

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Asal mula adanya sistem pendinginan adalah dari teori ilmiah yang sangat sederhana. Berdasarkan teori tersebut dikembangkanlah suatu sistem yang dapat digunakan untuk mendinginkan ruangan atau menjaga kondisi udara.

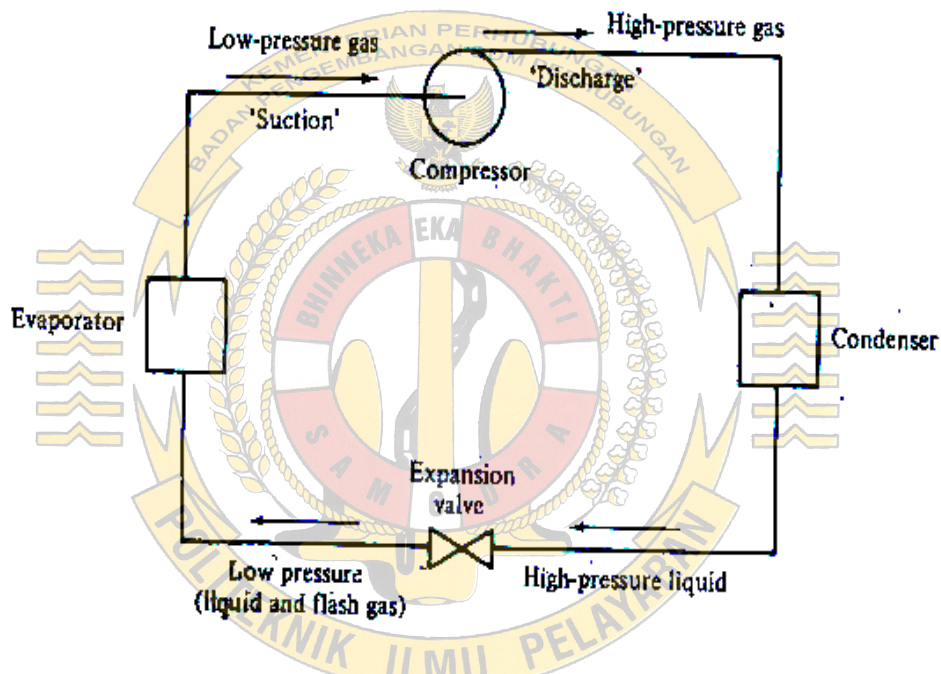
1. Teori Dasar Pendinginan

Menurut Sumanto (2004 : 1) Kegunaan mesin pendingin adalah penyejuk ruangan, mendinginkan bahan makanan yang ada di dalam ruangan itu. Biasanya digunakan untuk menyimpan sayuran, buah- buah, dan daging. Pada suhu biasa (suhu kamar) makanan cepat menjadi busuk (karena pada temperatur biasa bakteri akan berkembang cepat). Sedangkan pada suhu $4,4^{\circ}\text{C}$ atau 40°F (suhu yang biasa untuk pendinginan makanan), bakteri berkembang sangat lambat sehingga makanan akan bertahan makin tahan lama. Jadi disini kita mengawetkan makanan- makanan tersebut dengan cara mendinginkannya.

” Dingin ” adalah akibat dari adanya pemindahan panas. Mesin- mesin pendingin menghasilkan dingin dengan cara menyerap panas dari udara yang ada dalam ruangan pendingin itu sendiri sehingga suhu dalam ruangan pendingin turun / dingin.

2. Sirkulasi Pendinginan

Berdasarkan teori diatas, kemudian dikembangkanlah suatu alat pendingin yang sangat penting sekali keberadaannya. Dalam sistem pendinginan, media pendingin yang digunakan wujudnya selalu berubah-ubah. Dari gas menjadi cair atau sebaliknya. Dalam sistem pendingin perubahan wujud zat terjadi, karena adanya perbedaan tekanan. Sehingga media pendingin dapat bersirkulasi.



Gambar diagram pembagian tekanan pada mesin pendingin

Pembagian tekanan kerja dalam sirkulasi pendinginan:

- Tekanan Tinggi : pada daerah ini media pendingin berwujud cair dan gas, daerah ini mulai dari setelah katup tekan kompresor, kondensor sampai katup ekspansi.
- Tekanan rendah : pada daerah ini media pendingin juga berwujud cair dan gas, daerah ini mulai katup ekspansi, evaporator sampai katup isap kompresor.

Dalam sistem mesin pendingin yang ada sekarang ini, banyak peralatan yang dipasang untuk menunjang kelancaran kerja dan efisiensi dalam pemakaian. Dengan adanya peralatan-peralatan tersebut, kerja mesin semakin maksimal. Alat-alat yang ada dalam sistem pendinginan adalah: kompresor, kondensor, *oilseparator*, *dryer*, *ekspansivalve*, *evaporator* dan alat-alat kontrol otomatis.

B. Kerangka pikir penelitian

Untuk menjaga bahan makanan di dalam ruang penyimpanan bahan makanan agar tidak cepat busuk atau rusak maka diperlukan peralatan untuk menjaga suhu di ruang penyimpanan tersebut. Suhu di ruang penyimpanan haruslah di bawah suhu udara luar dan sedapat mungkin mempunyai suhu yang relatif tetap atau dengan kata lain naik turunnya suhu jangan terlalu berbeda jauh karena bila terjadi perbedaan yang besar makan akan semakin banyak kandungan air yang diserap dari bahan makanan tersebut. Hal itu akan membuat bahan makanan kering dan cepat rusak. Untuk itu perlu adanya peralatan yang dapat menjaga suhu ruang penyimpanan stabil di bawah suhu udara luar. Peralatan itu disebut dengan *refrigerator* atau mesin pendingin. Dengan adanya instalasi mesin pendingin di tambah dengan adanya zat pendingin yang bersirkulasi didalam sistem maka diharapkan kualitas dan kuantitas dari bahan makanan akan selalu dapat terjaga dengan baik. Menurut tim BPLP (tth:1) di atas kapal umumnya terdapat 3-4 ruangan pendingin yaitu ruangan daging bersuhu -12°C , ruangikan -15°C , ruangtelur / keju 0°C , ruang sayur dan buah-buahan 10°C dan ruang lobby 3°C .

Peranan mesin pendingin yang amat vital tersebut didalam mendinginkan ruang pendingin juga tidak luput dari adanya gangguan. Dan gangguan yang sering terjadi diatas MV. DK 01 yang berhubungan dengan mesin pendingin antara lain adalah :

1. Terganggunya sistem aliran zat pendingin bahan makanan pada kondensor.

Hal tersebut diatas dikarenakan sepanjang pipa-pipa pada kondensor yang merupakan bidang pendingin dari zat pendingin telah terhalang oleh karang-karang yang melekat pada pipa-pipa kondensor. Akibatnya aliran dari zat pendingin atau freon tersebut terganggu serta proses kondensasi didalam kondensor tidak maksimal. Dimana setelah zat pendingin melewati kondensor akan berubah wujud dari gas ke cair. Apabila proses kondensasi tersebut tidak maksimal maka jumlah zat pendingin yang keluar dari kondensor akan berkurang.

2. Berkurangnya kuantitas zat pendingin yang bersirkulasi didalam sistem pendingin.

Hal tersebut dikarenakan adanya kebocoran zat pendingin dari sistem. Salah satunya kebocoran pada kondensor. Akibatnya adalah berkurangnya jumlah zat pendingin yang bersirkulasi di dalam sistem pendinginan dan terbuang ke atmosfer. Sehingga kuantitas zat pendingin tidak mencukupi untuk proses pendinginan dan ruang pendingin menjadi panas. Disamping zat pendingin cepat habis juga akan mempengaruhi

kerja kompresor yang sering hidup dan mati secara otomatis, karena sistem otomatis pengaman untuk tekanan bekerja.

C. Definisi operasional

Komponen-komponenMesinPendingin

1. Komponenutama

a. Kompresor

Menurut Sumanto (2004 ; 5) dituliskan bahwa: kompresor unit terdiri dari motor penggerak dan kompresor. Kompresor bertugas untuk menghisap dan menekan zat pendingin sehingga zat pendingin beredar dalam unit mesin pendingin. Sedangkan motor penggerak bertugas memutar kompresor tersebut. Gambar pada halaman lampiran (gambar.1).

b. Kondensor

Menurut Sumanto (2004 ; 9) kondensor adalah sebuah alat dimana zat pendingin (freon) dalam tekanan dan temperature tinggi yang keluar dari kompresor didinginkan dan dirubah menjadi cair. Disini panas dari ruangan yang diserap oleh freon dipindahkan oleh air pendingin. Dalam kondensor tidak terjadi perubahan tekanan. Gambar pada halaman lampiran (gambar.2).

Fungsi dari kondensor ada dua, yaitu :

- a). Untuk merubah bentuk zat pendingin dari bentuk gas dengan tekanan dan temperatur yang tinggi menjadi cairan dengan temperatur yang rendah (tekanannya masih tinggi).
- b). Untuk menampung cairan zat pendingin hasil kondensasi.

c. Katup ekspansi

Katup ekspansi adalah alat untuk mengatur jumlah zat pendingin yang masuk ke pipa *coil evaporatore*. Selain itu fungsi dari katup ekspansi adalah untuk mencekik media pendingin yang keluar dari katup ekspansi agar tekanannya turun. Di kapal tempat penulis melakukan penelitian jenis katup ekspansi yang dipakai adalah tipe TEV (*Thermostatic Expantion Valve*). Pada Thermostatic Expantion Valve dilengkapi juga dengan pipa kapiler

dan *bulb*. *Bulb* ditempatkan di pipa evaporator sedangkan antara Thermostatic Expansion Valve dan *bulb* dihubungkan dengan pipa kapiler yang berisi zat pendingin. Gambar pada halaman lampiran (gambar.3).

d. Pipa *coil evaporator*

Pengertian pipa *coil evaporator* menurut pedoman pesawat bantu II adalah suatu pipa yang dilewati zat pendingin dalam keadaan temperature dan tekanan rendah sekali mengambil panas udara sehingga zat pendingin akan menguap menjadi bentuk gas.

Jadi fungsi dari pipa *coil evaporator* adalah :

- a). Untuk mengembangkan dan menurunkan tekanan zat pendingin yang telah masuk ke pipa *coil evaporator*.
- b). Untuk menguapkan cairan zat pendingin yang telah masuk ke pipa *coil evaporator*.
- c). Untuk mengambil kandungan panas yang terdapat pada udara didalam ruang pendingin sehingga lambat laun suhu diruangan tersebut turun sesuai kebutuhan.

2. Komponen pembantu

1) Pemisah minyak lumas (*Oil separator*)

Oil separator adalah sebuah alat yang berfungsi menyaring minyak lumas dengan zat pendingin sehingga minyak lumas tersebut akan kembali dalam *oil carter compresor* (penampungan

minyak) dan zat pendingin terus dialirkan ke kondensor. Gambar pada halaman lampiran (gambar.4)

2) *Dryer*

Dryer adalah alat bantu dari system pendingin yang berisi *silica gel* dan berfungsi untuk :

- a). Menyaring zat pendingin yang bersirkulasi didalam system pendingin dari kotoran.
- b). Mengeringkan atau mengikat kandungan air yang ikut bersirkulasi didalam sistem.

Gambar pada halaman lampiran (gambar.5)

3. Komponen pengaman instalansi

1). Katup pengaman

Untuk mencegah terjadinya tekanan lebih di kompresor. Karena hal tersebut dapat menimbulkan ledakan yang sangat berbahaya. Hal ini bisa terjadi akibat jika saklar tekanan tinggi tidak bekerja dengan baik.

2). *Solenoid valve*

Solenoid valve adalah sebuah katup yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran zat pendingin bila suhu ruang pendingin sudah mencapai suhu terendah dan membuka lagi aliran zat pendingin bila suhu ruangan pendingin telah mencapai batas suhu tertinggi.

3). *Thermostat*

Thermostat adalah alat yang berfungsi untuk mengatur suhu ruangan yang dikehendaki sesuai dengan kebutuhan temperature ruangan dengan cara menghubungkan atau memutuskan arus berdasarkan suhu.

4). *Pressurestat*

Pressurestat adalah sebagai alat control otomatis dengan cara memutuskan dan menghubungkan arus listrik berdasarkan tekanan.

4. Zat pendingin (*refrigerant*)

Didalam suatu proses pendinginan sangat diperlukan suatu bahan yang mudah dirubah bentuknya dari gas menjadi cairan atau sebaliknya. Bahan tersebut dikenal dengan *refrigerant* (zat pendingin) guna mengambil panas dalam ruangan pendingin dan membuangnya di kondensor. Untuk keperluan zat pendingin didalam suatu sistem pendinginan misal untuk pendinginan udara atau pengawetan bahan makanan diatas kapal diperlukan zat pendingin dengan karakteristik termodinamika yang tepat. Adapun syarat-syarat umum suatu zat pendingin adalah:

- 1). Tidak beracun dan tidak berbau merangsang.
- 2). Tidak dapat terbakar ataupun meledak bila tercampur dengan udara.
- 3). Tidak menyebabkan korosi terhadap logam yang dipakai pada sistem mesin pendingin.

- 4). Bila terjadi kebocoran mudah dicari.
- 5). Mempunyai titik didih dan tekanan kondensasi yang rendah.
- 6). Mempunyai susunan yang stabil.
- 7). Tidak merusak tubuh manusia
- 8). Harga tidak mahal dan mudah didapat
- 9). Zat pendingin yang mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cairan atau sebaliknya.

5. Minyak lumas pada mesin pendingin

Beberapa kompresor dengan piston yang bergerak bolak-balik menggunakan system pelumasan percikan tetapi pada umumnya menggunakan pelumasan tekan. Pelumasan tekan ini dihasilkan oleh pompa yang digerakkan langsung oleh poros engkol. Kemudian ring piston akan mengikis minyak lumas yang naik ke lubang silinder. Akan tetapi melalui sebuah pipa, minyak lumas ini harus kembali kepengumpul di ruang karter untuk mencegah terjadi gangguan pelumasan dalam hal kekurangan minyak lumas. Kuantitas minyak lumas dapat di lihat *sight glass* (gelas duga) di karter kompresor. Pada kompresor, minyak lumas tidak boleh terbakar, tidak seperti di mesin pembakaran dalam dimana minyak lumas yang melewati ring piston akan terbakar di *combustion chamber* (ruang bakar).

Biasanya pada kompresor dipasang *oil separator*. Di bagian tersebut, pemisahan minyak terjadi secara mekanik, aluran yang pelan dan perubahan arah dari aliran gas akan membuang minyak lumas.

Efisiensi kerja yang tinggi dari *oil separator* ini sangat layak untuk meminimalkan minyak lumas yang lewat sampai pipa- pipa coil di ruang pendingin, dimana bila minyak lumas ada di ruang pendingin akan mengurangi penyerapan panas oleh zat pendingin dan dapat menimbulkan gangguan pada sistem. Pada kenyataannya tidak ada *oil separator* yang mempunyai efisiensi kerja 100% dan ada beberapa minyak lumas yang masih ikut dalam sistem. Minyak lumas melewati kondensor dan zat pendingin cair akan membawa minyak lumas cair hingga kekatup ekspansi, zat pendingin akan berubah bentuk menjadi gas di pipa-pipa *coil evaporatore* dan minyak lumas tetap cair.

Menurut PT. Pertamina (tth ; 18), minyak lumas yang digunakan dalam mesin pendingin, antara lain adalah:

Tabel 2.1. Jenis-jenis minyak

NamaPabrik	Merek
Valvoline Oil	Valvoline oil 3231
BP.	Energol LPT-100
Caltex	Capella D
Esso	Zerrice 50
Gulf oil	Veritas Ice Machine oil 4/5
Shell	Clavus oil 33
Mobil oil	GargoylAretic oil no.300
Wakefield	Ice Matis Heavy

Bila dikendaki pemakaian minyak lumas lain dari pada daftar tersebut diatas sebaiknya memilih minyak lumas mineral yang murni dengan beberapa ketentuan sebagai tersebut di bawah ini:

Tabel 2.2. Spesifikasi minyak lumas

Beratjenis	0,90
Titik nyala	180°sampai 200°menurut P.M.
Titik beku	-30°C.
Kekentalan (<i>viscosity</i>)	4,5°sampai 5,5°Engler.
Oksidasi tembaga	Negatif
Sisa air	Nihil

Penggunaan minyak lumas janganlah sekali-kali dicampur satu merek dengan merek lain. Bila telah memakai satu jenis merek pakailah seterusnya merek itu juga. Bila merek itu tidak terdapat lagi dan harus ganti merek lain, sebaiknya minyak lumas yang lama dikeluarkan dan sistem dibersihkan seluruhnya. Campuran minyak lumas dari beberapa jenis minyak lumas mengakibatkan kerusakan yang tidak dapat dihindarkan. Kekentalan minyak lumas akan berkurang atau akan terjadi hubungan kimia yang tidak diinginkan.

6. Cara kerja mesin pendingin

Uap zat pendingin yang jenuh atau kering yang terjadi pipa-pipa *coilevaporator* akan diisap oleh kompresor kemudian akan

dimampatkan sehingga menjadi bertekanan dan temperatur atau suhunya tinggi. Hal tersebut mengakibatkan gas zat pendingin berubah bentuk dari keadaan jenuh menjadi keadaan panas lanjut. Dari kompresor kemudian akan masuk ke kondensor dan sebelumnya melewati *oil separator*. *Oil separator* akan memisahkan antara zat pendingin dengan minyak pelumas dimana minyak pelumas akan kembali ke bagian karter kompresor melalui *oil return pipe* sedang gas zat pendingin akan diteruskan ke kondensor. Di kondensor, gas zat pendingin akan didinginkan. Sedangkan tekanan gas zat pendingin tetapi masih bertekanan sama dengan waktu keluar dari kompresor. Seperti apa yang telah diterangkan sebelumnya bahwa semakin tinggi tekanan zat pendingin maka semakin tinggi pula titik didih atau titik cairnya. Misal pada zat pendingin freon R-22 pada tekanan $16,64 \text{ kg/cm}^2$ dapat mencair pada suhu 38°C . Jadi jika suhu air pendingin kondensor suhunya $30^\circ\text{--}33^\circ\text{C}$ maka freon R-22 pada tekanan $16,64 \text{ kg/cm}^2$ akan dapat mencair karena suhu air pendingin lebih rendah dari suhu zat pendingin freon R-22. Akan tetapi kalau tekanan turun menjadi $8,6 \text{ kg/cm}^2$ yang mana freon R-22 akan mencair pada suhu 26°C didinginkan oleh air pendingin yang bersuhu 30°C maka freon R-22 tidak akan mungkin mencair. Itulah sebabnya tekanan zat pendingin sebelum masuk kondensor sangat perlu ditinggikan di dalam kondensor agar titik cair zat pendingin

juga tinggi sehingga pada saat didinginkan di kondensor, zat pendingin dapat berubah menjadi cair. Gas freon R-22 akan berubah menjadi cairan seluruhnya saat ini dibagian bawah kondensor untuk selanjutnya ditampung di *receiver* pada kondensor. Dari kondensor, freon akan masuk ke *filter dryer*. Di bagian ini freon R-22 akan disaring dari kotoran-kotoran dan juga dari kandungan air.

Selanjutnya zat pendingin akan mengalami pencekian di *TEV* (*Thermostatic Expantion Valve*). Cairan freon R-22 akan mengalami penurunan tekanan karena mengalami pengembangan volume.

Penurunan itu terjadi karena pipa setelah *Thermostatic Expantion Valve* dibuat lebih besar dibandingkan dengan pipa sebelum *Thermostatic Expantion Valve*. Akibat dari penurunan tekanan tersebut akan turun pula titik didih dari zat pendingin, sehingga zat pendingin akan dapat menguap walaupun pada suhu 0°C atau dibawahnya. Dikarenakan penguapan itu memerlukan panas maka untuk dapat menguap, freon R-22 akan menyerap panas dari udara luar di sekitar pipa *coilevaporator* atau dari ruang pendingin yang sedang didinginkannya. Karena penguapan freon R-22 terjadi pada suhu dibawah 0°C maka suhu ruagan pendingin akan menjadi dingin hingga suhu dibawah 0°C setelah panas yang terkandung di ruang pendingin tersebut diserap oleh zat pendingin yang digunakan untuk penguapan zat pendingin didalam pipa *coil evaporator*. Setelah

penyerapan panas di ruang pendingin, freon yang keluar harus mutlak berupa gas dengan keadaan jenuh. Gambar sirkulasi pada halaman lampiran (gambar.6).

