

BAB II

LANDASAN TEORI

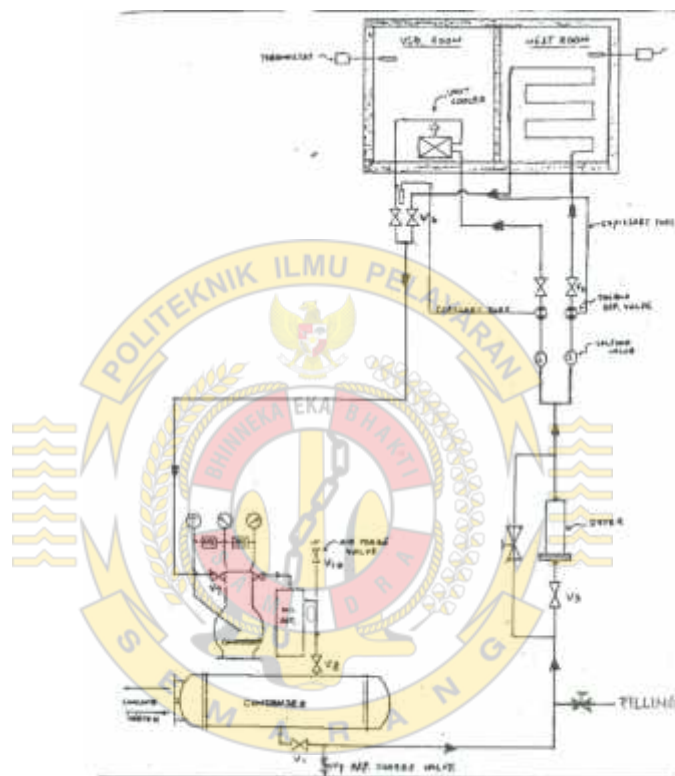
A. Tinjauan Pustaka

Cara kerja dari sebuah *air conditioner* dalam sirkulasi proses pendinginan adalah *compressor* menghisap zat pendingin dari *evaporator* yang mempunyai tekanan rendah dan dikeluarkan dari *compressor* dengan tekanan tinggi. *Freon* akan melalui pemisah minyak atau *oil separator*. Karena *freon* itu lebih ringan dari pada minyak maka minyak itu selalu berada dibawah. Minyak dialirkan kembali ke *compressor* dari bagian bawah tabung pemisah melalui pipa kecil yang dihubungkan dengan kotak engkol (bagian bawah *compressor*). Minyak ikut didalam peredaran karena disebabkan pelumuran atau pelumasan pada *compressor* seperti bantalan-bantalan, *ring-ring* torak dengan silinder. *Freon* yang telah dipisahkan dari minyak mengalir ke *condensor*. Pada *condensor*, *freon* didinginkan dengan air laut yang disirkulasikan oleh pompa pendingin.

Freon dari disekitar pipa-pipa *evaporator* diambil untuk proses pendinginan sejumlah panas. Selanjutnya gas *freon* dihisap kembali oleh *compressor*, dan proses berulang kembali. Pada instalasi kapal-kapal modern untuk menghemat tenaga serta mencegah kerusakan maka instalasi tersebut dilengkapi dengan otomat-otomat yang maksudnya untuk memudahkan pengawasan dengan baik.

Dalam sistem mesin pendingin yang ada sekarang ini, banyak peralatan yang dipasang untuk menunjang kelancaran kerja dan efisiensi dalam

pemakaian. Kerja mesin semakin maksimal dengan adanya peralatan-peralatan tersebut. Alat-alat yang ada dalam sistem pendinginan adalah: *compressor*, *condensor*, *oil separator*, *dryer*, *expantion valve*, *evaporator* dan alat-alat kontrol otomatis.



Gambar 2.1 Instalasi *air conditioner* beserta komponen-komponennya

Sumber: Dokumentasi MT. Sepinggan

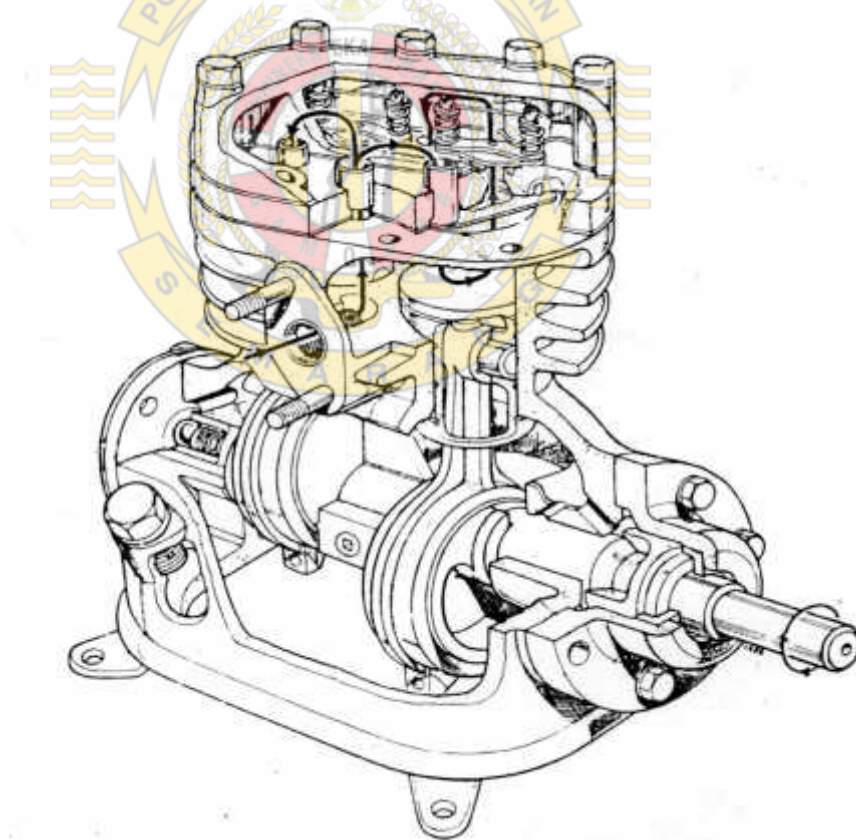
1. Komponen-komponen *air conditioner*:

a. *Compressor*

Compressor adalah sebuah pompa yang menghisap uap media pendingin yang terjadi di *evaporator*, lalu memampatkan media pendingin tersebut dan meninggikan tekanan serta suhunya yang

selanjutnya mengalirkan media pendingin tersebut ke *condensor*. Perlu diketahui bahwa *compressor* hanya dipakai memompa gas, uap atau udara dan tidak dapat dipergunakan untuk memompa cairan.

Compressor adalah bagian utama dari instalasi suatu mesin pendingin yang dipasang setelah *evaporator* dan sebelum *condensor*. Alat ini berfungsi untuk menghisap gas *freon* dari pipa coil *evaporator* yang mempunyai tekanan dan suhu rendah untuk dikompresikan menuju *condensor*



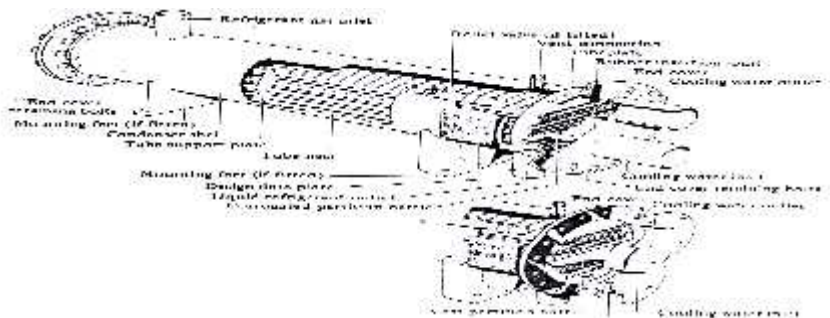
Gambar 2.2 *Compressor*

Sumber: <http://okenetmesin.blogspot.com/2014/05/bagian-bagian-mesin-pendingin.html>

b. *Condensor*

Condensor adalah sebuah alat dimana *refrigerant* (*freon*) dalam tekanan dan temperatur tinggi yang keluar dari *compressor* didinginkan dan diubah menjadi cairan. Disini panas dari ruangan yang diserap oleh *freon* dipindahkan ke air pendingin. Dalam *condensor* tidak terjadi perubahan tekanan.

Pendinginan yang dilakukan *condensor* berasal dari aliran air laut. Jumlah panas yang dilepaskan refrigerasi dalam *condensor* sama dengan panas yang diserap dalam *evaporator* ditambah panas kerja yang diperlukan *compressor* untuk menekan *refrigerant*. Pada AC yang biasa dipakai di kapal-kapal, tipe *condensor* adalah horizontal. Air dialirkan melalui pipa-pipa tembaga, sedangkan *refrigerant* yang berbentuk gas dialirkan di luar pipa-pipa ini. Panas yang dikandung *refrigerant* diambil oleh air pendingin, sehingga *refrigerant* akan menjadi cair. Dalam ruangan bagian air ada *anode* anti karat.



Gambar 2.3 *Condensor*

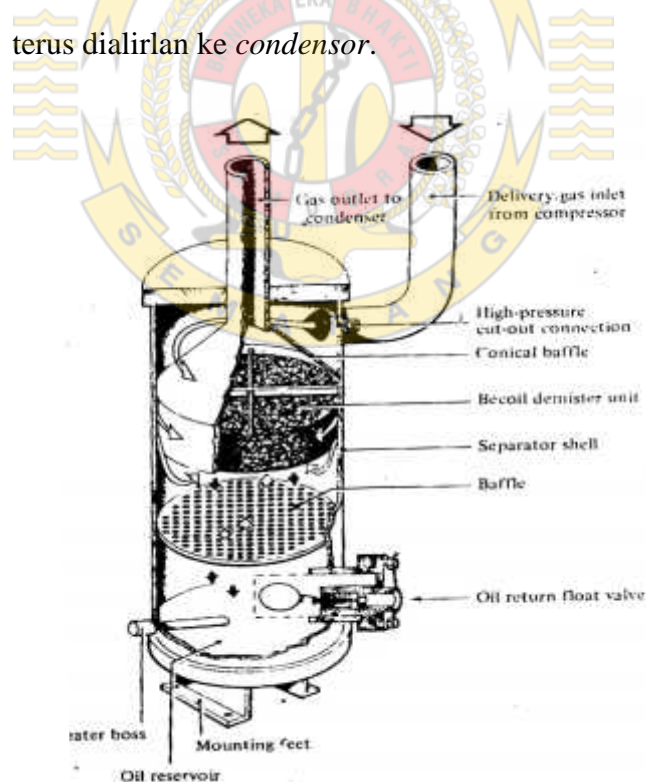
Sumber: <http://okenetmesin.blogspot.com/2014/05/bagian-bagian-mesin-pendingin.html>

c. *Freon*

Dalam sistem pendinginan perlu adanya media pendingin yang diuapkan, dari penguapan digunakan untuk mendinginkan udara yang dihisap oleh *blower* di dalam ruang *evaporator* sebelum diteruskan ke ruang pendingin. Untuk jenis media pendingin yang dipakai di kapal penulis adalah jenis *freon* R-407.

d. *Oil Separator*

Oil separator adalah sebuah alat yang berfungsi menyaring minyak lumpur dengan *freon* sehingga minyak lumpur tersebut kembali ke dalam kotak engkol (penampung minyak), dan *freon* terus dialirkan ke *condensor*.



Gambar 2.4 *Oil Separator*

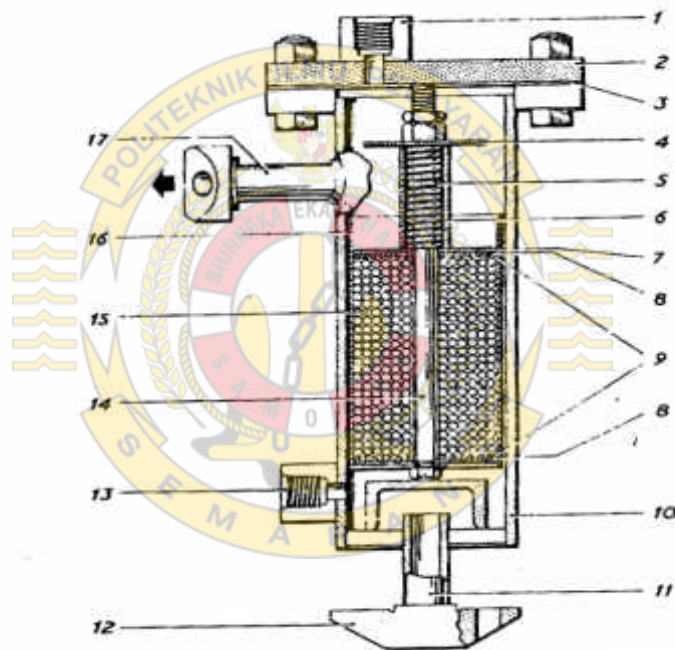
Sumber: <http://okenetmesin.blogspot.com/2014/05/bagian-bagian-mesin-pendingin.html>

e. *Fan* (kipas angin)

Fungsi dari kipas angin (*blower*) digunakan untuk menghisap udara yang akan didinginkan dan memompa ke ruang pendingin.

f. *Dryer Filter* (Pengering)

Dryer adalah sebuah alat yang berfungsi menyerap uap air dan membersihkan kotoran-kotoran dalam *refrigerant* sesudah *condensor*.



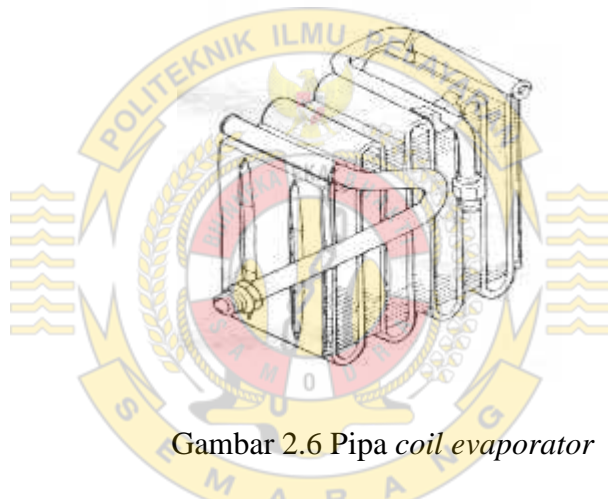
- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Gauge connection | 10. Casing |
| 2. Cover | 11. Inlet connection |
| 3. Joint | 12. Oval flange |
| 4. Withdrawing handle | 13. Charging connection |
| 5. Spring | 14. Centre bolt |
| 6. Distance piece | 15. Drying agent |
| 7. Division Plate | 16. Retaining sleeve |
| 8. Felt Washers | 17. Outlet connection |
| 9. Gauge plate | |

Gambar 2.5 *Dryer*

Sumber: <http://okenetmesin.blogspot.com/2014/05/bagian-bagian-mesin-pendingin.html>

g. *Pipa Coil Evaporator*

Pipa coil evaporator adalah suatu alat yang berfungsi untuk menguapkan kembali cairan *freon* yang masuk dengan cara mengambil atau menyerap panas yang berada di dalam ruang pendingin atau yang berada di sekitar *pipa coil* tersebut sehingga suhu dalam ruang pendingin tersebut menjadi dingin. *Pipa coil evaporator* tersebut ditempatkan di dalam ruang pendingin.



Gambar 2.6 *Pipa coil evaporator*

Sumber: <http://okenetmesin.blogspot.com/2014/05/bagian-bagian-mesin-pendingin.html>

h. *Sensor Thermal Bulb*

Merupakan sebuah tabung yang ditempatkan didalam ruang pendingin dan pada salah satu ujungnya disambungkan dengan pipa kapiler ke bagian atas dari katup ekspansi. Di dalam tabung ini diisi bahan yang sama dengan bahan pendingin yang dipakai pada sistem pendinginan.

Alat ini terdapat dibagian buangan dari *coil-coil* pendingin (*evaporator*). Bagian-bagian dari *thermal bulb* terdiri dari:

- 1) Bagian cair: sejumlah cairan di dalam *thermal bulb* dan merupakan komponen terbesar dari *bulb* tersebut.
- 2) Bagian gas: kandungannya sama dengan bahan pendingin yang digunakan dalam sistem pendinginan.

Cairan tersebut mempunyai suhu dan tekanan membentuk kurva yang selanjutnya digunakan dalam sistem pendinginan dimana panas yang tinggi dalam suhu yang tinggi dan panas yang rendah dalam suhu yang rendah sesuai yang diinginkan.

i. *Refrigerant*

Refrigerant adalah media pendingin yang mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cair atau sebaliknya. Pada mesin pendingin di MT. Sepingan, media pendingin yang digunakan adalah *freon* R-22. *freon* merupakan suatu hasil susunan pembuatan yang teratur, berbagai macam *freon* yang ada pada dewasa ini dipergunakan angka-angka dibelakangnya. *freon* R-22 merupakan bahan pendingin untuk jenis *compressor* torak, *refrigerant* ini digunakan pada mesin-mesin pendingin yang menghendaki temperatur yang lebih rendah. *Freon* R-22 memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Memiliki titik didih -41°C .
- 2) Panas penguapan per jumlah *refrigerant* sedikit lebih baik dibanding R-12.
- 3) Rumus kimianya CHF_2Cl .

Sifat-sifat *freon* yang baik yaitu sebagai berikut:

- 1) Tidak dapat terbakar.
 - 2) Tidak berbau menyengat.
 - 3) Tidak beracun.
 - 4) Tidak merusak bahan metal.
 - 5) Dapat bekerja pada tekanan-tekanan yang rendah.
 - 6) Tidak mudah membeku pada temperatur rendah.
2. Alat-alat keamanan dan alat kontrol pada *air conditioner*

a. *Oil Pressure Protection Switch.*

Jika tekanan minyak lumas *compressor* turun drastis, *compressor* akan mati secara otomatis jika tekanan pelumas kurang dari $1,5 \text{ kg/cm}^2$. Hal ini untuk keamanan *compressor* agar tidak terjadi kerusakan fatal.

b. *Safety Valve*

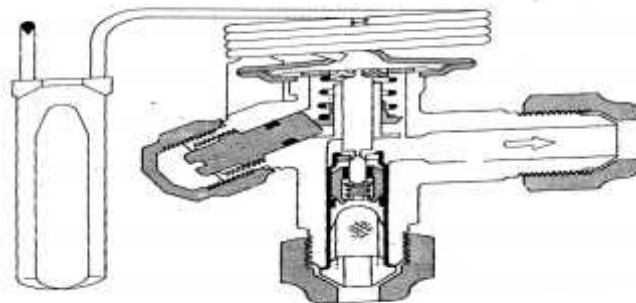
Untuk mencegah terjadinya ledakan dari *condensor* jika tekanan *kondensor* naik terus perlu adanya alat keamanan. Karena jika ledakan terjadi sangat berbahaya. Hal ini biasa terjadi akibat jika *high pressure switch* nya tidak bekerja. *Safety valve* bekerja pada tekanan 21 kg/cm^2 .

c. *Thermostatic Expansion Valve*

Thermostatic expansion valve merupakan alat untuk menurunkan volume atau jumlah bahan pendingin yang akan masuk ke *evaporator*. Penurunan *volume* bahan pendingin pada alat ini mengakibatkan bahan pendingin berubah bentuk menjadi

gas untuk mempermudah proses penyerapan panas. *Thermostatic Expantion Valve* dapat mengatur jumlah *refrigerant* yang mengalir ke *evaporator* sesuai dengan beban *evaporator* dan mempertahankan efisiensi *evaporator* yang maksimum pada setiap keadaan beban *evaporator* yang berubah-ubah.

Thermostatic expantion valve merupakan elemen kunci untuk pompa panas. Ini adalah siklus yang membuat *air conditioner*, atau pendinginan udara. Siklus pendinginan dasar terdiri dari empat elemen utama, *compressor*, *condensor*, alat pengukur dan *evaporator*. Saat *refrigerant* melewati rangkaian yang mengandung keempat elemen ini, pendingin udara terjadi. Siklus ini dimulai ketika *refrigerant* memasuki *compressor* dalam bentuk tekanan rendah, suhu sedang, dan gas. *Refrigerant* dikompresi oleh *compressor* ke suhu gas bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Gas bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi kemudian memasuki *condensor*.



Gambar 2.7 *Thermostatic Expantion Valve*

Sumber: <http://okenetmesin.blogspot.com/2014/05/bagian-bagian-mesin-pendingin.html>

d. *Thermostat*

Thermostat merupakan alat untuk mengatur dan mempertahankan suhu konstan dalam ruangan dingin pada batas yang telah ditentukan. Alat ini juga berfungsi untuk mengatur kerja dari *solenoid valve* untuk menghentikan atau meneruskan aliran *refrigerant* dalam sistem refrigerasi agar suhu–suhu pendinginan tetap dapat dijalankan sesuai dengan yang diinginkan.

e. Katup Pengatur Tekanan *Evaporator* (Katup Perata Tekanan)

Katup pengatur tekanan *evaporator* sangat sesuai dipakai untuk sistem refrigerasi dengan beberapa *evaporator* yang suhunya berlainan. Sistem pendingin dengan beberapa *evaporator* yang suhunya berlainan pada tiap *evaporator* harus memakai katup pengatur tekanan *evaporator*, untuk membuat tekanan *evaporator* lebih tinggi daripada tekanan saluran isap utama *compressor*.

f. *Dual Pressure Switch*

Dalam sistem mesin pendingin terdapat alat kontrol untuk mengatur jalannya *compressor*. *Compressor* akan mati jika tekanan isap sudah mencapai $0,2 \text{ kg/cm}^2$ dan akan hidup lagi secara otomatis apabila tekanan $1,2 \text{ kg/cm}^2$. Untuk tekanan keluaranya *compressor* akan mati pada tekanan 19 kg/cm^2 .

g. *Solenoid valve*

Merupakan alat untuk membuka dan menutup aliran bahan pendingin yang digerakkan oleh magnet yang ditimbulkan karena arus listrik. Alat ini ditempatkan di depan *thermostatic expansion valve*, dan dipergunakan untuk mengontrol secara otomatis aliran *refrigerant* dalam sistem refrigerasi. *Solenoid valve* dikontrol oleh saklar *thermostat* yang mana menggunakan sensor *bulp* sebagai sensor suhunya yang diletakkan di dalam ruangan pendingin.

3. Tekanan kerja dalam sirkulasi sistem pendinginan

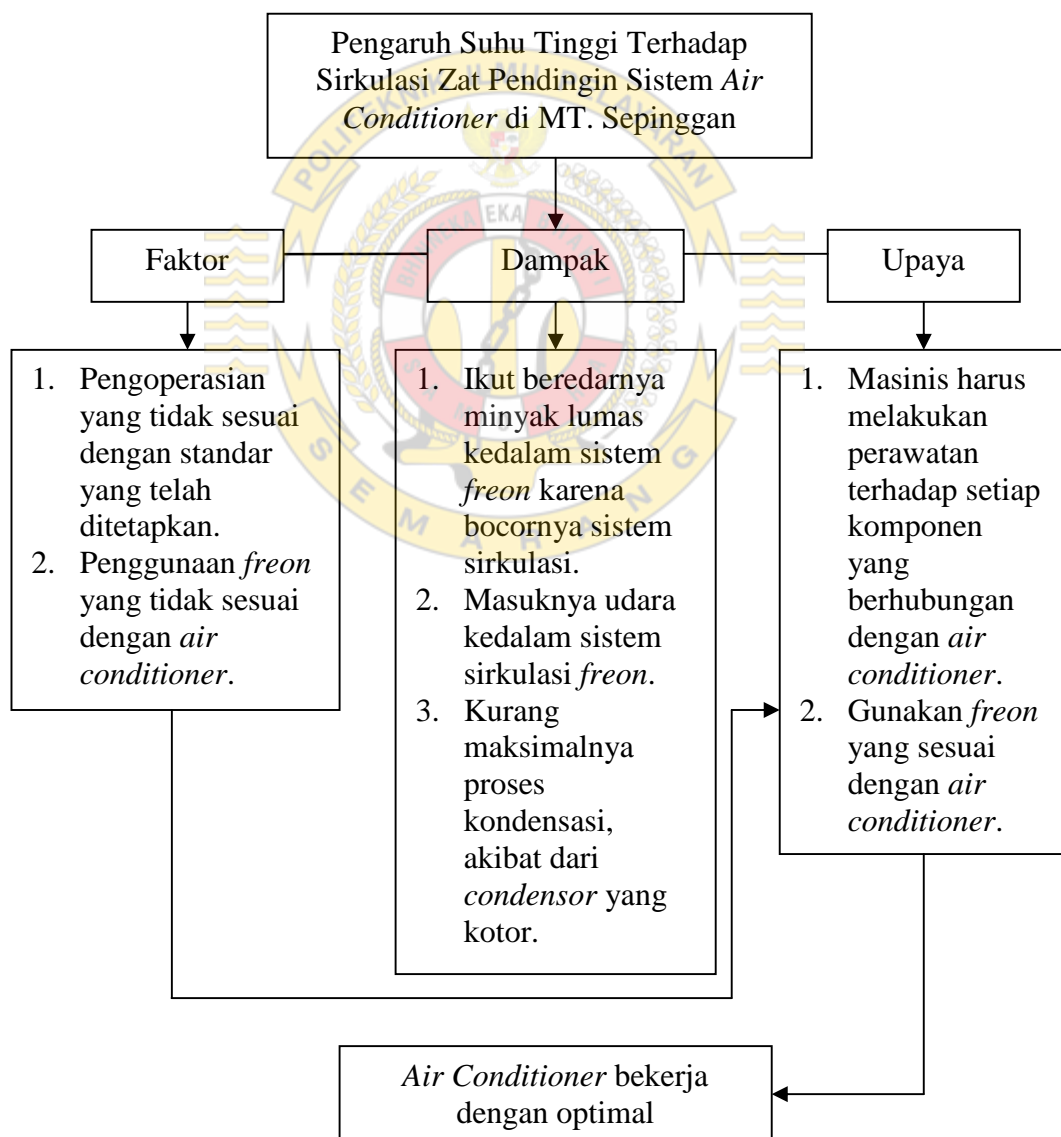
Dalam sistem pendinginan, media pendingin yang digunakan wujudnya selalu berubah-ubah. Dari gas menjadi cair atau sebaliknya. Dalam sistem pendingin perubahan wujud zat terjadi, karena adanya perbedaan tekanan. Sehingga media pendingin dapat bersirkulasi. Pembagian tekanan kerja dalam sirkulasi pendinginan:

- a. Tekanan tinggi : pada daerah ini media pendingin berwujud cair dan gas, daerah ini mulai dari setelah katup tekan *compressor*, *condensor* sampai katup ekspansi.
- b. Tekanan rendah : pada daerah ini media pendingin juga berwujud cair dan gas, daerah ini mulai katup ekspansi, *evaporator* sampai katup isap *compressor*.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Untuk mempermudah memahami skripsi ini maka penulis membuat suatu kerangka berpikir yang merupakan pemaparan secara kronologis dalam

menjawab pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dan konsep-konsep. Pemaparan ini di gambarkan dalam bentuk bagan alir yang sederhana yang disertai dengan penjelasan singkat mengenai bagan tersebut. Dimana dalam bagan tersebut dijelaskan tentang faktor penyebab suhu tinggi terhadap sirkulasi zat pendingin pada sistem *air conditioner*, dampak yang diakibatkan, dan upaya untuk membuat kinerja *air conditioner* bekerja dengan optimal. Untuk memperjelas dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.8 Alur kerangka pikir

C. Definisi Operasional

Dari masalah-masalah yang dialami pada instalasi *air conditioner*, maka perlu diketahui penyebab masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Ikut beredarnya minyak lumpur ke dalam sistem *freon*.

Permasalahan yang terjadi diperkirakan masuknya minyak lumpur ke dalam sistem akan mengurangi temperatur pada *evaporator* menjadi rendah dan membuat *compressor* bekerja lebih dan mengakibatkan kerusakan pada *compressor*. Di instalasi *air conditioner* terdapat sebuah alat yaitu *oil separator* yang fungsinya menyaring minyak lumpur dengan *freon* sehingga minyak lumpur tidak ikut ke dalam sistem, apabila alat ini tidak berfungsi dengan baik mengakibatkan gangguan proses penyerapan panas di *evaporator* dan temperatur ruang pendingin menjadi tinggi, karena minyak lumpur ikut beredar ke dalam sistem *freon*.

2. Masuknya udara ke dalam sistem sirkulasi *freon*.

Apabila terdapat udara yang ikut masuk ke dalam sistem, maka udara tersebut akan mempengaruhi proses penguapan pada *evaporator*. Sehingga pada saat proses penguapan *freon* pada *evaporator* tidak maksimal. Peristiwa ini terjadi karena pada saat proses pengisian *freon*, pada saat pengisian minyak lumpur melalui deksel sehingga udara ikut masuk pada saat deksel terbuka, atau terjadi kebocoran pada pipa *suction* atau pipa tekanan rendah.

3. Kurangnya proses kondensasi, akibat dari *condensor* yang kotor.

Karena pipa-pipa *condensor* yang kotor, apabila proses kondensasi terganggu maka jumlah *freon* yang dikondensasikan juga akan berkurang. Hal ini akan mengganggu proses evaporasi pada *evaporator* yang berakibat ruangan pendingin menjadi panas. Selain itu *condensor* juga akan panas dan jika tekanan air pendingin kurang maka akan berakibat *compressor* akan mati, jika hal ini terjadi maka proses pendinginan akan berhenti juga.

