

# DASAR-DASAR MESIN PENDINGIN

---

BIDANG KEAHLIAN : PERIKANAN DAN KELAUTAN  
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIKA PERIKANAN LAUT

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH**  
**DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN**  
EDISI 2004



# DASAR-DASAR MESIN PENDINGIN

Penyusun :  
D I R J A, S.Pi

- Editor :
1. Dr. AB. SUSANTO, M.Sc.
  2. Ir. KHOIRONI, M.Si.
  3. KARYAWAN PERANGIN-ANGIN
  4. NIKEN MAHARANI, S.Pi
  5. DINA ARIANA, S.Pi
  6. ADE SAEFUDIN, S.IP.



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
EDISI 2004

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL .....	iii
GLOSARIUM .....	iv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Deskripsi .....	1
B. Prasyarat .....	2
C. Cek Kemampuan .....	2
D. Petunjuk Penggunaan Modul .....	3
E. Tujuan Akhir .....	4
F. Kompetensi .....	4
II. PEMBELAJARAN .....	5
A. Rencana Belajar Siswa .....	5
B. Kegiatan Belajar .....	6
1. Tujuan kegiatan pembelajaran .....	6
2. Uraian Materi 1 .....	6
3. Uraian Materi 2 .....	21
III. EVALUASI .....	32
A. Instrumen Penilaian .....	32
B. Kunci Jawaban .....	33
IV. PENUTUP .....	34

DAFTAR PUSTAKA

## GLOSARIUM

Absolut, mutlak atau sesungguhnya.

Amonia, R-717, bahan pendingin dengan rumus kimia  $\text{NH}_3$

Absorben, bahan penyerap.

Freon12, bahan pendingin dengan rumus kimia  $\text{CCL}_2\text{F}_2$

Solar panel, panel surya adalah suatu perangkat yang digunakan untuk menyerap radiasi dari matahari.

## I. PENDAHULUAN

### A. Deskripsi

Ilmu pendingin adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang perubahan panas yang lebih rendah dari pada temperatur atmosfer. Sedangkan mesin pendingin adalah mesin yang didalamnya terjadi siklus perubahan panas dan tekanan. Perubahan panas dan tekanan terjadi pada siklus dari kerja mesin pendingin dimana mesin pendingin menggunakan bahan pendingin (refrigerant) yang bersirkulasi menyerap panas dan melepaskan panas sehingga terjadinya perubahan tekanan di dalam sistem dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi dan begitu selanjutnya selalu bersirkulasi secara terus menerus.

Perubahan panas dan tekanan terjadi pada siklus dari kerja mesin pendingin dimana mesin pendingin menggunakan bahan pendingin (refrigerant) yang bersirkulasi menyerap panas dan melepaskan panas sehingga terjadinya perubahan tekanan di dalam sistem dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi dan begitu selanjutnya selalu bersirkulasi secara terus menerus.

Dalam perkembangan selanjutnya mesin pendingin dewasa ini telah banyak digunakan untuk mempertahankan suhu rendah sehingga proses tetap dalam keadaan segar seperti di cold storage, supermarket, restoran dan juga digunakan untuk mendinginkan ruangan.

Modul ini terbagi dalam 2 (dua) kegiatan belajar :

- ? Kegiatan belajar 1 membahas panas dan tekanan meliputi pan tekanan, pengaruh tekanan terhadap titik didih dan isolasi panas
- ? Kegiatan belajar 2 membahas prinsip kerja mesin pendingin meliputi prinsip kerja mesin pendingin mekanis, prinsip kerja mesin pendingin absorpsi, mengatur temperatur dan kapasitas mesin pendingin.

Setelah mempelajari modul ini secara umum peserta didik diharapkan akan memperoleh pengetahuan serta menguasai dari kegiatan belajar uraian

materi 1 dan uraian materi 2, sehingga diharapkan dapat mempelajari modul selanjutnya.

### B. Prasyarat

Modul ini diperuntukan bagi peserta didik pada Sekolah Menengah Kejuruan Program Keahlian Teknik Perikanan Laut, sebagai modul awal yang dipelajari sebelum mempelajari modul-modul mesin pendingin selanjutnya.

### C. Cek Kemampuan

Isilah kotak di sebelah pertanyaan berikut dengan tanda v sesuai dengan jawaban Anda " Ya " atau " Tidak".

No	PERTANYAAN	YA	TIDAK
1.	Anda mengetahui nol absolut ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Anda mampu menjelaskan tiga jenis perpindahan panas ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Anda mampu menjelaskan mengapa bila kita memasak air pada tekanan lebih rendah dari tekanan atmosfer cepat mendidih ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Anda menguraikan bagaimana siklus mesin pendingin mekanis ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Apa anda mengetahui tentang kapasitas suatu mesin pendingin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Coba anda jelaskan apa fungsi dari isolasi pada ruangan yang direfrigerasi ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Apabila anda menjawab " TIDAK" pada salah satu pertanyaan di atas pelajari unit modul Dasar-Dasar Mesin Pendingin lagi. Apabila anda menjawab " Ya " pada seluruh pertanyaan, maka lanjutkan menjawab atau mengerjakan evaluasi yang ada pada unit modul ini.

#### D. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Rambu –rambu belajar bagi siswa untuk menggunakan unit modul ini
  - a. Untuk dapat memahami dan menguasai modul ini dengan baik peserta didik perlu :
    - ? Menpelajari dari awal sampai akhir serta pahami betul isi yang terkandung dalam modul ini;
    - ? Menjawab pertanyaan-pertanyaan yang tercantum dalam pemantauan kemampuan, untuk mengetahui apakah peserta didik telah memahami dan menguasai;
    - ? Mengerjakan latihan-latihan dan praktikum dengan alat peraga tentang dasar - dasar mesin pendingin dan prinsip kerja mesin pendingin yang telah disediakan secara sungguh-sungguh.
  - b. Untuk mengerjakan praktikum, peserta didik harus menyiapkan :
    - ? Alat-alat tulis;
    - ? Alat-alat peraga;
    - ? Pakaian praktek.
  - c. Jika peserta didik telah merasa kompeten dapat mengajukan Assesmen ke lembaga sertifikasi profesi, apabila belum kompeten peserta didik dapat mempelajari kembali;
  - d. Apabila peserta didik merasa kesulitan diskusikan dengan teman atau konsultasikan dengan guru pembimbing.
2. Peran guru dalam penggunaan modul ini :
  - a. Guru sebagai fasilitator, membantu peserta didik dalam merencanakan proses belajar;
  - b. Membimbing dan mengkoordinir tugas-tugas serta melatih peserta didik yang dijelaskan dalam tahap belajar;
  - c. Membantu peserta didik dalam memahami konsep dan praktik serta menjawab pertanyaan yang disampaikan peserta didik;

- d. Mengkoordinir dan membentuk kelompok praktikum atau kelompok belajar peserta didik;
- e. Merencanakan instruktur atau seorang tenaga ahli di instansi/perusahaan yang kompeten jika diperlukan;
- f. Melakukan evaluasi dan penilaian terhadap peserta didik;
- g. Menjelaskan kepada peserta didik untuk rencana pemelajaran selanjutnya;
- h. Mencatat data pencapaian kemajuan belajar peserta didik.

#### **E. Tujuan Akhir**

1. Siswa dapat memahami dan dapat menguasai teori dasar mesin pendingin sehingga dapat melanjutkan ke modul selanjutnya;
2. Kondisi yang diberikan meliputi kegiatan belajar di kelas juga belajar dengan alat peraga sehingga peserta didik memahami dan menguasai dengan jelas.

#### **D. Kompetensi**

Kompetensi yang disampaikan adalah " Mengoperasikan dan Merawat Mesin Pendingin " dengan sub kompetensi terdiri atas :

1. Memahami teori dasar mesin pendingin dengan kriteria unjuk kerja peserta didik dapat memahami dan menguasai parameter tekanan, suhu, tekanan kaitannya dengan mesin pendingin serta prinsip kerja mesin pendingin.
2. Ruang lingkup kompetensi adalah :
  - ? Menguasai apa itu panas, tekanan, pengaruh tekanan terhadap temperatur dididih dan isolasi panas terhadap ruang yang direfrigerasi;



- ? Menguasai prinsip kerja mesin pendingin mekanis, mesin pendingin absorpsi, mengatur temperatur dan menghitung kapasitas mesin pendingin.

## II. PEMBELAJARAN

### A. Rencana Belajar Siswa

- ✍ Program Keahlian : Teknika Perikanan Laut.
- ✍ Kompetensi : Mengoperasikan dan Merawat Mesin Pendingin
- ✍ Sub Kompetensi : Dasar - Dasar Mesin Pendingin.
- ✍ Alokasi Waktu : 20 jam @ 45 menit

Tanggal	Jenis Kegiatan	Waktu	Tempat Pencapaian
	✍ Mengikuti tutorial oleh guru tentang dasar-dasar mesin pendingin.		✍ Ruang teori
	✍ Mengadakan diskusi kelompok.		✍ Ruang teori
	✍ Membuat bukti belajar tentang dasar-dasar mesin pendingin.		✍ Ruang teori
	✍ Praktek tentang panas dan sirkulasi bahan pendingin di bawah bimbingan guru.		✍ Ruang praktikum mesin pendingin
	✍ Praktek tentang panas dan sirkulasi bahan pendingin dalam sistem secara mandiri.		✍ Ruang pratikum mesin pendingin
	✍ Membuat laporan hasil pembuktian praktikum tentang panas sirkulasi bahan pendingin dalam sistem.		✍ Ruang praktikum mesin pendingin.

Menyetujui;

.....

.....20  
Peserta Didik,

.....

## B. Kegiatan Belajar

---

### 1. Kegiatan Belajar

## Panas dan Tekana

---

### a. Tujuan kegiatan pembelajaran 1

Setelah mempelajari modul ini peserta didik diharapkan :

- ? Dapat menguasai dan dapat menjelaskan parameter panas meliputi metode perpindahan panas, satuan panas, panas jenis dan macam macam panas;
- ? Dapat menguasai dan dapat menjelaskan parameter tekanan dan isolasi panas meliputi macam-macam tekanan, pengaruh tekak terhadap titik didih dan isolasi panas.

### b. Uraian Materi 1

#### 1. Panas

Panas adalah salah satu bentuk energi. Panas memiliki kaitan dengan getaran atau gerakan molekul. Molekul adalah bagian atau parti dari suatu benda. Apabila benda dipanaskan molekul akan bergerak cepat sedangkan apabila didinginkan molekul akan bergerak lemah.

Jika panas diambil dari suatu benda maka temperatur benda itu akan turun. Makin banyak panas yang diambil temperatur benda menjadi makin rendah, tetapi setelah mencapai  $-273^{\circ}\text{C}$  panas itu tidak dapat dikeluarkan dengan perkataan lain temperatur tersebut adalah yang terendah yang tidak dapat dicapai dengan cara apapun. Karena itu ma

temperatur  $-273^{\circ}\text{C}$  dikatakan sebagai nol absolut dan didalam dunia ilm dikenal sebagai  $0^{\circ}\text{Kelvin}$ .

#### a. Metode Perpindahan Panas

Panas selalu berpindah dari benda yang temperaturnya tinggi benda lain yang temperaturnya lebih rendah seperti halnya air ya selalu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah

Gambar 1. Perpindahan panas dari temperatur tinggi ke temperatur rendah  
Sumber : Fisika, Marthin Kanginan, 1994

Jika dua benda berlainan temperaturnya dipertemukan sehingga panas dapat berpindah, maka panas akan segera meninggalkan benda yang temperaturnya tinggi menuju benda lain yang temperaturnya rendah. Perpindahan panas ini akan berlangsung terus dan baru akan berhenti setelah temperatur kedua benda menjadi sama.

Panas dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain melalui salah satu dari metode berikut :

##### 1). Radiasi atau Pancaran (*Radiation*)

Metode perpindahan panas radiasi, adalah perpindahan panas melalui gerakan gelombang cahaya, panas dipancarkan secara langsung dan berjalan lurus kepada benda yang menerimanya.

Sebagaimana terlihat pada gambar 2, panel surya (solar panel) yang digunakan untuk menyerap radiasi dari matahari. Solar panel terdiri dari wadah logam berongga yang dicat hitam dengan panel

depan terbuat dari kaca. Panas radiasi dari matahari diserap o permukaan hitam dan dihantarkan secara konduksi melalui loga Bagian dalam panel tetap hangat oleh efek rumah kaca, kemud air yang masuk akan menerima panas dan disirkulasikan ke kan mandi atau ruangan lain yang membutuhkan air panas.

Gambar 2. Cara kerja panel surya yang menyerap panas radiasi

Sumber : Fisika, Marthin Kanginan, 1994

## 2). Konduksi atau Hantaran (*Conduction*)

Metode perpindahan panas konduksi adalah panas berpinc melalui benda padat. Perindahan panas secara konduksi ini ju berlaku untuk panas yang berpindah dari satu benda padat benda padat lainnya dengan syarat kedua benda padat tersel berhubungan (kontak) langsung.

Perpindahan panas secara konduksi seperti pada gambar 3 dai terjadi seperti pada pemanasan ujung zat yang menyebabl ujung zat tersebut menjadi panas dan selanjutnya panas tersel akan bergeser ke bagian lain dari satu benda.

Gambar 3. Perpindahan panas secara konduksi

Sumber : Fisika, Mathin Kanginan, 1994

3). Konveksi atau Aliran (*Convection*)

Metode perpindahan konveksi adalah perpindahan panas dengan cara mengalir dari bagian yang temperaturnya tinggi ke bagian yang lebih rendah temperaturnya.

Perpindahan panas secara konveksi terjadi udara dingin yang berada di sekeliling evaporator yang mempunyai berat jenis lebih besar, karena beratnya sendiri udara dingin tersebut akan turun ke bawah dan udara panas yang ada di bawah karena didesak oleh udara dingin juga karena berat jenisnya lebih ringan akan naik ke atas.

A. Secara alamiah      B. Dengan udara yang ditiupkan

Gambar 4. Perpindahan panas secara konveksi

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko K, 1981

### b. Satuan Panas

Dalam dunia teknis komersial dewasa ini dijumpai satuan jumlah panas Kilo-kalori (Kkal) dan British Thermal Unit (B.t.u).

Kilo-kalori merupakan satuan metrik yang nilainya sama dengan jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 kg sebesar 1°C, misalnya 5 kg air temperatur awal 25°C naik menjadi 26°C maka panas yang diperlukan sebanyak 5 Kkal.

Dalam satuan imperial dipakai satuan B.t.u. Dimana 1 B.t.u. adalah panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 lb air sebanyak 1°F, misalnya dari 50°F menjadi 51°F.

Selain satuan-satuan tersebut di atas dalam dunia ilmu dipergunakan satuan Joule (J) atau Kilo-Joule. 1 Joule yaitu panas yang timbul akibat kerja 1 Watt selama 1 detik.

Korelasi dari satuan-satuan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \approx 1 \text{ Kkal} &= 3,97 \text{ Btu} &= 4,18 \text{ KJ} \\ \approx 1 \text{ B.t.u} &= 0,252 \text{ Kkal} &= 1,053 \text{ KJ} \\ \approx 1 \text{ KJ} &= 0,2388 \text{ Kkal} &= 0,9478 \text{ Btu} \end{aligned}$$

### c. Panas Jenis

Panas jenis ialah panas yang diberikan kepada suatu benda sebesar 1 kg hingga menyebabkan temperatur benda itu naik 1°C. Untuk menaikkan temperatur dari 30°C menjadi 31°C, 1 kg air memerlukan 1 Kkal panas, dengan demikian maka air mempunyai panas jenis 1 Kkal/kg.

### d. Panas Sensibel (*Sensible Heat*)

Panas Sensibel adalah jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan atau menurunkan temperatur suatu benda. Jika panas ditambahkan pada suatu benda (dipanasi) temperatur benda akan

naik, hal ini karena molekul-molekul pada benda tersebut menerima panas dan bergerak lebih cepat. Jika panas sensible diambil dari suatu benda temperaturnya akan turun, karena gerakan molekulnya menjadi lemah. Perubahan ini dapat dilihat dan diukur dari perubahan temperatur pada thermometer.

Satuan panas sensibel : joule, kalori atau Btu

Jumlah panas sensibel dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_s = M \times c \times t$$

**Q<sub>s</sub>** = Jumlah panas sensibel dalam joule, kkal atau Btu;

**M** = Massa zat dalam kg atau pound;

**c** = Panas jenis dalam : J/kg.K, Kkal/kg°C atau Btu/lb°F;

**t** = Perubahan suhu dalam : Kelvin (K), °C atau °F.

#### e. Panas Laten (*Latent Heat*)

Laten artinya tidak nampak atau tersembunyi (*hidden*). Panas laten adalah panas yang diperlukan untuk mengubah wujud : dari padat menjadi cair, dari cair menjadi gas atau sebaliknya tanpa mengubah temperaturnya. Tiap zat mempunyai dua panas laten yaitu padat menjadi cair atau sebaliknya (peleburan dan pembekuan) dan cair menjadi gas atau sebaliknya (penguapan dan pengembunan).

Perubahan panas laten tidak dapat dilihat pada thermometer. Panas laten diperlukan untuk mengubah energi potensial molekul agar tingkat wujud zat berubah.

Satuan panas laten : joule, kalori atau Btu.

Jumlah panas laten dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_l = M \times l$$

**Q<sub>l</sub>** = Jumlah panas laten dalam joule, kkal atau Btu;

**M** = Massa zat dalam kg atau pound;



$l$  = Panas laten dalam : J/kg.K, Kkal/kg<sup>o</sup>C atau Btu/lb<sup>o</sup>F;

**f. Panas Laten Penguapan (*Latent Heat of Vaporization*)**

Panas laten penguapan adalah jumlah panas yang harus ditambah kepada 1 kilo zat cair pada titik didihnya sampai wujudnya berubah menjadi uap seluruhnya pada suhu yang sama.

Bahan pendingin dalam salah satu jenis mesin pendingin di dalam evaporator berubah wujudnya dari cair menjadi gas. Pada perubahan tersebut panas latennya diambil

dari panas yang ada di dekat evaporator. Bahan pendingin mempunyai energi kalor yang lebih besar dari pada bahan pendingin c walaupun temperatur dari kedua zat tersebut adalah sama.

Refrigeration effect adalah kemampuan membawa panas dari bahan pendingin atau jumlah panas yang dapat diserap oleh 1 pound bahan pendingin waktu melalui evaporator. Satuan refrigeration effect dalam kkal/kg atau Btu/lb.

**g. Panas Laten Pengembunan atau Kondensasi (*Latent Heat Condensation*)**

Panas laten pengembunan adalah jumlah panas yang dikeluarkan oleh 1 kilo zat pada titik embunnya untuk mengubah zat dari gas menjadi cair pada suhu yang sama.

Pada suhu dan tekanan yang sama : panas embun = panas uap

Pada tekanan yang sama : titik embun = titik uap.

**h. Panas Laten Pencairan atau Peleburan (*Latent Heat of Fusion*)**

Panas laten pencairan atau Peleburan adalah jumlah panas yang harus ditambahkan kepada 1 kilo zat padat pada titik leburnya sampai wujudnya berubah menjadi cair semuanya pada suhu yang sama.

Waktu mencair zat padat memerlukan panas untuk memperbesar jarak antara molekul-molekulnya. Panas ini tersimpan sebagai energi potensial molekul-molekul zat itu.

**i. Panas Laten Pembekuan (*Latent Heat of Solidification*)**

Panas laten pembekuan adalah jumlah panas yang harus diambil oleh 1 kilo zat cair pada titik bekunya untuk mengubah wujudnya dari zat cair menjadi padat pada suhu yang sama.

Pada suhu dan tekanan yang sama : panas beku = panas lebur;

Pada tekanan yang sama : titik beku = titik leburnya

**2. Tekanan**

Tekanan (Pressure) adalah besarnya gaya yang bekerja pada satu luas bidang atau

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Gaya tekan}}{\text{Luas bidang tekan}} \quad \text{satuannya : kg/cm}^2, \text{ lb/in}^2.$$

Satuan-satuan tekanan yang banyak dipakai pada ilmu pendinginan ialah :

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| ? Dalam satuan imperial              | ? Dalam satuan metrik                                  |
| ≈ Psi (Lb/in <sup>2</sup> )          | ≈ Kg/cm <sup>2</sup> (1 kg/cm <sup>2</sup> = 14,5 psi) |
| ≈ Psf (Lb/ft <sup>2</sup> )          | ≈ Bar (1 Bar = 14,2 psi)                               |
| ≈ in. Hg. Var                        | ≈ Atmosfir (1 atm = 14,7 psi = 30 in.Hg)               |
| ≈ 1 psi = 0,07031 kg/cm <sup>2</sup> | ≈ Ca.Hg.Vac (1 atm = 76 cm.Hg)                         |

Bekerjanya suatu mesin pendingin sebagian besar tergantung pada perbedaan tekanan di dalam sistem. Macam-macam tekanan yang berhubungan dengan sistem pendingin terdapat tiga macam antara lain :

- a. Tekanan atmosfer;
- b. Tekanan manometer;

c. Tekanan absolut atau mutlak.

a. Tekanan Atmosfir (*Atmospheric Pressure*)

Udara mempunyai berat karena ditarik oleh gaya tarik bumi. Berat ini menyebabkan suatu tekanan yang menuju ke segala arah. Makin tinggi permukaan bumi lapisan udara makin tipis dan tekanan udara makin rendah. Hal ini disebabkan karena gaya tarik bumi makin tinggi makin berkurang.

Alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara adalah barometer, sebagai standar tekanan atmosfer diambil tekanan pada permukaan air laut, yaitu :

$$1 \text{ atmosfer (atm)} = 76 \text{ cm Hg pada } 0^{\circ}\text{C};$$

$$= 14,7 \text{ Psi};$$

$$= 1,033 \text{ kg/cm}^2;$$

$$= 101,3 \text{ k Pa};$$

$$= 29,92 \text{ in.Hg (30 in.Hg)}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 14,5 \text{ Psi (Pound Per square inch)}$$

$$1 \text{ Bar} = 14,2 \text{ Psi}$$

$$1 \text{ Psi} = 0,07031 \text{ kg/cm}^2.$$

Pada setiap ketinggian tertentu tekanan atmosfer tidak sama besarnya. Setiap kenaikan 10 meter dari permukaan air laut, air raksa dalam tabung barometer akan turun rata-rata 1 mm, makin tinggi kita naik maka makin berkurang tekanan atmosfernya dan sebaliknya makin dalam kita menyelam ke dalam laut maka makin besar tekanan yang diamaminya (tekanan atmosfer ditambah tekanan air).

b. Tekanan Manometer (*Gauge Pressure*)

Manometer adalah alat untuk mengukur tekanan uap air dalam ke uap atau tekanan gas dalam suatu tabung. Tekanan yang ditunjukkan o jarum manometer disebut tekanan manometer.

Sebagai standar tekanan manometer adalah tekanan atmosfer pa permukaan air laut diambil sebagai 0, dengan satuan  $\text{kg}/\text{cm}^2$  atau psig. J pada permukaan air laut tekanan atmosfer  $1,033 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 0 \text{ kg}/\text{cm}^2$  tekar manometer.

### c. Tekanan Absolut (*Absolute Pressure*)

Tekanan absolut adalah tekanan yang sesungguhnya atau jum kedua tekanan yaitu tekanan manometer ditambah tekanan atmosfer pa setiap saat.

Titik 0 pada tekanan absolut adalah 100 % atau tidak ada tekan sama sekali = 0 pascal = 0 Psi. Tekanan 1 atmosfer pada tekanan absc adalah  $1,033 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 14,696 \text{ Psia} = 101,3 \text{ kPa}$ .

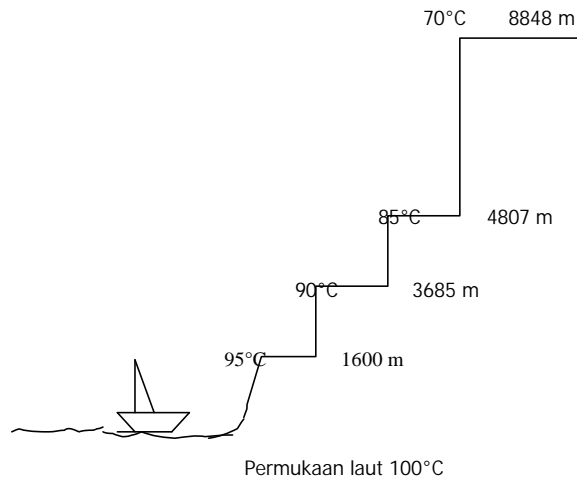
- ? Tekanan hampa (Vacuum) adalah tekanan di bawah tekar atmosfer.
- ? Absolute vacuum adalah tekanan yang tidak dapat diturunkan laç
- ? Partial vacuum adalah tekanan dibawah tekanan atmosfer, tet bukan absolute vacuum.
- ? Absolute vacuum (tekanan hampa mutlak) dinyatakan dalam  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

### 3. Pengaruh Tekanan Terhadap Titik Didih .

Setiap cairan mempunyai titik didih yang dapat berubah apal tekanannya berubah. Air mendidih pada temperatur  $100^\circ\text{C}$  jika tekananny atmosfer. Titik didih ini juga merupakan titik kondensasi uap air pada tekar yang sama. Akan tetapi air juga dapat mendidih pada  $38^\circ\text{C}$  bila tekanani

0,5 cm.Hg.Vac atau pada  $170^{\circ}\text{C}$  bila tekanannya  $8 \text{ kg/cm}^2$ . dengan kata lain bahwa bila tekanan suatu cairan dinaikkan titik didihnya akan naik dan sebaliknya bila tekanannya diturunkan maka titik didihnya juga turun. Gambar 5. memperlihatkan makin tinggi suatu tempat makin rendah tekanan udaranya sehingga titik didih air lebih rendah.

Setiap cairan mempunyai titik didih tersendiri. Pada tekanan atmosfer alkohol menguap pada  $78^{\circ}\text{C}$ , ammonia –  $32^{\circ}\text{C}$  dan Freon 12 pada  $30^{\circ}\text{C}$ . Di dalam mesin pendingin dipergunakan cairan yang titik didihnya sangat rendah seperti halnya ammonia dan Freon 12.



Gambar 5. Makin tinggi suatu tempat, makin rendah tekanan udaranya, sehingga titik air lebih rendah

#### 4. Isolasi Panas

Pendinginan suatu benda tidak akan banyak berarti apabila panas tidak diupayakan untuk dicegah. Isolasi panas merupakan cara yang efektif di dalam pendinginan untuk mengurangi panas yang akan kembali. Fungsi isolasi adalah menghambat arus panas ke dalam ruangan yang

direfrigerasi, dengan demikian ruangan tersebut akan cepat turun temperaturnya ke arah temperatur operasi yang diinginkan, sehingga akan lebih efisien usaha penyimpanan produk yang didinginkan.

Agar penggunaan isolasi dalam ruangan yang direfrigerasi dapat memenuhi sesuai yang dikehendaki, maka sifat-sifat isolasi yang baik adalah

- ? Konduktivitas thermal rendah;
- ? Penyerapan uap air dan permeabilitas terhadap air rendah;
- ? Pemindahan uap air rendah dan awet walaupun basah;
- ? Tahan terhadap api;
- ? Tahan terhadap penyebab kebusukan, kerusakan lapuk (kapang);
- ? Sifat-sifat mekanik yang dimiliki cukup baik;
- ? Tahan terhadap bahan-bahan kimia;
- ? Tidak membahayakan kesehatan, tidak berbau dan mudah ditangani.

Sifat-sifat yang diinginkan tersebut umumnya dimiliki oleh polyurethane dan polystyrene, misalnya polyurethane tahan terhadap bahan kimia, pelumas dan pelarut namun dapat terbakar, sedangkan polystyrene tahan asam encer dan alkali pekat tetapi tidak tahan terhadap pelumas, bensin, hidrokarbon diklorinasi dan alifatik, aroma terbakar dengan lambat, bersih, mudah dikeringkan dan tahan lama.

Terdapat beberapa bahan isolasi yang bersifat insulatif diantaranya

- ? Udara tidak bergerak atau udara yang mati terkurung antara dinding rangkap sejajar;
- ? Gabus dalam bentuk butiran atau lembaran;
- ? Kayu yang sangat kering dengan pengeringan mekanik dan tidak menyerap air;
- ? Glasswool atau fiberglass;

- ? Mineralwool;
- ? Polystyrene;
- ? Foamglass dan
- ? Polyurethane.

Gambar 6 dibawah ini memperlihatkan ruangan memakai isolasi at kamar yang direfrigerasi dengan perincian lapisannya.

s

Gambar 6. Penampang sisi struktur kamar isolasi atau kamar yang direfrigerasi

Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Teknik Pendinginan, Sofyan Ilyas, 1983

**c. Rangkuman**

Panas adalah salah satu bentuk energi, jika panas diambil dari suatu benda maka temperatur benda itu akan turun dan makin banyak panas diambil temperatur benda menjadi makin rendah, setelah mencapai  $-273^{\circ}\text{C}$  panas itu tidak dapat diturunkan lagi dengan cara apapun, temperatur tersebut disebut  $0^{\circ}\text{Kelvin}$ .

Panas selalu berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur rendah dan perpindahan panas melalui salah satu dari :

- o Radiasi atau pancaran;
- o Konduksi atau hantaran;
- o Konveksi atau aliran.

Satuan panas dalam dunia teknis komersial dijumpai dalam jumlah panas Kilo-kalori (Kkal) dan British Thermal Unit (Btu).

Selain satuan-satuan panas juga dikenal dengan panas jenis, panas sensibel, panas laten, panas laten penguapan, panas laten pengembunan atau kondensasi, panas laten pencairan atau peleburan dan panas laten pembekuan.

Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja pada satuan luas bidang. Bekerjanya suatu mesin pendingin sebagian besar tergantung dari perbedaan tekanan di dalam sistem.

Macam-macam tekanan yang berhubungan dengan sistem pendingin terdapat tiga macam antara lain :

- o Tekanan atmosfer;
- o Tekanan manometer;



- o Tekanan absolut.

Pengaruh tekanan terhadap titik didih bahwa bila tekanan cai dinaikkan titik didihnya akan naik dan sebaliknya bila tekanannya diturunkan maka titik didihnya akan menjadi turun.

Pendinginan suatu benda tidak akan banyak berarti apabila panas tidak diupayakan untuk dicegah. Isolasi panas merupakan cara yang efektif dalam pendinginan untuk mengurangi panas yang akan kembali. Fungsi isolasi adalah menghambat arus panas ke dalam ruangan yang direfrigerasi, dengan demikian ruangan tersebut akan cepat turun temperaturnya ke arah temperatur operasi yang diinginkan, sehingga akan lebih efisien usaha penyimpanan produk yang didinginkan.

---

#### **d. Tugas**

---

1. Carilah ruangan yang direfrigerasi atau dengan cara mengunjungi industri yang menggunakan mesin pendingin yang terdekat !
2. Lakukan observasi terhadap gudang pendingin atau ruangan yang direfrigerasi !
3. Buatlah rangkuman tentang ruangan yang direfrigerasi antara lain bentuk ruangan, isolasi dan bagaimana temperatur udara yang direfrigerasi dibandingkan dengan udara luar !
4. Diskusikan hasil observasi dan buatlah laporan hasil pengamatan !
5. Konsultasikan dengan guru jika anda menemui permasalahan !

**Jawablah pertanyaan dengan benar !**

1. Jelaskan bagaimana perpindahan panas secara konveksi yang terjadi pada lemari es ?
2. Jelaskan apa yang disebut dengan tekanan absolut ?
3. Coba beri contoh bagaimana pengaruh terhadap titik didih ?
4. Sebutkan 6 sifat-sifat isolasi yang baik ?

**f. Kunci Jawaban Tes Formatif**

1. Perpindahan panas secara konveksi terjadi pada lemari es ialah karena udara dingin yang berada di sekeliling evaporator mempunyai berat jenis yang lebih besar, karena beratnya sendiri udara dingin tersebut akan turun ke bawah dan udara panas yang ada di bawah karena didesak oleh udara dingin juga karena berat jenisnya lebih ringan akan naik ke atas.
2. Tekanan absolut adalah tekanan yang sesungguhnya atau jumlah kevakuman tekanan yaitu tekanan manometer ditambah tekanan atmosfer pada setiap saat.
3. Sebagai contoh adalah bila tekanan suatu cairan dinaikkan titik didihnya akan naik dan sebaliknya bila tekanannya diturunkan maka titik didihnya juga turun.
4. 6 sifat-sifat isolasi yang baik adalah :
  - a. Konduktivitas thermal rendah;

- b. Penyerapan uap air dan permeabilitas terhadap air rendah;
- c. Pemindahan uap air rendah dan awet walaupun basah;
- d. Tahan terhadap api;
- e. Tahan terhadap penyebab kebusukan, kerusakan lapuk dan kapang
- f. Sifat-sifat mekanik yang dimiliki cukup baik
- g.

**g. Lembar Ker**

Acara Praktikum : Pembuktian perpindahan panas secara konveksi;  
Tempat Tanggal : .....  
Tujuan Praktikum : .....

A. Sarana yang digunakan :

- ? Lemari es dalam kondisi baik;
- ? Aliran listrik yang cukup baik arus atau tegangannya;

B. Prosedur kerja :

- ? Siapkan lemari es dalam kondisi dapat dihidupkan;
- ? Hidupkan lemari es tersebut dengan menyalurkan aliran listrik lemari es;
- ? Biarkan beberapa lama sehingga kondisi lemari es di dalam terjadi proses pendinginan;
- ? Buka pintu lemari es;
- ? Amati bagaimana terjadinya sirkulasi udara didalamnya;
- ? Buat laporan hasil pembuktian.

## 2. Kegiatan Belajar

# Prinsip Kerja Mesin Pendingin

### a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2

Setelah mempelajari modul ini peserta didik diharapkan :

- ? Dapat menguasai dan dapat menjelaskan prinsip kerja mesin pendingin mekanik dan prinsip kerja mesin pendingin absorpsi;
- ? Dapat menguasai dan dapat menjelaskan bagaimana menghitung kapasitas mesin pendingin.

### b. Uraian Materi

#### 1. Prinsip Kerja Mesin Pendingin Mekanik

Didalam mesin pendingin mekanik refrigeran bersirkulasi dari tangki penampung menuju katup ekspansi, evaporator, kompresor, kondensor dan kembali lagi ke tangki penampung seperti yang terlihat pada gambar 7.

Selama bersirkulasi itu refrigeran berganti-ganti mengalami peristiwa : melewati katup ekspansi, cairan dari tangki tekanannya turun dan memasuki evaporator, sepanjang perjalanan didalam evaporator cairan bertekanan rendah itu menguap dan menyerap panas dari setiap benda disekelilingnya. Pada akhir evaporator semua refrigerant telah berbentuk gas yang temperaturnya juga rendah. Gas ini kemudian masuk kedalam kompresor, dimana gas itu dimanfaatkan hingga tekanannya naik. Kenaikan tekanan harus cukup tinggi hingga titik kondensasi gas itu menjadi 35<sup>o</sup> 40<sup>o</sup>C.

Gambar 7. Siklus Pendinginan Mekanis dengan Komponen-komponen Pokok  
Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Teknik Pendinginan, Sofyan Ilyas, 1983

Gas mampat dari kompresor mengalir melalui kondensor. Didalam kondensor gas itu dikondensasikan dengan cara mendinginkannya dengan air atau udara. Cairan yang terjadi akan mengalir kembali kedalam tangki penampung (apabila ada) dan siap untuk dialirkan kembali kedalam evaporator melalui katup ekspansi. Jadi dapat disimpulkan bahwa refrigeran itu berturut-turut mengembang di katup ekspansi, menguap di evaporator, mampat di kompresor dan mengembun di kondensor.

## 2. Prinsip Kerja Mesin Pendingin Absorpsi

Didalam mesin pendingin absorpsi tidak memakai kompresor, sebagai penggantinya dipakai absorber dan generator. Bagian-bagian yang penting dari system absorpsi adalah generator (pembangkit), kondensator (pengembun), evaporator (penguap) dan absorber (penyerap).

Perbedaan sistem absorpsi dengan sistem yang memakai kompresor yaitu dari sumber energi yang dipakai. Sistem absorpsi memakai energi panas untuk menimbulkan gerakan yang diperlukan, sedangkan sistem dengan kompresor memerlukan energi mekanik atau energi listrik untuk mengalirkan bahan pendingin.

Sumber energi panas yang diperlukan oleh sistem absorpsi da diperoleh dari nyala api gas elpiji, nyala api minyak tanah, pemanas list atau sumber panas lainnya. Di dalam siklus pendinginan digunakan baf pendingin ammonia ( $\text{NH}_3$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan gas hydrogen ( $\text{H}_2$ ).

Amonia ( $\text{NH}_3$ ) merupakan bahan pendingin yang utama dalam ben larutan dengan air dengan perbandingan 30 % ammonia dari berat larut: Jika larutan dipanaskan ammonia dapat mudah dipisahkan kembali.

Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pada system absorpsi hanya berfungsi sebagai absort (penyerap). Makin rendah suhu air, makin besar daya melarutnya.

Gas hydrogen ( $\text{H}_2$ ) adalah gas yang paling ringan. Tidak korc terhadap semua logam. Fungsinya hanya sebagai pengantar ammonia d evaporator ke absorber kembali ke evaporator lagi dan seterusnya.

1. Api pemanas
2. Generator/Pembangkit
3. Separator/Pemisah
4. Kondensor
5. Evaporator
6. Chamber/Pengumpul
7. Absorber

Gambar 8. Siklus pendingin dengan system absorpsi

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko K,1981

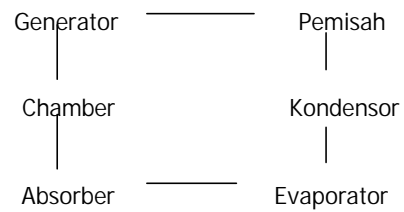
Prinsip kerja mesin pendingin absorpsi adalah sebagai berikut :

- ? Generator (Pembangkit)
  - o Setelah dipanasi secukupnya dapat menguapkan amonia dan air dalamnya;
  - o Terjadi gelembung-gelembung amonia dan air yang dapat naik men kondensor.
- ? Separator (Pemisah).
  - o Gunanya memisahkan gas ammonia dan uap air;
  - o Gas amonia karena berat jenisnya lebih ringan terhadap uap air ak terus naik meninggalkan separator menuju kondensor;
  - o Air pada bagian bawah separator akan mengalir ke tempat yang le rendah menuju absorber.
- ? Kondensor (Pengembun)
  - o Didinginkan oleh udara luar;
  - o Gas amonia dalam kondensor akan mengembun, berubah dari ( menjadi cair;
  - o Cairan ammonia mengalir lalu bercampur dengan gas hydrogen d masuk ke evaporator.
- ? Evaporator (Penguap)
  - o Terdiri dari tabung dengan ruang yang besar dan tekanannya renda
  - o Gas amonia dan gas hydrogen bersama-sama mengalir ke bagian a chamber dan terus ke absorber.
- ? Absoeber (Penyerap)
  - o Terdiri dari pipa besi yang bengkok yang didalamnya terjadi dua alir yang arahnya berlawanan;
  - o Pada bagian atas pipa, gas mengalir dari bawah ke atas, sedangk pada bagian bawah pipa, cairan mengalir dari atas ke bawah;

- o Air dari separator karena beratnya sendiri mengalir masuk ke bagian atas absorber;
  - o Dalam perjalanan air tersebut didinginkan oleh udara luar;
  - o Air yang mendapat pendinginan suhunya turun dan dapat melarutkan amonia;
  - o Larutan amonia karena beratnya sendiri mengalir ke chamber pada bagian bawah pipa absorber;
  - o Pada bagian atas pipa absorber dalam saluran yang sama mengalir dengan arah yang berlawanan yaitu campuran gas amonia dan gas hidrogen.
- ? Chamber (Pengumpul)
- o Berbentuk sebuah tabung untuk menampung larutan amonia dan air dari absorber;
  - o Campuran gas amonia dan gas hidrogen yang terdapat pada chamber masuk ke absorber;
  - o Larutan amonia dan air karena beratnya sendiri mengalir ke evaporator.

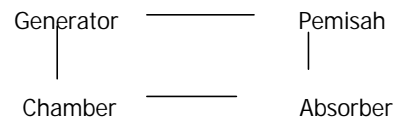
Dari uraian tersebut di atas dalam system absorpsi yang sederhana terjadi tiga macam sirkulasi bahan pendingin :

a. Amonia mengalir :

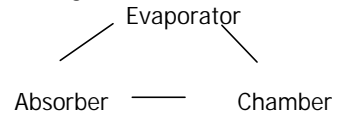




b. Air mengalir :



c. Gas Hidrogen mengalir :



### 3. Kapasitas Mesin Pendingin

Kapasitas suatu mesin pendingin ialah kemampuan mesin tersebut untuk menyerap panas dari benda yang didinginkan, umumnya dinyatakan dalam Kkal/jam atau Btu/jam. Satuan lain yang sering dipakai ialah Ton Refrigeration (TR) atau Refrigeration Ton (RT). Satuan ini dihitung berdasarkan panas pencairan 1 ton es selama 24 jam. Yang dimaksud 1 ton ialah 1 short-ton yang dipakai di Amerika, yaitu sebesar = 2000 lb. Karena tiap 1 lb es yang mencair membutuhkan panas 144 Btu, maka :

$$1 \text{ RT} = \frac{2000 \text{ lb} \times 144 \text{ Btu/lb}}{24 \text{ jam}} = 288.000 \text{ Btu/24 jam}$$

$$1 \text{ RT} = 12.000 \text{ Btu/jam} = 3.026 \text{ Kkal/jam.}$$

Kapasitas mesin pendingin terutama ditentukan oleh tiga hal yaitu

- ? Jumlah refrigerant yang diuapkan tiap jam.
- ? Temperatur penguapan refrigerant didalam evaporator.
- ? Jenis refrigerant yang dipakai.

Jumlah refrigeran yang diuapkan tiap jam merupakan fungsi langsung dari kompresor, yaitu kemampuan kompresor untuk memindahkan gas dari evaporator, dan ini tergantung dari jumlah dan ukuran silinder kompre

serta kecepatan kompresor. Temperatur penguapan umumnya ditetapkan dalam rancangan dan tidak dapat dirubah tetapi dapat bervariasi sebesar 3°C tergantung keadaan beban.

Temperatur penguapan ini mempengaruhi jumlah panas yang diserap oleh tiap 1 kg atau 1 lb, refrigeran yang menguap seperti pada tabel dimana pada temperatur yang lebih rendah, panas yang diserap lebih banyak. Namun demikian secara keseluruhan kapasitas pendinginan mesin yang sama akan lebih tinggi bila bekerja pada temperatur penguapan yang lebih tinggi sebab dalam keadaan ini tekanan penghisapan lebih tinggi gas yang dihisap oleh kompresor lebih padat sehingga jumlah refrigerant yang menguap dan dimampatkan oleh kompresor lebih banyak.

Contoh berikut ini akan menerangkan lebih jelas, dan dapat dijelaskan bahwa suatu mesin pendingin yang bekerja pada kondisi tertentu mempunyai kapasitas yang maksimal bila :

- ? Gas yang mengalir ke kompresor tidak dihalangi oleh apa seperti katup yang tidak terbuka penuh atau saringan yang kotor
- ? Cairan dimasukkan dalam jumlah yang cukup kedalam evaporator
- ? Sistem pendinginan mesin sempurna.

Contoh : 1

Sebuah mesin pendingin yang menggunakan R.22 bekerja dengan kondisi

- ? Cairan refrigerant masuk ke katup ekspansi dalam keadaan jenuh dan menguap di evaporator pada temperatur -5°F dengan tekanan tetap.
- ? Uap refrigerant memasuki kompresor dalam keadaan jenuh.
- ? Kompresor mempunyai 4 silinder yang masing-masing dapat memindahkan 2,28 ft<sup>3</sup> uap dari evaporator per detik.

Berapakah kapasitas mesin pendingin tersebut ?

Penyelesaian :

(a) Jumlah refrigerant yang menguap per detik (sesuai dengan volume kompresor)

$$= 4 \times 2,28 \text{ ft}^3 = 9,12 \text{ ft}^3$$

Pada  $-5^\circ\text{F}$  volume gas jenuh =  $1,52 \text{ ft}^3/\text{lb}$ . (dari tabel)

Jadi berat refrigerant yang menguap

$$= \frac{9,12 \text{ ft}^3}{1,52 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 6 \text{ lb per detik}$$

(b) Pada  $-5^\circ\text{F}$ , enthalpy cairan R-22 =  $9,08 \text{ Btu/lb}$

Enthalpy gas R-22 =  $103,97 \text{ Btu/lb}$

Jadi panas laten penguapan R-22 pada  $-5^\circ\text{F}$  =

$$(103,97 - 9,08) \text{ Btu/lb}$$

$$= 94,89 \text{ Btu/lb}$$

(c) Kapasitas mesin pendingin tersebut adalah :

$$= 6 \text{ lb/detik} \times 94,89 \text{ Btu/lb} = 569,34 \text{ Btu/detik}$$

$$= (569,34 \times 3600) \text{ Btu/lb} = 2.040.624 \text{ Btu/jam}$$

$$2.040.624 \text{ Btu/jam}$$

$$= \frac{2.040.624}{12.000} = 170,8 \text{ ton of refrigeration.}$$

Contoh 2 :

Berapakah kapasitas mesin pendingin seperti pada contoh 1 jika tempera penguapannya  $10^\circ\text{F}$  ?

Penyelesaian :

$$(a). \text{ Jumlah refrigerant yang menguap} = \frac{9,12 \text{ ft}^3}{1,13 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 8,07 \text{ lb/de}$$

(b). Panas laten penguapan pada  $10^\circ\text{F}$  :

$$= (105,44 - 13,10) \text{ Btu/lb} = 92,34 \text{ Btu/lb}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(c). Kapasitas mesin pendingin} &= (8,07 \times 92,34) \text{ Btu/detik} \\
 &= 745,1838 \text{ Btu/detik} = 2.282.662 \text{ Btu/jam.} \\
 &= 223,56 \text{ ton of refrigeration.}
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Sifat Gas dan Cairan R-22 Jenuh

Temperatur °F	Tekanan		Volume Gas	Enthalpy Cairan	Entalpy c Btu/lb
	Psia	Psim	Ft <sup>3</sup> /lb	Btu/lb	Btu/lb
- 50	11,67	(6,15)	4,22	- 2,51	99,14
- 25	22,09	7,39	2,33	3,83	101,88
- 15	27,87	13,17	1,87	6,44	102,93
- 10	31,16	16,47	1,68	7,75	105,46
- 5	34,75	20,06	1,52	9,08	105,97
0	38,66	23,96	1,37	10,41	104,47
5	42,89	28,19	1,24	11,75	104,56
10	47,46	32,77	1,13	13,10	105,44
25	63,45	48,75	0,86	17,22	106,83
50	98,73	84,03	0,56	24,28	108,95
75	146,91	132,22	0,37	31,61	110,74
86	172,87	158,17	0,32	34,93	111,40
100	210,60	195,91	0,26	39,67	112,11
125	292,62	277,92	0,18	47,37	112,88
150	396,19	381,50	0,12	56,14	112,73

Keterangan : - angka yang dikurung satuannya in.Hg.Vac;  
 - Psia berarti Psi absolut;  
 - Psim berarti Psi menurut manometer.

Cara perhitungan seperti diatas hanya dapat dipergunakan sebagai perkiraan saja, tanpa mengabaikan subcooling cairan yang datang dari katup ekspansi, superheating pada uap yang memasuki kompresor dan penurunan tekanan yang terjadi pada saluran evaporator ke kompresor dan di dalam evaporator. Perhitungan yang paling tepat dengan menggunakan peralatan laboratorium.

Didalam mesin pendingin mekanik refrigeran bersirkulasi dari tangki penampung menuju katup ekspansi, evaporator, kompresor, kondensor dan kembali lagi ke tangki penampung,. Refrigerant berturut-turut mengembun di katup ekspansi, menguap di evaporator, mampat di kompresor dan mengembun di kondensor.

Bagian-bagian utama mesin pendingin absorpsi terdiri atas generator perikolor, separator, absorber, kondensor, evaporator dimana bahan pendingin yang digunakan ammonia yang dilarutkan dalam air.

Kapasitas suatu mesin pendingin ialah kemampuan mesin tersebut untuk menyerap panas dari benda yang didinginkan, umumnya dinyatakan dalam Kkal/jam atau Btu/jam.

Kapasitas mesin pendingin terutama ditentukan oleh tiga hal yaitu:

- ? Jumlah refrigerant yang diuapkan tiap jam.
- ? Temperatur penguapan refrigerant didalam evaporator.
- ? Jenis refrigerant yang dipakai.

Jumlah refrigeran yang diuapkan tiap jam merupakan fungsi langsung dari kompresor, yaitu kemampuan kompresor untuk memindahkan gas dari evaporator, dan ini tergantung dari jumlah dan ukuran silinder kompresor serta kecepatan kompresor.

**d. Tugas :**

1. Carilah mesin pendingin atau dengan cara mengunjungi industri yang menggunakan mesin pendingin yang terdekat !
2. Lakukan obeservasi bagaimana cara kerja dari mesin pendingin mekanis

3. Buatlah rangkuman tentang cara kerja dari mesin pendingin mekanis !
4. Diskusikan hasil observasi dan buatlah laporan hasil pengamatan !
5. Konsultasikan dengan guru jika anda menemui permasalahan !

**e. Tes Formatif**

**Jawablah pertanyaan dengan benar !**

1. Jelaskan bagaimana perjalanan refrigeran dari akhir evaporator sampai kompresor pada mesin pendingin mekanis?
2. Sebutkan komponen-komponen yang penting yang terdapat pada mesin pendingin absorpsi ?
3. Sebutkan 3 hal yang menentukan dari kapasitas suatu mesin pendingin

**f. Kunci Jawaban Tes Formatif**

1. Perjalanan refrigeran dari akhir evaporator sampai ke kompresor pada mesin pendingin mekanis adalah bahwa pada akhir evaporator sem refrigeran telah berbentuk gas yang temperaturnya juga rendah. Gas kemudian masuk kedalam kompresor, dimana gas itu dimanfaatkan hingga tekanannya naik. Kenaikkan tekanan harus cukup tinggi hingga titik kondensasi gas itu menjadi  $35^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ .
2. Komponen-komponen yang penting yang terdapat pada mesin pendingin absorpsi adalah generator (pembangkit), kondensasi (pengembung evaporator (penguap) dan absorber (penyerap).
3. 3 hal yang menentukan dari kapasitas suatu mesin pendingin. Yaitu :
  - a. Temperatur penguapan Jumlah refrigeran yang diuapkan tiap jam.
  - b. refrigeran didalam evaporator.
  - c. Jenis refrigeran yang dipakai.

Acara Praktikum : Pembuktian adanya sirkulasi refrigeran dalam me  
pendingin.

Tempat Tanggal : .....

Tujuan Praktikum : .....

C. Sarana yang digunakan :

- ? Lemari es dalam kondisi baik;
- ? Aliran listrik yang cukup baik arus atau tegangannya;

D. Prosedur Pembuktian :

- ? Siapkan mesin pendingin dalam kondisi dapat dihidupkan;
- ? Hidupkan mesin pendingin tersebut dengan menyalurkan aliran list ke lemari es;
- ? Biarkan beberapa lama sehingga mesin pendingin di dalam te terjadi proses pendinginan;
- ? Amati pada bagian kompresor, kondensor, katup ekspansi, evapora dan bagian-bagian lainnya;
- ? Buatlah laporan hasil pembuktian.





## B. Kunci Jawaban

1. Sarana yang perlu dipersiapkan dalam pembuktian sirkulasi bat pendingin dalam sistem adalah mesin pendingin dalam keadaan b dan aliran listrik yang memadai.
2. Cara menghidupkan mesin pendingin adalah dengan menyambung aliran listrik dengan mesin pendingin dan langkah selanjutnya sak posisikan dalam " ON ".
3. Dalam mesin pendingin tersebut telah terjadi sirkulasi dengan cara
  - ☞ Di evaporator sedang terjadi penyerapan panas yang ditansi temperatur pada evaporator menjadi rendah;
  - ☞ Di kompresor sedang terjadi proses pengisapan dan pemampatan gas refrigeran yang ditandai dengan temperatur pada saluran isap kompresor lebih dingin dan temperatur pada saluran isap lebih tinggi;
  - ☞ Di kondensator sedang terjadi proses kondensasi yang ditandai pada bagian terakhir dari kondensator temperaturnya rendah.

#### IV. PENUT

Modul yang berjudul “ Teori Dasar Mesin Pendingin “ adalah sebagai modul awal dalam mempelajari mesin pendingin yang diharapkan dapat bermanfaat bagi peserta didik sebagai sarana pembelajaran.

Setelah memahami, menguasai dan menyelesaikan modul ini peserta didik dapat mengajukan evaluasi belajar kepada guru pembimbing. Apabila hasilnya telah memuaskan peserta didik dapat melanjutkan ke modul selanjutnya dan apabila merasa belum kompeten peserta didik disarankan untuk belajar kembali sampai hasilnya memuaskan.

## DAFTAR PUSTAI

- Ilyas, Sofyan. 1983. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. Tekn Pendinginan Ikan. Jilid I. CV. Paripurna, Jakarta
- Ilyas, Sofyan. 1983. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. Tekn Pembekuan Ikan. Jilid II. CV. Paripurna, Jakarta
- K, Handoko. 1981. Teknik memilih, memakai, memperbaiki Lemari PT. Ichtar Baru, Jakarta.
- Sunarman dkk. 1977. Mesin Pendingin Petunjuk Untuk Operator Kapal Ikan. Priga - Jakarta



## I. PENDAHULUAN

### A. Deskripsi

Ilmu pendingin adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang perubahan panas yang lebih rendah dari pada temperatur atmosfer. Sedangkan mesin pendingin adalah mesin yang didalamnya terjadi siklus refrigerasi dengan menggunakan bahan pendingin dalam sistem sehingga terjadi perubahan panas dan tekanan.

Siklus yang terjadi pada mesin pendingin dikarenakan adanya aliran bahan pendingin yang mengalir secara kontinyu. Pada mesin pendingin mekanis terjadinya siklus tersebut karena adanya kompresor sebagai jantung dari mesin pendingin yang memompakan refrigeran ke seluruh kompor dalam sistem.

Komponen-komponen utama pada mesin pendingin mekanis terdapat kompresor, kondensor, receiver, pengering, saringan, katup ekspansi dan evaporator. Penggunaan komponen-komponen mesin pendingin banyak jenisnya hal ini tergantung dari mesin pendingin yang digunakan yang disesuaikan dengan keperluan.

Modul ini terbagi terdiri dari 1 (satu) uraian materi yang membahas tentang jenis-jenis kompresor, jenis-jenis kondensor, tangki penampung (receiver), jenis-jenis pengering (drier), jenis-jenis saringan (strainer), jenis-jenis katup ekspansi dan jenis-jenis evaporator.

Setelah mempelajari modul ini secara umum peserta didik diharapkan akan memperoleh pengetahuan serta menguasai dari kegiatan belajar dengan uraian materi sehingga diharapkan dapat mempelajari modul-modul selanjutnya.



### B. Prasyarat

Modul ini diperuntukan bagi peserta didik pada Sekolah Menengah Kejuruan Program Keahlian Teknika Perikanan Laut dengan syarat telah mempelajari dan menguasai modul 1 dengan kode modul PK.TPL.K.01.M.

### C. Cek Kemampuan

Isilah kotak "Ya" atau "Tidak" di sebelah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan tanda v sesuai dengan jawaban Anda.

No	PERTANYAAN	YA	TIDAK
1.	Anda menjelaskan 5 klasifikasi mesin pendingin yang banyak digunakan ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Apa anda mengetahui kegunaan dari kompresor ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Anda mampu sebutkan 3 jenis kondensor ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Apa anda mengetahui tentang receiver ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Apa anda mengetahui syarat-syarat bahan pengering ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Apa anda mengetahui cara kerja katup ekspansi Thermostatik ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Apa anda mengetahui kegunaan dari evaporator ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Apabila anda menjawab " TIDAK" pada salah satu pertanyaan di atas, pelajarilah unit modul Identifikasi Komponen-komponen pokok mesin pendingin lagi. Apabila anda menjawab " Ya " pada seluruh pertanyaan, maka lanjutkan menjawab atau mengerjakan evaluasi yang ada pada unit modul ini.

#### **D. Petunjuk Penggunaan Modul**

1. Rambu –rambu belajar bagi siswa untuk menggunakan unit modul ini
  - a. Untuk dapat memahami dan menguasai modul ini dengan baik, peserta didik perlu :
    - ? Menpelajari dari awal sampai akhir serta pahami betul isi yang terkandung dalam modul ini;
    - ? Menjawab pertanyaan-pertanyaan yang tercantum dalam modul, point cek kemampuan, untuk mengetahui apakah peserta didik telah memahami dan menguasai;
    - ? Mengerjakan latihan-latihan dan mengidentifikasi dengan alat peraga komponen-komponen pokok mesin pendingin yang telah disediakan secara sungguh-sungguh.
  - b. Untuk mengerjakan praktikum, peserta didik harus menyiapkan :
    - ? Alat-alat tulis;
    - ? Sarana praktek;
    - ? Pakaian praktek.
  - c. Setelah menyelesaikan unit modul ini, peserta didik diharapkan kompeten dalam mengidentifikasi komponen-komponen pokok mesin pendingin ;
  - d. Jika peserta didik telah merasa kompeten hal ini sebagai point untuk dapat mengajukan Assesmen ke lembaga sertifikasi profesi, apabila belum kompeten peserta didik dapat mempelajari kembali;



- e. Apabila peserta didik merasa kesulitan diskusikan dengan teman atau konsultasikan dengan guru pembimbing.
2. Peran guru dalam penggunaan modul ini :
    - a. Guru sebagai fasilitator, membantu peserta didik dalam merencanakan proses belajar;
    - b. Membimbing dan mengkoordinir tugas-tugas serta melatih peserta didik yang dijelaskan dalam tahap belajar;
    - c. Membantu peserta didik dalam memahami konsep dan praktik serta menjawab pertanyaan yang disampaikan peserta didik;
    - d. Mengkoordinir dan membentuk kelompok praktikum atau kelompok belajar peserta didik;
    - e. Merencanakan instruktur atau seorang tenaga ahli di instansi/perusahaan yang kompeten jika diperlukan;
    - f. Melakukan evaluasi dan penilaian terhadap peserta didik;
    - g. Menjelaskan kepada peserta didik untuk rencana pemelajaran selanjutnya;
    - h. Mencatat data pencapaian kemajuan belajar peserta didik.

### **E. Tujuan Akhir**

1. Siswa dapat memahami dan dapat menguasai identifikasi komponen-komponen pokok mesin pendingin sehingga dapat melanjutkan modul selanjutnya;
2. Kondisi yang diberikan meliputi kegiatan belajar di kelas juga belajar dengan alat peraga sehingga peserta didik memahami dan menguasai dengan jelas.



## F. Kompetensi

Kompetensi yang disampaikan adalah “ Mengoperasikan dan Merawat Mesin Pendingin “ dengan sub kompetensi terdiri atas :

1. Memahami identifikasi komponen-komponen utama mesin pendingin dengan kriteria kinerja peserta didik dapat mengidentifikasi komponen-komponen mesin pendingin sesuai fungsinya;
2. Ruang lingkup kompetensi dengan
  - ✍ sikap cermat dalam mengidentifikasi komponen-komponen utama mesin pendingin;
  - ✍ pengetahuan dapat menjelaskan komponen-komponen utama mesin pendingin;
  - ✍ Keterampilan dapat mengidentifikasi komponen-komponen utama mesin pendingin.



## II. PEMBELAJARAN

### A. Rencana Belajar Siswa

- o Program Keahlian : Teknika Perikanan Laut.
- o Kompetensi : Mengoperasikan dan Merawat Mesin Pendingin
- o Sub Kompetensi : Identifikasi Komponen-Komponen Pokok Mesin Pendingin
- o Alokasi Waktu : 9 jam @ 45 menit

Tanggal	Jenis Kegiatan	Waktu	Tempat Pembelajaran
	Jenis kegiatan tentang identifikasi komponen-komponen pokok mesin pendingin meliputi : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mengikuti tutorial oleh guru;</li> <li>o Diskusi kelompok;</li> <li>o Membuat bukti belajar .</li> <li>o Membuktikan melalui praktikum di bawah bimbingan guru.</li> <li>o Membuktikan melalui praktikum secara mandiri.</li> <li>o Membuat laporan hasil pembuktian praktikum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>o Ruang teor</li> <li>o Ruang teor</li> <li>o Ruang teor</li> <li>o Ruang pra mesin penc</li> <li>o Ruang pr mesin penc</li> <li>o Ruang pra mesin penc</li> </ul>

Menyetujui;

.....  
Peserta Didik,

.....

.....



## B Kegiatan Belajar

# Identifikasi Komponen-Komponen Pokok Mesin Pendingin

### a. Tujuan kegiatan pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini peserta didik diharapkan dapat memahami dan menguasai dan mengidentifikasi komponen – komponen mesin pendingin yang terdiri dari kompresor, kondensator, receiver, filter, dry katup ekspansi dan evaporator.

### | b. Uraian Materi

### Klasifikasi Mesin Pendingin

Mesin pendingin berdasarkan klasifikasi terbagi atas :

1. Domestic Refrigeration adalah mesin pendingin yang diperlukan untuk peralatan rumah tangga seperti lemari es;
2. Commercial Refrigeration adalah mesin pendingin untuk keperluan komersial yang sifatnya lebih besar dari domestic refrigeration misalnya mesin-mesin pendingin yang dipergunakan di supermarket dan restoran;
3. Industrial Refrigeration adalah mesin pendingin yang digunakan di pabrik-pabrik atau industri-industri seperti Pabrik es, Pabrik kimia, dll.
4. Marine Refrigeration adalah mesin pendingin yang banyak digunakan pada kapal-kapal laut;
5. Air Conditionary (AC) adalah mesin pendingin yang digunakan untuk merendahkan suhu ruangan dengan menghasilkan kelembaban udara sesuai yang diperlukan.



Komponen-komponen pada mesin pendingin diantaranya kompresor, kondensator, receiver, pengering, saringan, katup ekspansi, evaporator dan sebagainya. Lebih lengkapnya dapat dijelaskan pada uraian selanjutnya.

### **Komponen-Komponen Mesin Pendingin**

#### 1. Kompresor

Kompresor adalah bagian terpenting dari mesin pendingin. Pada tubuh manusia kompresor dapat diumpamakan sebagai jantung yang memompa darah ke seluruh tubuh, sedangkan kompresor menekan bahan pendingin ke semua bagian dari sistem.

Pada mesin pendingin kompresor bekerja membuat perbedaan tekanan, sehingga bahan pendingin dapat mengalir dari satu bagian ke bagian lain dari sistem. Karena adanya perbedaan tekanan antara sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah, maka bahan pendingin cair dapat mengalir melalui katup ekspansi ke evaporator.

Temperatur uap mampat yang keluar dari kompresor berkisar antara  $65^{\circ} - 140^{\circ}\text{C}$  hal ini tergantung dari jenis refrigeran yang dipakai serta kondisi kerja mesin secara keseluruhan.

Kompresor pada mesin pendingin gunanya :

- a. Menurunkan tekanan di dalam evaporator, sehingga bahan pendingin cair di evaporator dapat menguap pada suhu yang lebih rendah dan menyerap panas lebih banyak di dekat evaporator;
- b. Menghisap bahan pendingin gas dari evaporator dengan suhu rendah dan tekanan rendah kemudian memampatkan gas tersebut sehingga menjadi gas bertemperatur tinggi dan tekanan tinggi, kemudian mengalirkannya ke kondensator.

Jenis-jenis kompresor yang sering digunakan dilihat dari bentuk konstruksinya terdiri atas :



? Identifikasi Komponen-Komponen Pokok Mesin Pendingin

- a. Kompresor terbuka ;
- b. Kompresor hermetik;
- c. Kompresor semi hermetik.

a. Kompresor Terbuka (*Open Type*)

Kompresor terbuka adalah kompresor yang terpisah dari tenaga penggerakannya. Tenaga penggerak kompresor umumnya motor listrik (c) juga terdapat sebagai tenaga

penggerakannya digunakan motor bakar atau motor hidrolik yang dihubungkan dengan poros melalui sambungan fleksibel atau melalui sabuk (V-belt) dengan bantuan puli dan roda gila.

Pada cold storage, pabrik es atau pada kapal-kapal ikan umumnya dipergunakan jenis kompresor jenis terbuka yang menggunakan torak atau disebut juga reciprocating compressor untuk memampatkan uap refrigeran. Jumlah silinder kompresor sampai 6, 8 dan 16 buah disusun secara vertikal atau horizontal membentuk huruf V atau W.

- |                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| 1. Katup Penutup pada pipa isap | 7. Puli alur-V     |
| 2. Saringan isap                | 8. Sekat poros     |
| 3. Silinder                     | 9. Poros engkol    |
| 4. Pegas keamanan               | 10. Pompa minyak   |
| 5. Torak                        | 11. Katup keamanan |
| 6. Katup penutup pada pembuang  |                    |

Gambar 1 Konstruksi kompresor Terbuka (Kompresor torak silinder ganda)  
Sumber : Penyebaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981



b. Kompresor Hermetik.

Kompresor Hermetik adalah kompresor dan motor penggerak dihubungkan menjadi satu didalam satu rumah atau kubah yang kedap ud membentuk satu unit. Jenis kompresor hermetik terdiri atas kompre torak dan kompresor rotari. Kompresor torak pada kompresor herme mempunyai satu silinder atau beberapa silinder.

A. Rotor	B. Stator	C. Silinder	D. Torak
E. Batang torak	F. Poros	G. Poros engkol	H. Rumah
I. Sambungan rumah dilas	J. Terminal		

Gambar 2 Kompresor Hermetik Tecumseh model AE  
Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko K, 1981

Keuntungan penggunaan kompresor hermetik :

- ? Tidak memakai sil pada porosnya, sehingga jarang terjadi keboco bahan pendingin;
- ? Bentuknya kecil, kompak dan harganya lebih murah;

? *Identifikasi Komponen-Komponen Pokok Mesin Pendingin*

? Tidak memakai tenaga penggerak dari luar, suaranya lebih tenang dan getarannya kecil.

Keugiannya penggunaan kompresor hermetik :

- ? Bagian yang rusak di dalam rumah kompresor tidak dapat diperbaiki sebelum rumah kompresor dipotong;
- ? Minyak pelumas di dalam kompresor hermetik sukar diperiksa.

c. Kompresor Semi Hermetik.

Kompresor Semi Hermetik adalah kompresor yang merupakan bagian dari sistem terbuka, motor penggerak dan kompresor dalam satu unit dan rotor motor listrik tersebut berada di dalam perpanjangan ruang engkol dari kompresor. Dengan demikian tidak diperlukan penyekat poros, sehingga dapat dicegah terjadinya kebocoran gas refrigeran, disamping konstruksinya lebih kompak dan bunyi mesin lebih halus.

- |                          |                            |                          |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1. Tutup kepala silinder | 9. Saringan minyak pelumas | 16. Saringan gas masuk   |
| 2. Kepala silinder       | 10. Batang penghubung      | 17. Tutup                |
| 3. Flens dari pipa buang | 11. Poros engkol           | 18. Flens dari pipa isap |
| 4. Silinder              | 12. Beban keseimbangan     | 19. Motor                |
| 5. Torak                 | 13. Bantalan utama         | 20. Terminal listrik     |
| 6. Pena torak            | 14. Rumah engkol           | 21. Tutup terminal       |
| 7. Pompa roda gigi       | 15. Tutup motor            | 22. Kepala pengaman      |
| 8. Logam bantalan        |                            |                          |

A. Kompresor Hermetik dirangkai dengan kondensator

B. Penampang Kompresor dengan bagian-bagiannya

**Gambar 3. Kompresor Semi Hermetik**

Sumber : Penyegaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981 dan Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

## 2. Kondensor

Kondensor berfungsi mengembunkan uap mampat yang berasal dari kompresor dengan cara membuang semua panas yang telah diambil oleh refrigeran, yang terdiri atas :

- ? Panas yang diserap refrigeran selama menguap di evaporator;
- ? Panas yang diberikan oleh kompresor pada waktu pemampatan.

Temperatur uap mampat yang memasuki kondensor berkisar 65 – 140°C dan pada temperatur ini uap tersebut dalam keadaan tak jenuh dan untuk dapat dikondensasikan temperaturnya harus diturunkan sampai menjadi jenuh yaitu 35 – 40°C. Pendinginan lebih lanjut menyebabkan uap jenuh itu mengembun, menghasilkan cairan pada temperatur yang sama. Temperatur ini umumnya 7,5 – 9°C di atas temperatur air pendingin. Cairan yang diperoleh seringkali masih didinginkan lagi hingga mencapai cairan jenuh (cairan subcooled) yang terdiri dari 100 % cairan.

Dalam sistem kondensor ditempatkan setelah kompresor dan berdasarkan zat yang mendinginkannya kondensor dapat dibagi dalam tiga macam antara lain :

- a. Kondensor dengan pendingin air (*water cooled*);
- b. Kondensor dengan pendingin campuran udara dan air (*evaporative*);
- c. Kondensor dengan pendingin udara (*air cooled*).

Kondensor dengan pendingin air, campuran udara dan air digunakan untuk sistem yang besar, sedangkan kondensor dengan pendingin udara digunakan pada lemari-lemari es dan alat pendingin ruangan (AC).

### a. Kondensor dengan Pendingin Air (*Water Cooled*)

Jenis-jenis kondensor dengan pendingin air antara lain kondensator tabung dan pipa horizontal serta kondensator tabung dan koil



### 1) Kondensor Tabung dan Pipa Horizontal

Kondensor tabung dan pipa horizontal banyak dipergunakan pada kondensator berukuran kecil sampai besar, seperti terlihat pada gambar 4 dalam kondensator tabung dan pipa terdapat banyak pipa pendingin, dimana air pendingin mengalir didalam pipa-pipa tersebut.

Air pendingin masuk ke kondensator dari bagian bawah, kemudian masuk ke dalam pipa-pipa pendingin dan keluar pada bagian atas. Jumlah saluran air pendingin yang terbentuk oleh sekat-sekat maksimum yang biasa dipergunakan adalah 12. Tekanan aliran air pendingin di dalam pipa bertambah besar dengan bertambah banyaknya saluran dan sirkulasi air pada kondensator mempengaruhi banyak panas yang diserap oleh air pendingin. Air pendingin yang mempunyai kecepatan tinggi cenderung melepaskan panas ke refrigeran lebih banyak, hanya akibat yang mungkin terjadi yaitu gesekan antara air dan pipa-pipa dalam kondensator, oleh karena itu kecepatan aliran air harus dibatasi yaitu antara 1,5 – 2,0 m/detik.

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. Lubang air pendingin masuk dan keluar | 5. Pengukur muka cairan    |
| 2. Pelat pipa                            | 6. Lubang refrigeran masuk |
| 3. Pelat distribusi                      | 7. Lubang refrigeran       |
| 4. Pipa bersirip                         | 8. Penyumbat               |
|  | 9. Tabung                  |

Gambar 4 Kondensator Tabung dan Pipa Horizontal dengan Pendingin Air  
Sumber : Penyebaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981

Kondensator yang digunakan di laut umumnya menggunakan air laut sebagai media pendinginnya, hanya akan timbul masalah yang harus diatasi sebab air laut cenderung mempercepat proses terjadinya karat, maka

untuk mengatasi terbentuknya karat dipasang zinc plate. Zinc plate berfungsi untuk memperlambat proses persenyawaan antara air laut dan logam. Penggantian zinc plate pada kondensator dilakukan 3 bulan sekali apabila kondensator digunakan secara kontinu.

## 2) Kondensator Tabung dan Koil

Kondensator tabung dan koil banyak dipergunakan pada unit dengan Freon sebagai refrigeran berkapasitas relatif kecil misalnya pada penyejuk udara jenis paket, pendingin air dan sebagainya. Pada gambar digambarkan kondensator tabung dan koil dengan koil pipa pendingin di dalam tabung yang dipasang pada posisi vertikal.

Pada kondensator tabung dan koil, air mengalir di dalam koil pendingin, endapan dan kerak yang terbentuk di dalam pipa harus dibersihkan dengan mempergunakan zat kimia (*deterjen*).

Gambar 5 Kondensator Tabung dan Koil dengan Pendingin Air

Sumber : Penyejukan Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981

### 3) Kondensor Jenis Pipa Ganda

Kondensor jenis pipa ganda seperti pada gambar 6, merupakan susunan dari dua pipa koaksial di mana refrigeran mengalir melalui saluran yang terbentuk antara pipa-dalam dan pipa-luar dari atas ke bawah. Sedangkan air pendingin mengalir di dalam pipa-dalam arah berlawanan dengan arah aliran refrigeran.

Pada mesin pendingin berkapasitas rendah dengan Freon sebagai refrigeran, dipergunakan pipa-dalam dan pipa-luar terbuat dari tembaga. Kecepatan aliran di dalam pipa pendingin kira-kira 1 sampai 2 m/detik. Sedangkan perbedaan antara temperatur air pendingin keluar dan masuk pipa pendingin (kenaikan temperatur air pendingin di dalam kondensor) kira-kira 8 sampai 10°C.

#### Gambar 6 Kondensor Jenis Pipa Ganda dengan Pendingin Air

Sumber : Penyejukan Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981

#### b. Kondensor dengan pendingin campuran udara dan air (*evaporative*);

Kondensor dengan pendingin campuran udara dan air (gambar 7) di mana gas refrigeran dialirkan dalam pipa-pipa yang berada dalam rumah rumah lalu air pendingin melalui bantuan pompa disemprotkan di atas kondensor. Udara sebagai pendingin kedua dihisap melalui bantuan kipas (*blower*) yang berada di bagian atas dari rumah-rumah, sehingga terjadi sirkulasi udara dari bawah kondensor yang sekaligus dapat mendinginkan pipa-pipa kondensor yang disemprotkan juga mendinginkan pipa-pipa kondensor.

1. Uap tekanan tinggi masuk ke pipa Kondensor;
2. Refrigeran cair keluar dari pipa kondensor;
3. Bak penampung air pendingin;
4. Pompa sirkulasi air, memompa ke atas;
5. Penyemprot air pendingin kepada pipa kondensor;
6. Pemasukan air melalui mekanisme pengaturan dengan pelampung;
7. Udara pendingin dari luar masuk yang dihisap oleh kipas udara (blower);
8. Kipas udara (blower);
9. Udara keluar dari kipas udara (blower)

Gambar 7 Kondensor Pendingin Campuran Udara dan Air

Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Teknik Pendinginan, Sofyan Ilyas, 1983

c. Kondensor dengan pendingin udara (*air cooled*).

Udara yang mendinginkan kondensor dapat mengalir secara alami atau dapat pula ditiupkan oleh fan motor. Mesin pendingin yang berkapasiti kecil seperti umumnya lemari es yang dipergunakan di rumah-rumah memakai kondensor dengan pendingin udara secara alamiah (konveksi) sedangkan lemari es yang berkapasiti lebih besar memakai kondensor dengan fan motor. Fan motor dapat meniupkan udara ke arah kondensor dalam jumlah yang lebih besar, sehingga kapasitas kondensor lebih besar.

Beberapa faktor yang menentukan kapasitas kondensor :

- 1). Luas permukaan yang didinginkan dan perpindahan kalornya;
- 2). Jumlah udara per menit yang dipakai untuk mendinginkan;
- 3). Perbedaan suhu antara bahan pendingin dengan udara luar;
- 4). Sifat dan karakteristik bahan pendingin yang dipakai.

1. Kondensor dengan Jari-jari Penguat
2. Kondensor Pipa dengan Plat Besi
3. Kondensor dengan Sirip

Gambar 8 Beberapa Jenis Kondensor dengan Pendingin Udara

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

### 3. Tangki Penampung (*Receiver*)

Receiver pada mesin pendingin pada umumnya berbentuk tabung digunakan untuk menampung sementara waktu refrigerant cair dari kondensor sebelum masuk ke katup ekspansi, Receiver harus diusahakan sedemikian rupa supaya dapat melayani kebutuhan refrigerant sesuai dengan perubahan beban. Disamping itu berfungsi untuk menampung refrigerant cair baik waktu mesin refrigerant direparasi atau berhenti untuk waktu yang lama.

Adanya receiver pada mesin pendingin menandakan bahwa mesin pendingin tersebut berkapasitas cukup besar, karena kondensor mampu lagi menampung sejumlah besar refrigerant cair. Oleh karena itu penempatan receiver terletak dibawah kondensor. Jadi tak ada refrigerant cair yang tertampung di kondensor. Kondensor hanya bersifat mendinginkan gas dari kompresor supaya menjadi cairan lalu mengalir ke receiver.

Lain halnya dengan mesin-mesin refrigerasi yang berkapasitas rendah kondensor pada mesin tersebut berfungsi selain untuk mendinginkan gas refrigerant, juga digunakan untuk menampung sementara waktu refrigerant

cair sebelum mengalir ke bagian yang lainnya. Gambar 9 memperlihatkan bentuk dari receiver yang biasa digunakan pada mesin pendingin yang berkapasitas lebih besar.

Gambar 9 Tangki Penampung Cairan Refrigeran (*Receiver*)

Sumber : Penyegaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981

4. Pengereng (*Drier*)

Salah satu komponen dari sistem refrigerant yang dapat menyerap air disebut pengereng. Bentuk pengereng bermacam-macam tergantung dari mesin pendingin yang digunakan. Adapun pengereng yang banyak dipakai pada mesin pendingin yang besar seperti berbentuk tabung kecil yang berdesakan. Tujuan lain memakai pengereng adalah untuk menyerap kotoran seperti : asam, hasil uraian minyak pelumas, ter, lumpur, dan endapan endapan, karena oil separator diragukan tidak memisahkan semua minyak pelumas yang terbawa refrigerant.

Pengereng pada sistem refrigerasi yang besar ditempatkan pada tekanan tinggi dari sistem, yaitu pada saluran cairan (*liquid line*) di depan ekspansi valve. Gambar 10 di bawah ini memperlihatkan bentuk pengereng

- A. Pengerig untuk mesin pendingin kapasitas besar
- B. Pengerig yang digunakan pada lemari es

### Gambar 10 Pengerig (*Drier*)

Sumber : Penyebaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981 dan Teknik Memilih, Memakai, Memper Lemari Es, Handoko, 1981

Secara biasa memang faedah dari pengerig tidak segera diketaf tetapi apabila kita tak memakainya akan berakibat :

1. Uap air dalam sistem dapat membeku dan membuat sistem menj buntu.
2. Uap air akan bereaksi dengan bahan pendingin dan minyak pelun kompresor, sehingga membentuk asam dan menyebabkan korosi.
3. Air dan asam dapat merusak minyak pelumas kompresor memben endapan yang dapat membuat buntu saringan dan katup ekspa juga dapat mengganggu serta merusak kompresor.

Syarat-syarat bahan pengerig (*dessicant*) harus :

- 1). Dapat mengurangi jumlah uap air dalam sistim dan terus mene menyimpan uap air tersebut sampai suhu 60°C, tanpa mempengaruhi efensiensi kapasitاس dan kecepatan aliran bahan pendingin.
- 2). Tidak bereaksi dengan minyak pelumas kompresor, bahan pending atau benda-benda lain yang dipakai pada sistim refrigerasi.
- 3). Tidak dapat dilarutkan oleh semua cairan yang ada didalam siste setelah menjadi jenuh dapat diaktifkan kembali.

Zat pengering yang banyak dipakai pada mesin-mesin pendingin yaitu dari jenis silika gel (silicon dioksida  $\text{SiO}_2$ ), berbentuk butir-butir kristal, berwarna putih atau biru, mempunyai sifat-sifat :

- 1). Tidak beraksi dengan minyak pelumas kompresor.
- 2). Dapat menyerap uap air dan asam secara absorpsi, tidak terjadi perubahan kimia pada silika gel itu sendiri.
- 3). Dapat menyerap air sampai 40% dari beratnya sendiri.
- 4). Setelah menjadi jenuh dapat diaktifkan kembali melalui pemanasan  $120-250^\circ\text{C}$ , dan setelah dingin dapat dipergunakan lagi.

Adapun jenis lain dari bahan pengering diantaranya : Alumina Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Calcium Chlorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dan Molecular Sieve ( $\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ).

##### 5. Saringan (*Strainer*)

Fungsi saringan adalah untuk menyaring kotoran di dalam sistem supaya tidak ikut bersirkulasi bersama refrigeran, jika kotoran ikut terbawa mengakibatkan rusaknya kompresor, magnetik valve, katup ekspansi dan katup-katup lainnya. Kotoran-kotoran tersebut terdiri dari logam yang hancur, potongan logam, sisa solder, flux, kerak, karat besi, dan lain sebagainya yang tidak diperlukan dalam sistem.

Ukuran saringan yang digunakan berkisar antara 100-150 mesh yang artinya tiap panjang 1 (satu) inci terdapat 100-150 kawat. Jadi dalam (satu) inci terdapat 10.000-22.500 lubang. Adapun mata saringan yang biasa digunakan untuk pipa cairan tekanan tinggi berukuran 40 mesh, dan untuk pipa gas isap berukuran 120 mesh. Gambar 11 di bawah ini adalah bentuk dari saringan.



- A. Saringan digunakan selain pipa kapiler
- B. Saringan dengan 1,2,3 lubang pipa kapiler

Gambar 11 Saringan (*Strainer*)

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

#### 6. Katup Ekspansi (*Expansion Valve*)

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 ekspansi manual (*manual expansion valve*)
- b. Katup ekspansi thermostatik (*thermostatic expansion valve*)
- c. Katup ekspansi tekanan tetap (*constant pressure expansion valve*) atau lebih dikenal dengan *automatic expansion valve*
- d. Katup apung (*float valve*)
- e. Pipa kapiler (*capillary tube*)

Penjelasan secara lebih terperinci dari kelima katup ekspansi tersebut seperti berikut ini :

a. Katup Ekspansi Manual (*Manual Expansion Valve*)

Katup ekspansi manual seperti terlihat gambar 12 banyak dipakai pada evaporator basah dan pada dasarnya sama dengan katup penyumbat biasa tetapi celah katup dan penyumbatnya dibuat lebih halus sehingga be-lubang yang terbuka dapat diatur dari yang paling kecil sampai yang paling besar. Pada handel pemutarnya diberi skala sehingga lebar celah katup yang terbuka dapat diketahui.

Gambar 12. Katup Ekspansi Manual

Sumber : Penyebaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981

b. Katup Ekspansi Thermostatik (*Thermostatic Expansion Valve*)

Katup ekspansi thermostatik banyak digunakan pada evaporator kering seperti di kapal-kapal ikan. Cara kerja katup ekspansi thermostatik dengan cara mengatur jumlah aliran refrigerant secara otomatis yang menyesuaikan dengan beban pendinginan dan kerja katup ini dikendalikan oleh temperatur dan tekanan gas refrigerant yang meninggalkan evaporator. Bila be-

pendinginan bertambah maka temperatur dan tekanan uap tersebut naik, c sebaliknya bila beban tersebut berkurang temperatur dan tekanan itu turun

Katup ekspansi termostatik mempunyai perlengkapan yang dapat mengetahui dengan tepat perubahan-perubahan tersebut. Sebuah tabung perasa (sensor temperatur) yang dihubungkan dengan katup ekspansi melalui pipa kapiler ditempatkan melekat pada pipa akhir evaporator berguna untuk mengetahui temperatur gas ditempat itu. Selain itu sebuah pipa-imbang menghubungkan katup ekspansi dengan pipa akhir evaporator dekat dengan tempat terpasangnya tabung perasa, berguna untuk mengetahui tekanan gas didalamnya. Gambar 13 memperlihatkan jenis katup ekspansi termostatik yang dilengkapi dengan tabung perasa (sensor temperatur).

1. Lubang masuk cairan refrigeran;
2. Katup jarum;
3. Lubang keluar refrigeran;
4. Diafragma;
5. Ruang luar diafragma;
6. Ruang dalam diafragma;
7. Sensor temperatur (panas);
8. Terminal pipa penyama tekanan;
9. Badan katup atas;
10. Badan katup bawah;
11. Paking;
12. Pegas;
13. Sekrup pengatur;
14. Sekrup putar.

Gambar 13. Katup Ekspansi Termostatik  
Sumber : Penyegaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981

Tabung perasa berisi campuran gas dan cairan refrigerant dari jenis yang umumnya sama dengan yang dipakai pada mesin pendingin yang bersangkutan, tetapi dapat juga berlainan dan bahkan mungkin dapat dicampurkan bahan absorbent. Tabung ini harus ditempelkan rapat pada paku akhir evaporator sehingga setiap perubahan temperatur dapat segera diikutinya. Perubahan temperatur tersebut dengan sendirinya mempengaruhi tekanan di dalam tabung perasa.

c. Katup Ekspansi Tekanan Tetap (*Constant Pressure Expansion Valve*)

Katup ekspansi tekanan konstan adalah katup ekspansi dimana katup digerakkan oleh tekanan di dalam evaporator, untuk mempertahankan superheat di dalam evaporator konstan. Pada jenis katup ini katup dan katup jarum dihubungkan oleh batang penunjang seperti pada gambar 14.

Gambar 14. Katup Ekspansi Tekanan Tetap  
Sumber : Penyebaran Udara, Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981

Bagian bawah dari below berhubungan dengan lubang keluar sehingga menerima tekanan evaporator. Sebuah pegas dipasang pada bagian atas dan bawah. Gaya pegas dapat diatur dengan memutar knob pengatur. Pipa cair refrigerant dihubungkan dengan katup ekspansi pada bagian lubang masuk dari katup ekspansi.

d. Katup Apung (*Float Valve*)

Katup apung terbagi dalam 2 jenis yaitu katup apung sisi tekanan rendah dan katup apung sisi tekanan tinggi hal ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1). Katup Apung Sisi Tekanan Rendah

Katup apung sisi tekanan rendah juga disebut Low pressure side float valve atau Low side float. Pelampung berada di dalam tabung evaporator pada bagian sisi tekanan rendah.

Jika evaporator menyerap panas disekitarnya, maka bahan pendingin akan menguap dan permukaan cairan di dalam tabung akan menurun. Pelampung (floater) di dalam tabung juga akan turun dan membuka lubang. Bahan pendingin cair dengan tekanan yang lebih tinggi akan mengalir masuk ke dalam tabung, untuk menggantikan cairan yang telah menguap tanpa dipengaruhi oleh suhu dan tekanan di dalam evaporator.

Lubang saluran hisap ditempatkan di dalam tabung pada bagian atas sehingga pada keadaan normal hanya bahan pendingin gas saja yang dapat mengalir melalui lubang tersebut. Bahan pendingin cair tidak dapat mencair melalui lubang tersebut.

Kedudukan pelampung di dalam tabung dapat diatur, disesuaikan dengan suhu di dalam evaporator yang dikehendaki. Jika pelampung di atas kedudukan terlalu rendah, maka suhu di evaporator menjadi sangat rendah (dingin). Pada keadaan suhu yang sangat rendah ini, minyak ya

terbawa oleh bahan pendingin tidak dapat ikut dengan bahan pendingin kembali ke kompresor.

Gambar 15. Katup Apung Sisi Tekanan Rendah

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

Sebaliknya jika pelampung diatur pada kedudukan terlalu tinggi, bahan pendingin cair di dalam tabung akan menjadi penuh dan dapat mengalir melalui saluran hisap ke kompresor. Bagian luar dari saluran hisap dapat menjadi es dan bahan pendingin cair akan masuk ke dalam kompresor yang dapat menyebabkan kerusakan pada kompresor.

2). Katup Apung Sisi Tekanan Tinggi

Katup apung sisi tekanan tinggi juga disebut High pressure side float valve atau High side float. Pelampung dan jarum ditempatkan pada bagian sisi tekanan tinggi dari sistem, yaitu pada saluran cairan (liquid line). Perbedaan dengan katup apung sisi tekanan rendah, yaitu : tabung pelampung dan keran ditempatkan di luar evaporator, maka dapat diperoleh lebih banyak ruangan kosong pada evaporator.

Gunanya katup apung sisi tekanan tinggi untuk mengatur dan mempertahankan tinggi permukaan bahan pendingin cair pada sisi tekanan tinggi dari sistem.

Bahan pendingin cair dari kondensor mengalir masuk ke dalam tabung (*float chamber*). Permukaan cairan di dalam tabung akan naik, menggerakkan pelampung (*float ball*) dan membuka jarum (*valve pin*), sehingga bahan pendingin cair mengalir keluar dari tabung lalu masuk ke evaporator.

#### Gambar 16. Katup Apung Sisi Tekanan Tinggi

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

Sistem dengan katup apung sisi tekanan tinggi tidak boleh memakai penampung cairan (*liquid receiver*), kecuali jika penampung cairan sendiri dipakai sebagai tabung tempat pelampung. Penampung cairan dapat dipakai sebagai tabung (*float chamber*), atau memakai lain tabung tersendiri. Katup apung sisi tekanan tinggi ini hanya dipakai pada sistem yang mempunyai jumlah isi bahan pendingin yang kritis atau harus tepat jumlahnya.

Pada pengisian bahan pendingin yang terlalu banyak (*overcharge*) akan menyebabkan bahan pendingin meluap dari evaporator dan mengalir melalui saluran hisap ke kompresor, dapat merusak katup kompresor. Pada

sistem yang kurang isi bahan pendingin (undercharge), jumlah bat pendingin cair yang mengalir masuk ke evaporator terbatas (kurang sehingga evaporator tidak dingin.

Agar pelampung dapat bekerja dengan baik, tabung harus pada kedudukan mendatar, jangan miring. Katup apung sisi tekanan tinggi lebih banyak dipakai daripada katup apung sisi tekanan rendah, tetapi keduanya sekarang sudah jarang dipakai lagi.

e. Pipa Kapiler (*Capillary Tube*)

Pipa kapiler sering dipakai pada mesin pendingin berkapasitas rendah seperti pada penyegar udara, pendingin air minum, dan sebagainya. Pipa kapiler adalah pipa kecil berdiameter dalam 0,8 sampai 2,0 mm, dan panjangnya kurang lebih 1 meter.

Pipa kapiler dipasang sebagai pengganti katup ekspansi. Tahanan di pipa kapiler inilah yang dipergunakan untuk menurunkan tekanan. Diameter dan panjang pipa kapiler ditetapkan berdasarkan kapasitas pendingin kondisi operasi dan jumlah refrigerant dari mesin pendingin yang bersangkutan.

Pipa kapiler tidak boleh dibengkok terlalu tajam, karena dapat menyebabkan lubang pipa kapiler tersebut menjadi buntu. Pipa kapiler menghubungkan saringan dan evaporator, merupakan batas antara tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah dari sistem. Pada bagian tengah sepanjang mungkin dilekatkan dengan saluran hisap dan disolder. Bagian yang disolder ini disebut Penukar kalor (Heat exchanger)

Sistem yang memakai pipa kapiler berbeda dengan yang memakai katup ekspansi atau katup apung. Pipa kapiler tidak dapat menahan atau menghentikan aliran bahan pendingin pada waktu kompresor sedang berhenti. Waktu kompresor dihentikan, bahan



pendingin dari sisi tekanan tinggi akan terus mengalir ke sisi tekanan rendah sampai tekanan pada kedua bagian tersebut menjadi sama disebut Waktu penyamaan tekanan (Equalization time) dan lemari es memerlukan waktu lima menit untuk menyamakan tekanan tersebut.

Setelah tekanan pada sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah menjadi sama, sistem dalam keadaan seimbang (balance). Dalam keadaan seimbang ini kompresor dapat start kembali dengan mudah. Kompresor dapat dijalankan dengan split-phase motor tanpa start capacitor dan unloader dan sebagainya. Harga motor menjadi murah, selain itu pipa kapiler sendiri harganya sangat murah dibandingkan alat pengatur yang lain.

Kerugian pipa kapiler yaitu tidak sensitif terhadap perubahan beban seperti pada alat pengatur yang lain. Sifat ini terjadi karena lubang kecil panjang pipa kapiler tidak dapat diubah lagi setelah dipasang pada sistem lemari es.

## 7. Evaporator

Evaporator berguna untuk menguapkan cairan refrigeran atau untuk mengambil panas disekelilingnya. Evaporator dibangun dengan bentuk yang beraneka ragam sesuai dengan keperluan pemakaiannya, tetapi pada dasarnya ada 3 macam yaitu yang berupa pelat, pipa bersirip atau pipa polos.

Evaporator dari pipa umumnya dipakai untuk mendinginkan cairan atau udara, pipa bersirip untuk mendinginkan udara, sedangkan yang berbentuk pelat untuk membekukan ikan atau daging.

Terlepas dari bentuk dan bahan evaporator, mereka dibedakan menjadi 2 macam menurut aliran refrigerant didalamnya, yaitu evaporator kering dan evaporator basah.

a. Evaporator Kering (*Dry expansion Evaporator, Direct Expansion Evaporator*)

Pada evaporator kering, cairan refrigerant hanya dimasukkan sejumlah yang diperlukan untuk pendinginan pada saat itu. Jadi bila beban pendinginan tidak ada atau mesin dalam keadaan mati, tidak ada cairan refrigerant yang dimasukkan ke dalamnya.

1. Saluran masuk
2. Katup Ekspansi
3. Campuran cair dan gas
4. Cairan telah menguap semuanya menjadi gas panas lanjut
5. Bulb
6. Saluran keluar

Gambar 19. Evaporator kering

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

1. Evaporator kering permukaan datar;
2. Evaporator kering bentuk pipa;
3. Evaporator kering dengan sirip-sirip

Gambar 20. Beberapa bentuk evaporator kering

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

Mesin pendingin untuk ikan umumnya tidak tetap bebannya dari satu saat ke saat lain. Pada saat bebannya banyak (biasanya pada saat permula pendinginan) harus lebih banyak cairan yang dimasukkan ke dalam evaporator, akan tetapi harus dijaga agar supaya pada akhir evaporasi semua cairan sudah habis menguap sehingga tidak ada sisa cairan yang masuk ke dalam kompresor.

Untuk menjaga kondisi seperti itu dengan menggunakan katup ekspansi tangan sangat sulit dimana kondisi beban berubah setiap saat, maka dipergunakanlah alat otomatis yang disebut katup ekspansi termosta. Dengan alat otomatis ini jumlah cairan yang masuk ke dalam evaporator diatur dari saat ke saat untuk menyesuaikan jumlah beban, dan refrigerant yang meninggalkan evaporator dijamin 100% berupa uap.

b. Evaporator Basah (*Flooded Evaporator*).

Berbeda dengan evaporator kering, evaporator basah selalu hampir penuh dibanjiri oleh cairan refrigerant, baik dalam keadaan bekerja maupun mati. Dengan demikian maka lebih banyak permukaan evaporator yang berkontak dengan cairan, dan karena efek pendinginan yang ditimbulkan oleh cairan yang menguap, maka dengan ukuran yang sama evaporator basah mempunyai kapasitas yang jauh lebih besar dibandingkan dengan evaporator kering.

Pada akhir evaporasi refrigerant belum habis menguap umumnya 40%-90% masih berbentuk cairan. Untuk mencegah masuknya cairan ke dalam kompresor, maka pada evaporator dipasang sebuah akumulator (suction separator, suction accumulator) untuk memisahkan cairan terselid dari uap yang akan menuju ke kompresor.

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Saluran masuk               | 5. Akumulator;     |
| 2. Pelampung                   | 6. Penahan cairan; |
| 3. Campuran refrigeran dan gas | 7. Saluran keluar. |
| 4. Permukaan cairan refrigeran |                    |

### Gambar 21. Evaporator Basah

Sumber : Teknik Memilih, Memakai, Memperbaiki Lemari Es, Handoko, 1981

Mesin pendingin berdasarkan klasifikasi terdiri atas domestic refrigeration, commercial refrigeration, industrial refrigeration, marine refrigeration dan air conditioning.

Komponen-komponen pada mesin pendingin diantaranya kompresor, kondensator, receiver, pengering, saringan, katup ekspansi dan evaporator.

Kompresor adalah bagian terpenting dari mesin pendingin. Pada tubuh manusia kompresor dapat diumpamakan sebagai jantung yang memompa darah ke seluruh tubuh, sedangkan kompresor menekan bahan pendingin ke semua bagian dari sistem.

Jenis-jenis kompresor yang sering digunakan dilihat dari bentuk konstruksinya terdiri atas :

1. kompresor terbuka,
2. kompresor hermetik dan
3. kompresor semi hermetik.

Kondensator berfungsi mengembunkan uap mampat yang berasal dari kompresor dengan cara membuang semua panas yang telah diambil oleh refrigeran, yang terdiri atas panas yang diserap refrigeran selama menguap di evaporator dan panas yang diberikan oleh kompresor pada waktu pemampatan.

Dalam sistem kondensator ditempatkan setelah kompresor dan berdasarkan zat yang mendinginkannya kondensator dapat dibagi dalam tiga macam antara lain :

1. Kondensator dengan pendingin air (water cooled);
2. Kondensator dengan pendingin campuran udara dan air (evaporative);
3. Kondensator dengan pendingin udara (air cooled).

Receiver pada mesin pendingin pada umumnya berbentuk tabung digunakan untuk menampung sementara waktu refrigerant cair dari kondensor sebelum masuk ke katup ekspansi. Adanya receiver pada mesin pendingin menandakan bahwa mesin pendingin tersebut berkapasitas cukup besar, karena kondensor tak mampu lagi menampung sejumlah besar refrigerant cair. Oleh karena itu penempatan receiver terletak dibawah kondensor. Jadi tak ada refrigerant cair yang tertampung di kondensor. Kondensor hanya bersifat mendinginkan gas dari kompresor supaya menjadi cairan lalu mengalir ke receiver.

Salah satu komponen dari sistem refrigerant yang dapat menyerap air disebut pengering. Tujuan lain memakai pengering adalah untuk menyerap kotoran seperti : asam, hasil uraian minyak pelumas, ter, lumpur dan endapan-endapan, karena oil separator diragukan tidak memisahkan semua minyak pelumas yang terbawa refrigerant.

Secara biasa memang faedah dari pengering tidak segera diketahui tetapi apabila kita tak memakainya akan berakibat :

1. Uap air dalam sistem dapat membeku dan membuat sistem menjadi buntu.
2. Uap air akan bereaksi dengan bahan pendingin dan minyak pelumas kompresor, sehingga membentuk asam dan menyebabkan korosi.
3. Air dan asam dapat merusak minyak pelumas kompresor membentuk endapan yang dapat membuat buntu saringan dan katup ekspansi juga dapat mengganggu serta merusak kompresor.

Fungsi saringan adalah untuk menyaring kotoran di dalam sistem supaya tidak ikut bersirkulasi bersama refrigeran, jika kotoran ikut terbawa mengakibatkan rusaknya kompresor, magnetik valve, katup ekspansi dan katup-katup lainnya. Kotoran-kotoran tersebut terdiri dari logam ya

hancur, potongan logam, sisa solder, flux, kerak, karat besi, dan lain sebagainya yang tidak diperlukan dalam sistem.

Katup ekspansi merupakan suatu penahan tekanan sehingga tekanan cairan yang telah melaluinya menjadi rendah. Ada lima macam katup ekspansi yang telah diciptakan, yaitu :

1. Katup ekspansi manual (*manual expansion valve*)
2. Katup ekspansi termostatik (*thermostatic expansion valve*)
3. Katup ekspansi tekanan tetap (*constant pressure expansion valve*), atau lebih dikenal dengan *automatic expansion valve*
4. Katup apung (*float valve*)
5. Pipa kapiler (*capillary tube*)

Evaporator berguna untuk menguapkan cairan refrigeran atau untuk mengambil panas disekelilingnya. Evaporator dibangun dengan bentuk yang beraneka ragam sesuai dengan keperluan pemakaiannya, tetapi pada dasarnya ada 3 macam yaitu yang berupa pelat, pipa bersirip atau pipa polos.

Evaporator dari pipa umumnya dipakai untuk mendinginkan cairan atau udara, pipa bersirip untuk mendinginkan udara, sedangkan yang berbentuk pelat untuk membekukan ikan atau daging.

Terlepas dari bentuk dan bahan evaporator, mereka dibedakan menjadi 2 macam menurut aliran refrigerant didalamnya, yaitu evaporator kering dan evaporator basah.

**d. Tugas**

1. Kunjungilah sebuah industri yang menggunakan mesin pendingin kapasitas lebih yang menggunakan receiver !
2. Lakukan obeservasi identifikasi komponen-komponennya dan bagaimana cara kerja mesin pendingin tersebut !
3. Buatlah rangkman tentang identifikasi komponen-komponen pokok c cara kerja dari mesin pendingin !
4. Diskusikan hasil obeservasi dan buatlah laporan hasil pengamatan !
5. Konsultasikan dengan guru jika anda menemui permasalahan !

**e. Tes Format**

**Jawablah pertanyaan dengan benar !**

1. Jelaskan 3 keuntungan penggunaan penggunaan kompresor hermetik ?
2. Jelaskan bagaimana proses pendinginan gas refrigeran pada kondens campuran udara dan air ?
3. Jelaskan 4 sifat yang terkandung dalam zat pengering silica gel ?
4. Sebutkan 5 macam katup ekspansi yang telah diciptakan ?

**f. Kunci Jawaban Tes Format**

1. Keuntungan penggunaan kompresor hermetik adalah :
  - 1). Tidak memakai sil pada porosnya, sehingga jarang terjadi kebocor bahan pendingin;
  - 2). Bentuknya kecil, kompak dan harganya lebih murah;





Acara Praktikum : Identifikasi komponen-komponen pokok me  
pendingin.

Tempat Tanggal : .....

Tujuan Praktikum : .....

A. Sarana yang digunakan :

- ? Unit mesin pendingin;
- ? Aliran listrik yang cukup baik arus atau tegangannya;

B. Prosedur Identifikasi :

- ? Siapkan mesin pendingin dalam kondisi lengkap ;
- ? Identifikasi dan amati komponengin-komponen pokok yang terdaj  
pada mesin pendingin meliputi jenis, proses yang terjadi; sum  
tenaga, keuntungan dan kerugian penggunaan, dan halhal lain ya  
perlu diamati;
- ? Bagaimana cara kerja komponen-komponen pokok pada me  
pendingin;
- ? Diskusikan hasil identifikasi dengan teman-teman;
- ? Buatlah laporan hasil identifikasi.



## B. Kunci Jawaban

1. Sarana yang perlu dipersiapkan dalam mengidentifikasi komponen-komponen pokok mesin pendingin adalah kompresor, kondens receiver (jika ada) filter, drier, katup ekspansi dan evaporator.
2. Kriteria dalam identifikasi komponen-komponen pokok mesin pendingin adalah :
  - ✍ Jenis komponen;
  - ✍ Bentuk komponen;
  - ✍ Proses yang terjadi bila komponen difungsikan;
  - ✍ Apa sumber tenaga digunakan bila komponen-komponen tersebut difungsikan;
  - ✍ Apa keuntungan dan kerugiannya penggunaan komponen-komponen tersebut.

## IV. PENUTUP

Modul yang berjudul " Identifikasi Komponen-Komponen Pokok Mesin Pendingin " adalah sebagai modul kedua dalam mempelajari mesin pendingin yang diharapkan dapat bermanfaat bagi peserta didik sebagai sarana pembelajaran.

Setelah memahami, menguasai dan menyelesaikan modul ini peserta didik dapat mengajukan evaluasi belajar kepada guru pembimbing. Apabila hasilnya telah memuaskan peserta didik dapat melanjutkan ke modul selanjutnya dan apabila merasa belum kompeten peserta didik disarankan untuk belajar kembali sampai hasilnya memuaskan.

## DAFTAR PUSTAI

- Ilyas, Sofyan. 1983. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. Tekn Pendinginan Ikan. Jilid I. CV. Paripurna, Jakarta
- Ilyas, Sofyan. 1983. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. Tekn Pembekuan Ikan. Jilid II. CV. Paripurna, Jakarta
- K, Handoko. 1981. Teknik memilih, memakai, memperbaiki Lemari PT. Ichtar Baru, Jakarta.
- Sunarman dkk. 1977. Mesin Pendingin Petunjuk Untuk Operator Kapal Ikan. Priga - Jakarta

