

# BAB I

## PRINSIP DASAR PENDINGINAN

### PENDAHULUAN

Kebutuhan akan kondisi udara yang nyaman pada masa kini nampaknya sudah merupakan suatu kebutuhan yang harus dipenuhi, terutama pada ruangan atau gedung yang biasa digunakan untuk kegiatan tertentu misalnya: hotel, perpustakaan, perkantoran, bank, rumah sakit, laboratorium, gedung olah raga dan lain-lain. Salah satu cara yang dilakukan oleh manusia untuk menciptakan suatu kondisi yang nyaman disekitarnya adalah dengan memasang sistem pengkondisian udara (*Air Conditioning*) pada ruangan atau gedung di mana mereka berada. Sistem Air Conditioning (AC) mengontrol temperatur, kelembaban dan sirkulasi udara di dalam ruangan sehingga tercipta kondisi yang nyaman bagi penghuninya.

### DEFINISI

Sebelum melangkah ke teknik pendinginan, perlu juga kiranya kita ketahui beberapa istilah yang nantinya akan banyak disebut-sebut.

1. Panas

Panas adalah salah satu bentuk energi yang tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Panas dapat diubah bentuknya menjadi energi lain. Panas hanya dapat dipindahkan jika terdapat perbedaan temperatur atau perbedaan tekanan. Panas itu tetap ada walau pada temperatur yang rendah sekalipun.

2. Dingin

Dingin adalah suatu istilah yang relatif, sebab temperatur udara luar 50 °F (10 °C) bagi orang yang tinggal di daerah tropis akan terasa dingin, tapi tidak dingin bagi orang yang tinggal di daerah kutub. Ada suatu definisi yang menyebutkan bahwa dingin itu artinya tidak ada panas (*absence of heat*). Padahal dalam kehidupan sehari-hari tidak ada dingin yang betul-betul tanpa adanya panas.

3. Pendinginan

Pendinginan (*refrigeration*) adalah pemindahan panas dari suatu tempat ke tempat lain melalui perubahan keadaan (phasa) suatu cairan. Panas dapat juga dipindahkan dengan berbagai cara sepanjang masih ada perbedaan temperatur. Jadi cairan dinginpun dapat menyerap panas dari benda dingin tergantung dari hasil yang diinginkan.

4. Refrigeran

Refrigeran adalah fluida yang digunakan untuk menyerap panas melalui perubahan phasa, dari cair ke gas (evaporasi/penguapan) dan membuang panas melalui perubahan phasa gas ke cair (kondensasi/pengembunan).

5. British Thermal Unit (BTU)

BTU adalah sejumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1°F untuk tiap 1 lb air. Air digunakan sebagai standar untuk menghitung jumlah panas.

6. Ton of Refrigeration

Ton of Refrigeration artinya 1 ton pendinginan sama dengan jumlah panas yang diperlukan untuk mencairkan 1 ton es (2000 lb) dalam waktu 24 jam. Atau dapat juga dikatakan bahwa 1 ton pendinginan = 12.000 BTU/ jam.

7. Panas sensibel

Panas sensibel adalah panas yang dapat diukur, panas yang menyebabkan terjadinya kenaikan/penurunan temperatur.

8. Panas Laten

Panas laten adalah panas yang diperlukan untuk merubah fasa benda, mulai dari titik lelehnya tau titik didihnya atau titik bekunya sampai benda itu secara sempurna berubah fasa, tetapi temperatur tetap.

9. Gas panas lanjut (*superheated vapor*) adalah sejumlah panas yang ditambahkan kepada uap/gas sampai suhunya naik lebih tinggi daripada suhu penguapan zat tersebut.

10. Cairan dingin lanjut (*subcooled liquid*) sejumlah panas yang diambil dari cairan sehingga menyebabkan penurunan suhu cairan tersebut sampai di bawah titik embunnya.

11. Konduksi adalah perpindahan panas melalui suatu zat yang sama tanpa disertai perpindahan bagian-bagian dari zat itu. Contoh: besi yang dipanaskan.

Perpindahan panas secara konduksi dapat terjadi pada zat padat, cair dan gas.

12. Konveksi adalah perpindahan panas melalui media gas atau cairan, sebagai contoh udara di dalam lemari es dan air yang dipanaskan di dalam cerek.

13. Radiasi adalah perpindahan panas dari suatu bagian yang lebih tinggi suhunya ke bagian lain yang lebih rendah suhunya tanpa melalui zat perantara. Contoh: cahaya matahari, panas lampu dan tungku api.

Perpindahan panas secara radiasi hanya dapat terjadi melalui gas, benda yang transparan, dan ruang yang hampa udara (vakum).

14. Perubahan wujud benda terdiri dari:

- Mencair (fusi) yaitu benda padat yang mencair, dengan menyerap panas dari sekelilingnya.
- Membeku (solidifikasi) yaitu cairan yang berubah menjadi padat dengan melepas panas pada sekelilingnya.
- Menguap (evaporasi) yaitu cairan yang menguap menjadi gas dengan menyerap panas dari sekelilingnya.
- Mengembun (kondensasi) yaitu gas/uap yang berubah menjadi cairan dengan melepas panas ke sekelilingnya.
- Sublimasi yaitu benda padat yang berubah menjadi gas. Contoh; es kering (CO<sub>2</sub> padat) dan naphthaline, saat dipanaskan akan langsung berubah menjadi gas.
- Adhesi yaitu gas yang berubah menjadi padat.

15. Temperatur/suhu adalah ukuran panas atau dinginnya sebuah benda. Untuk menyatakan suhu, umumnya digunakan derajat Celcius ( °C ) atau derajat Fahrenheit ( °F ).

Untuk mengubah pengukuran derajat Celcius menjadi derajat Fahrenheit ataupun sebaliknya kita dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C = 5/9 (F - 32) \dots\dots (a)$$

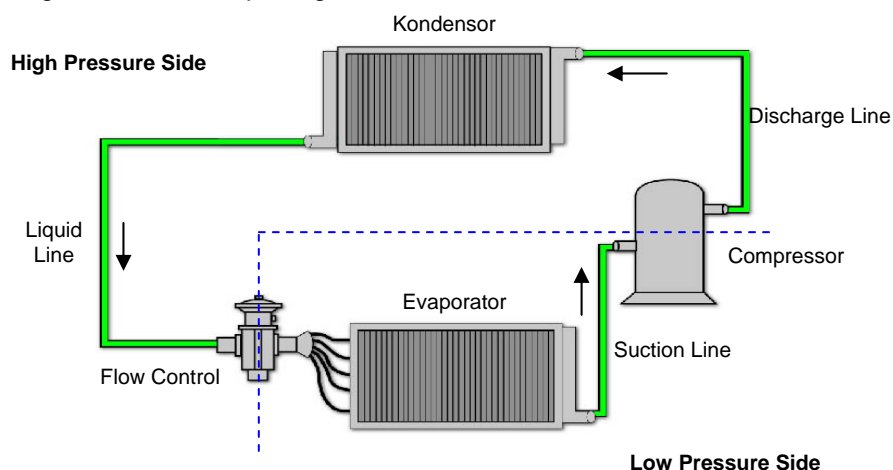
$$F = 9/5 C + 32 \dots\dots\dots (b)$$

16. Temperatur jenuh cairan (*saturated liquid*) adalah suatu keadaan cairan telah mencapai suatu titik di mana ia akan mulai berubah wujudnya jadi uap.
17. Temperatur jenuh uap (*saturated vapor*) adalah suatu keadaan jika uap didinginkan sampai dicapai suatu keadaan di mana uap jadi semakin rapat, akhirnya jadi tetes air.
18. Tekanan atmosfer adalah tekanan yang bekerja pada semua benda di atas bumi yang disebabkan oleh gaya tarik gravitasi bumi. Tekanan ini adalah berat udara disekitar dan besarnya sama dengan 14,696 psi (1 atm).
19. Manometer adalah komponen untuk mengukur tekanan uap air dalam ketel uap atau tekanan gas dalam suatu tabung. Tekanan yang ditunjukkan oleh jarum manometer disebut **tekanan pengukuran/manometer (psig)**.
20. Sebagai standar tekanan manometer, tekanan atmosphere pada permukaan air laut diambil sebagai 0, dengan satuan psig. Jadi pada permukaan air laut, tekanan atmosphere 14,696 psi = 0 psig tekanan manometer.
21. Tekanan absolute (psia) adalah tekanan yang sesungguhnya, yaitu jumlah tekanan manometer dan tekanan atmosphere pada setiap saat.
22. Titik 0 pada tekanan absolute adalah vakum 100% atau tidak ada tekanan sama sekali = 0 psia. Tekanan 1 atmosphere pada tekanan absolute adalah 14, 696 psia.

$$\text{Tekanan absolute (psia)} = \text{Tekanan manometer (psig)} + \text{Tekanan atmosphere (psi)}$$

### CARA KERJA

Seperti telah diketahui di atas, bahwa pendinginan berfungsi untuk mengeluarkan/membuang panas yang tidak diinginkan dari satu tempat ke tempat lain. Untuk melaksanakannya refrigeran dilairkan melalui suatu sistem rangkaian tertutup. Marilah perhatikan apa yang terjadi di dalam siklus pendinginan sederhana pada gambar di bawah ini.



Siklus Refrigerasi Sederhana

Ada dua sisi tekanan yang berbeda, yaitu sisi tekanan rendah (*low pressure side*) di mana evaporator ditempatkan dan sisi tekanan tinggi (*high pressure side*) di mana kondensor berada.

Ke dua sisi bertekanan ini dipisahkan oleh dua komponen, yaitu komponen kontrol yang berfungsi untuk membatasi jumlah aliran refrigeran serta menurunkan tekanan dan temperatur refrigeran. Compressor berfungsi untuk mengkompresikan gas refrigeran serta menaikkan temperatur kondensasi.

Anggap saja dari komponen kontrol perjalanan refrigeran mengelilingi siklus dimulai. Komponen kontrol ini bisa berupa katup ekspansi (TXV), pipa kapiler atau komponen kontrol lainnya. Komponen kontrol membatasi cairan refrigeran yang bertekanan tinggi serta bertemperatur tinggi masuk ke evaporator. Cairan refrigeran itu mengalir sepanjang evaporator sambil mengambil panas dari ruangan di mana evaporator itu diletakkan sambil berangsur-angsur berubah fasanya menjadi uap (gas). Uap (gas) refrigeran itu bertemperatur dan bertekanan rendah itu dihisap masuk ke dalam compressor. Di dalam compressor gas tadi dikompresikan menjadi gas bertekanan tinggi, kemudian ditekan masuk ke dalam kondensor. Kondensor berfungsi untuk membuang panas yang dikandung gas tadi dan udara sekitarnya akan mengambil panas itu. Gas refrigeran di dalam kondensor mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibanding temperatur udara sekitarnya, oleh karena itu dapat terjadi perpindahan panas. Fluida yang mengambil panas dari kondensor dapat berupa udara, air dan campuran air-udara. Selama proses di kondensor, setelah panas refrigeran dibuang maka refrigeran itu akan berubah fasa jadi cairan bertemperatur dan bertekanan tinggi. Refrigeran itu akan mengalir melalui komponen kontrol sebelum masuk ke dalam evaporator. Di dalam komponen kontrol refrigeran dipaksa mengalir melalui lubang kecil, sehingga temperatur dan tekanannya jadi turun kembali sesuai dengan kondisi yang dapat diterima evaporator. Sebabnya adalah, setelah lewat lubang kecil kemudian mengalir ke lubang besar di evaporator, refrigeran itu menjadi mudah untuk menguap kembali.

Sistem pendinginan membutuhkan komponen utama evaporator, kondensor, compressor, dan komponen kontrol serta saluran penghubung berupa pipa dengan ukuran diameter yang berlainan. Pipa inilah yang membuatnya menjadi sistem tertutup. Pipa penghubung antara evaporator dengan compressor disebut *suction line*, antara compressor dengan kondensor disebut *discharge line*, antara kondensor dengan komponen kontrol disebut *liquid line*.

## BAB II

### KOMPONEN-KOMPONEN SISTEM TATA UDARA

#### Compressor

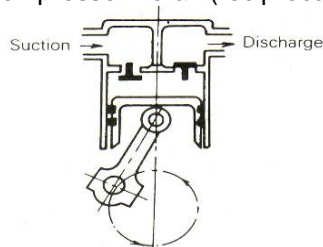
Fungsi compressor pada sistem pendinginan uap (*vapor compression system*) ada dua macam:

1. untuk mengalirkan uap refrigeran yang mengandung sejumlah panas dari evaporator.
2. untuk menaikkan temperatur uap refrigeran sampai mencapai titik saturasinya (jenuh), titik tersebut lebih tinggi daripada temperatur medium pendinginnya.

Compressor mengambil uap panas pada temperatur rendah di dalam evaporator dan memompakannya ke tingkat temperatur yang lebih tinggi di dalam kondensor, oleh karena itu biasa juga compressor itu disebut *heat pump*.

Berdasarkan konstruksinya compressor dibagi menjadi lima, yaitu :

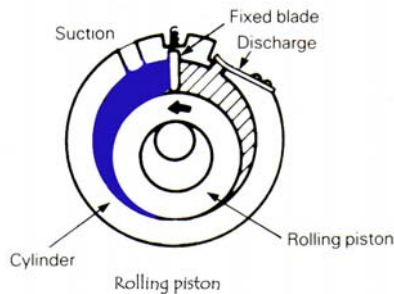
1. Compressor Torak (reciprocating compressor).



Cara kerja :

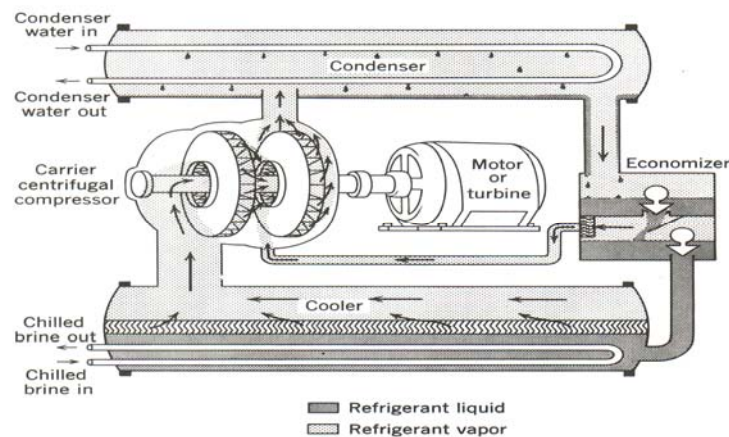
Piston bergerak bolak-balik dalam silinder, katup akan mengatur uap yang masuk dan uap yang keluar pada bagian silinder

2. Compressor Rotary



Cara kerja : piston berputar excentric, kontak dengan sisi silinder dan blade yang tetap sebagai pembatas antara lubang isap dan lubang tekan

3. Compressor Sentrifugal



Cara kerja : Tekanan dibuat oleh adanya daya centrifugal. ketika uap berpindah secara cepat pada lubang kecil yang berputar kearah luar.

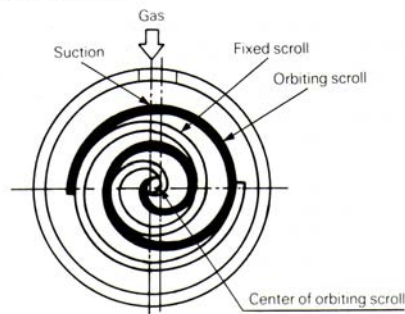
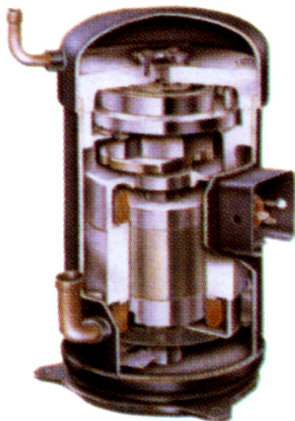
#### 4. Compressor Screw



Cara kerja : ketika gas refrigerant masuk kedalam rumah dekat pusat compressor, sebuah piringan dengan radial atau kita kenal dengan impeller berputar secara cepat di dalam rumah-rumah compressor, kemudian menekan kearah luar.

Screw compressor mempunyai rotor yang terdiri dari male dan female gears dan pengkompresian refrigerant dengan satu screw rotor dan dua gate rotor. Pada proses kompresi dari Screw compressor terdiri dari tiga langkah, yaitu : penghisapan, kompresi dan penekanan.

#### 5. Compressor Scroll



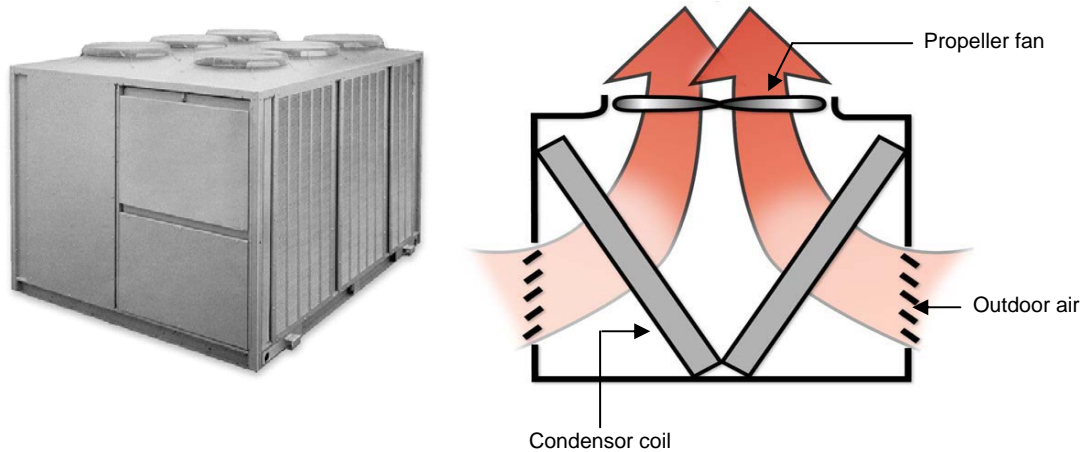
Cara kerja : Gas refrigeran masuk keruangan tempat scroll berada kemudian ditekan oleh scroll dengan cara berputar kedalam ruangan yang dikelilingi oleh scroll-scroll dan di keluarkan melalui titik pusat tempat scroll tersebut berada sebagai saluran tekan (discharge).

## Kondensor

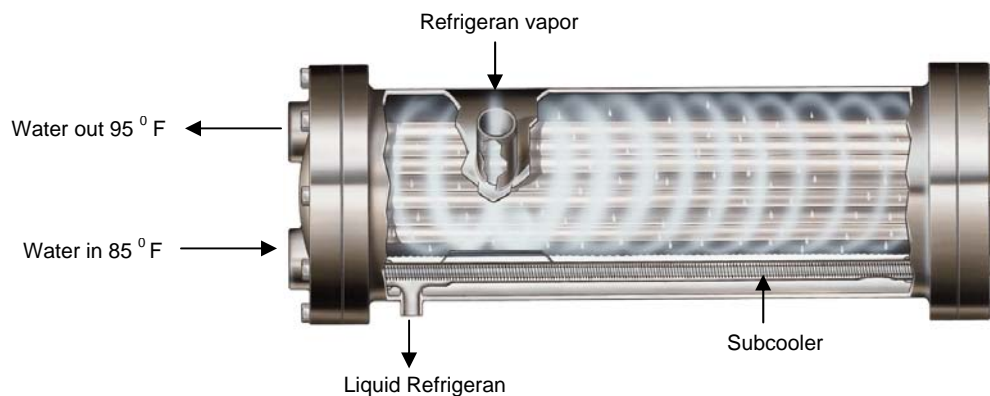
Kondensor adalah komponen penukar panas yang berfungsi untuk mengkondensasikan gas refrigeran dari compressor. Gas refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi dari compressor di alirkan ke kondensor selanjutnya fasa refrigeran berubah dari gas menjadi cair dengan cara membuang panas yang di bawa oleh refrigeran ke media pendingin kondensor.

Berdasarkan media pendinginnya, kondensor dibagi menjadi tiga, yaitu :

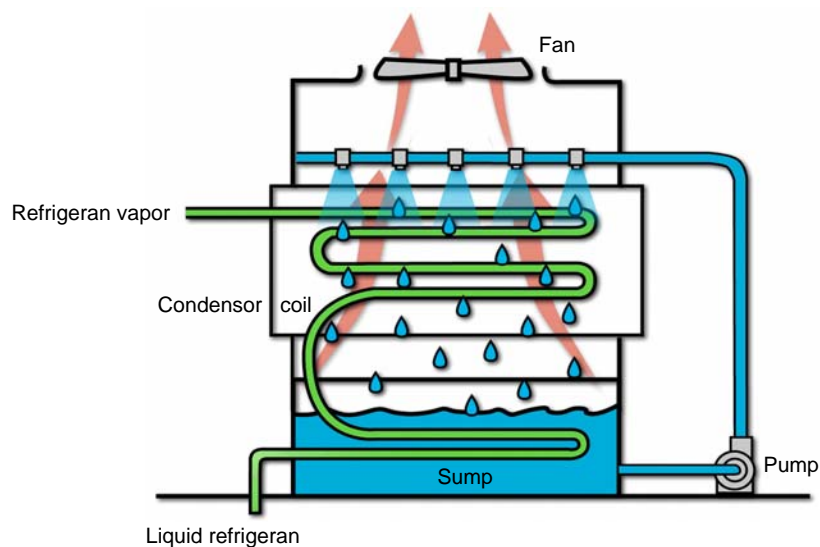
1. Air Cooled Condensor (kondensor pendingin udara)



2. Water Cooled Condensor (kondensor pendingin air)



3. Evaporative Condensor (kondensor pendingin air dan udara)

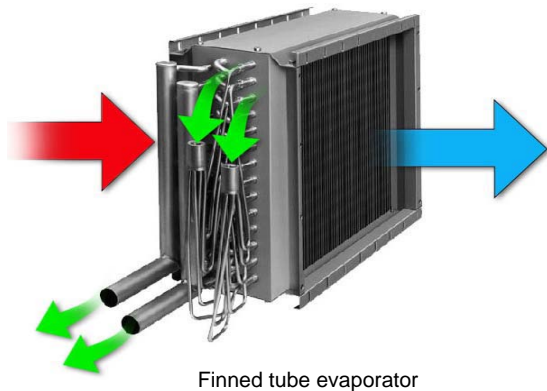


## Evaporator

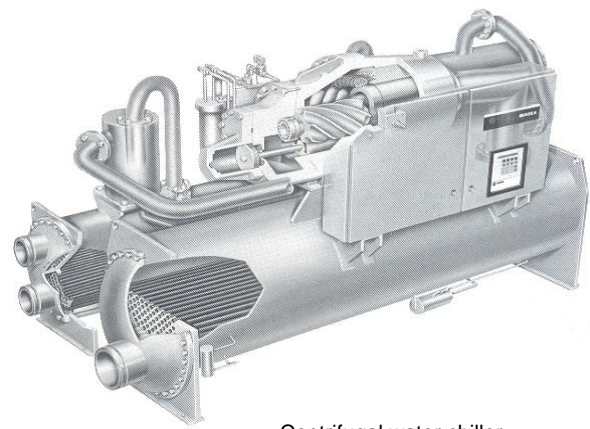
Evaporator adalah penukar kalor yang didalamnya mengalir cairan refrigeran yang berfungsi sebagai penyerap panas dari produk yang didinginkanya sambil berubah fasa. Kadang-kadang evaporator disebut freezing unit, low side, cooling unit atau nama lainnya yang menggambarkan fungsinya atau lokasinya. Temperatur refrigeran di dalam evaporator selalu lebih rendah daripada temperatur sekelilingnya, sehingga dengan demikian panas dapat mengalir ke refrigeran.

Evaporator dikelompokkan dalam beberapa group bergantung pada pemakaiannya, bentuknya, ukurannya. Adapun klasifikasinya adalah sebagai berikut :

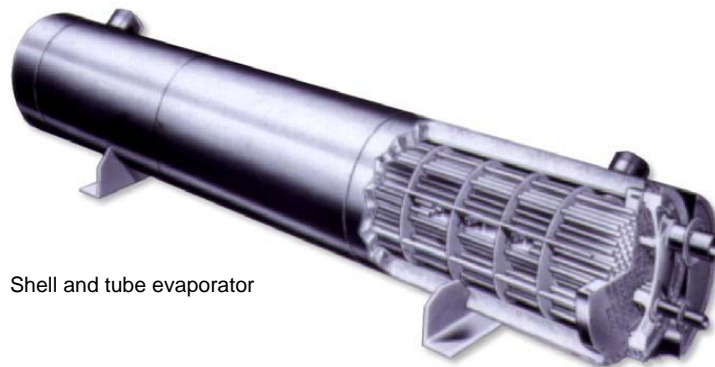
1. konstruksinya : pipa telanjang (bare tube), pipa bersirip (fine tube).
2. kondisi kerja : beku (frosting), tidak beku (non frosting), dicairkan (defrosting)
3. sirkulasi : gravitasi/alami, paksaan (force).



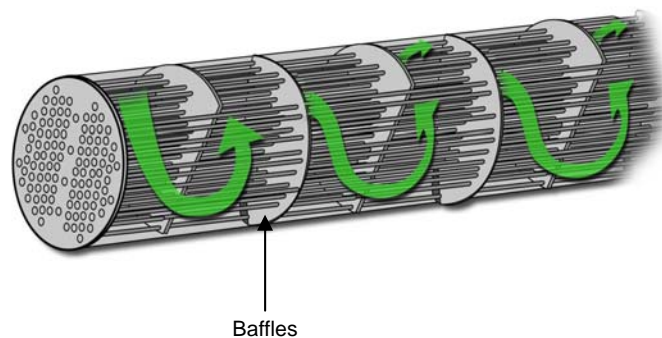
Finned tube evaporator



Centrifugal water chiller



Shell and tube evaporator



Baffles



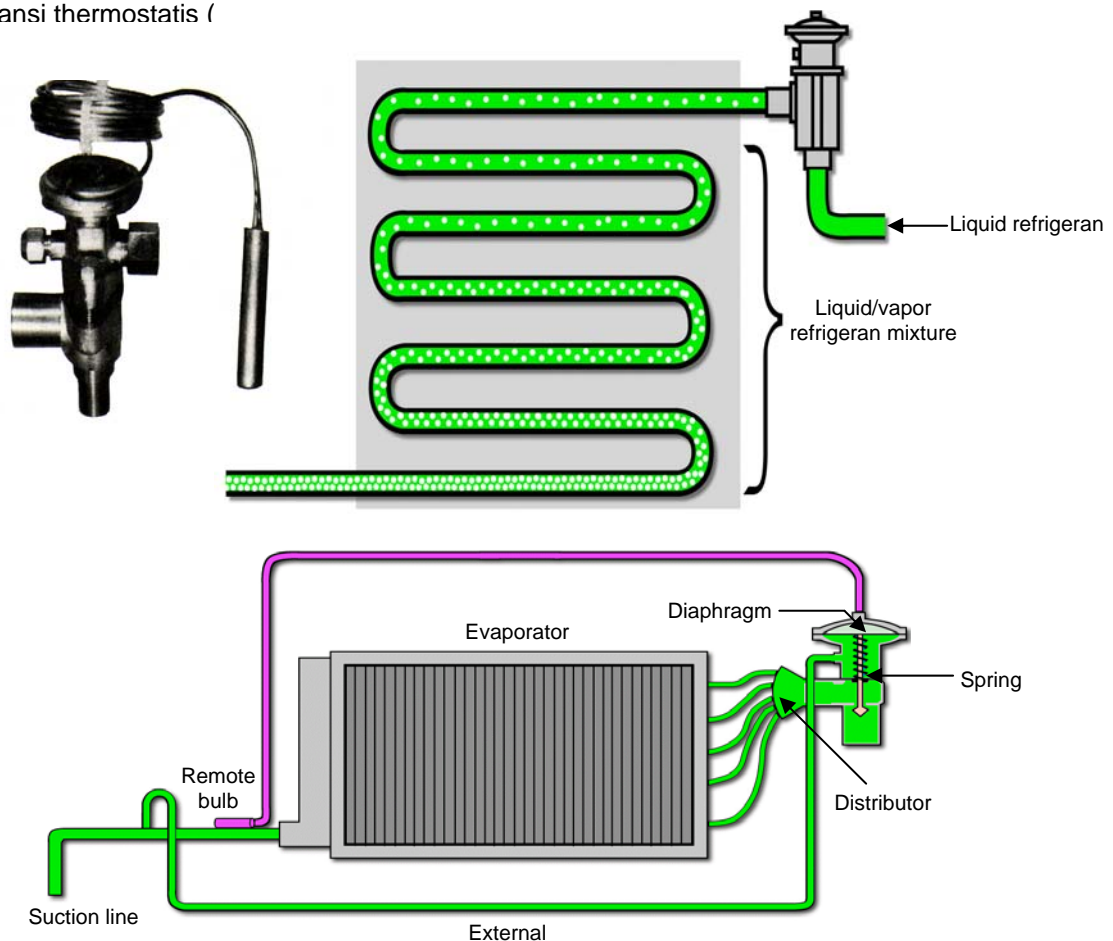
## Materi Device

Komponen kontrol refrigeran merupakan suatu tahanan yang tempatnya berada diantara sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah. Refrigeran cair yang mengalir melalui komponen kontrol, tekanannya diturunkan dan jumlahnya diatur sesuai dengan keperluan evaporator. Komponen kontrol harus memberikan kapasitas yang maksimum pada evaporator, tetapi tidak membuat beban lebih kepada compressor. Komponen kontrol refrigeran bekerjanya atas dasar : perubahan tekanan, perubahan suhu, perubahan jumlah atau volume refrigeran, atau gabungan dari perubahan tekanan, suhu dan jumlah refrigeran.

Komponen kontrol refrigeran ada enam macam yaitu :

1. katup ekspansi yang diputar dengan tangan (hand valve).
2. katup pelampung sisi tekanan rendah
3. katup pelampung sisi tekanan tinggi
4. katup ekspansi otomatis (AXV).
5. katup ekspansi thermostatis (TXV)
6. pipa kapiler.

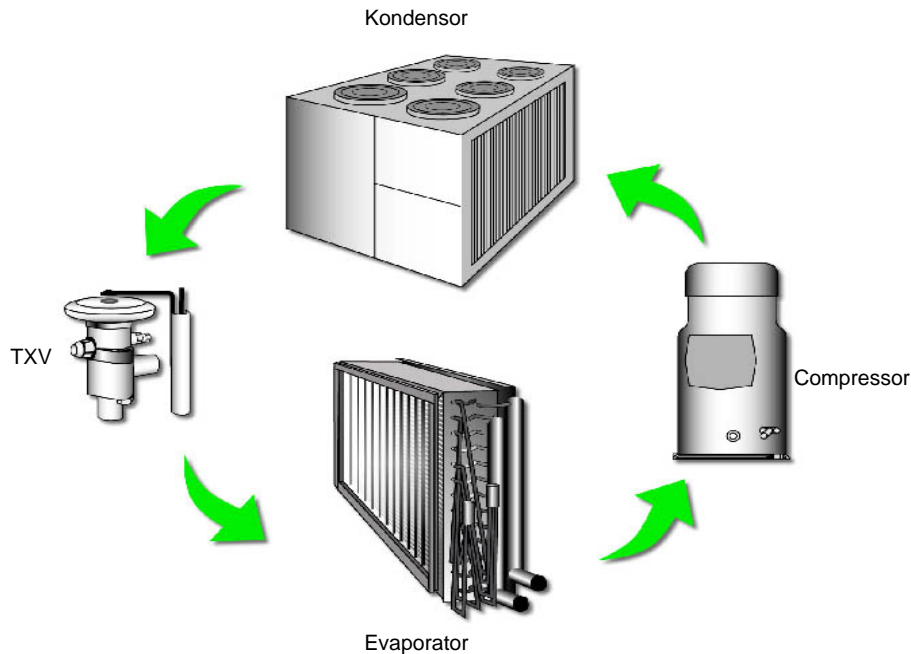
Komponen kontrol yang paling sering digunakan pada sistem air conditioning adalah katup ekspansi thermostatis (



Thermostatik Ekspansi Valve

## SIKLUS PENDINGINAN

Di dalam sistem, refrigeran mengalir di dalam evaporator sambil berubah fasa dari cairan ke uap, karena sejumlah panas diambilnya dari udara sekeliling atau produk yang didinginkan, kemudian kembali refrigeran di dalam kondensor menyerahkan panasnya ke media pendingin yang mengalir di sekeliling kondensor. Penyerahan panas disertai perubahan fasa refrigeran dari uap ke cairan. Jumlah panas yang yang dibuang di kondensor merupakan jumlah panas yang yang diambilnya di evaporator ditambah panas sisipan sepanjang pipa penyalurnya (dari evaporator ke kompresor) dan juga panas yang disebabkan oleh kerja kompresor.



Guna lebih memudahkan dalam memahami siklus aliran refrigeran di dalam sistem dan juga perubahan fasa refrigeran, mari kita pelajari diagram Mollier (diagram P-h) berikut ini.

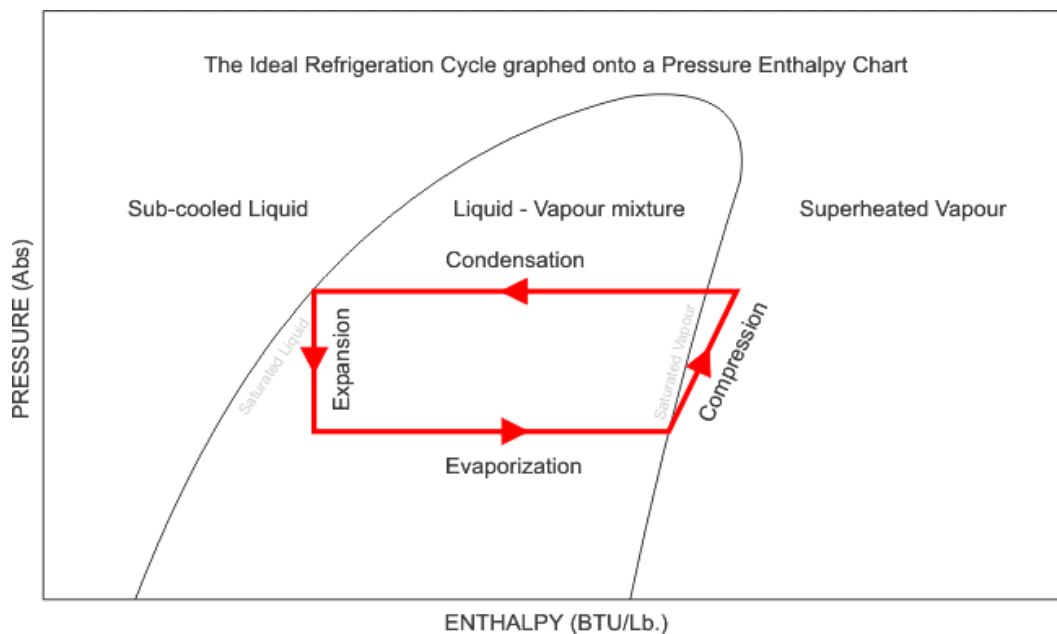


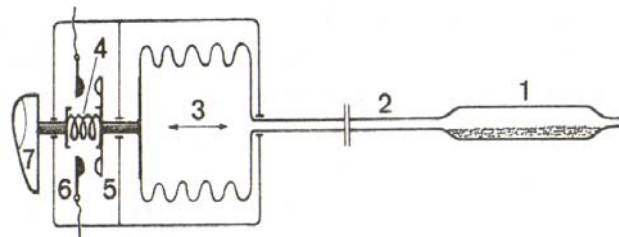
Diagram Mollier (Diagram Tekanan – Enthalpy)

Pada gambar diagram Mollier di atas, kita dapat melihat tiga daerah yang dibatasi garis lengkung setengah lonjong. Garis sebelah kiri adalah garis saturated liquid di mana cairan sedang dalam keadaan mendidih dan baru akan mulai menguap, jadi pada garis itu kadar uapnya = 0 (nol). Garis sebelah kanan adalah garis saturated vapor di mana uap sudah 100% jenuh. Daerah sebelah kiri garis saturated liquid adalah merupakan daerah cairan atau disebut daerah subcooled, jadi temperaturnya masih di bawah temperatur didih. Daerah sebelah kanan garis saturated vapor adalah merupakan daerah uap kering atau disebut daerah superheating, di sini uap mulai dinaikkan temperaturnya. Daerah antara kedua garis itu merupakan daerah campuran antara cair dengan uap, jika suatu titik lebih dekat ke garis kiri maka titik itu berada pada keadaan di bawah 50 %, demikian juga sebaliknya.

**KOMPONEN KONTROL**

1. Thermostat

Thermostat berfungsi untuk mengatur batas-batas suhu di dalam ruangan, menghentikan dan menjalankan kembali compressor secara otomatis, mengatur lamanya compressor berhenti.

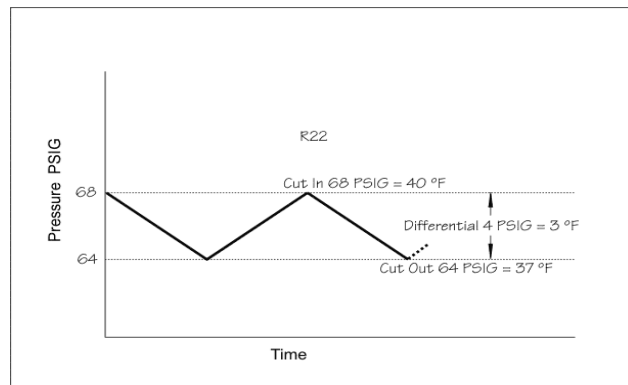
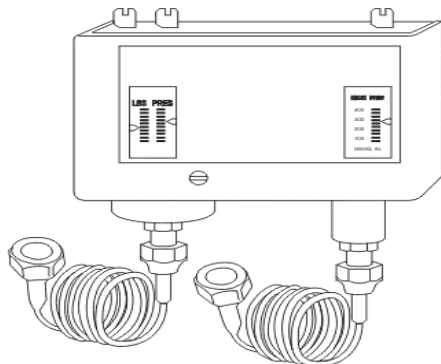


Prinsip kerja pengatur suhu

1. Bulb 2. Pipa kapiler 3. Bellow 4. Pegas 5. Kontak yang bergerak  
6. Kontak yang diam atau terminal 7. Tombol.

2. Pressure Switch (saklar pemutus tekanan)

Komponen ini dapat melindungi sistem pendingin dari tekanan yang terlalu tinggi atau rendah, yaitu dengan membuka titik kontakannya, sehingga rangkaian listrik terputus. Setelah sistem tekanannya tidak tidak berbahaya lagi, titik kontak pressure switch akan menutup, sehingga compressor dapat bekerja kembali.



### 3. Solenoid Valve

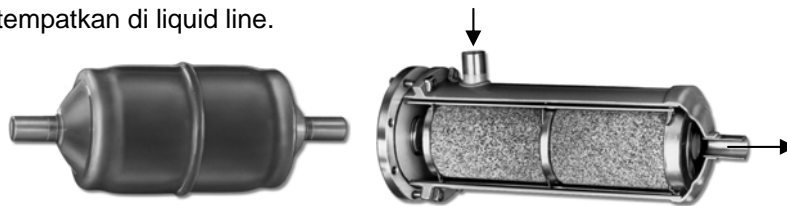
Katup solenoid dapat mengontrol secara otomatis, yaitu menghentikan atau meneruskan aliran refrigeran dalam sistem pendinginan. Fungsinya yang utama sama dengan katup yang diputar dengan tangan, tetapi katup solenoid dapat diatur oleh kumparan yang dialiri oleh arus listrik.



Solenoid Valve

### 4. Filter Drier

Filter Drier digunakan untuk menghilangkan air dan kotoran dari sistem pendingin. Komponen ini berbentuk tabung yang mana cairan refrigeran akan dialirkan. Di dalam tabung terdapat bahan yang dikenal dengan desiccant, misalnya silica gel. Komponen ini selalu ditempatkan di liquid line.



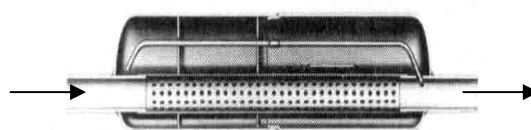
### 5. Sight Glass

Pada umumnya terdiri atas lubang kaca pada liquid line. Komponen ini memungkinkan kita memeriksa keadaan refrigeran pada titik tertentu dari sistem. bila saluran terisi penuh dengan cairan, maka kaca terlihat jelas jernih. Bila beberapa gas masih terdapat di dalam saluran, maka akan terlihat gelembung-gelembung.

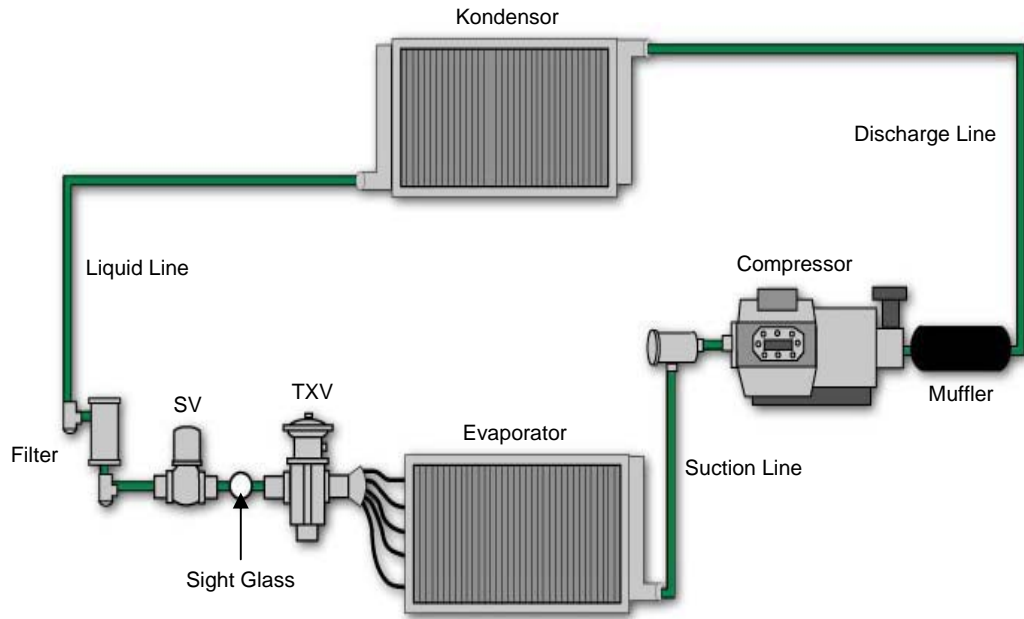


### 6. Muffler

Muffler diperlukan untuk memperlemah atau menghilangkan pulsasi hot gas yang ditimbulkan oleh compressor torak. Muffler ditempatkan di discharge line sedekat mungkin dengan compressor. Muffler seringkali terdapat di dalam rumah compressor sendiri.



## RANGKAIAN SISTEM

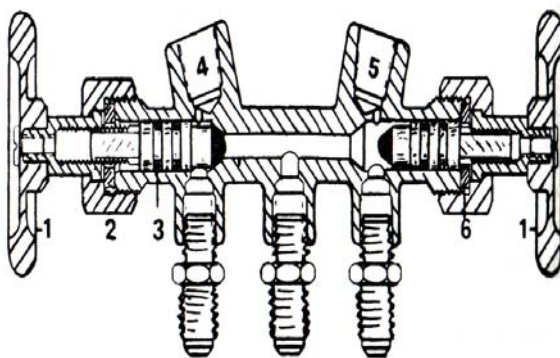


Rangkaian Sistem Pendinginan

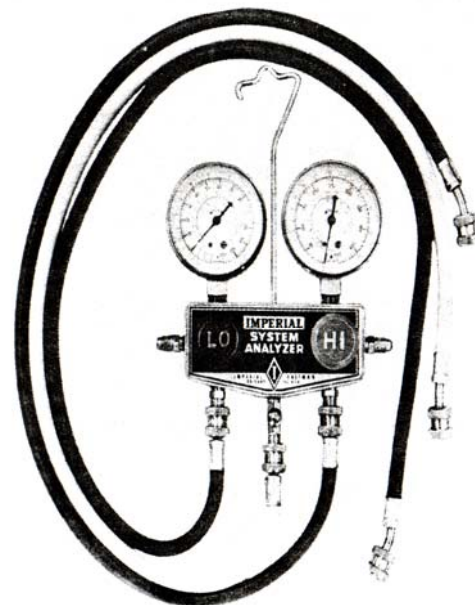
## PERALATAN KERJA

### 1. Manifold Gauge

Manifold gauge terdiri dari meter tekan dan meter ganda, dua buah keran yang disatukan dan tiga buah selang isi dengan tiga warna yang berlainan. Dengan menghubungkan manifold gauge kepada sistem, kita dapat lebih cepat mengetahui kesalahan dari sistem. Tekanan kedua meter dari manifold gauge dapat menunjukkan kepada kita apa yang sedang terjadi di dalam sistem. Selain itu alat tersebut dapat dipakai untuk : menunjukkan vakum, mengisi refrigeran, menambah minyak pelumas, memeriksa tekanan dari sistem dan compressor.

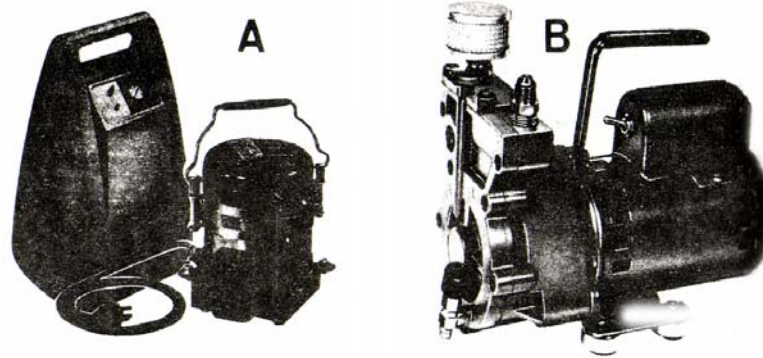


1. Tangkai pemutar
2. Mur
3. Cincin penyekat
4. Tempat meter ganda
5. Tempat meter tekan
6. Sil penyekat



## 2. Vacuum Pump

Pompa vakum berfungsi untuk membuat vaku sistem pendingin sebelum diisi dengan refrigeran. Pompa vakum harus dapat mengeluarkan semua gas, udara dan uap air dari sistem.



A—Mars dengan kompresor rotari Whirlpool B—Robinair

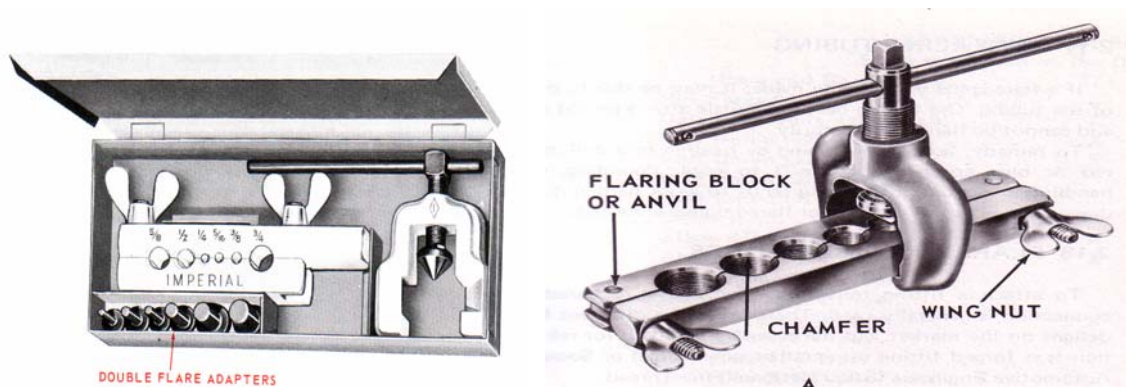
## 3. Ampere Tang

Untuk mengukur besarnya arus listrik yang mengalir di dalam rangkaian listrik AC.



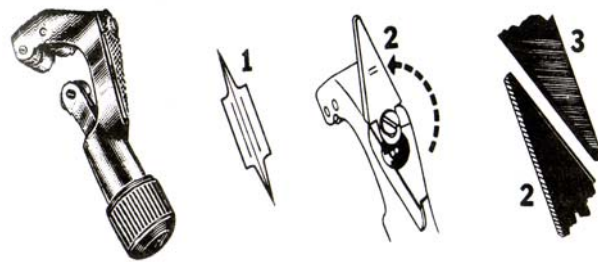
## 4. Flare dan Swage

Flaring tool digunakan untuk mengembungkan ujung pipa agar dapat disambung dengan sambungan berulir (flare nut). Swaging tool digunakan untuk memperbesar ujung pipa, agar dua pipa yang sama diameternya dapat disambung dengan sambungan las.



5. Tubing Cutter

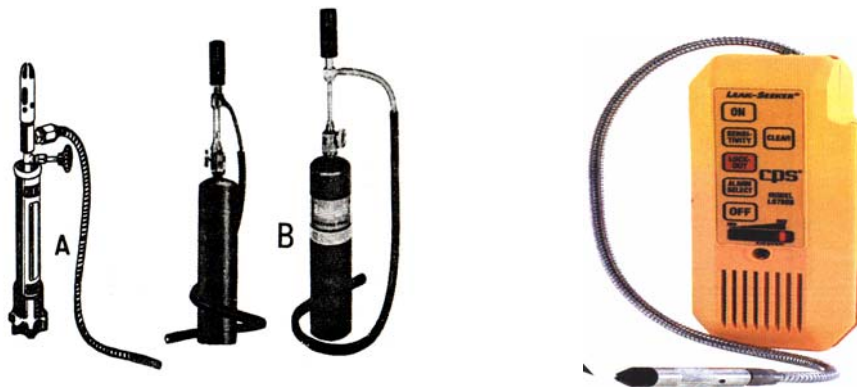
Tubing cutter (pemotong pipa) berfungsi untuk memotong pipa tembaga dari 1/8 in sampai dengan 1 1/8 in.



1. Pisau pemotong 2. Pisau reamer 3. Kikir

6. Leak Detector

Di gunakan untuk mencari kebocoran yang terjadi pada sistem pendingin.

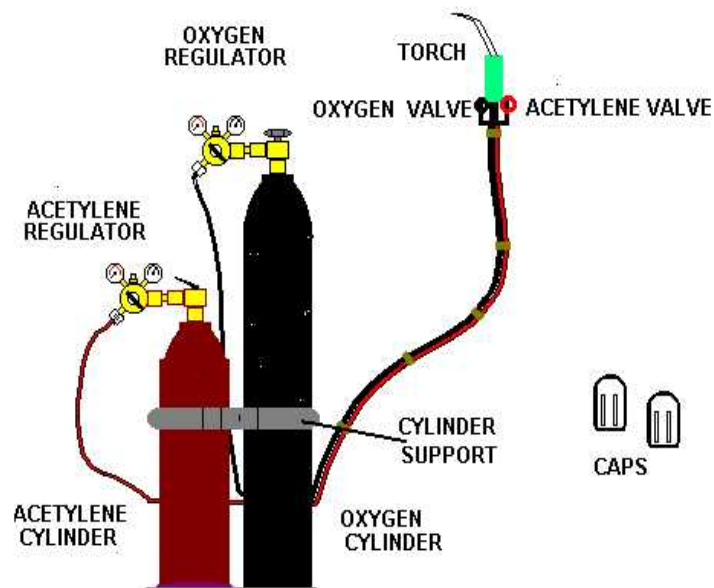


A-Bahan bakar alkohol B-Bahan bakar elpiji

Electronic detector

7. Las (Soldered/Brazing)

Digunakan untuk menyambung pipa dengan cara pemanasan atau penekanan.



Oksigen + Asitelin

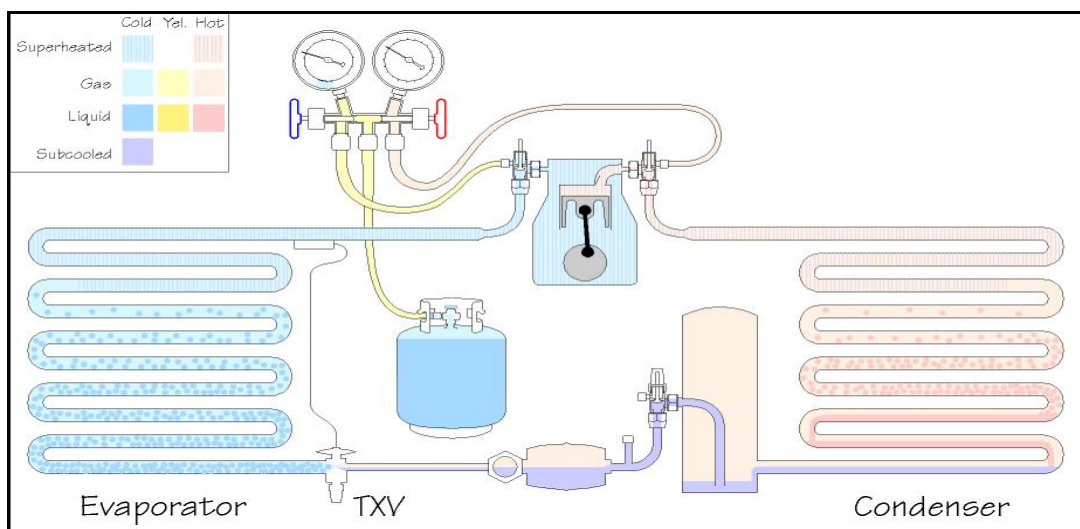
### BAB III PERBAIKAN DAN PERAWATAN

#### Pengisian dan Pengosongan Refrigeran

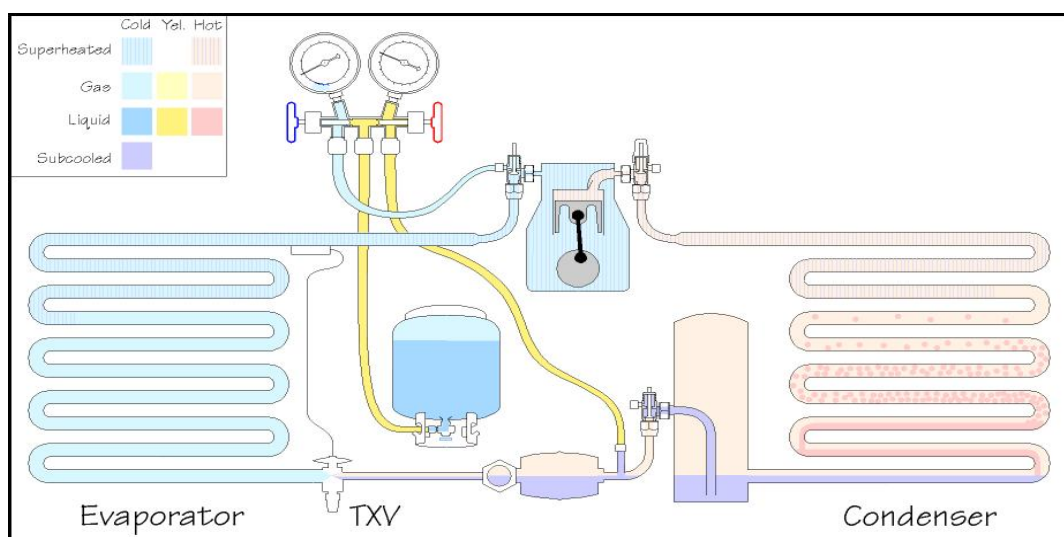
Refrigeran dapat diisikan ke dalam sistem pendingin dalam bentuk gas (silinder berdiri tegak) atau sebagai cairan (silinder terjungkir). Jumlah yang harus diisikan harus benar-benar diperkirakan. Bila unit terlampau besar untuk dapat diisi dengan gas, maka pengisian berbentuk cairan harus dilakukan. **Tapi ingat : bila pengisian cairan refrigeran terpaksa harus dilakukan, maka mesin pendingin (AC) harus dalam kondisi mati (off).**

Refrigeran biasanya diisikan ke dalam sistem pada salah satu dari tiga tempat yaitu :

1. King valve pada liquid line (pengisian cairan).
2. Suction servic valve (pengisian gas).
3. Punch off tube compressor hermetic (pengisian gas).



Pengisian gas refrigeran



Pengisian cairan refrigeran



Terdapat empat cara pokok untuk menentukan apakah jumlah refrigeran yang telah diisi sesuai :

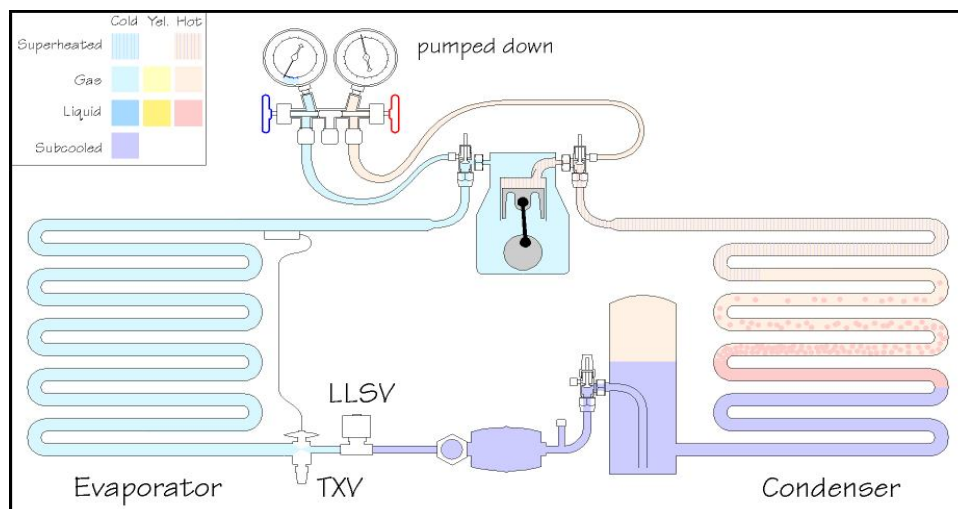
1. Melihat sight glass; isikan refrigeran sampai cairan memenuhi sight glass dan gelembung hilang.
2. Menimbang; silinder refrigeran ditimbang sebelum dan sesudah pengisian. Perbedaan berat menyatakan jumlah yang telah diisi.
3. Berdasarkan tekanan; pengisian dilakukan dengan cara memeriksa tekanan discharge dan suction yang sesuai dengan rekomendasi pabrik.
4. Frost line; cara ini hanya bisa dipakai pada sistem yang menggunakan alat kontrol pipa kapiler.

Ketika melakukan pengisian refrigeran ke dalam sistem harus dihindari masuknya air, udara atau debu ke dalam sistem. Ketiga zat tersebut sangat berbahaya bagi sistem pendingin karena akan mempengaruhi performance mesin dan juga efek pendinginan. Masuknya zat-zat tersebut bisa melalui berbagai macam cara diantaranya : instalasi yang tidak sempurna, kebocoran pada sistem, minyak pelumas yang basah, pengisian refrigeran yang tidak sempurna dan lain-lain.

Usaha yang bisa dilakukan untuk mengeluarkan zat berbahaya dari dalam sistem yaitu dengan cara memasang pengering kimia pada liquid line dan melakukan evakuasi (pembacukan). Pengering kimia yang banyak dipakai adalah silica gel, calcium chloride dan activated alumina. Proses evakuasi adalah penghampaan udara dengan jalan menyedot semua gas dan uap dari dalam sistem dengan menggunakan pompa vakum. Dengan jalan menimbulkan dan membiarkan hampa tinggi (deep vacuums) pada sistem dalam jangka waktu yang cukup lama, sejumlah air akan dikeluarkan untuk meyakinkan derajat kekeringan pada sistem yang normal.

### **Pump Down**

Pump down dilakukan bila kita akan mengganti sebagian komponen mesin pendingin, tetapi di dalam sistem tersebut masih terisi refrigeran. Pump down adalah upaya menyimpan refrigeran ke dalam kondensor atau receiver sehingga dapat digunakan kembali jika proses perbaikan telah selesai.






Rangkaian Sistem Pump Down




## Troubleshooting

1. Diagnosa Dengan Menggunakan Pengukuran Tekanan
  - a. Tekanan discharge tinggi
    - Kondensor kotor
    - Udara atau gas tidak terkondensasi di refrigerant
    - Kelebihan refrigerant
    - Kekurangan pendinginan di kondensor
  - b. Tekanan suction rendah
    - Udara atau panas tidak mencukupi yang masuk evaporator
    - Hambatan terhadap aliran refrigerant
    - Kekurangan refrigerant
    - Kesalahan fungsi pada katup ekspansi
  - c. Tekanan suction tinggi
    - Beban yang berat
    - Ukuran unit terlalu kecil
    - Pengaturan superheat rendah
    - Pengaturan katup ekspansi tidak tepat
    - Pemasangan feeler bulb kurang tepat
    - Kompresor tidak efisien




### Masalah 1

Indikator		Tekanan dan Kuat arus	Penyebab masalah utama
High Pressure		▪ Tekanan discharge dan suction sangat tinggi	Gas refrigerant terlalu banyak *) jika refrigerant diisi terlalu banyak , switch tekanan tinggi atau over current relay akan berfungsi
Low Pressure			▪ Amper bertambah besar
Ampere			




### Masalah 2

Indikator		Tekanan dan kuat arus	Penyebab masalah utama
High Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan discharge sangat tinggi</li> <li>▪ Tekanan suction sedikit lebih tinggi diatas normal</li> <li>▪ Amper bertambah</li> </ul>	Pendinginan kondensor kurang bagus <b><u>Kondensor Pendinginan udara</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kondensor kotor</li> <li>▪ Sebagian kondensor terhambat</li> <li>▪ Kesalahan fungsi pada fan kondensor</li> <li>▪ Fan kondensor berputar pada arah yang sebaliknya</li> <li>▪ Putaran pendek udara yang terkondensasi</li> <li>▪ Temperatur udara yang terkondensasi tinggi</li> </ul>
Low Pressure			
Ampere			




### Masalah 3

Indikator		Tekanan dan Kuat arus	Penyebab masalah utama
High Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan discharge sedikit lebih tinggi diatas normal</li> <li>▪ Tekanan suction sangat tinggi</li> <li>▪ Amper bertambah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ukuran unit terlalu kecil</li> <li>▪ Kondisi beban yang berat - temperatur udara masuk tinggi</li> </ul> <b>Operasi superheat</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aliran udara berlebihan</li> <li>▪ Katup ekspansi terbuka lebar</li> </ul> <b>Operasi basah</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pemasangan feeler bulb kurang tepat</li> <li>▪ Pengaturan super heated rendah</li> </ul>
Low Pressure			
Ampere			




**Masalah 4a**

Indikator		Tekanan dan Kuat arus	Penyebab Masalah utama
High Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan discharge sedikit lebih rendah dari tekanan normal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kurang refrigerant</li> <li>▪ Aliran refrigerant terhalang</li> <li>*) <b>Operasi superheat</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pipa kapiler atau katup ekspansi terhalang</li> <li>▪ pengering / penyaring udara tersumbat kotoran</li> <li>▪ Katup di jalur cairan sebagian tersumbat</li> <li>▪ pengahalang pada jalur cairan</li> <li>▪ Element power bocor pada katup ekspansi</li> </ul> </li> </ul>
Low Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan suction sangat rendah</li> </ul>	
Ampere		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amper berkurang</li> </ul>	




**Masalah 4b**

Indikator		Tekanan dan Kuat arus	Penyebab Masalah utama
High Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan discharge sedikit lebih rendah dari tekanan normal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perantara panas tidak mencukupi</li> <li>*) <b>Operasi basah</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Penyaring udara kotor</li> <li>▪ Tali kipas terselip</li> <li>▪ Putaran kipas evaporator terbalik</li> <li>▪ Putaran pendek pendinginan udara</li> </ul> </li> </ul>
Low Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan suction sangat rendah</li> </ul>	
Ampere		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amper berkurang</li> </ul>	

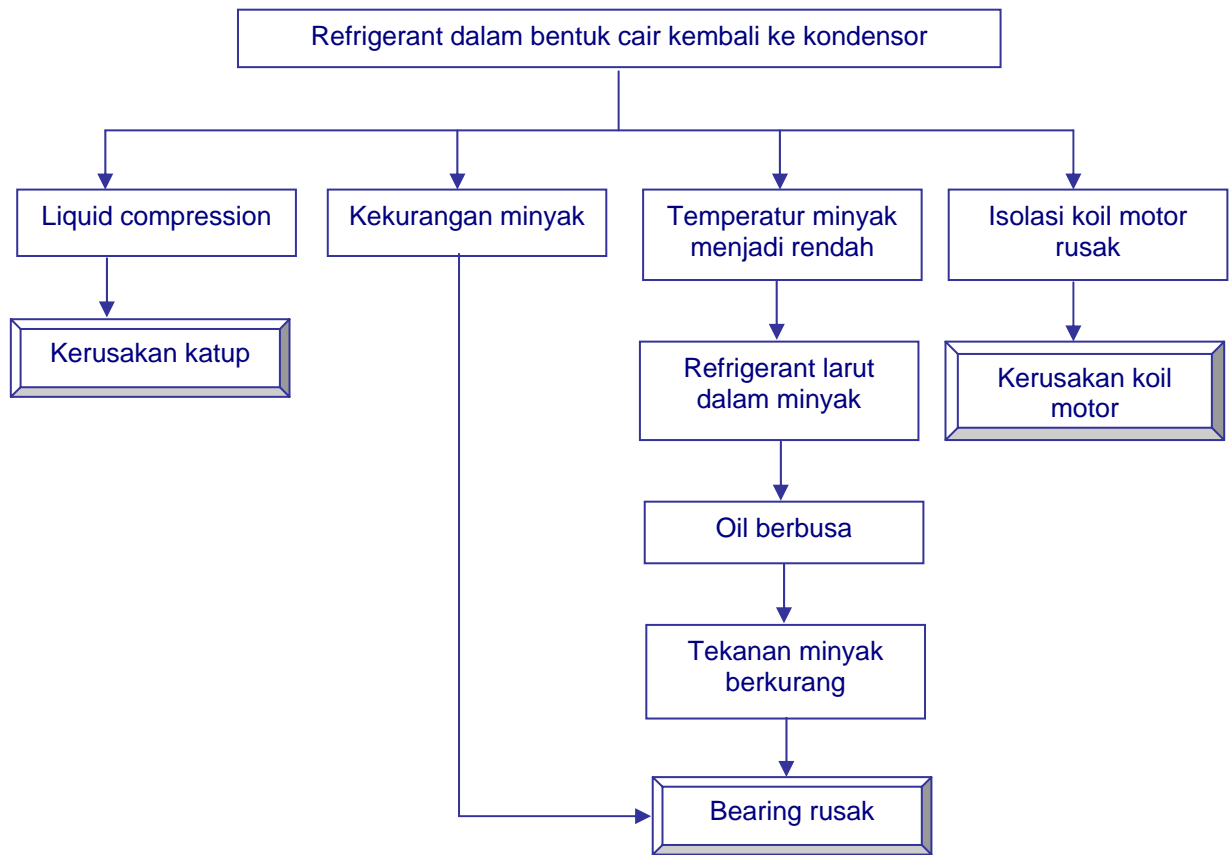
### Masalah 5

Indikator		Tekanan dan Kuat arus	Penyebab Masalah utama
High Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan discharge sedikit lebih rendah dari tekanan normal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kesalahan fungsi kompresor</li> </ul>
Low Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan suction sangat tinggi</li> </ul>	
Ampere		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amper berkurang</li> </ul>	

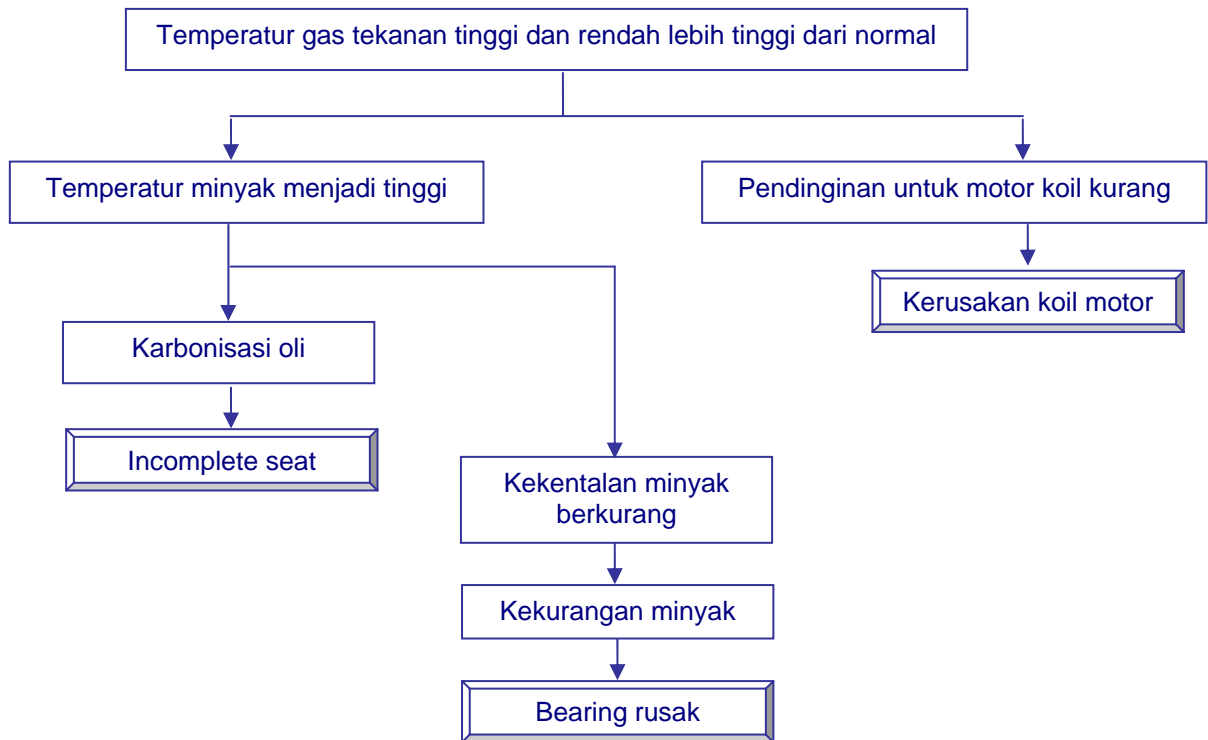
### Masalah 6

Indikator		Tekanan dan kuat arus	Penyebab masalah utama
High Pressure		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan discharge dan suction sangat rendah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kekurangan gas refrigerant yang sangat banyak</li> <li>*) <b>Operasi superheat</b></li> </ul>
Low Pressure			
Ampere			

**Operasi basah**



**Operasi Superheated**



## **Perawatan**

Perawatan yang umum dilakukan pada sistem air conditioning adalah :

### 1. Harian

- Periksa semua peralatan bebas dari noise dan getaran.
- Periksa temperatur pada jam 8.00, 12.00 dan 17.00 (tergantung hari kerja, minimal 3 kali).
- Periksa tekanan suction, discharge dan tekanan oli.

### 2. Mingguan

- Periksa sight glass.
- Periksa arus pada semua motor utama.
- Periksa air cooled kondensor bebas dari kotoran.
- Periksa/bersihkan/ganti filter udara seperlunya.
- Periksa kondisi grilles.
- Periksa drain.

### 3. Bulanan

- Periksa semua kondisi sabuk (tension dan kelurusannya).
- Periksa level oli.

### 4. Tiga Bulanan

- Periksa water cooled kondensor.
- Periksa sirip-sirip heat exchanger.
- Lumasi bearing motor/kipas seperlunya.
- Periksa kebocoran sistem dengan menggunakan elektronik leak detektor atau alat lainnya.
- Bersihkan basin drain.
- Periksa humidifier (jika terpasang) bebas dari lumut.
- Jika diperlukan bersihkan sensor dari thermostat dan humidistats.

### 5. Enam Bulanan

- Aktifkan sensing elemen dari humidistat tipe rambut kerjakan menurut instruction manual (bila terpasang).

### 6. Tahunan

- Periksa semua bearing pada motor/kipas (kalau perlu diganti).
- Bersihkan cooling tower, kondensor, kalau perlu di cat ulang. Ganti water treatment chemical (bila menggunakannya).
- Periksa semua operating dan safety control terutama settingnya.

Masalah yang sering timbul pada cooling tower :

- Basin berlumut, kotor.
- Nozel sering tersumbat.
- Air kotor, kurang kapasitasnya.
- Kipas dan eliminator / drift rusak.

## DAFTAR PUSTAKA

Althouse, A.D., Turnquist, C.H., Bracciano, A.F., “ Modern Refrigeration and Air Conditioning”, The Goodheart & Wilcox Co.Inc., Illinois, USA, 1992.

ARI, “Refrigeration and Air Conditioning, Second Edition, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA, 1987.

TRANE, “Trane Air Conditioning Manual”, The Trane Company, La Crosse, Wisconsin, USA, 1965.

Whitman,C.W., Jhonson, W.M., “Refrigeration and Air Conditioning Technology – Concepts, Procedures and Troubleshooting Techniques”, Second Edition, Delmar Publ. Inc., New York, USA, 1992.