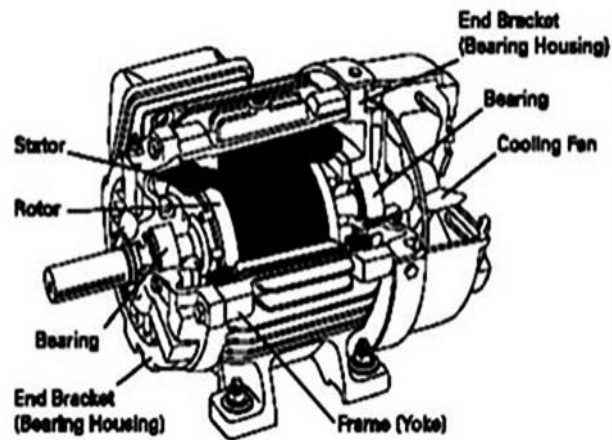


Gambar 6. Penampang *Evaporator*
Sumber :<http://www.maritimeworld.web.id>

f. 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 semi hermetic unit sedangkan motornya jenis motor 3 fase. Di sini efisiensi motor lebih besar dibandingkan motor-motor single fase.



Gambar 7. Motor listrik

Sumber : <http://www.teachintegration.wordpress.com>

2. Komponen Bantu Mesin Pendingin

Yang dimaksud dengan komponen pembantu adalah suatu komponen atau alat yang digunakan untuk membantu kelancaran kerja mesin pendingin, oleh karena itu tidak mutlak harus ada atau digunakan. Pada mesin pendingin jenis alat bantu yang digunakan tergantung pada kapasitas mesin pendingin dan jenis bahan pendinginnya. Penggunaan mesin bantu pada mesin pendingin di pengaruhi oleh beberapa faktor berikut ini (Sumanto, MA, 2004) :

- a. Jenis bahan pendingin yang digunakan.
- b. Temperatur akhir pendinginan yang dikehendaki.

Jenis komponen bantu yang digunakan pada mesin pendingin antara lain: *Oil separator*, *filter / dryer*, indikator, *solenoid valve*.

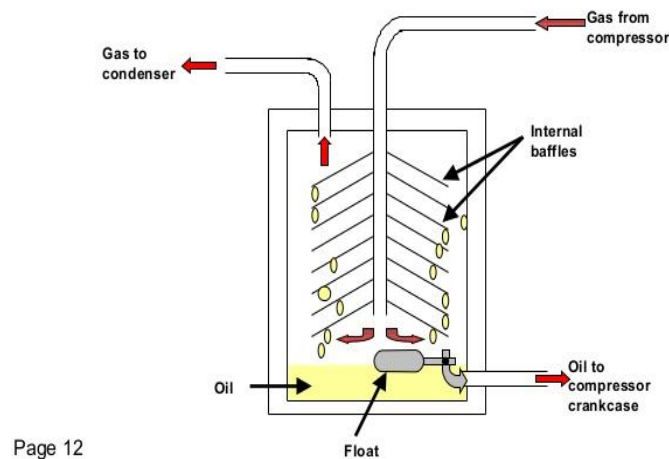
a. *Oil Separator*

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



Page 12

Gambar 8. *Oil Separator*

Sumber : <http://www.brightubeengineering.com>

b. *Dehydrator / Filter Dryer* (Pengering)

Setelah freon ditampung dalam *receiver* maka freon dialirkan ke katup-katup pembagi dan menuju *dehydrator* atau pengering. *Dehydrator* umumnya dipasang katup *bypass* (langsung) pada pipa freon. Telah dijelaskan karena suatu kebocoran pada tekanan tinggi maka akan terjadi kekurangan freon. Alat ini digunakan untuk menyaring kotoran dan menyerap kandungan air yang ikut bersama refrigeran pada instalasi mesin pendingin. Alat ini merupakan suatu tabung yang didalamnya terdapat bahan pengering (*desiccant*) dan saringan kotoran dan penahan agar bahan pengering tidak terbawa

oleh aliran refrigeran yang dipasang pada kedua ujung tabung tersebut (Sumanto, MA, 2004).



Gambar 9. *Filter Dryer* (Pengering)
Sumber : <http://teachintegration.wordpress.com>

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 lumas.
5. Mudah menyerap air.

c. *Solenoid 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.



Gambar 10. *Solenoid Valve*

Sumber : <http://teachintegration.wordpress.com>

d. Indikator

Indikator merupakan suatu alat untuk mendeteksi aliran cairan refrigeran yang ditempatkan pada saluran cairan tekanan tinggi atau tempatnya setelah penempatan filter/dryer. Dalam keadaan demikian maka indikator akan berfungsi sebagai alat untuk mendekteksi kerja atau keadaan filter/dryer.

3. Komponen Kontrol Mesin Pendingin :

komponen kontrol merupakan komponen yang berfungsi sebagai alat kontrol keadaan pengoperasian mesin pendingin yang pada umumnya berkaitan dengan keadaan tekanan dan temperatur (Sumanto, MA, 2004).

Sistem refrigrasi memerlukan sejumlah kontrol guna mempertahankan kondisi operasi dan mengatur arus refrigeran agar peralatan bekerja aman dan ekonomis.

Jenis komponen kontrol dibagi dua, yaitu :

a. Komponen kontrol non otomatis

Yaitu komponen kontrol yang dapat menunjukkan keadaan tekanan dan temperatur pada bagian mesin pendingin yang di kontrol.

b. Komponen kontrol otomatis

Yaitu komponen yang berupa saklar listrik yang kerjanya dipengaruhi oleh keadaan tekanan atau temperatur mesin pendingin. Jenis komponen kontrol otomatis antara lain: *High Pressure Control (HPC)*, *Low Pressure Control (LPC)*, *Pressostat*, *Oil Pressure Control (OPS)*, dan *Thermostat*.

Komponen-komponen bantu tersebut adalah :

1. *Manometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur tekanan. Pada mesin pendingin biasanya terdapat beberapa manometer yaitu :

- a. Manometer tekanan tinggi
- b. Manometer tekanan rendah
- c. Manometer tekanan pelumas

2. *Thermometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur. Pada mesin pendingin biasanya digunakan untuk mengukur temperatur ruang pendingin, media (air) pendingin kondensor, pengeluaran dan penghisapan kompresor dan sebagainya.

3. *High Pressure Control (HPC)*

Pada prinsipnya alat ini merupakan sakelar yang bekerja karena adanya tekanan pengeluaran kompresor, oleh sebab itu alat ini selalu dihubungkan dengan saluran pengeluaran kompresor.

4. *Low Pressure Control (LPC)*

Pada prinsipnya alat ini adalah suatu sakelar yang kerjanya dipengaruhi oleh tekanan penghisapan kompresor, sehingga selalu dihubungkan dengan saluran penghisapan kompresor.

5. *Oil Pressure Control (OPC)*

Pada prinsipnya alat ini merupakan sakelar yang kerjanya dipengaruhi oleh keadaan perbedaan tekanan pelumas dan tekanan

penghisapan kompresor, untuk itu maka alat ini selalu di hubungkan dengan saluran pelumasan dan saluran penghisapan kompresor.

6. *Thermostat*

Thermostat merupakan perangkat yang bisa memutuskan dan menyambungkan kembali arus listrik pada saat mendeteksi perubahan suhu di lingkungan sekitarnya sesuai dengan pengaturan suhu yang sudah ditentukan.

2.5. Jenis Media Pendingin

Dalam daur *refregerasi absorpsi*, proses refrigerasi yang terjadi tersebut tidak bisa dipisahkan dari peranan penting pasangan *refrigerant-absobent* (absorber) yang digunakan. Hal ini berbeda dari daur refrigerasi kompresi uap dimana tidak terdapat adanya *absorbent*. Pasangan *refrigerant-absorbent* yang sering digunakan pada sistem refrigerasi absorpsi diantaranya adalah sebagai berikut (Terry Gunawan, 2014) :

1. Media Pendingin

Jenis media pendingin yang sering digunakan pada mesin pendingin adalah :

a. Freon 12

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

b. Freon 22

Freon ini mempunyai titik didih -40°C pada tekanan 1 atmosfer. Dan freon ini sangat baik digunakan pada Air Conditioner (AC).

2. 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.

3. Jenis pengaliran udara

Jenis aliran udara pada *Refrigerator* ada 2 macam :

- a. Secara alamiah tanpa fan motor, di dalam lemari pendingin udara dingin pada bagian atas dekat evaporator mempunyai berat jenis lebih besar. Dari beratnya sendiri udara dingin akan mengalir ke bagian bawah mesin pendingin. Udara panas pada bagian bawah lemari pendingin karena berat jenisnya lebih kecil dan di desak oleh udara dingin dari atas, akan mengalir naik ke atas menuju evaporator. Udara panas oleh *evaporator* didinginkan dan berat jenisnya naik lalu mengalir ke bawah lagi. Demikianlah terjadi terus menerus secara alamiah.
- b. Aliran udara di dalam lemari pendingin dengan di tiup oleh fan motor, lemari pendingin yang memakai fan motor, dapat terjadi sirkulasi udara dingin yang kuat dan merata ke semua bagian dari lemari pendingin. Udara panas di dalam lemari pendingin dihisap oleh fan motor lalu dialirkan melalui *evaporator*. Udara menjadi dingin dan oleh fan motor di dorong melalui saluran atau cerobong udara, di bagi merata ke semua bagian dalam lemari pendingin.