

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mesin Pendingin (*Refrigerator*)

Menurut Terry Gunawan, 2014 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. Sehingga proses kerja mesin pendingin selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas dan perpindahan panas. Dalam dunia perikanan ada beberapa metode atau sistem pendinginan di kapal yaitu: pendingin ikan dengan es (*icing*), pendingin ikan dengan udara dingin (*chilling in cold air*), pendinginan ikan dengan air yang didinginkan (*chilling in water*), dan lain - lain. (Razali, dkk, 2014).

Sejarah mengatakan bahwa 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. 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. Selanjutnya, penelitian mengenai termometri yang dimulai oleh Galileo dikembangkan kembali oleh Guillaume Amontons (1663-1705) di Perancis, 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 penemu 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 Macam – Macam Mesin Pendingin

Mesin pendingin (*refrigerator*) ialah suatu rangkaian mesin atau pesawat yang mampu bekerja untuk menghasilkan atau temperatur dingin (temperatur rendah). Sesuai kegunaannya mesin pendingin terdiri dari beberapa jenis Antara lain :

1. Air Conditioner/AC

Penyejuk udara, pendingin udara, pengkondisi udara, penyaman udara, erkon, atau AC (bahasa Inggris: *air conditioner*) adalah sistem atau mesin yang dirancang untuk menstabilkan suhu udara dan kelembapan suatu area (yang digunakan untuk pendinginan maupun pemanasan tergantung pada sifat udara pada waktu tertentu).

Umumnya menggunakan siklus refrigerasi tetapi kadang-kadang menggunakan penguapan, biasanya untuk kenyamanan pendingin di gedung-gedung dan kendaraan bermotor

Konsep pendingin udara diketahui telah diterapkan di Romawi Kuno dan Persia abad pertengahan. Pendingin modern muncul dari kemajuan dalam ilmu kimia selama abad 19, dan pendingin udara skala besar listrik pertama ditemukan dan digunakan pada tahun 1902 oleh *Willis Haviland Carrier*.



Gambar 3: *Air Conditioner/AC*
(sumber : W.Haviland 2009 *Air Conditioner* : Jakarta)

2. Freezer (Pembekuan / pendingin makanan dan minuman).

Mesin freezer adalah mesin pendingin yang bersuhu -15 sampai -22 derajat Celcius, yang berguna untuk membekukan barang/makanan yang disimpan didalamnya. Sebetulnya banyak sekali macam dan tipe mesin freezer ini, tapi yang paling dikenal saat kita menyebutkan mesin freezer adalah freezer box. Freezer box, sesuai dengan namanya adalah kotak yang berisi mesin pendingin sehingga suhu didalamnya bisa mencapai -22 derajat Celcius. Makanan atau bahan makanan yang disimpan didalamnya biasanya daging, ikan, atau bisa juga ice cream.



Gambar 2: *Freezer*
(sumber : John.W 2007 *Freezer Box* : Jakarta)

Freezer box memang didisain untuk menyimpan untuk bahan makanan waktu yang lama sehingga memerlukan suhu yang dingin supaya bahan makanan tetap awet dan tidak mudah busuk. Freezer box mempunyai ukuran yang bermacam – macam, paling kecil berukuran panjang 1 meter dan paling besar ada yang sampai 3 meter. Konstruksi bawah freezer box ada yang memakai roda sehingga freezer box mudah dipindah tempatkan.

3. Dispenser (untuk menghasilkan air panas dan air dingin).

Dispenser adalah salah satu alat rumah tangga yang menggunakan listrik untuk dapat memanaskan elemen pemanas dan menjalankan mesin pendinginnya. Dispenser ada yang menggunakan prinsip kerja dengan elemen pemanas dan mesin pendingin (compressor). Dispenser atau tempat air minum adalah salah satu peralatan listrik atau elektronik yang didalamnya terdapat heater sebagai komponen utamanya, heater berfungsi untuk memanaskan air yang ada pada tabung penampung, heater umumnya memiliki daya sekitar 200-300 Watt. Heater dapat memanaskan air yang terdapat di dalam dispenser.

Biasanya dispenser berisi 19 liter air, yang di tempatkan pada sebuah galon. Biasanya dispenser di gunakan untuk memasak air. Saat ini ada pula dispenser yang dapat memanaskan air maupun mendinginkan air. Dispenser yang dapat mendinginkan air tersebut menggunakan mesin pendingin yang dapat mendinginkan air. Mesin pendingin ini biasanya bernama kompresor pendingin.

Dispenser digunakan untuk mendinginkan dan memanaskan air dalam galon ukuran kurang lebih 19 liter. Didalam dispenser bagian atas terdapat tabung yang terbuat dari stanles steel yang dibagian luar tabungnya dililitkan pipa tembaga ukuran $\frac{1}{4}$ yang berfungsi untuk mendinginkan air. Lilitan pipa [ada luar tabung dapat disamakan dengan sebuah evarator pada AC atau lemari es.(Irwan,2012) Ada beberapa macam dispenser :

- a. Dispenser biasa yaitu dispenser yang tidak memiliki elemen pemanas maupun mesin pendingin. Dispenser ini hanya dapat digunakan untuk mengambil air dari galon saja.
- b. Dispenser Hot and Normal yaitu dispenser yang memilike elemen pemanas dan tidak memiliki mesin pendingin. Dispenser ini hanya dapat digunakan untuk memasak atau memanaskan air dan mengambil air biasa (tidak panas dan tidak dingin) dari dalam gallon.
- c. Dispenser Hot dan Extra Hot, dispenser ini dapat digunakan untuk memanaskan air dan mendidihkan air.
- d. Dispenser Hot and Cold, Dispenser ini dapat digunakan untuk memanaskan air dan mendinginkan air. Apabila ingin memanaskan air, dispenser ini menggunakan prinsip kerja elemen pemanas (heater). Apabila ingin mendinginkan air, dispenser ini menggunakan prinsip kerja elemen pendingin.

4. Refrigerator/lemsri es

Refrigerator atau lemari es atau lemari pendingin adalah sebuah alat rumah tangga listrik yang menggunakan refrigerasi (proses pendingin) untuk menolong pengawetan makanan. Sekitar 99,5% rumah di Amerika Serikat memiliki kulkas. Kulkas bekerja menggunakan pompa panas pengubah fase beroperasi dalam

sebuah putaran refrigeration. Kulkas industri adalah kulkas yang digunakan untuk kebutuhan industri, seperti di restoran atau supermarket.

Kulkas terdiri dari lemari pendingin atau lemari pembeku atau keduanya. Sistem dua lemari ini diperkenalkan pertama kali oleh General Electric pada 1939. Beberapa kulkas sekarang dibagi menjadi empat ruang untuk penyimpanan jenis makanan yang berbeda:

- a) 18 °C (-64.4 °F) (pembeku)
- b) 0 °C (32 °F) (daging)
- c) 4 °C (39.2 °F) (pendingin)



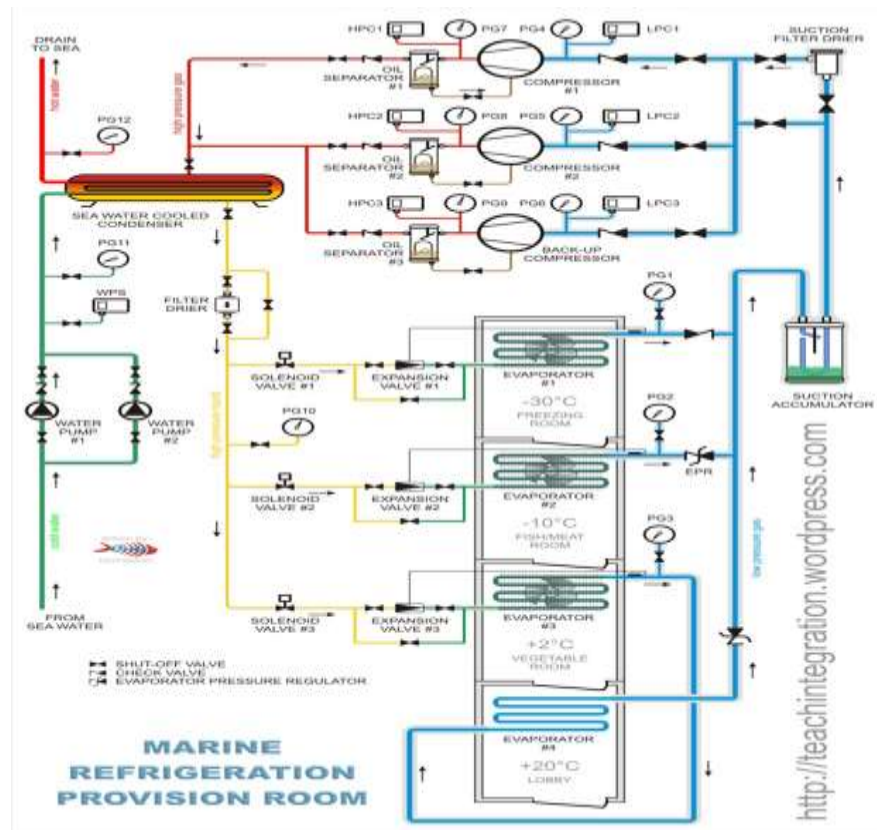
Gambar 1: Refrigerator/Lemari Es
(sumber : S.Abdul 2018 Jenis Refrigerator : Jakarta)

2.3 Prinsip 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 4: Diagram Urutan Referigeran
(sumber : V.Mallev 2007 Urutan Refrigeran Mesin Pendingin : Jakarta)

2.4 Komponen 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.

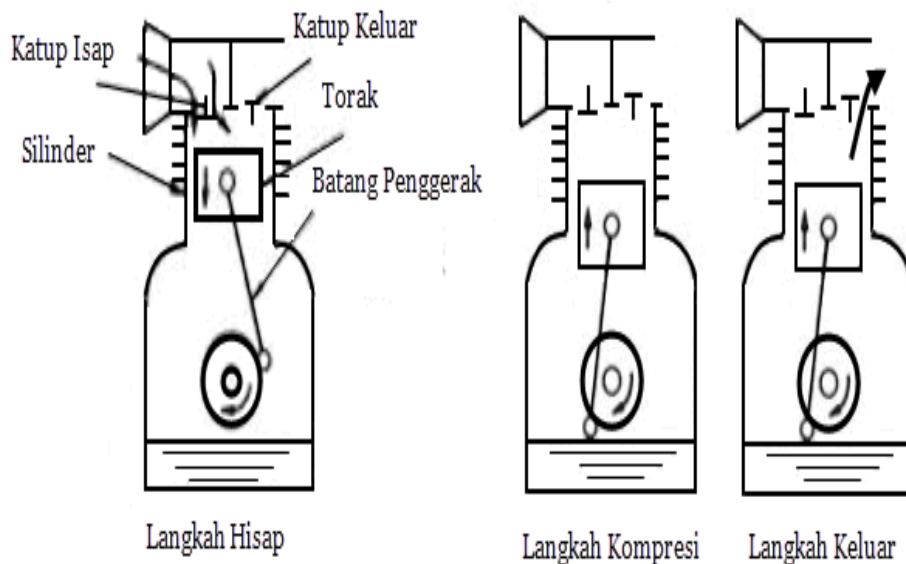


Gambar 5: Kompresor
(sumber : S.Japet 2018 Pemeliharaan Mesin Pendingin : Juwana)

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 :

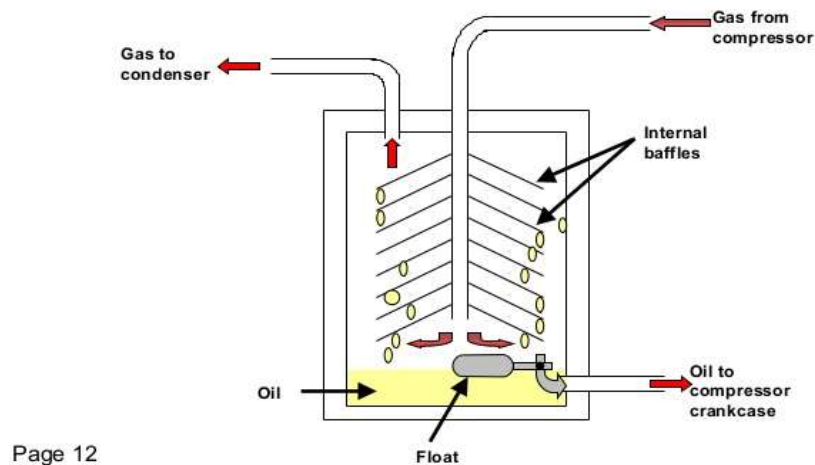


Gambar 6: Kompresor Menghisap dan Menekan Uap Freon
(sumber : J.Abraham 2008 Cara Kerja Kompresor, Erlangga : Jakarta)

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

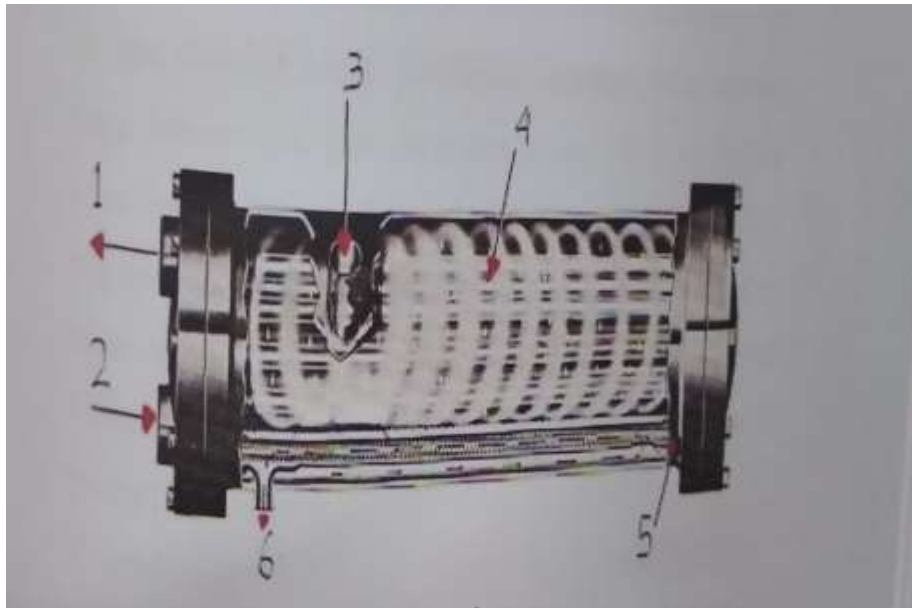


Gambar 7: *Oil Separator*
(sumber : Musthafa 2009 Langkah Kerja *Oil Separator*, Daili : Jakarta)

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 8: Penampung Kondensor
(sumber : M.Andri 2018 Pemeliharaan Kondensor : Jakarta)

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 9: *Filter Dryer (Pengering)*
(sumber : V.L.Mallee 2008 Filter Pengering Refrigerator : Jakarta)

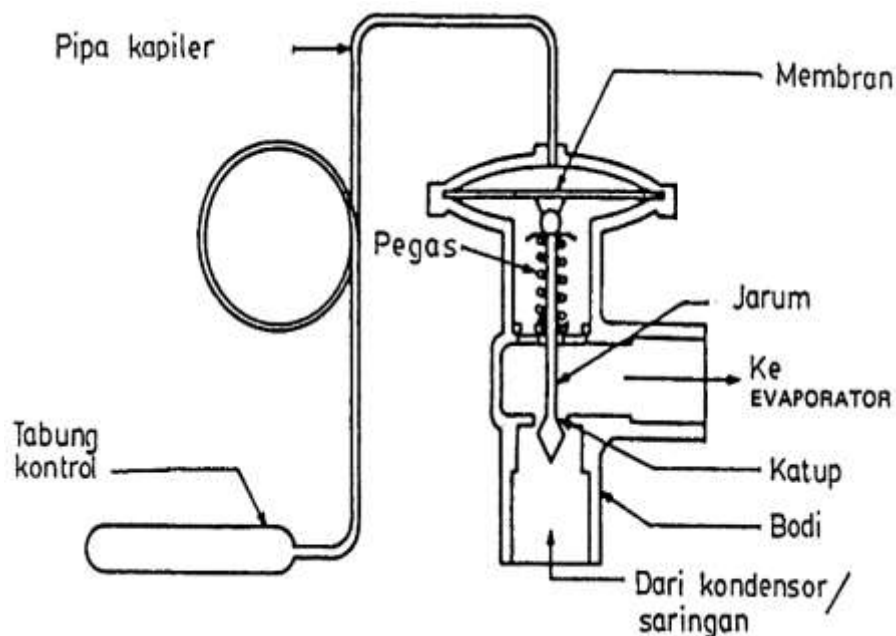
Jadi ketika mesin bekerja kotoran tadi tidak boleh ikut mengalir. Karena bila kotoran-kotoran tidak tersaring ke pipa kran selenoid dan ekspansi akan menyebabkan saluran buntu, dan bila saluran tersumbat maka tidak akan terjadi proses pendinginan. Oleh karena itu apabila motornya terbakar maka saringan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

- a. Tidak teroksidasi terhadap barang-barang yang dipakai dalam instalasi.
- b. Tidak mudah hancur menjadi bubuk.
- c. Tidak menghisap freon.
- d. Tidak menghisap minyak lumas.

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 10: Katup Ekspansi

(sumber : M.Wilis 2010 *Komponen Mesin Pendingin*, Erlangga : Jakarta)

Kran ekspansi berfungsi untuk merubah jumlah freon yang 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 (*Dolin, Brian 2010*).

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 11: Penampang *Evaporator* didalam Palka
(sumber : M.Yuni 2018 Palka Kapal Nelayan Utomo Tambah Mulyo – 3 :
Juwana)

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 12: Motor Listrik
(sumber : J.Bastian 2018 Motor Listrik Kapal Nelayan : Juwana)

2.5 Media Pendingin

Dalam daur refegerasi absorpsi, proses refrigerasi yang terjadi tersebut tidak bias dipisahkan dari peranan penting pasangan refrigerant-absorbent (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 (Mochammad Isa Anshori, dkk) :

1. Refrigeran 22

Refrigeran ini mempunyai titik didih -40°C pada tekanan 1 atmosfer (atm). Pada kapal nelayan Utomo Tambah Mulyo – 3 menggunakan jenis refrigeran R-22 sebagai media pendingin (Refrigeran). Dan freon ini dapat juga digunakan pada Air Conditioner (AC).



Gambar 13: *Refrigerant*
(sumber : M.Syamsudin 2017 Pemeliharaan Refrigeran : Juwana)