

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Mesin Pendingin

###### a. Pengertian Mesin Pendingin

Menurut Ir. Najamudin, MT mesin pendingin (*Refrigator*) merupakan suatu rangkaian mesin yang mampu bekerja untuk menghasilkan suhu atau temperatur dingin. Pada dasarnya bagian-bagian utama mesin pendingin terdiri atas motor penggerak, *Compressor*, *Condensor*, *Evaporator*, saringan dan *Expansion Valve*. Kompresor adalah penetapan perbedaan tekanan dalam suatu sistem pendingin. Oleh karenanya penyebab zat pendingin dalam sistem mengalir dari satu bagian kebagian lain. Dalam sistem pendingin 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.

Menurut Sudarminto (1999) Dasar mesin pendingin ialah, bahwa untuk penguapan suatu zat diperlukan panas atau kalori. Panas ini akan mengambil dari sekitar zat yang menguap tersebut.

###### b. Bagian utama dan bagian pendukung pada sistem pendingin antara lain yaitu:

### 1. Kompresor

Dalam buku teknik pendingin yang ditulis Drs, Daryanto dinyatakan bahwa Kompresor adalah alat menekan *refrigerant* (*freon*) dari tekanan dan temperatur yang rendah menjadi tekanan dan temperatur tinggi.

### 2. Kondensor

Menurut Drs, Daryanto dalam bukunya yang berjudul teknik pendingin.

“Kondensor adalah sebuah alat dimana *refrigerant* dalam tekanan dan temperatur tinggi yang keluar dari kompresor didinginkan dan dirubah menjadi cairan” .Disini panas dari ruangan yang diserap oleh *freon* dipindahkan oleh air pendingin. Dalam kondensor tidak terjadi perubahan tekanan.

### 3. *Evaporator*

Pengertian *evaporator* menurut J.R.Scott (1978:32) adalah alat dimana *freon* dalam keadaan temperatur dan tekanan rendah sekali mengambil panas udara sehingga *freon* akan menguap menjadi bentuk gas. Apabila ruangan ini suhunya dibawah 0°C maka ruangan ini disebut ruangan beku, yang pada umumnya dipergunakan untuk menyimpan daging dan ikan.

### 4. *Thermo Expansion Valve*

*Thermo expansion valve* merupakan alat yang berguna untuk mengatur jumlah bahan pendingin yang mengalir ke

*evaporator* sesuai dengan beban *evaporator* dan mempertahankan efisiensi yang maksimum pada setiap keadaan beban *evaporator* yang berubah-ubah.

#### 5. *Oil Sparator*

*Oil Separator* merupakan suatu alat yang berguna sebagai pemisah minyak yang terbawa oleh media pendingin didalam instalasi mesin pendingin, dan minyak tersebut dikembalikan ke *carter*. Gas *Freon* dari kompresor masuk kedalam *oil separator*. Pada alat ini minyak lumas yang ikut bersama media pendingin akan dipisahkan dengan gas *freon* sehingga minyak akan terkumpul sedikit demi sedikit dibagian bawah *oil separator*. Sedangkan media pendingin berada dibagian atas, selanjutnya media pendingin dengan suhu dan tekanan yang tinggi dialirkan menuju kondensor.

#### 6. *Dryer Strainer* ( saringan )

Menurut Drs, Sumanto (2004:10) bahwa: “ *Dryer* adalah sebuah alat yang berfungsi menyerap uap air dan membersihkan kotoran-kotoran dalam *refrigerant (freon)*”Gangguan *dryer strainer* terdapat pada saringan sebelum dan sesudah penempatan *silical gel* yang bila sudah jenuh sehingga tidak ada reaksi bila terkena air.

### c. Alat-Alat Kontrol pada Sistem Pendingin

#### 1. *Solenoid Valve*

*Solenoid valve* adalah sebuah katup untuk berfungsi menutup aliran *freon* bila suhu ruang pendingin sudah mencapai proses terendah dan membuka kembali aliran *freon* bila suhu ruangan pendingin telah mencapai batas suhu tertinggi.

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

Katup ekspansi adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur jumlah *freon* masuk ke *evaporator* berdasarkan sinyal yang di kirim *thermal bulb* dan juga untuk menurunkan tekanan *freon* cair supaya dapat mudah menguap

## 3. *Dual Pressure Switch*

Dalam sistem mesin pendingin terdapat alat kontrol untuk mengatur jalannya *compressor* Menurut *Instruction Manual for Reciprocating Compressor type SBO 41*, Kompresor akan mati jika tekanan isap sudah mencapai 0,1 *bar* dan akan hidup lagi secara otomatis apabila tekanan 1,2 *bar*. Untuk tekanan keluaranya kompresor akan mati pada tekanan 19 *bar* dan akan mati pada tekanan 15 *bar*. Peran ini di atur oleh *Dual Pressure Switch* yang berfungsi pengontrol pada kompresor mesin pendingin.

## d. Alat-Alat Keselamatan pada Sistem Pendingin

### 1. *Oil Pressure Switch Protection*

Jika tekanan minyak lubas kompresor turun drastis, kompresor akan mati secara otomatis jika tekanan pelumas kurang dari 6 *bar*. Hal ini untuk keamanan kompresor agar tidak terjadi kerusakan fatal.

## 2. Gelas Duga

Yaitu sebuah alat yang berfungsi untuk melihat volume bahan pendingin dan untuk melihat minyak lubas pada *carter* tujuannya untuk mengetahui level dari cairan tersebut.

## 3. Safety Valve

Untuk mencegah terjadinya ledakan dari kondensor jika tekanan kondensor naik terus perlu adanya alat keamanan. Karena jika ledakan terjadi sangat berbahaya. Hal ini bias terjadi akibat jika *high pressure switch*nya tidak bekerja. *Safety valve* bekerja pada tekanan 21 kg/ cm<sup>2</sup>.

## 2. Kompresor

Menurut *Instruction Manual for Reciprocating Compressor type SBO 41*, uap yang masuk kedalam kompresor akan di kompresikan dan kompresi di lakukan seperti pada motor bensin, dilakukan oleh *piston*.

Menurut Drs. Sumanto, MA dalam bukanya Dasar-Dasar Mesin Pendingin (2004:05),”Kompresor terdiri dari motor penggerak dan kompresor. Kompresor bertugas untuk menghisap dan menekan *refrigeran* sehingga *refrigeran* beredar dalam unit mesin pendingin. Sedangkan motor penggerak bertugas memutar kompresor tersebut.”

1. Jenis unit terbuka

Disini kompresor dan motor bergerak masing-masing berdiri sendiri untuk memutar kompresor dipergunakan ban (*belt*). Motor penggerak biasanya menggunakan motor listrik atau diesel.

2. *Semi hermetic unit*

Disini kompresor dan motor listrik juga berdiri sendiri-sendiri, tetapi dihubungkan sehingga seolah-olah menjadi satu buah. Untuk memutar kompresor, poros motor listrik dihubungkan dengan poros komponennya langsung.

3. *Hermetic unit* ( Unit hermetis )

Disini kompresor dan motor listrik benar-benar menjadi satu unit yang tertutup rapat. Kelemahannya jika terjadi kerusakan pada kompresor atau motor listrik sulit untuk di perbaiki. Keuntungannya ialah bahwa bentuknya dapat menjadi lebih kecil, tidak banyak memakan tempat, harganya relatif murah, cocok sekali unit kompresor-kompresor pada domestik *refrigator* (dayanya kecil). Disini pemindahan daya dari motor listrik ke kompresor dapat menjadi lebih sempurna.

Cara kerja dari kompresor Menurut Drs. Sumanto, MA dalam bukanya Dasar-Dasar Mesin Pendingin (2004:05),

Fungsi dan prinsip unit kompresor jenis 1,2 dan 3 adalah sama yaitu untuk mengedarkan refrigeran dalam unit mesin pendingin

agar dapat berlangsung proses pendinginan. Selama langkah masuk, katup inlet membuka untuk membiarkan uap mengalir dari evaporator ke dalam silinder. Selama periode kompresi katup inlet tertutup, dan katup outlet membuka untuk membiarkan uap bahan pendingin yang dimampatkan mengalir ke kondensor. Jika motor penggerak akan memutar komponennya. Dengan berputarnya kompresor maka refrigeran (yang dalam wujud gas) akan naik suhu ataupun tekanannya. Hal ini disebabkan karena molekul-molekul dari *refrigeran* bergerak lebih cepat dan saling bertabrakan akibat adanya kompresi. Temperatur dari gas refrigeran akan merambat pada pipa-pipa kondensor dan media pendingin.

Pada bagian kondensor ini diusahakan adanya media pendinginan yang baik, sebab dengan adanya pendinginan yang baik pada bagian kondensor ini akan memperlancar terjadinya proses kondensasi (uap panas dari refrigeran berubah menjadi cairan, mengembun). Pemampatan kondensor harus pada tempat yang cukup luas, agar aliran udara tidak terhalang. Untuk lebih memperlancar sirkulasi udara dipasang kipas angin pada kondensornya. Pada kondensor dengan pendingin air (*water cooled*), kondensor direndam dalam air (pada sebuah tabung), airnya didinginkan dengan pompa.

Temperatur dan tekanan gas *refrigeran* akan naik terus sampai keseimbangan dicapai. Setelah terjadi proses kondensasi (pengembunan) gas *refrigeran*, sebagai cairan disimpan dalam *receiver*, sebagian cairan *refrigeran* mengalir menerusi saluran cairan tekanan tinggi menuju *refrigeran control* setelah melewati *dryer srainer* (saringan).

a. Jenis-Jenis Kompresor

Menurut Drs. Daryanto, 2006 Kompresor pada mesin pendingin ada beberapa jenis yaitu

1. *Reciprocating Compressor* (Kompresor Langkah Bolak-Balik).

*Reciprocating Compressor* (kompresor langkah bolak-balik) merupakan kompresor tipe sederhana, karena hanya terdiri dari sebuah silinder dan piston yang bergerak maju mundur didalamnya, sebuah batang dan poros engkol merupakan bagian penting dari mekanismenya.

Pada sebuah motor listrik memutar sebuah “*rotor*” pada ujung poros engkol. Waktu poros engkol berputar bersama *rotor* melalui batang penghubung maka akan mengerakan *piston* untuk bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah dan sebaliknya dari titik mati bawah ke titik mati atas.

Pada saat *piston* bergerak mundur *piston* menarik uap zat pendingin dari *evaporator* kedalam silinder kompresor. Sebuah katup bergerak sebagai katup pengontrol. Katup ini dapat

memasukan uap zat pendingin kedalam silinder, tetapi akan menutup dan mencegah uap yang mengalir balik keluar silinder.

Pada saat *piston* mencapai titik geraknya, silinder terisi penuh dengan uap yang berasal dari evaporator, kemudian *piston* mulai bergerak maju mendorong uap yang terperangkap itu, dan uap itu tidak dapat ke evaporator karena ketika masuknya katup dalam keadaan tertutup. Tetapi ada katup getas lain di kepala silinder yang diatur sedemikian, sehingga uap dapat keluar dari silinder kompresor. Seluruh uap yang didorong melalui katup itu diteruskan melalui saluran pipa ke kondensor. Seperti katup pemasukan, katup pembuangan merupakan pintu satu arah ke kompresor, tetapi mencegah uap yang akan kembali ke dalam silinder. Setelah mencapai titik akhir gerak majunya, piston siap bergerak mundur mengulangi siklus uap dari evaporator.

## 2 Rotary Compressor

*Compressor type rotary* merupakan jenis kompresor *positive displacement* dengan menggunakan 2 *helical screw* yang berputar untuk menghasilkan udara terkompresi. Tipe dari *rotary compressor* dibagi berdasarkan cara kerjanya. Yang pertama adalah *tipe oil-free*, dimana tipe ini tidak perlu diinjeksikan *oil* ke arah *screw* untuk proses *sealing* dan pendinginan di aera *screw* karena penggunaan udara yang dihasilkan harus terbebas dari *oil*. Yang kedua adalah *tipe oil-flooded* yang dimana di area

*screw* diinjeksikan *oil* yang berfungsi sebagai media pendingin dan *sealing*.

b. Komponen-komponen utama pada kompresor

1). *Piston*

Berfungsi sebagai penghisap dan penekan bahan pendingin pada cylinder liner.

2). *Piston Ring*

Berfungsi mencegah terjadinya kebocoran pada saat kompresi.

3). *Cylinder Liner*

Sebuah tabung dimana sebagai tempat Bergeraknya torak.

4). *Cylinder Head*

Komponen bagian atas, sebagai dudukan *valve*.

5). Bantalan Utama

Berfungsi mengurangi gesekan akibat putaran *dari crank shaft*.

6). *Connecting Road*

Sebagai batang penghubung antara *crank shaft* dengan piston.

7). *Crank Shaft*

Berfungsi sebagai pengubah gerak naik turun menjadi gerak putar.

Tabel 2.1 Data-data kompresor

<i>Compressor type</i>	SBO 41
RPM	1405
<i>Jenis Refrigeran</i>	R407c
Temperatur Evaporator	-24.0°C
Temperatur Kondensor	41.2
Kapasitas Pendinginan	6.8 kW
Penggunaan Daya	4.3 kW
Penggunaan Daya diawal	6.6 kW

Sumber : *Manual Book Reciiprocating Compressor type SBO 41*

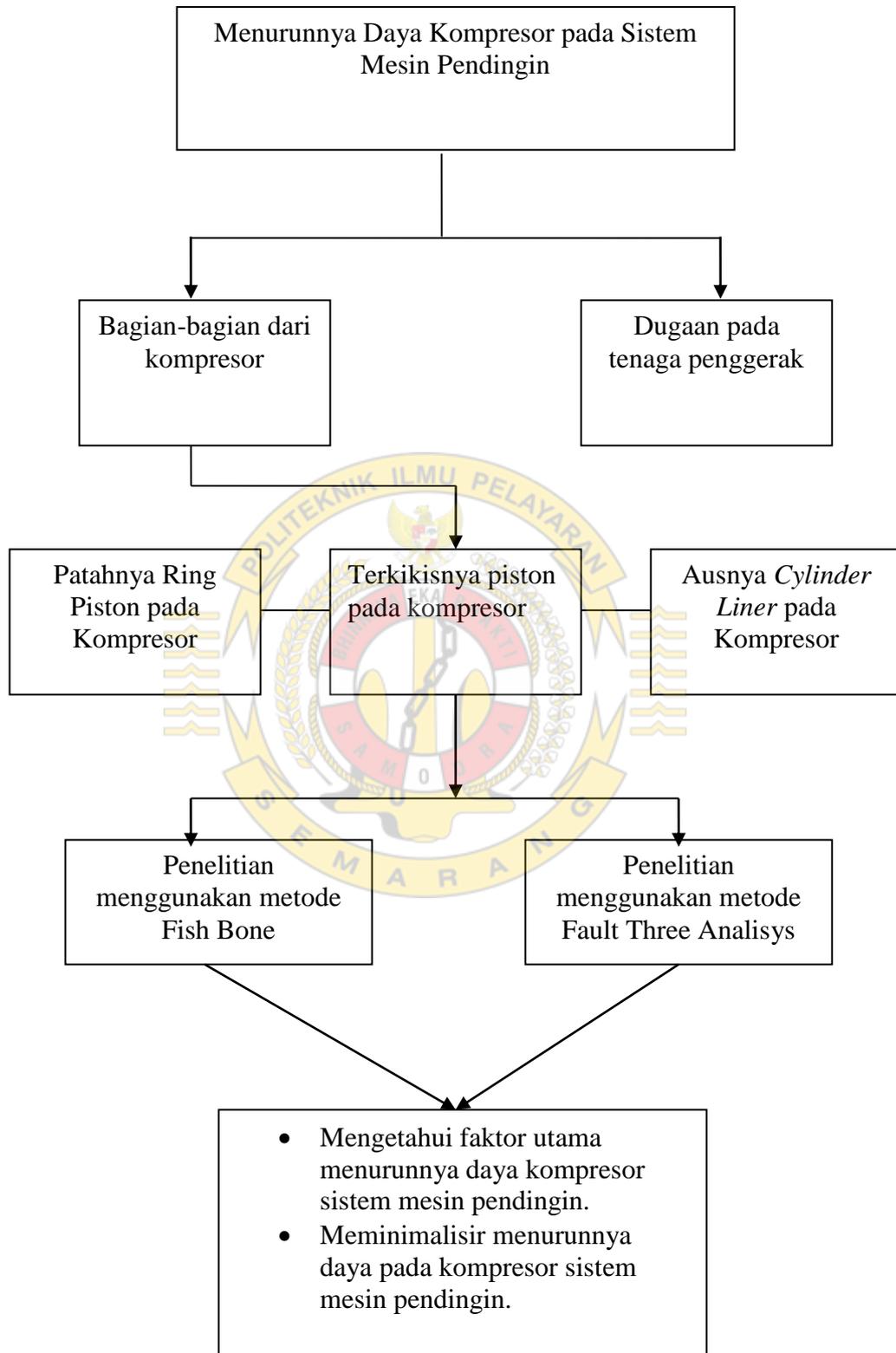
Tabel 2.2 Data motor penggerak

<i>Type Motor</i>	Leroy LS.132 M
Jumlah	2
Rpm	1800
Daya Motor	9.0 kW
Motor IP	55
Jenis Instalasi Motor	F

Sumber : *Manual Book Reciiprocating Compressor type SBO 41*

*Instruction Manual for Reciiprocating Compressor type SBO 41*, Selama operasi normal satu kompresor akan mengoperasikan semua ruang beku dan dingin, sementara kompresor lainnya berfungsi sebagai *stand-by*.

## B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian

### C. DEVINISI OPERASIONAL

Pemakaian istilah - istilah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan skripsi ini. Agar tidak terjadi kesalahpahaman dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut :

1. *Refrigerator*

Yaitu sebuah mesin yang dapat menghasilkan suhu yang dingin, biasanya digunakan untuk mendinginkan bahan makanan.

2. *Freon*

Yaitu sebuah bahan pendingin yang mengalir pada sistem.

3. *Safety Valve* (Katup Keamanan)

Sebuah alat keamanan yang akan bekerja apabila mendapatkan tekanan yang melebihi batas.

4. *Condensor*

Sebuah alat untuk merubah bahan pendingin yang semula gas menjadi cair.

5. *Compressor*

Yaitu sebuah alat yang berfungsi merubah tekanan rendah menjadi tekanan tinggi.

6. *Evaporator*

Yaitu sebuah alat yang berfungsi untuk menyerap panas.

7. *Expansion Valve* (Katup Ekspansi)

Merupakan alat untuk mengatur sedikit banyaknya bahan pendingin masuk ke *evaporator*.

8. *Oil Sparator*

Sebuah komponen yang berfungsi untuk memisahkan bahan pendingin dan minyak lumpur.

9. *Solenoid Valve*

Yaitu sebuah alat yang berfungsi untuk mengontrol masuknya cairan bahan pendingin.

10. *Piston*

Yaitu sebuah komponen pada kompresor yang berfungsi untuk menghisap dan menekan bahan pendingin.

11. *Piston Ring*

Berfungsi untuk perapat antara *piston* dan *liner*.

12. *Liner*

Berfungsi untuk alur gerak sebuah *piston*.

13. *Crank Shaft* (Poros Engkol)

Berfungsi sebagai pengubah gerak naik turun menjadi gerak putar.

14. *Carter*

Berfungsi sebagai wadah atau penampung oli pada sebuah mesin.