

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Mesin Pendingin (*Refrigerant Machinery*)

Dingin adalah akibat dari adanya perpindahan panas. Mesin pendingin adalah mesin yang berfungsi untuk memindahkan panas dari lingkungan bersuhu rendah ke lingkungan bersuhu tinggi. Mesin pendingin dapat dibayangkan sebagai mesin kalor yang beroperasi secara terbalik lingkungan bersuhu rendah ke lingkungan bersuhu tinggi (Sumanto, 2004).

Mesin pendingin dapat dibayangkan sebagai mesin kalor yang beroperasi secara terbalik. Mesin pendingin adalah pesawat pendingin ruangan yang berfungsi untuk mendinginkan bahan makanan, ruang akomodasi, ruang muat dan untuk membuat es (Harahap, 1999). Mesin-mesin pendingin menghasilkan dingin dengan cara menyerap panas dari udara yang ada dalam kabinet mesin-mesin pendingin itu sendiri sehingga suhu dalam kabinet (ruang pendingin) turun atau dingin (Sumanto, 2004).

Mesin pendingin makanan (*refrigerant machinery*) suatu alat untuk mendinginkan bahan makanan. Agar bahan makanan tersebut dalam kondisi yang segar tanpa mengurangi nilai yang terkandung didalamnya. Dengan demikian bahan makanan tersebut akan selalu dalam keadaan baik dan segar (Hartanto, 1982). Jenis pendingin yang sama dipakai taruna praktek darat adalah menggunakan media pendingin yaitu *Freon R-12*. Adapun prosesnya yaitu *gas Freon* dan evaporator yang mempunyai tekanan rendah dan dikeluarkan dari kompresor dengan tekanan tinggi.

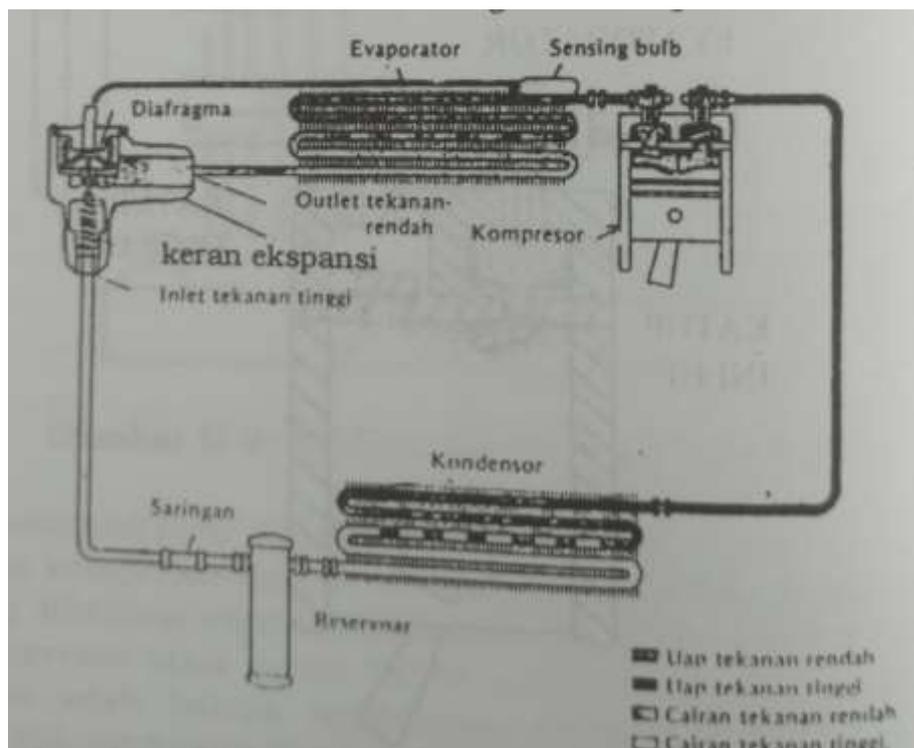
Freon yang keluar dari kompresor masih berupa gas dengan suhu tinggi, dan kemudian mengalir melalui pemisah (*oil separator*) karena berat jenis gas freon lebih ringan, maka minyak yang terbawa selalu berada dibawah, yang kemudian mengalir kembali kedalam *carter* kompresor. Adanya minyak ikut didalam peredaran disebabkan pelumasan pada kompresor seperti pada bantalan-bantalan, *piston ring* dengan *piston* dan *cylinder*. *Freon* yang telah dipisahkan dari minyak dialirkan menuju kondensor untuk dikondensasikan, *gas freon* didalam kondensor didinginkan menggunakan

air laut, agar gas freon berubah *freon* cair yang kemudian ditampung didalam penampung (receiver) selanjutnya dialirkan kekatup ekspansi yang sebelumnya melalui *dehydrator* (pengering) dan melewati *solenoid valve* diteruskan ke katup ekspansi kemudian freon cair masuk ke evaporator (Sumanto, 2004).

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 menyerap panas yang berada di sekitar evaporator (dalam ruangan dingin) dimana evaporator ditempatkan. Setelah *freon* berubah menjadi gas, kemudian dihisap kembali oleh kompresor dan proses berjalan seperti semula (Sumanto, 2004).

## 2.2 Sistem Mesin Pendingin

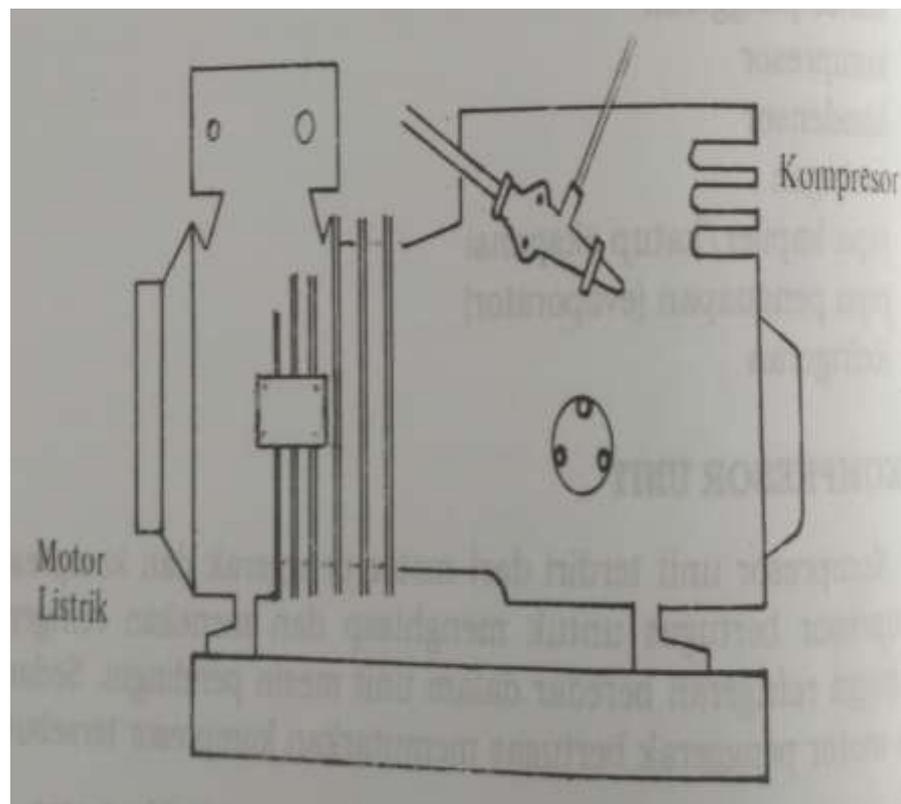
Gambar di bawah ini adalah gambar proses sirkulasi instalasi mesin pendingin di kapal.



**Gambar 1** Sistem Mesin Pendingin (*Refrigerant*)  
(Sumanto MA 2004 Dasar-dasar Mesin Pendingin, ANDI : Yogyakarta)

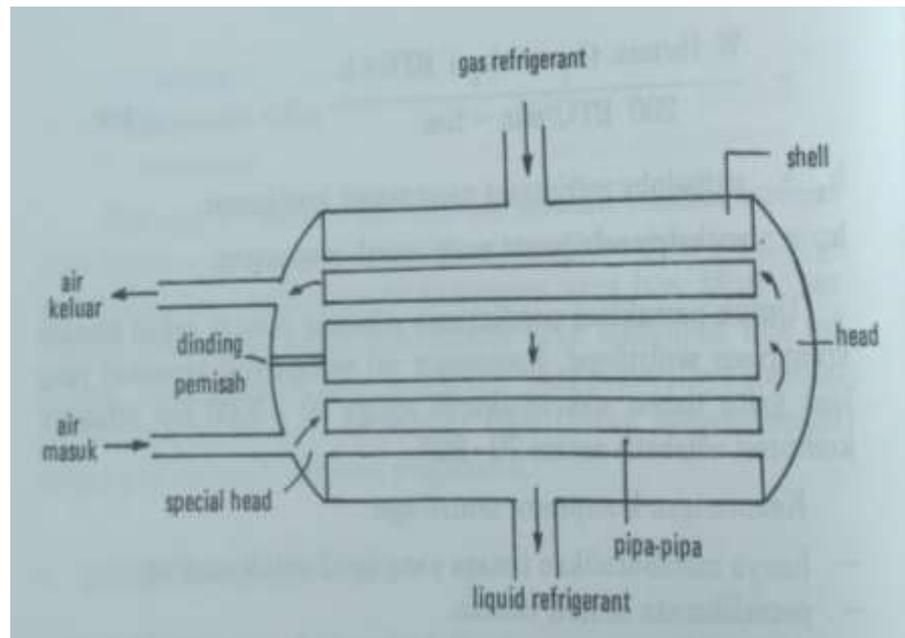
Adapun beberapa alat yang menunjang kinerja sistem mesin pendingin makanan sebagai berikut (Kiryanto, 2011) :

- a. Kompresor adalah sebuah pompa yang mengisap uap media pendingin yang terjadi di evaporator, lalu memampatkan media pendingin tersebut dan meninggikan tekanan serta suhunya selanjutnya mengalirkan media pendingin tersebut ke kondensor, perlu diketahui bahwa kompresor hanya dipakai untuk keperluan memompa gas, uap atau udara dan tidak dapat digunakan untuk memompa yang lain. Kompresor menghisap uap refrigeran yang bertekanan rendah dan dalam keadaan dingin dari evaporator kemudian mengkompresinya menjadi uap bertekanan tinggi sehingga uap akan tersirkulasi. Tanpa dimampatkan oleh kompresor, uap tadi akan sangat sulit untuk di kondensasikan karena titik kondensasinya rendah.



**Gambar 2** Kompresor Mesin Pendingin  
(Sumanto MA 2004 Dasar-dasar Mesin Pendingin, ANDI :  
Yogyakarta)

- b. Kondensor adalah sebuah alat dimana *refrigerant (freon)* dalam keadaan tekanan dan *temperature* tinggi yang keluar dari kompresor didinginkan dan dirubah menjadi cairan. Panas dari ruangan yang diserap oleh *refrigerant* dipindahkan ke air pendingin. Air dialirkan melalui pipa-pipa tembaga, sedangkan *refrigerant* yang berbentuk gas dialirkan diluar pipa-pipa ini. Panas yang dikandung *refrigerant* diambil oleh air pendingin, sehingga *refrigerant* akan menjadi cair. Untuk mencairkan uap *refrigerant* yang bertekanan dan bertemperatur tinggi (yang keluar dari kompresor), diperlukan usaha untuk melepas kalor sebanyak kalor laten pengembunan dengan cara mendinginkan uap *refrigerant* itu. Jumlah kalor yang dilepaskan oleh uap *refrigerant* kepada air pendingin atau udara pendingin, di dalam kondensor, sama dengan selisih entalpi uap *refrigerant* pada seksi masuk dan pada seksi keluar kondensor.



**Gambar 3** Kondensor

(Daryanto 2005 Teknik Pendingin, Yrama Widya : Bandung)

- c. Evaporator adalah Alat dimana *refrigerant (freon)* dalam keadaan *temperature* dan tekanan rendah sekali mengambil panas dari udara sehingga *freon* akan menguap menjadi bentuk gas. Pada mesin

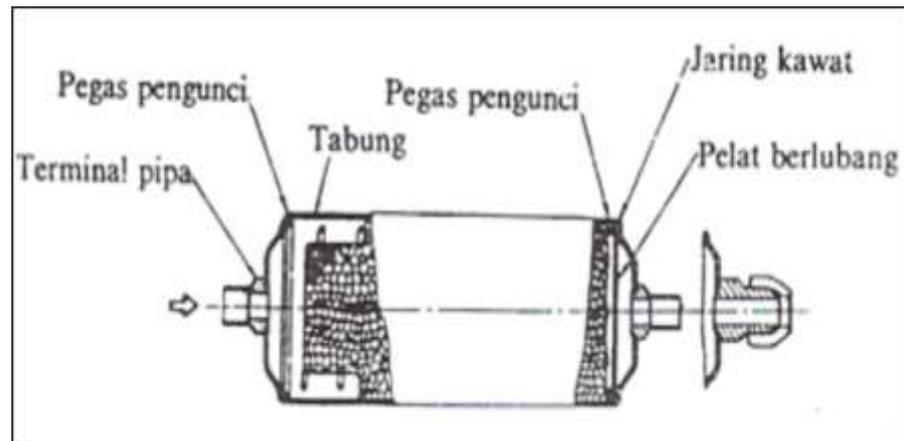
pendingin evaporator pipa-pipa bersirip. Sirip-sirip ini gunanya adalah untuk memperluas permukaan penyerapan panas dari udara yang dialirkan melalui sirip-sirip ini. Perhatikan dan jaga agar sirip-sirip ini tidak rusak atau penyok. Juga sirip sirip ini tidak boleh tersumbat oleh kotoran-kotoran, abu dan sebagainya. Evaporator berfungsi untuk menguapkan cairan *refrigerant* dan panas yang diserap di dalam penguapan itu dimanfaatkan untuk pendinginan. Evaporator dibangun dengan bentuk yang beraneka ragam sesuai dengan keperluan pemakainya, tetapi pada dasarnya ada tiga macam yaitu berupa pelat, pelat bersirip atau pipa polos. Evaporator dari pipa pada umumnya untuk mendinginkan cairan atau udara, pipa bersirip untuk mendinginkan udara, sedangkan yang berbentuk pelat untuk membekukan ikan atau daging



**Gambar 4** Evaporator

(<https://www.indiamart.com/proddetail/dx-evaporator-coil-16991726330.html>)

- d. *Dehydrator (Dryer)* adalah pengering, ini biasanya diisi dengan *silica gel* yang sekaligus membersihkan kotoran-kotoran dalam refrigerant dan juga menyerap uap air yang mungkin ada. *Dryer* ini ditempatkan antara kondensor dan *expansion valve*.

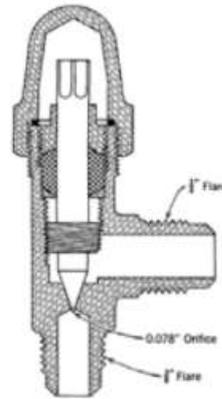


**Gambar 5 Dehydrator**  
(<http://www.bppp-tegal.com>)

- e. *Expansion Valve* adalah sebuah katub dimana tekanan *refrigerant* dari kondensor diturunkan secara drastis. Menurut ilmu termodinamika, akibat penurunan tekanan yang drastis akan menurunkan temperatur yang drastis juga. *Refrigerant* ini akan dingin, masuk ke evaporator dan mengambil panas dari udara yang didinginkan. Pada sistem pendingin *expansion valve* yang dipakai adalah *thermo expansion valve* yang bekerja secara otomatis sesuai beban. Katup ekspansi merupakan suatu penahan tekanan sehingga tekanan cairan yang telah melaluinya menjadi rendah. Ada lima macam katup ekspansi yang telah diciptakan, yaitu :
- a. Katup tangan (*manual expansion valve*)
  - b. Katup ekspansi termostatik (*thermostatic expansion valve*)
  - c. Katup tekanan tetap (*constant pressure valve*)
  - d. Katup apung (*float valve*)
  - e. Katup kapilar (*capillary tube*)

Diantara kelima katup tersebut yang paling banyak digunakan pada kapal adalah katup ekspansi termostatik untuk digunakan pada evaporator kering dan katup apung atau katup tangan untuk evaporator basah. Katup ekspansi termostatik berfungsi mengatur pembukaan katup yaitu mengatur pemasukan *refrigerant* kedalam evaporator, sesuai dengan beban pendinginan yang harus dilayani evaporator.

Katup ekspansi termostatik dilengkapi dengan tabung perasa atau sensor temperatur (panas) yang ditempelkan dengan pipa akhir evaporator untuk mengetahui temperatur gas dan tekanan uap di dalamnya.



**Gambar 6** Expansi Valve

(Iskandar S 2017 Mesin Pendingin , CV Budi Utama : Sleman)

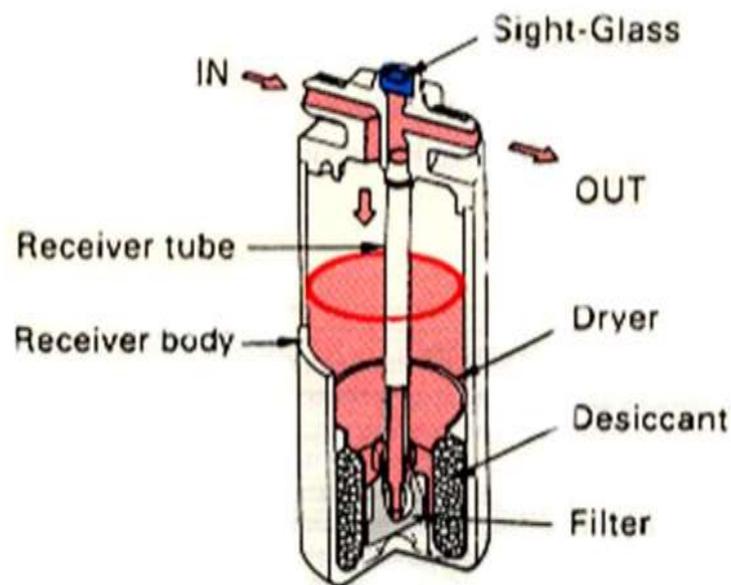
- f. *Refrigerant* dan minyak lumas. *Refrigerant* adalah bahan pendinginnya, yang dalam hal ini kita pakai freon R-12. Minyak lumas yang dipakai adalah minyak yang mempunyai sifat-sifat khusus, sebagai berikut : Komposisi kimianya stabil pada temperature tinggi atau temperature rendah dan juga tidak terbakar pada temperature tinggi. Pelumasan ini biasanya telah tersedia dikawal sama dengan mesin es.



**Gambar 7** Freon R-12 dan Oli Kompresor

(Sitinjak, P 2013 Laju Pendinginan pada Mesin Pendingin Menggunakan R-12 dan MC-12 Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi)

- g. Penampung *Freon* atau *Receiver*. Bila kapasitas ruang pada kondensor cukup besar, maka *receiver* tidak diperlukan. Dalam hal ini *receiver* dan kondensor menjadi satu dan disebutkan densor *receiver*. Bila dalam instalasi juga terdapat *receiver* sendiri, maka hubungan pipa antara kondensor dan *receiver* harus dipasang sebuah kran apendasi-apendasi yang dipasang pada *receiver* sama dengan apendasi yang ada pada kondensor. Kecuali gelas penduga pada kondensor tidak diperlukan.



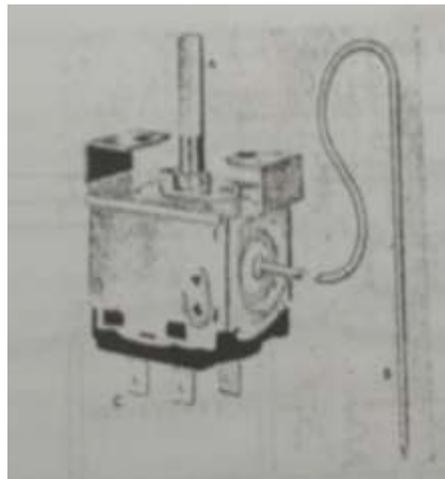
**Gambar 8** *Receiver* (Penampung Freon)  
(<http://slideplayer.info>)

- h. *Solenoid valve* atau katup solenoid yang bekerja secara otomatis menurut tinggi rendahnya suhu dari ruangan yang bersangkutan. Katup ini dipakai untuk menghentikan aliran cairan bahan pendingin jika ruangan pendingin mencapai batas terendah dan akan membuka suhu ruangan pendingin menjadi batas tertinggi. Apabila suhu telah mencapai batas terendah maka tidak ada aliran listrik dari solenoid, sehingga katup tersebut jatuh dan menutup cairan Freon begitu pula sebaliknya, apabila suhu telah mencapai batas tertinggi aliran listrik akan menghubungkan katup solenoid untuk membuka cairan Freon.



**Gambar 9** *Solenoid Valve*  
([https://www.omega.ca/pptst\\_eng/SV170\\_SERIES.html](https://www.omega.ca/pptst_eng/SV170_SERIES.html))

- i. *Thermostat* adalah alat otomatis yang berguna untuk mengatur hidup dan matinya kompresor berdasarkan suhu ruangan evaporator sesuai yang dikehendaki.



**Gambar 10** *Thermostat*  
(Sumanto MA 2004 Dasar-dasar Mesin Pendingin, ANDI : Yogyakarta)

- j. Papan Pembagi (Distribusi Panel). Setelah papan dehydrator, Freon harus terus dialirkan ke ruangan- ruangan evaporator dengan melalui papan pembagi atau Distribution Panel. Di dalam kapal niaga ruangan yang didinginkan umumnya terdiri dari :

- 1) Kamar daging dan ikan
- 2) Kamar sayur dan buah–buahan

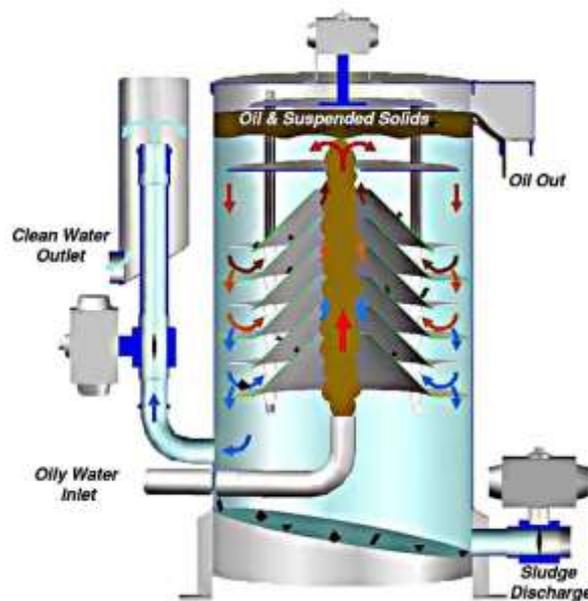
Pembagian *freon* ke evaporator–evaporator diatur dengan *selenoid valve* atau katup selenoid yang bekerja secara otomatis menurut tinggi dan rendahnya suhu dari ruangan yang bersangkutan. Juga pembagian *freon* ini dapat diatur dengan tangan, ialah dengan kran *by pass* (yaitu sejajar dengan *selenoid valve*). Banyak sedikitnya *freon* yang mengalir diatur dengan katup ekspansi.



**Gambar 11** Distribusi Panel  
(KM. Logistik Nusantara)

- k. *Oil Separator* mesin pendingin, oil separator dipakai untuk menampung gas *freon* panas dari hasil kompresi yang masih bercampur dengan minyak lumas dan kemudian dipisahkan. Jika minyak pelumas kompresor terlalu banyak ikut dalam aliran uap *refrigerant* keluar dari kompresor, maka dalam waktu singkat

kompresor akan kekurangan minyak pelumas, sehingga pelumasnya kurang baik. Di samping itu, minyak pelumas tersebut akan masuk ke dalam kondensor dan kemudian ke evaporator, sehingga akan mengganggu proses perpindahan kalornya, untuk mencegah terjadinya gangguan tersebut maka perlu di pasang pemisah minyak pelumas (*oil separator*) di antara kompresor dan kondensor. Dalam hal tersebut, pemisah minyak pelumas akan memisahkan minyak pelumas dari *refrigerant* dan mengalirkannya kembali kedalam ruang engkol.



**Gambar 12 Oil Separator**  
(<http://filtertechno.com/tramp-oil-separators/>)

### 2.3 Syarat-Syarat Media Pendingin

Untuk terjadinya proses pendinginan diperlukan suatu bahan yang mudah diubah bentuknya dari gas menjadi cair atau sebaliknya (*refrigeran*) untuk mengambil panas dari evaporator dan membuangnya dikondensor. Karakteristik termodinamika refrigeran antara lain meliputi temperatur penguapan, tekanan penguapan,temperaatur pengembunan dan tekanan pengembunan. Untuk keperluan suatu jenis pendinginan diperlukan refrigeran dengan termodinamika yang tepat. Adapun syarat-syarat umum untuk refrigeran antara lain (Sumanto, 2004) :

1. Tidak beracun dan tidak berbau.
2. Tidak dapat terbakar atau meledak bila bercampur dengan udara, pelumas dan sebagainya.
3. Tidak menimbulkan korosi terhadap bahan logam yang dipakai pada sistem pendingin.
4. Bila terjadi kebocoran mudah dicari.
5. Mempunyai titik didih dan tekanan kondensasi yang rendah.
6. Mempunyai susunan kimia yang stabil, tidak terurai setiap kali dimampatkan, diembunkan dan diuapkan.
7. Perbedaan antara tekanan penguapan dan tekanan pengembunan (kondensasi) sekecil mungkin.
8. Mempunyai panas laten yang besar, agar panas yang diserap evaporator sebesar-besarnya.
9. Tidak merusak tubuh manusia.
10. Konduktivitas termal tinggi.
11. Viskositas dalam fase cair maupun fase gas rendah agar tahanan aliran refrigeran dalam pipa sekecil mungkin.
12. Konstanta dielektrik dari refrigeran kecil, tahanan listrik yang besar, serta tidak menyebabkan korosi pada material isolator listrik.