

**MODUL PEMBELAJARAN**

**KODE : MK.RAD.08.01/06**

# **PEMELIHARAAN KONDENSOR & COOLING TOWER**

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN  
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA**



**PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**2003**

## KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003  
Direktur Dikmenjur,

Dr. Ir. Gator Priowirjanto  
NIP 130675814

# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
REKOMENDASI .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL .....	v
GLOSARRY/PERISTILAHAN	
I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi .....	1
B. Prasyarat .....	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul .....	2
D. Tujuan Akhir.....	3
E. STANDAR KOMPETENSI.....	4
F. Cek Kemampuan .....	6
II PEMBELAJARAN	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT.....	7
B. KEGIATAN BELAJAR. ....	8
Kegiatan Belajar 1	8
A. Tujuan Kegiatan .....	8
B. Uraian Materi .....	8
C. Rangkuman 1 .....	18
D. Tugas 1 .....	20
E. Formatif 1 .....	21
F. Jawaban Test Formatif 1 .....	25
Kegiatan Belajar 2	26
A. Tujuan Kegiatan .....	26
B. Uraian Materi .....	26
C. Rangkuman 2 .....	48
D. Tugas 2 .....	50

III	EVALUASI .....	56
	KUNCI JAWABAN .....	63
IV	PENUTUP .....	64
	DAFTAR PUSTAKA .....	65
	LAMPIRAN	

## PERISTILAHAN (GLOSSARY)

Condenser :	Bagian utama mesin refrigerasi uap yang berfungsi mengubah gas refrigerant menjadi liquid refrigerant.
Air Cooled Condenser :	Kondenser yang menggunakan udara sebagai cooling medium.
Water Cooled Condenser :	Kondenser yang menggunakan air sebagai cooling medium.
Evaporative Condenser :	Kondenser yang menggunakan udara dan air sebagai cooling medium.
Cooling Medium :	Bahan yang digunakan untuk mendinginkan refrigeran yang ada di condenser ( udara dan air)
Over Condensing :	Pendinginan di condenser berlebihan sehingga suhu dan tekanan condensing menjadi terlalu rendah.
Under Condensing :	Pendinginan di condenser tidak mencukupi kebutuhan sehingga suhu dan tekanan condensing menjadi terlalu tinggi.
Block Condenser :	Permukaan condenser kotor sehingga menurunkan kapasitas pembuangan panas refrigerant.
Cooling Tower :	Sistem Pendinginan kembali air yang digunakan pada water cooled condenser

# **I. PENDAHULUAN**

## **DESKRIPSI MODUL**

Dalam upaya mengkondisi udara ruang untuk keperluan pengawetan makanan dan kenyamanan hunian maka hal terpenting yang harus dipahami dan dikuasai oleh para operator dan teknisi yang bergerak di bidang refrigerasi dan tata udara adalah pemeliharaan kondenser dan cooling tower. Modul berjudul Pemeliharaan Kondenser dan Cooling Tower ini membahas tuntas tentang prosedur pemeliharaan kondenser dan cooling tower. Modul merupakan penjabaran dari standar kompetensi K.RAI.08 yaitu Memelihara dan Memperbaiki sistem refrigerasi industrial, sub kompetensi K.RAI.08.1 yaitu Menangani pemeliharaan pencegahan, pemeriksaan dan pengaturan sistem dan komponen refrigerasi industrial. Modul ini merupakan modul nomor 7 dari 7 modul yang tersedia

Total alokasi untuk menyelesaikan modul ini adalah 80 jam.

Tujuan modul ini adalah memberi anda data-data yang memadai dan rincian tentang prosedur pemeliharaan kondenser dan cooling tower, bersamaan dengan itu akan dijelaskan pula tentang komponen lainnya yang berkaitan. Kemudian akan diberikan pula beberapa contoh praktis pemeliharaan kondenser dan cooling tower.

## **PRASYARAT**

Kemampuan awal yang dipersyaratkan untuk mempelajari modul ini adalah telah menyelesaikan semua modul kompetensi refrigerasi domestic dan komersial

## **PETUNJUK MENGGUNAKAN MODUL**

Penyajian Modul ini dibagi ke dalam empat bab, yaitu

Bab pertama berisi Pendahuluan, yang memuat deskripsi singkat tentang materi dan tujuan modul, petunjuk menggunakan modul, tujuan akhir dan kompetensi yang ingin dicapai, serta pengecekan kemampuan anda. Bab dua berisi Pembelajaran yang harus dilakukan oleh pengguna modul, meliputi tujuan kegiatan pembelajaran, uraian materi dan rangkuman serta tugas-tugas yang harus dikerjakan, kemudian tes formatif dan kunci jawabannya serta lembaran kerja.

Petunjuk bagi siswa:

Untuk dapat dinyatakan lulus, anda harus:

- (a) Menjawab semua pertanyaan dengan benar
- (b) Menyelesaikan semua lembaran kerja yang tersedia dengan benar
- (c) Melakukan tugas praktek secara tepat.
- (d) Mendefinikan semua terminology (istilah) yang digunakan dengan benar

Aktivitas yang harus dilakukan siswa adalah:

1. Membaca dan mempelajari bahan referensi
2. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan
3. Meminta pelatih/instructor untuk memeriksa respon saudara
4. Menyelesaikan semua Tes formatif
5. Menyelesaikan evaluasi
6. Sampaikan hasil kegiatan saudara ke guru/pelatih untuk diperiksa dan mendapatkan feed back.

Perlengkapan yang harus disiapkan adalah :

1. Kondenser dan cooling tower
2. Pompa air Tekanan tinggi
3. Solvent untuk kerak air
4. Solvent untuk korosi

## **TUJUAN AKHIR**

Setelah menyelesaikan modul ini, anda harus mampu :

- (i) Memahami karakteristik kondenser dan cooling tower
- (ii) Membersihkan kondenser dan cooling tower

## **STANDAR KOMPETENSI**

Kode Kompetensi :	K. RAI.08
Kode Sub Kompetensi :	K.RAI.08.1
Sub Kompetensi :	Menangani pemeliharaan pencegahan, pemeriksaan dan pengaturan sistem dan komponen refrigerasi industri
Kriteria Unjuk Kerja :	<p>Pemeriksaan secara visual dan pengujian dengan menggunakan peralatan uji/ukur yang relevan dilakukan sesuai dengan prinsip refrigerasi, prosedur operasi dan keamanan standar</p> <p>Tugas pemeliharaan pencegahan dilakukan sesuai spesifikasi pabrikan dengan menggunakan prosedur standar</p>
Ruang Lingkup :	Unit ini mencakup pemeliharaan sistem dan komponen refrigerasi industrial. Pekerjaan ini dapat dilakukan secara mandiri atau dalam team kerja. Menginterpretasi gambar dan diagram sistem dan komponen refrigerasi industrial dan menerapkan prosedur dasar palacakan gangguan dan menggunakan peralatan uji dan service untuk mendiagnosa gangguan yang timbul. Melakukan perbaikan baik kerusakan pada komponen dan peralatan kontrolnya termasuk retrofitting
Pengetahuan :	<p>Menjelaskan prosedur pengujian dan pengaturan sistem dan komponen refrigerasi industrial</p> <p>Menjelaskan frekuensi dan alasan pelaksanaan pemeliharaan pencegahan sistem dan komponen refrigerasi industrial</p>
Keterampilan :	Menggunakan peralatan uji dan peralatan ukur untuk menentukan performa sistem sistem dan komponen refrigerasi industrial
Sikap :	<p>Menggunakan acuan standar yang berlaku dalam melakukan setiap kegiatan pengujian sistem dan komponen refrigerasi industrial. Hanya bekerja sesuai dengan tanggung jawabnya</p> <p>Mengambil keputusan dalam menetapkan tindakan pengujian berdasarkan analisa data yang akurat.</p>
Kode Modul	M.K.RAI.08.1 / 07

## CEK KEMAMPUAN

Gunakan tabel berikut ini untuk mengukur apakah anda telah memahami masalah kondisi pengawetan makanan yang diperlukan sebagai pengetahuan pendukung untuk dapat memperoleh kompetensi utama dalam pemeliharaan sistem refrigerasi komersial.

SUB KOMPETENSI	KUK	YA	TIDAK	KET
Menangani pemeliharaan pencegahan, pemeriksaan dan pengaturan sistem dan komponen refrigerasi industrial	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pemeriksaan secara visual dan pengujian dengan menggunakan peralatan uji/ukur yang relevan dilakukan sesuai dengan prinsip refrigerasi, prosedur operasi dan keamanan standar<ul style="list-style-type: none"><li>- Semua informasi yang relevan ditemukan dan diinterpretasi dengan benar terlebih dahulu pada awal pekerjaan</li><li>- kontruksi dan karakteristik kondenser dan cooling tower dipahami dengan benar</li><li>- Faktor lingkungan sekitar yang dapat mengganggu kerja kondenser dan cooling tower dijelaskan dengan benar</li><li>- Kondenser dan cooling tower dibersihkan sesuai prosedur</li></ul></li><li>2. Tugas pemeliharaan pencegahan dilakukan sesuai spesifikasi pabrikan dengan menggunakan prosedur standar</li></ol>			

## **II. PEMBELAJARAN**

### **a. RENCANA BELAJAR SISWA**

Penyajian Modul ini dibagi ke dalam dua Kegiatan Belajar. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan Lembaran Kerja yang berupa pertanyaan-pertanyaan (review questions) yang harus dijawab setelah selesai membaca masukan (text) yang relevan dan tes formatif

Pembelajaran pada modul ini diorganisasi sebagai berikut

Kegiatan Belajar	Aktivitas Siswa	Pencapaian	Tanggal
1. Memahami karakteristik dan atau permasalahan kondenser dan cooling tower	Lembaran Informasi Lembaran Kerja Tes Formatif		
2. Membersihkan kondenser dan cooling tower	Lembaran Informasi Lembaran Kerja dan Lembaran Tugas Tes Formatif		
3. Evaluasi			

## **b. KEGIATAN BELAJAR**

Dalam rangka mempermudah pengguna modul menguasai kompetensi sesuai tujuan akhir modul ini, maka disajikan serangkaian pengalaman belajar yang diorganisasikan dalam dua kegiatan belajar, yaitu Masalah konstruksi / karakteristik kondenser / cooling tower dan prosedur membersihkan kondenser dan cooling tower.

### **1. Kegiatan Belajar 1**

#### **a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1**

Setelah menyelesaikan unit ini anda harus mampu memahami konstruksi dan karakteristik kondenser dan atau cooling tower yang digunakan pada unit refrigerasi komersial dan industrial.

#### **b. Uraian Materi 1**

##### **Pendahuluan**

Pada prinsipnya mesin refrigerasi mekanik terdiri dari 4 fungsi yaitu: Evaporasi, kompresi, Kondensasi dan ekspansi. Sesuai dengan fungsinya maka komponen sistem refrigerasi mekanik terdiri dari : Evaporator, Kompresor, Kondensor dan Katub ekspansi (katub pengontrol refrigerant). Disamping itu, agar keempat fungsi tersebut dapat beroperasi sesuai keinginan maka diperlukan sistem pengaturan (kontrol) baik secara elektrik, elektronik atau pneumatik.

Komponen utama mesin refrigerasi adalah kompresor, kondensor, refrigerant flow control dan evaporator (cooling coil). Disamping itu terdapat komponen bantu yang jenisnya tergantung dari aplikasi dan kapasitas mesinnya, antara lain pipa penghubung pada sisi tekanan rendah dan tekanan tinggi, strainer, dryer, heat exchanger, fan, pompa, katub, regulator dan protector dan cooling tower.

Bagian kontrol mesin refrigerasi terdiri dari berbagai komponen yang bekerja secara elektrik, pneumatik dan elektronik, antara lain : motor penggerak kompresor dan fan, kontaktor, relai, motor starter, over load protection, kapasitor, pressure switch, thermostat, humidistat, timer serta berbagai alat bantu lain yang berupa regulator dan protector.

### **1.1. Fungsi Kompresi**

Pada hakekatnya fungsi kompresi gas refrigerant dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa cara yaitu :

- (I) Positive Displacement, yaitu dengan menggunakan kompresor torak/piston.
- (II) Gaya Centrifugal, yaitu dengan menggunakan kompresor centrifugal.
- (III) Ejector, yaitu dengan menggunakan Steam-jet
- (IV) Absorpsi

Dua cara yang paling populer saat ini adalah pemakaian kompresor torak untuk mesin refrigerasi berkapasitas rendah dan sedang dan kompresor centrifugal untuk mesin berkapasitas besar.

Kompresor didesain dengan berbagai ukuran, disesuaikan dengan persyaratan yang berlaku dan diklasifikasikan menurut cara operasinya yaitu :

- (i). Reciprocating
- (ii). Centrifugal

Fungsi utama kompresor adalah menaikkan tekanan gas refrigeran yang dihisap dari evaporator pada tingkatan tertentu dan selanjutnya mengirimkannya (discharge) ke condenser. Selanjutnya di kondenser gas bersuhu dan bertekanan tinggi dari discharge kompresor akan diembunkan (kondensasi) di kondenser.

Prinsip kondensasi di kondenser adalah menjaga tekanan gas superheat refrigeran yang masuk ke kondenser pada tekanan tertentu kemudian suhu refrigeranya diturunkan dengan membuang sebagian kalornya ke medium pendingin yang digunakan di kondenser. Sebagai medium pendingin digunakan udara dan air atau gabungan keduanya.

Pada mesin refrigerasi berkapasitas kecil biasanya hanya menggunakan udara ( air cooled condenser) sebagai medium pendingin. Ada dua jenis air cooled condenser yaitu tanpa fan (static condenser) dan dengan memakai fan forced draft/induced fan condenser. Pada mesin yang agak besar digunakan fan atau blower untuk menaikan kecepatan pendinginnya. Sedang pada mesin berkapasitas besar digunakan air ( water cooled condenser) dan digabung dengan cooling tower.

Dilihat dari penempatan penggerak mulanya (motor listrik), maka kompresor dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu :

- (i). Independent atau open type atau Belt Drive
- (ii). Semihermetic (Direct Drive), tetapi kompresor dan motor penggeraknya berada dalam housing yang berbeda.
- (iii). Hermetic (Direct Drive), kompresor dan motor penggeraknya berada dalam housing yang sama

### **Kompresor Torak (Reciprocating Compressor)**

Kompresor torak bekerja secara resiprokasi (piston selalu bergerak bolak-balik dari titik mati atas ke titik mati bawah setiap saat). Kompresor ini cocok untuk menangani siklus refrigeran dimana refrigeran yang digunakan mempunyai berat jenis tinggi sehingga menyebabkan tekanan kondensinya juga tinggi, misalnya R12, R22 dan R500. Kompresor dibuat dengan berbagai desain, yaitu hermetik, semi hermetik dan open type.

Desain kapasitas kompresor hermetik dapat mencapai 100 ton refrigerasi. Sedang untuk kompresor semi hermetik dapat mencapai 150 ton refrigerasi. Kompresor hermetik tidak serviceable sedangkan kompresor semi hermetik serviceable. Keuntungan menggunakan kompresor hermetik adalah dapat terbebas dari kebocoran dan sistem pelumasannya lebih sederhana. Kerugiannya adalah disamping tidak mudah untuk direparasi juga terbatasnya kapasitas terpasang dan putaran motor penggerakannya. Kompresor ini mempunyai dua jenis katub (valve) yaitu Suction valve yang bertekanan rendah dan discharge valve lebih tinggi.

Pendinginan kompresor dilakukan dengan dua cara yaitu untuk kompresor berkapasitas besar maka pendinginan piston dan silinder dilakukan dengan menggunakan air. Air pendingin disirkulasikan di dalam suatu jaket sekitar silinder dan kepala silinder. Sedang pelumasannya menggunakan dua cara yaitu simple splash untuk kompresor kecil dan dengan menggunakan pompa oli untuk kompresor berkapasitas besar.

Tekanan dan suhu operasi kompresor ditentukan oleh 3 faktor, yaitu: (I) suhu yang diinginkan di evaporator, (ii) jenis refrigeran yang digunakan dan (iii) suhu media pendingin kondensor yang digunakan (air atau udara). Biasanya suhu evaporator berkisar antara 34° F sampai 45° F tanpa memperhatikan cara yang digunakannya apakah langsung dengan menggunakan cooling coil atau secara tak langsung dengan menggunakan chilled water. Pengoperasian evaporator kurang dari 34° F dapat menyebabkan timbulnya lapisan bunga es (frosting) di permukaan cooling coil atau pembekuan bila menggunakan chilled water.

Sebagai contoh, berikut ini diberikan suatu kasus pemakaian R12 dan R22 pada suatu unit air conditioner, yaitu:

- (i) R12, dengan water cooled condenser (pendinginan dengan menggunakan air), suhu kondensinya 94° F dan suhu evaporasinya 36° F. Sedang tekanan kondensinya 121 psia dan tekanan evaporasinya 48,1 psia.

- (ii) R22, dengan air colled condenser (pendinginan dengan menggunakan udara), suhu evaporasinya 40° F dan suhu kondensinya 130° F. Sedang tekanan evaporasinya 83,2 psia Dn tekanan kondensinya 311,5 psia.

Kompresor torak mempunyai beberapa keuntungan, yaitu:

- (i) Mempunyai positive displacement, sehingga perbandingan volume refrigeran (aktual/ sebenarnya) yang dapat dipompa oleh piston dan volume teoritik yang dapat dipompa oleh piston (efisiensi volumetrik) cukup tinggi.
- (ii) Mempunyai kecepatan putar yang relatif lebih rendah (dibandingkan dengan kompresor centrifugal) sehingga lebih aman.
- (iii) Mempunyai kemampuan untuk menangani refrigeran yang mempunyai berat jenis tinggi, sehingga memungkinkan mensirkulasikan refrigeran dalam volume yang banyak di dalam pipa yang kecil dan dalam jarak yang relatif lebih jauh dari kompresornya.
- (iv) Mempunyai kemampuan untuk menjaga kestabilan tekanan tinggi di sisi discharge. Hal ini memungkinkan penggunaan air-cooled condensor (udara sebagai medium pendingin) walaupun pada saat musim panas.
- (v) Konstruksi lebih sederhana dan lebih murah pemeliharaannya.
- (vi) Kompresor torak paling tepat untuk mesin berkapasitas sampai 200 ton per unit mesin. Bila diperlukan kapasitas yang lebih besar maka dapat dilakukan dengan menggunakan dua atau lebih kompresor. Kapasitas mesin diatas 500 ton biasanya menggunakan kompresor centrifugal.

Kekurangan kompresor torak akan muncul bila kapasitas mesin melebihi 200 ton, yaitu jumlah dan ukuran silinder menjadi berlebihan dan masalah pendinginan dan pelumasan dapat menjadi problem yang serius karena jarak yang terlalu jauh dari kompresor.

## **Kompresor Centrifugal**

Sesuai dengan namanya, kompresor ini memanfaatkan gaya centrifugal untuk menaikkan atau mengkompresi gas refrigeran. Secara cepat rotor kompresor yang dirancang khusus dengan impeller blade menangkap gas refrigeran yang bertekanan sangat rendah dari evaporator (sisi suction) dan kemudian melemparkan molekul-molekul gas yang berada di lengan-lengan impeller blade dengan memanfaatkan putaran rotor yang sangat tinggi (4000 rpm sampai 8000 rpm), sehingga kecepatan tangensialnya akan memproduksi tekanan pada sisi discharge-nya.

Kompresor centrifugal biasanya digunakan untuk mengkompresi gas refrigeran yang mempunyai berat jenis dan tekanan sangat rendah seperti R11 dan R113. Pada sistem yang menggunakan refrigeran jenis ini tekanan suction (evaporasi) dan tekanan discharge (kondensasi) dapat berada di bawah tekanan atmosfer. Tekanan refrigeran yang rendah berkaitan dengan berat jenis yang rendah pula tetapi dengan volume spesifik yang tinggi. Jadi kompresor centrifugal yang dirancang dengan kecepatan tinggi sesuai digunakan untuk keperluan penanganan siklus refrigeran yang mempunyai berat jenis rendah tetapi dalam volume yang tinggi. Inilah salah satu kelebihan kompresor centrifugal.

Kecepatan kompresor centrifugal berkisar antara 4000 rpm sampai 8000 rpm. Untuk mesin berskala besar 1000 ton sampai 2000 ton biasanya dirancang dengan kecepatan 4000 rpm sedang untuk mesin dengan kapasitas 50 ton sampai 100 ton dirancang dengan kecepatan 8000 rpm. Biasanya rotor blade dan motor penggeraknya dikopel melalui roda gigi untuk meningkatkan putaran rotor bladenya. Berikut ini diberikan contoh suatu unit mesin berkapasitas 500 ton yang digerakkan oleh motor listrik 3 fasa, 500 HP, 2300 volt, 60 Hz, 1770 rpm. Melalui roda gigi kecepatan rotor ditingkatkan hingga mencapai 4860 rpm.

Keuntungan lain dari unit dengan kompresor centrifugal adalah kemampuan adaptasi yang sangat tinggi sehingga mesin ini dapat diadaptasikan ke suatu sistem yang berkapasitas 250 ton hingga 5000 ton. Mesin ini cocok untuk operasi suhu yang lebar, dari + 50° F sampai - 100° F. Mesin ini sangat fleksibel di berbagai

variasi beban dan dapat beroperasi dengan efisiensi yang tinggi bahkan bila kebutuhan beban kurang dari 40% dari kapasitas terpasang. Mesin ini juga mempunyai bagian bergerak yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan multi silinder pada kompresor torak sehingga sistem pelumasannya pun menjadi lebih sederhana.

Berikut ini diberikan tipikal tekanan dan suhu operasi dari centrifugal condensing unit dengan R11.

Suhu/tekanan evaporasi	40° F / 7 psia
suhu/tekanan kondensasi	93° F / 21 psia
suhu air (water chilled) leaving	48° F
suhu air (water chilled) return	58° F
suhu air (water cooled condenser) on	85° F
suhu air (water cooled condenser) off	95° F

## **1.2. Fungsi Kondensasi**

Pada proses pendinginan (cooling) baik secara langsung dengan menggunakan DX coil maupun secara tak langsung dengan menggunakan chiller water, maka liquid refrigeran yang menguap di dalam pipa-pipa cooling coil (evaporator) telah menyerap panas sehingga berubah wujudnya menjadi gas dingin dengan kondisi superheat pada saat meninggalkan cooling coil. Panas yang telah diserap oleh refrigeran ini harus dibuang atau dipindahkan ke suatu medium lain sebelum ia dapat kembali diubah wujudnya menjadi liquid untuk dapat mengulang siklusnya kembali.

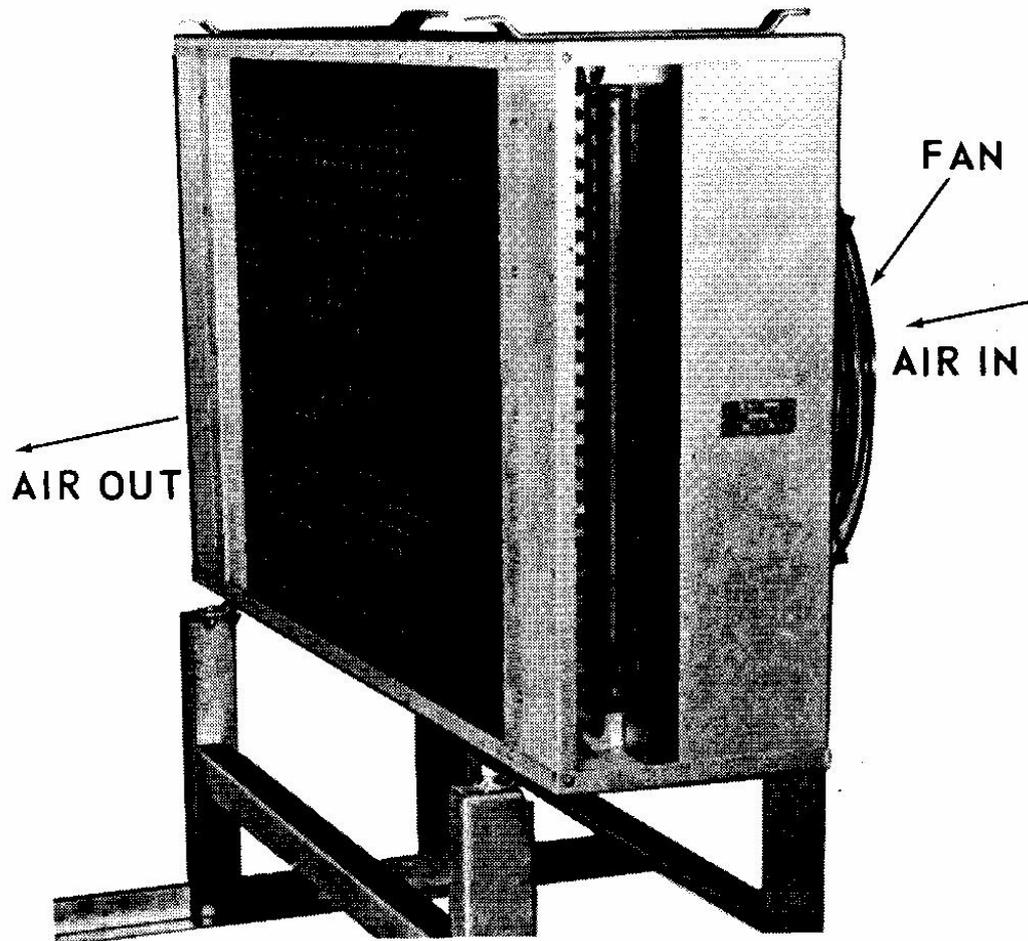
Menurut hukum kedua termodinamika, maka panas yang dikandung gas dingin tersebut tidak dapat dibuang ke medium lainnya (udara atau air) yang mempunyai suhu lebih tinggi. Oleh karena itu harus ada upaya yang harus dilakukan untuk menaikkan suhu gas tersebut hingga mencapai titik suhu tertentu yang lebih besar

dari suhu medium yang digunakan untuk keperluan transfer panas tersebut. Pada mesin refrigerasi mekanik digunakan kompresor yang berfungsi menaikkan suhu gas tersebut hingga titik suhu tertentu dan kemudian menyalurkannya ke dalam pipa-pipa kondenser. Dalam hal ini desain kondensernya harus mampu membuang jumlah panas yang dikandung gas panas akibat kerja kompresi oleh kompresornya dan akibat kerja evaporasi di evaporator.

Fungsi condenser di dalam sistem Refrigerasi Kompresi Gas adalah untuk merubah wujud refrigeran dari gas yang bertekanan dan bersuhu tinggi dari discharge kompresor menjadi cairan refrigeran yang masih bersuhu dan bertekanan tinggi. Pada saat gas bergerak dari sisi discharge kompresor masuk ke dalam condenser, ia mengandung beban kalor yang meliputi : kalor yang diserap oleh evaporator untuk penguapan liquid refrigeran, kalor yang diserap untuk menurunkan suhu liquid refrigeran dari suhu kondensing ke suhu evaporating, kalor yang dihisap oleh silinder chamber dan kalor yang dipakai untuk mengkompresi gas dari evaporator. Kondenser harus mampu membuang kalor tersebut ke cooling medium yang digunakan oleh kondensernya

Menurut jenis cooling medium yang digunakan, maka condenser dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu :

- (i) Air Cooled Condenser (menggunakan udara sebagai cooling medium),
- (ii) Water Cooled Condenser (menggunakan air sebagai cooling medium dan
- (iii) Evaporative Condenser (menggunakan kombinasi udara dan air)



Gambar 1.1 Air Cooled Condenser

### Air Cooled Condenser

Air Cooled Condenser adalah kondenser yang menggunakan udara sebagai cooling mediumnya, biasanya digunakan pada sistem berskala rendah dan sedang dengan kapasitas hingga 20 ton refrigerasi. Air Cooled Condenser merupakan peralatan AC standard untuk keperluan rumah tinggal (residential) atau digunakan di suatu lokasi di mana pengadaan air bersih susah diperoleh atau mahal. Untuk melayani kebutuhan kapasitas yang lebih besar biasanya digunakan multiple air cooled condenser. Pemakaian air cooled condenser meningkat pesat untuk pemakaian unit berskala rendah dan sedang karena lebih mudah pemeliharaannya.

Air cooled condenser terdiri dari pipa tembaga yang dibentuk coil (continuous tube coil) yang dilengkapi dengan rangkaian lembaran tipis aluminium yang disebut fin (finned tube) untuk mempertinggi luas permukaan transfer panas.

Dalam operasinya, gas panas masuk melalui bagian atas coil, dan liquid refrigeran akan diperoleh di bagian bawah coil kemudian dialirkan menuju ke Liquid Receiver yang terletak di bagian bawah condenser. Air-cooled condenser harus selalu diletakkan pada ruangan yang mempunyai lubang ventilasi, untuk dapat membuang panasnya ke udara sekitarnya dan menggantinya dengan udara segar. Untuk membantu proses penukaran kalor tersebut, digunakan fan yang akan menarik udara menuju ke coil dan kemudian membuangnya ke udara atmosfer.

Air cooled condenser biasanya didesain oleh pabrikannya agar suhu kondensinya berkisar antara 30 sampai 40 derajat Fahrenheit di atas suhu ambien (udara sekitar). Salah satu kelemahan dari air cooled condenser adalah bila suhu ambien meningkat tinggi, misalnya mencapai 110 °F. Pada kondisi tersebut maka suhu kondensinya menjadi katakanlah 150 °F. Untuk sistem yang menggunakan R12 maka tekanan kondensinya dapat mencapai 249 psia atau 369 psia bila menggunakan R22. Dibandingkan dengan pemakaian water cooled condenser, pada suhu ambien 110 °F maka suhu airnya katakanlah mencapai 75 °F, sehingga suhu dan tekanan kondensing untuk R12 adalah 100 °F dan 130 psia atau 210 psia untuk R22, sehingga konsumsi daya yang diambil kompresornya juga lebih rendah.

Berikut ini diberikan sebuah contoh kasus untuk lebih memperjelas untung rugi menggunakan air cooled condenser. Water cooled condenser dengan suhu air 75 °F, memerlukan kompresor yang berkapasitas 5 Hp untuk menghasilkan efek refrigerasi sebesar 5 ton. Bila menggunakan air cooled condenser maka untuk menghasilkan efek refrigerasi yang sama diperlukan kompresor yang berkapasitas 7,5 Hp. Keuntungan menggunakan water cooled condenser adalah konsumsi daya yang lebih rendah dibandingkan dengan air cooled condenser untuk kebutuhan setiap ton refrigerasi sehingga dapat memperpanjang umur kompresor tetapi memerlukan pemeliharaan yang lebih mahal.

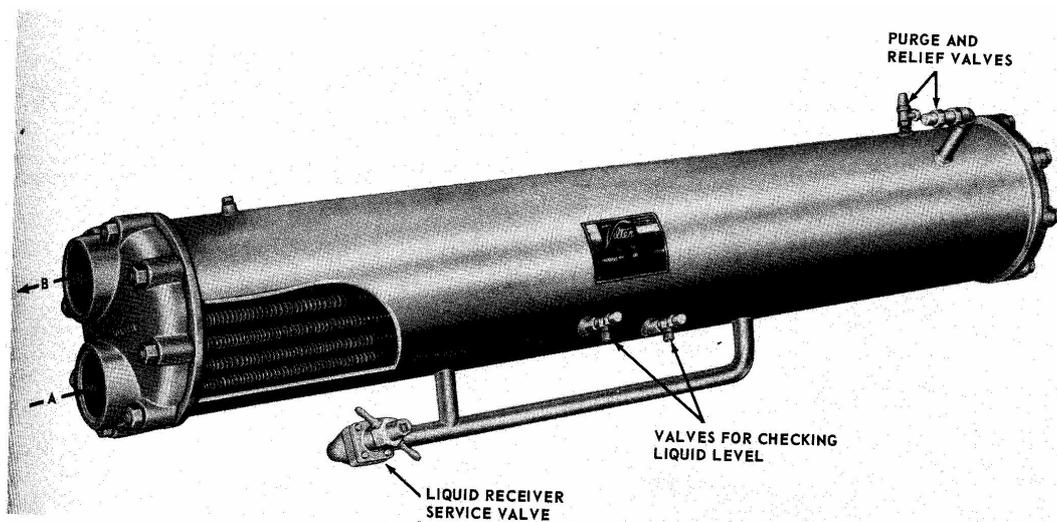
### Water Cooled Condenser

Condenser dengan pendinginan air (water-cooled condenser) digunakan pada sistem yang berskala besar untuk keperluan komersial di lokasi yang mudah memperoleh air bersih. Water Cooled Condenser biasanya menjadi pilihan yang ekonomis bila terdapat suplai air bersih secara mudah dan murah. Faktor lain yang perlu mendapat pertimbangan adalah adanya tumpukan kotoran dan kerak air di dalam pipa-pipa air pendingin bila kualitas airnya tidak bagus. Dalam condenser jenis ini, suhu dan banyaknya air sebagai media pendingin kondenser akan menentukan suhu dan tekanan kondensing dari sistem refrigerasinya. Dan secara tidak langsung juga akan menentukan kapasitas kompresinya.

Pada lokasi di mana air perlu dihemat karena kesulitan memperoleh air bersih), maka biasanya digunakan : Cooling Tower. Dengan cooling tower, maka air hangat yang keluar dari kondenser dapat didinginkan lagi sampai mendekati tingkat suhu wet bulb ambient temperatur. Hal ini memungkinkan untuk terus mensirkulasi air dan mengurangi konsumsi penggunaan air.

Ada 3 jenis konstruksi water cooled condenser yang banyak digunakan yaitu :

- (i) Shell and Tube Condenser,
- (ii) Shell and Coil Condenser dan
- (iii) Tubes and tube Condenser.

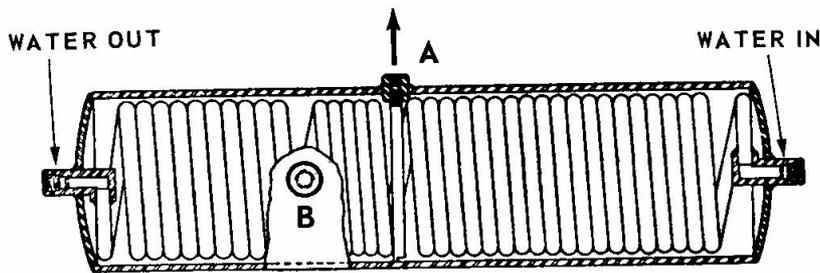


Gambar 1.2. Shell and Tubes Condenser

### Shell and Tubes Condenser

Shell and Tubes Condenser terdiri dari sebuah silinder (Shell) yang terbuat dari besi di mana di dalam shell tersebut diletakkan rangkaian pipa-pipa lurus sepanjang silindernya. Air pendingin disirkulasikan di dalam pipa-pipa sehingga gas refrigeran yang berada di dalam shell akan dapat memindahkan (panas) kalornya ke air pendingin melalui permukaan pipa-pipa air tersebut. Suhu gas refrigeran akan turun tetapi tekanannya tetap tidak berubah. Bila penurunan suhu gas mencapai titik pengembunannya maka akan terjadi proses pengembunan (kondensasi), dalam hal ini terjadi perubahan wujud gas menjadi liquid yang tekanan dan suhunya masih cukup tinggi (tekanan kondensing).

Bagian dasar dari shell berfungsi juga sebagai penampung cairan (liquid) refrigeran. Dalam sistem ini rangkaian water coolingnya dibentuk secara paralel. Penggunaan sirkit paralel akan menghasilkan rugi tekanan (pressure drop) yang rendah di dalam rangkaiannya.



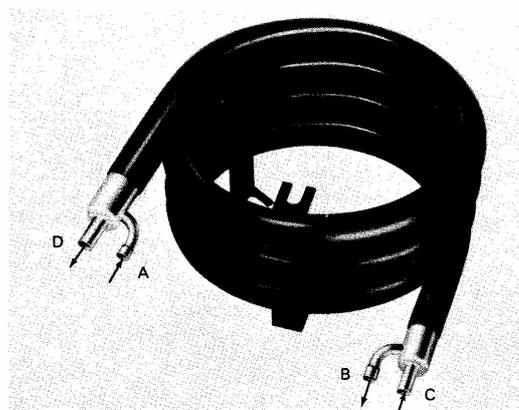
Gambar 1.3. Shell and Coil Condenser

### Shell and Coil Condenser

Di dalam konstruksi Shell and Coil Condenser maka pipa-pipa airnya tidak dibuat lurus sepanjang silinder melainkan berbentuk coil sepanjang silinder besinya. Dalam sistem ini rangkaian water coolingnya dibentuk secara seri.

### Tubes in Tube Condenser

Tubes in tube condenser menjadi populer penggunaannya baik untuk keperluan residential maupun komersial karena konstruksinya yang lebih sederhana. Desain condenser ini terdiri dari coil yang berupa pipa kecil yang dimasukkan di dalam pipa yang lebih besar diameternya. Di dalam pipa kecil dialirkan air pendingin sedang refrigerannya mengalir di dalam pipa besar. Jadi refrigerannya didinginkan oleh air yang berada di pipa kecil dan sekaligus oleh udara sekitar pipa besar sehingga dapat emingkatkan efisiensinya.



Gambar 1.4. Tubes and Tube Condenser

## Evaporative Condenser

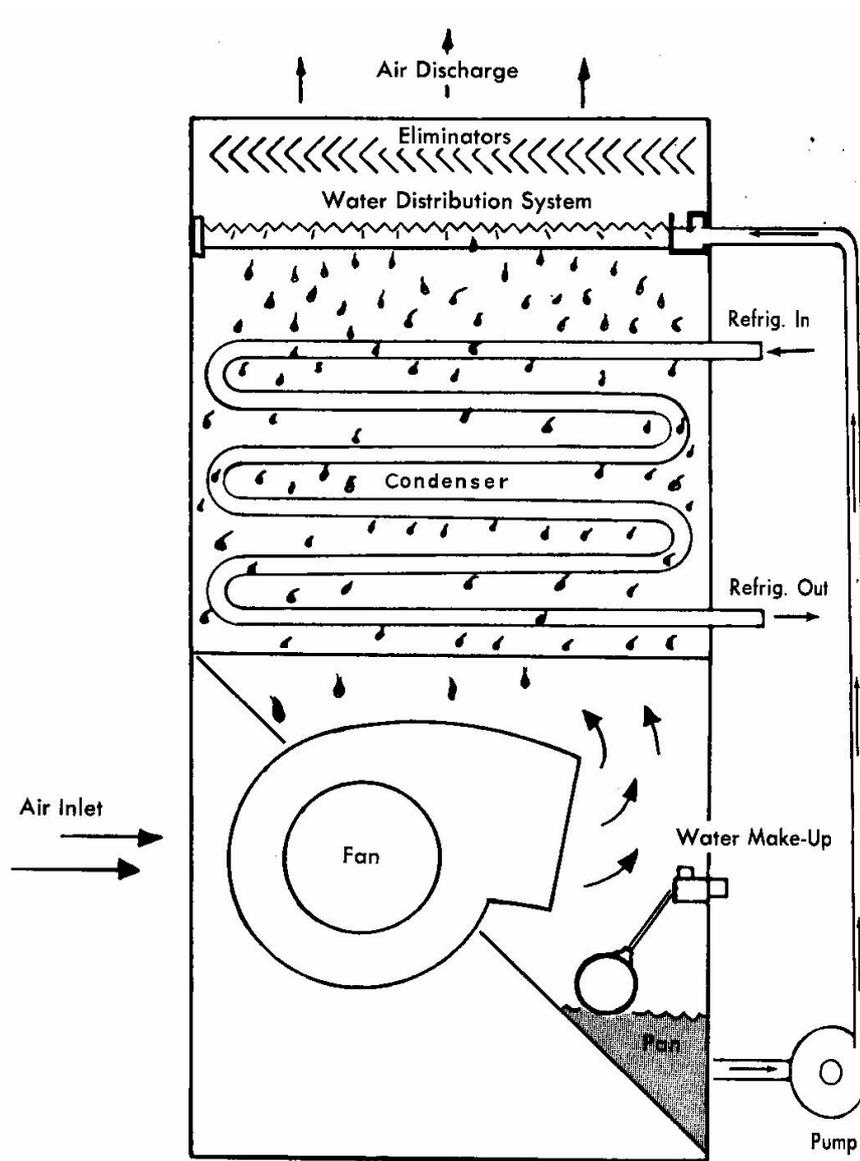
Evaporative Condenser pada hakekatnya merupakan kombinasi dari water Tower dan water-cooled condenser, di mana coil condensernya diletakkan berdekatan dengan media pendinginannya yang berupa udara tekan (forced draft) dan air yang disemprokan (water spray) melalui suatu lubang nozzle.

Pada condenser jenis ini, panas yang dikandung gas refrigeran dibuang ke udara dan air yang berperan sebagai media pendinginnya. Tingkat keefektifan evaporative condenser tergantung pada suhu wet bulb dari udara yang masuk ke dalam unitnya, di mana suhu wet bulb tersebut ditentukan oleh suhu water spray-nya. Condensing unit dengan jenis ini biasanya digunakan untuk sistem yang berkapasitas di atas : 100 ton refrigerasi.

Dalam operasinya, pompa akan mensirkulasi air pendingin dari water pan menuju ke coil condenser melalui spray nozzle. Dalam hal ini diperlukan suplai air tambahan untuk mencegah kotoran/lumpur masuk dan menempel pada permukaan coil condensernya dan disamping itu juga digunakan untuk mengurangi efek keasaman air pendinginnya.

Centrifugal fan akan menghisap panas yang dikandung udara dan air. Udara ditarik dari bagian bawah (dasar) menuju ke atas melalui rangkaian pipa refrigeran (condenser), eliminator dan fan. Pipa refrigerannya tidak dilengkapi dengan fin (non finned tube) agar tidak terjadi penimbunan kotoran dan debu pada pipanya yang dapat mengganggu aliran udaranya. Condenser ini dapat diletakkan di luar (out door) ataupun di dalam in door). Bila diletakkan di dalam harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang baik dengan menggunakan duct untuk membuang udara panas di mana tingkat humiditas relatifnya telah meningkat secara tajam ke luar ruangan. Tekanan air yang disirkulasikan oleh suatu pompa biasanya sebesar 15 psi sedang kecepatan udara yang melewati coil sebesar 600 fpm. Sebagian kecil airnya akan menguap karena proses transfer panas. Air yang tidak menguap akan memperoleh pendinginan karena panasnya ditarik oleh fan yang memproduksi adiabatic cooling terhadap air tersebut sehingga suhu air dapat diturunkan hingga mencapai titik tertentu.

Gas panas refrigeran mengalir masuk ke kondenser melalui manifold gauge, selanjutnya gas panas tersebut akan berubah wujud menjadi liquid refrigeran dan akan ditampung di receiver.



Gambar 1.5 Evaporative Condenser

## Cooling Water Tower

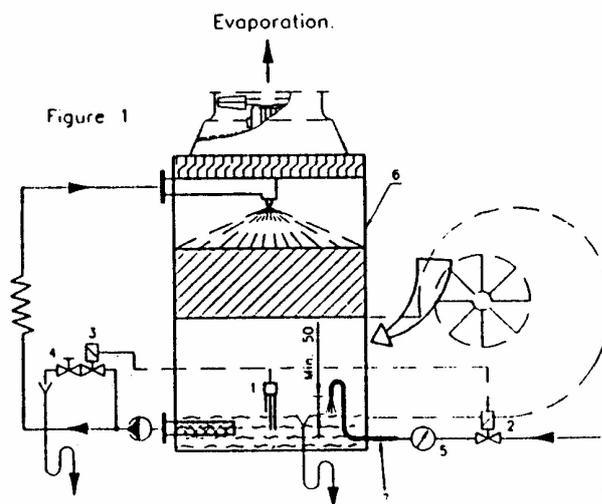
Evaporative condenser membuang panas yang diserap refrigeran ke air pendingin dan kemudian panas yang diserap air pendingin dibuang ke udara sekitar dengan bantuan fan. Suhu terendah yang dapat dicapai air pendingin di dalam cooling tower biasanya berkisar 7° F di atas suhu wet bulb temperature udara saat itu.

Besarnya kemampuan transfer panas yang terjadi di dalam cooling tower tergantung pada faktor berikut ini.

- (i) perbedaan suhu air masuk dan suhu wet bulb temperature udara saat itu.
- (ii) luas permukaan air yang kontak secara langsung dengan pergerakan udara
- (iii) kecepatan relatif antara udara dan air
- (iv) waktu terjadinya kontak antara air dan udara.

### PLANT WITH ELECTRIC LEVEL CONTROL

1. Electric level control.
2. Solenoid valve for make-up water.
3. Solenoid valve for bleed-off water.
4. Valve for fine-adjustment of bleed-off.
5. Water meter.
6. Cooling tower.
7. Connection for make-up water (•).



Gambar 1.6. Cooling Tower

**c. Rangkuman 1**

- Mesin refrigerasi terdiri dari 4 bagian utama, yaitu kompresor, kondesor, katub ekspansi dan evaporator.
- Unjuk kerja mesin refrigerasi sangat dipengaruhi oleh suhu ambient.
- Kondenser berfungsi mengubah gas refrigerant dalam kondisi panas lanjut yang keluar dari discharge kompresor pada tekanan tertentu.
- Proses kondensasi refrigerant terjadi bila suhu gas refrigerant yang masuk ke dalam condenser diturunkan hingga mencapai titik embunnya.
- Faktor lingkungan yang dapat menghambat proses kondensasi antara lain suhu udara sekitar di atas normal, permukaan condenser kotor dan kecepatan fan condenser di bawah normal.
- Bila menggunakan air sebagai medium pendinginannya, maka kecepatan laju aliran air pendingin juga dapat menyebabkan terhambatnya proses kondensasi.
- Gangguan yang dapat terjadi pada sistem pendinginan dengan air adalah terjadinya akumulasi kerak air pada pipa-pipa air sehingga dapat menghambat laju aliran air pendingin.
- Faktor dari dalam mesin yang dapat menghambat proses pengebuman adalah tekanan condensing di bawah normal.
- Bila tekanan discharge di bawah normal disebut over condensing. Bila tekanan discharge di atas normal disebut under condensing.

**d. Tugas 1**

1. Apakah fungsi kondenser

.....  
.....  
.....  
.....

2. Apa pengaruh suhu ambient yang terlalu tinggi bagi kerja kondenser?

.....  
.....  
.....

3. Apa yang dimaksud dengan over condensing?

.....  
.....  
.....  
.....

4. Jelaskan tiga fase perubahan wujud refrigerant yang masuk ke kondenser

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Sebutkan faktor lingkungan yang dapat menggagalkan kerja condenser ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

6. Sebutkan dua jenis condenser berdasarkan cooling medium yang digunakan ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

7. Sebutkan fungsi cooling tower?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

8. Jelaskan bagaimana kerja cooling tower?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

9. Apa yang dimaksud dengan “ under condensing”

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

10. Bagaimana cara menentukan tekanan condensing yang optimal?

.....  
.....  
.....

11. Berapa suhu condensing minimal yang harus dicapai bila suhu lingkungan 30 °C ?

.....  
.....  
.....

12. Sebutkan Jenis-jenis kondeser?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

13. Bagaimana cara mengatasi bila terjadi over condensing?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**e. Tes Formatif 1**

Berilah tanda silang pada pilihan jawaban yang anda anggap paling benar

1. Efek tekanan kondensasi yang terlalu tinggi pada mesin refrigerasi
  - a. Menaikkan arus motor komprersor .
  - b. Menaikkan arus motor komprersor.
  - c. Menurunkan suhu kondensing.
  - d. a dan c benar
  
2. Pengaruh kenaikan suhu lingkungan terhadap siklus refrigerasi
  - a. Menurunkan suhu kondensing
  - b. Menaikkan suhu kondensing
  - c. Meningkatkan produktifitas kondenser
  - d. A dan c benar
  
3. Jenis water cooled condenser
  - a. tube and tube
  - b. shell and tube
  - c. Coil and tube
  - d. Semua benar
  
4. Sebutkan penyebab refrigerator mengalami short cycling
  - a. Ada udara di dalam sistem                      b. under charge
  - b. Under voltage                                      c. over voltage
  
5. Apa yang terjadi bila kondenser kotor
  - a. Menurunkan tekanan kondensing
  - b. Menurunkan arus motor
  - c. Terjadi under condensing
  - d. semua benar

6. over condensing disebabkan oleh
  - a. udara sekitar terlalu rendah
  - b. over charge
  - c. lost charge
  - d. a dan c benar
  
7. Bila suhu lingkungan  $32^{\circ}\text{C}$ , berapa suhu kondensing yang optimal?
  - a. Sekitar  $40^{\circ}\text{C}$
  - b. Sekitar  $46^{\circ}\text{C}$
  - c. Sekitar  $42^{\circ}\text{C}$
  - d. Sekitar  $62^{\circ}\text{C}$
  
8. Pengaruh penurunan jumlah air pendingin pada water cooled condenser
  - a. Menurunkan tekanan discharge
  - b. Menurunkan tekanan kondensing
  - c. Menurunkan arus motor
  - d. Semua benar
  
9. Apa yang terjadi bila fan condenser mati secara tiba-tiba
  - a. Meningkatkan tekanan discharge
  - b. Meningkatkan tekanan kondensing
  - c. Meningkatkan arus motor
  - d. Semua benar
  
10. Bila pipa air pendingin menyempit karena akumulasi kearah air
  - a. menurunkan tekanan kondensing
  - b. menurunkan laju air pendingin
  - c. menaikkan tekanan kondensing
  - d. b dan c benar

11. Bagaimana cara mengatasi terjadinya under kondensing
  - a. Menambah kecepatan fan kondenser
  - b. Mengurangi refrigerant charge
  - c. Mengatur TX valve
  - d. Semua betul
  
12. Berapa suhu kondensing yang menyebabkan terjadinya over condensing bila suhu lingkungan 32 °C
  - a. 52 °C
  - b. 48 °C
  - c. 54 °C
  - d. 40 °C
  
13. Berapa suhu condensing yang optimal bila suhu air pendingin 22 °C
  - a. 42 °C
  - b. 51 °C
  - c. 32 °C
  - d. 48 °C
  
14. Pengaruh timbulnya formasi atau akumulasi kotoran pada permukaan kondenser
  - a. Blok kondenser
  - b. Menaikkan arus motor
  - c. Menaikkan tekanan kondenseing
  - c. Semua benar
  
15. Fungsi Cooling tower
  - a. Mendingkan air yang keluar dari kepala silinder kompresor
  - b. menyediakan air pendingin secara terus menerus
  - c. menjaga suhu condensing konstan
  - d. semua benar
  
16. Yang dapat menggagalkan proses kondensasi
  - a. Udara lingkungan terlalu tinggi
  - b. Persediaan air pendingin kurang
  - c. Cooling tower kotor
  - d. semua benar

17. Pengaruh refrigeran chart yang berlebihan terhadap mesin refrigerasi
  - a. Meningkatkan tekanan kondensing
  - b. Menyebabkan terjadinya kompresi basah
  - c. Beban motor naik
  - d. semua benar
  
18. Tiga fase perubahan wujud refrigerant yang masuk ke kondenser
  - a. Super heat gas, Saturasi dan sub cooled
  - b. saturasi, superheat dan subcooled
  - c. saturasi, sub cooled dan super heat
  - d. subcooled, superheat dan saturasi
  
19. Pada tekanan 150 psi dan suhu  $48^{\circ}\text{C}$  maka kondisi refrigerant R134a
  - a. superheat gas
  - b. superheat
  - c. saturasi
  - d. sub cooled
  
20. Pada tekanan 18 Psi dan suhu  $2^{\circ}\text{C}$ , maka kondisi R134 a
  - a. saturasi
  - b. subcooled
  - c. superheat
  - d. liquid

**a. Kunci Jawaban tes Formatif 1**

1. a

2. a

3. b

4. b

5. d

6. a

7. b

8. c

9. d

10. a

11. d

12. d

13. c

14. a

15. c

16. c

17. c

18. d

19. d

20. c

## **2. Kegiatan Belajar 2**

### **a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2**

Setelah menyelesaikan unit ini anda harus mampu

- Menjelaskan permasalahan kondensor
- Menjelaskan prosedur pemeliharaan kondensor dan cooling tower

### **b. Uraian Materi 2**

#### **Pendahuluan**

Unit ini membahas tentang permasalahan yang dihadapi kondenser saat beroperasi dan selanjutnya solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pada unit anda akan belajar tentang prosedur pemeliharaan kondenser.

#### **2.1. Permasalahan Kondenser**

Seperti telah diketahui, bahwa fungsi condenser di dalam sistem Refrigerasi Kompresi Gas adalah untuk merubah wujud refrigeran dari gas yang bertekanan dan bersuhu tinggi dari discharge kompresor menjadi cairan refrigeran yang masih bersuhu dan bertekanan tinggi. Pada saat gas bergerak dari sisi discharge kompresor masuk ke dalam condenser, ia mengandung beban kalor yang meliputi kalor yang diserap oleh evaporator untuk penguapan liquid refrigeran, kalor yang diserap untuk menurunkan suhu liquid refrigeran dari suhu kondensing ke suhu evaporating, kalor yang dihisap oleh silinder chamber dan kalor yang dipakai untuk mengkompresi gas dari evaporator. Kondenser harus mampu membuang kalor tersebut ke cooling medium yang digunakan oleh kondensernya

Untuk membuang kalor yang dikandung refrigeran yang berada di dalam coil kondenser diperlukan cooling medium. Sesuai dengan jenis cooling medium yang digunakan maka kondenser dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

- (i) Air Cooled Condenser (menggunakan udara sebagai cooling medium),
- (ii) Water Cooled Condenser (menggunakan air sebagai cooling medium dan
- (iii) Evaporative Condenser (menggunakan kombinasi udara dan air)

Seperti telah diketahui, kondenser diletakkan di luar ruangan (out door). Sehingga permukaan coil kondenser tentu saja mudah sekali terkena kotoran baik oleh debu, uap air dan kotoran lainnya

Agar pembuangan kalor tersebut dapat berlangsung dengan efektif secara terus menerus maka permukaan perpindahan panas pada kondenser harus selalu dalam kondisi bersih, bebas kotoran dan debu. Untuk itu kondenser harus selalu dibersihkan secara rutin.

#### Blocked Air Cooled Condenser

Untuk operasi cooling, maka kondenser selalu diletakkan di luar ruang. Jadi coil kondenser selalu berhubungan dengan udara luar yang kotor baik debu, kotoran lain dan serangga. Oleh karena itu permukaan coil condenser cenderung kotor. Bila kotoran yang menempel pada permukaan coil kondenser tersebut semakin tebal maka akan dapat menimbulkan masalah terhadap siklus refrigeran di dalam unit air conditioner.

Seperti telah diketahui bahwa kondenser mempunyai tugas khusus yaitu membuang atau memindahkan kalor yang dikandung oleh gas refrigeran superheat akibat aksi kompresi oleh kompresor ke udara sekitarnya melalui permukaan dan fin coil kondenser. Bila proses perpindahan kalor ini berjalan lancar maka gas refrigeran tersebut akan mengalami kondensasi dan berubah wujud menjadi liquid refrigeran pada outlet kondenser. Tetapi bila permukaan kondenser tertutup oleh debu dan kotoran lain maka proses perpindahan kalor tersebut tidak akan berjalan lancar akibatnya proses kondensasi juga terhambat dalam hal ini masih ada tidak semua gas dapat berubah wujud menjadi liquid. Akibatnya efek pendinginannya juga berkurang.

Gejala yang Timbul:

Gejala yang dapat ditimbulkan oleh gangguan block condenser adalah efek pendinginan kurang, tekanan kondensing atau tekanan pada sisi discharge di atas normal, tekanan evaporating atau tekanan pada sisi suction di atas normal, arus yang diambil oleh motor kompresor di atas normal dan overload protector untuk kompresor sering bekerja.

## 2.2 Menjaga Kebersihan Air Cooled Condenser

Gangguan block condenser dapat terjadi bila unit air conditionernya tidak mendapat perawatan yang memadai. Untuk mencegah timbulnya blocked condenser maka setiap unit air conditioner harus dibersihkan atau dicuci (cleaning) secara rutin.

#### Prosedur Cleaning untuk AC window

1. Turunkan unit AC window dari tempat pemasangannya.
2. Lepaskan seluruh rangkaian kontrol berikut komponen listrik yang tidak kedap air dari unit.
3. Buat larutan pencuci dengan melarutkan  $\frac{1}{4}$  kg soda api ke dalam 10 liter air bersih.
4. Siram permukaan koil kondenser dengan larutan tersebut hingga merata dan biarkan selama kurang lebih 30 menit.
5. Kemudian semprotkan air bersih (dengan menggunakan peralatan pompa) ke permukaan koil kondenser secara merata hingga seluruh kotoran dan karat terlepas dari permukaan koil kondenser.
6. Keringkan seluruh permukaan unit dari sisa-sisa air dengan menyemprotkan udara bertekanan dari kompresor udara.
7. Rakit kembali semua komponen dan rangkaian kontrolnya.
8. Lakukan pengujian, meliputi pengukuran arus yang diambil kompresor, suhu dingin yang keluar dari outlet grill evaporator. Dalam kondisi normal maka suhu dingi yang keluar dari evaporator berada di sekitar 10 atau 11 derajat celsius. Bila suhunya di atas 15 derajat celsius maka lakukan pemeriksaan tekanan pada sisi suction atau sisi dischargenya dengan menggunakan process tube kit. Dalam kondisi normal takanan suction berada di sekitar 50 psi hingga 65 psi dan tekanan dischargenya sekitar 180 psi hingga 260 psi.

### Prosedur Cleaning AC Split

1. Lakukan pump down pada unit AC Split yang akan dicuci dengan menutup saluran liquid yang menuju ke kondenser.

Caranya : Pasang manifold gauge pada katub service sisi tekanan rendah (pipa besar) kemudian atur posisi katub pada saluran liquid (pipa kecil) hingga mencapai posisi "Front Seat" (putar searah jarum jam). Semua kegiatan tersebut dilakukan pada saat AC split masih dalam kondisi running. Tunggu beberapa saat, penunjukkan meter tekanan akan turun, bila penurunan tekanan mencapai sekitar 5 psi, matikan kompresor. Pump down selesai. Pada hakekatnya pump down adalah kegiatan untuk mengumpulkan refrigeran ke dalam unit kondenser. Sehingga bila pipa yang menghubungkan unit in door dan out door dilepas maka tidak ada refrigeran yang terbuang.

2. Lepas sambungan pipa yang menuju ke condenser.
3. Proses pencucian kondenser sama seperti pada unit AC Window.
4. Bila sudah dirakit kembali, pasang kembali sambungan pipa ke kondenser.
5. Jangan lupa melakukan "purging" yaitu membuang udara yang ada di dalam pipa.

Caranya : Pasang terlebih dahulu sambungan pipa kecil pada tempatnya dan kencangkan flare nutnya. Kemudian pasang kembali sambungan pipa besar, ikatan flare nut agak dikendorkan. Selanjutnya buka sedikit posisi katub pada pipa kecil, sehingga ada aliran refrigeran yang keluar dari pipa kecil menuju ke evaporator dan keluar lagi menuju ke sambungan flare nut pipa besar yang masih kendur. Biarkan kira-kira 15 hitungan dan kemudian kencangkan flare nut pada pipa besar. Purging selesai.

6. Atur kembali posisi service valve pada pipa kecil (berlawanan arah jarum jam) hingga mencapai posisi back seated.

Lakukan pengujian seperti halnya pada unit AC Window

### 2.3. Memelihara Water Cooled Condenser

Metoda membersihkan (cleaning) unit pipa air condenser , tergantung pada kualitas air pendingin yang digunakan sebagai media pendingin, dan tergantung pada konstruksi condenser yang digunakan. Kualitas air yang digunakan sebagai pendingin mempunyai tingkat kekotoran yang berbeda-beda. Tergantung pada tingkat kekotoran air, maka tingkat pengendapan atau lapisan kerak/lumpur yang dapat menempel pada permukaan coil kondenser juga berbeda-beda. Endapan atau lapisan kerak/lumpur pada coil condenser dapat berpengaruh terhadap performa condensernya.

Condenser dengan heat yang dapat dilepas, memudahkan pekerjaan kita untuk membersihkan pipa - pipa airnya dengan menggunakan sikat baja. Setelah pipa-pipanya terbebas dari endapan/lapisan kerak/lumpur karena disikat dengan sikat baja, maka saluran pipa airnya diguyur atau disiram dengan menggunakan air bersih untuk membersihkan atau membuang sisa-sisa kotoran keluar dari saluran pipa air.

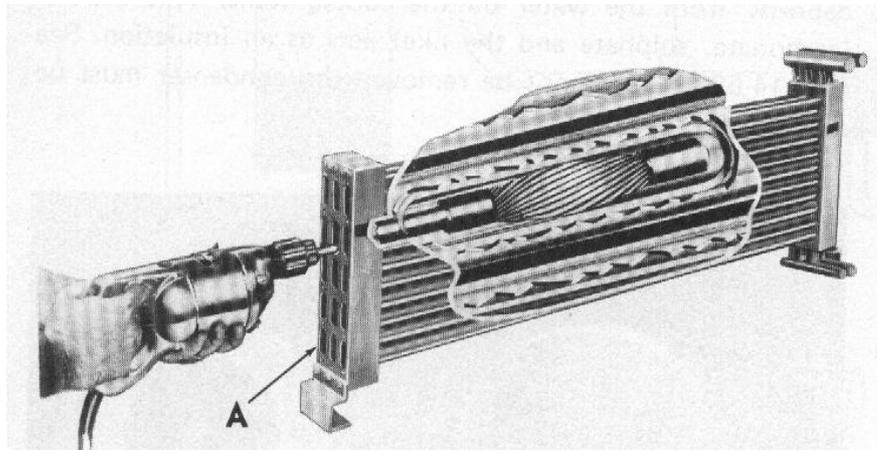
Bila endapan/lapisan kerak lumpur susah dihilangkan dengan disikat, maka perlu dibersihkan dengan cara lain, yaitu dengan menggunakan cairan kimia yang khusus disediakan untuk membersihkan kerak air.

Pada saat menginstall condensing unit, ingatlah selalu, bahwa condensing unit perlu dibersihkan (cleaning) secara periodik. Maka perlu disediakan space ruang yang agak longgar pada removable heat-nya, untuk memudahkan pekerjaan cleaning.

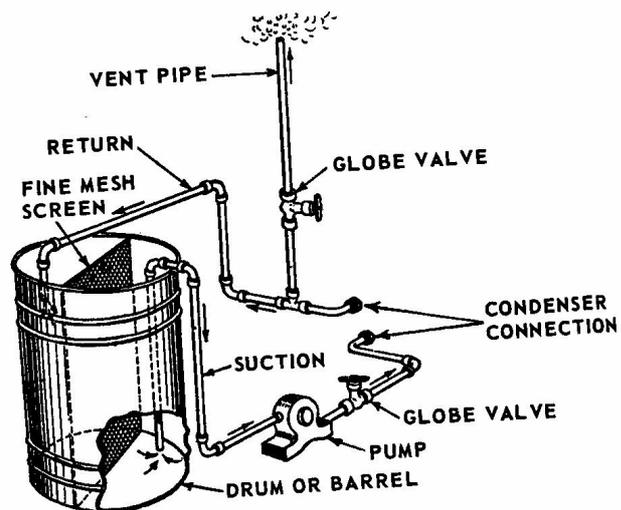
Setelah pekerjaan pencucian (cleaning) selesai dilakukan, maka pada saat merakit kembali, SELALU gunakan head gasket YANG BARU.

Cara yang paling efektif untuk membersihkan pipa air (water tube) adalah dengan menggunakan cairan kimia (tube cleaner) yang telah disediakan

secara khusus untuk keperluan itu. Bila endapan/lapisan kerak lumpur tidak terlalu tebal, maka tidak perlu digunakan alat bantu lain untuk memasukkan cairan pembersih tersebut ke dalam pipa-pipanya, cukup dengan cara alami yang memanfaatkan gravitasi (*gravitation circulation*). Tetapi bila lapisan kerak air sangat tebal, maka untuk memasukkan cairan pembersih ke dalam pipa-pipa air condenser, perlu menggunakan bantuan pompa air (*forced circulation*).



(a)



(b)

Gambar 2.1. Metoda membersihkan pipa kondenser

## Liquid Solvent

Berhati-hatilah pada saat bekerja dengan cairan kimia perbersih condenser. Cairan kimia tersebut dapat merusak pakaian dan tangan kita dan dapat pula merusak lapisan beton. Oleh karena itu, upayakan agar tidak terkena percikan cairan itu apalagi terkena tumpahannya. Selama proses pencucian dengan cairan kimia tersebut, maka akan dihasilkan gas buang yang akan keluar lewat pipa buang (vent pipe). Gas buang ini tidak berbahaya, tetapi berhati-hatilah terhadap adanya percikan cairan yang keluar lewat pipa tersebut.

Bila akan meramu sendiri cairan pembersihnya, maka dapat digunakan formula sebagai berikut :

- |                           |   |                    |
|---------------------------|---|--------------------|
| 1. air                    | : | 78 %               |
| 2. Comercial Hydrochloric | : | 22 %               |
| 3. Grasseli powder no.3   | : | 0,27 oz per galon. |

Grasseli no.3 yang berbentuk powder, dimasukkan ke dalam larutan hydrokloric sesuai takaran yang dibuat dan diaduk hingga larut. Tempat yang digunakan untuk meramu larutan tersebut sebaiknya terbuat dari kayu atau logam non galvanis.

## Cara Menggunakan Liquid Solvent

Bila gravity Circulation yang digunakan untuk memasukkan cairan pembersih ke dalam pipa air kondenser, maka aturlah agar pemasukan cairannya tidak terlalu cepat, untuk memberi kesempatan vent pipe-nya membuang gasnya keluar. Bila pipa air condenser sudah tersisi dengan cairan tersebut, maka biarkan cairan tersebut bereaksi paling tidak satu malam.

Bila menggunakan forced circulation, maka katub pada vent pipe harus dibuka penuh, selama cairan pembersih dimasukkan ke dalam pipanya, tetapi harus segera ditutup bila pipa air condenser sudah terisi penuh dengan cairan pembersih. Selanjutnya pompa akan mensirkulasikan cairan tersebut.

#### Cleaning Time

Cairan pembersih harus dibiarkan bereaksi di dalam pipa air condenser atau terus disirkulasikan dengan oleh pompa selama semalaman. tetapi bila lapisan kerak lumpurnya sangat tebal, maka forced circulation dapat diteruskan hingga mencapai waktu tidak kurang dari 24 jam.

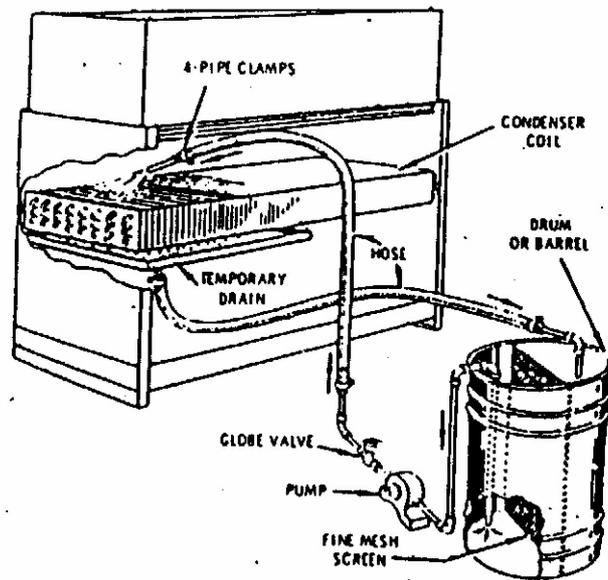
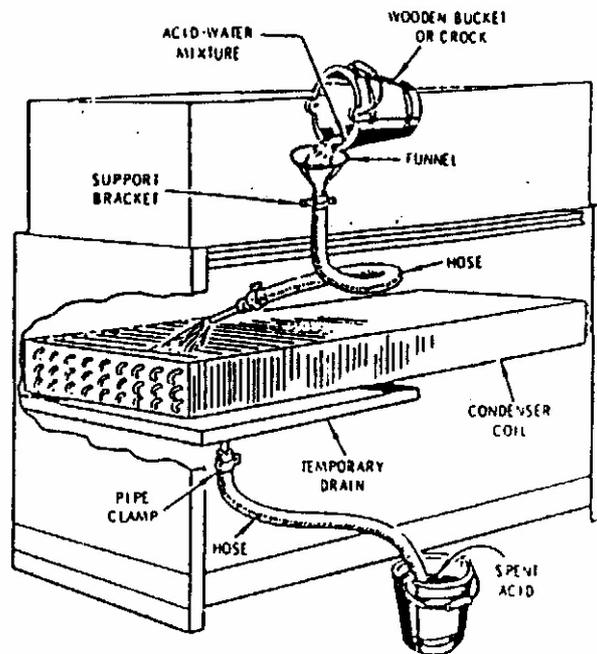
#### Pembilasan

Setelah waktu pembersihan selesai dilalui, maka cairan tersebut dapat dibuang atau dikeluarkan dari dalam pipa air kondenser dan selanjutnya dilakukan proses pembilasan dengan air bersih.

#### Membersihkan Evaporative Kondenser

Cara terbaik yang dapat digunakan untuk mencegah menumpuknya kerak/lumpur pada permukaan pipa air evaporative condenser, adalah menjaga kualitas air yang digunakan sebagai media pendingin. Bila kualitas airnya jelek, maka akan mudah terbentuk endapan kerak/lumpur pada permukaan coil fin. Bila kualitas air bakunya jelek, maka perlu disediakan perlengkapan lain untuk menjernihkan airnya (water treatment).

Cara sederhana untuk menghilangkan adanya endapan kerak/lumpur pada coil condenser, adalah dengan menggunakan cairan pembersih seperti telah diuraikan di atas.



Gambar 2.2. Cara Membersihkan Evaporative Condenser

**c. Rangkuman 2**

- Kondenser harus dapat membuang sebagian kalor refrigerant yang berupa gas superheat ke udara sekitarnya sehingga suhu refrigerant turun hingga ke titik saturasinya.
- Ada tiga cara yang dapat digunakan untuk membuang kalor refrigerant saat berada di condenser yaitu udara, air dan gabungan keduanya.
- Air cooled condenser menggunakan udara sebagai cooling mediumnya.
- Water cooled condenser menggunakan air sebagai cooling mediumnya.
- Evaporative condenser menggunakan gabungan keduanya sebagai coolingf mediumnya.
- Kondenser berpendingin udara harus dicuci (cleaning) secara rutin.
- Kondenser berpendingin air harus dicuci dengan menggunakan solvent yang sesuai.
- Gangguan yang dapat terjadi pada sistem pendinginan dengan air adalah terjadinya akumulasi kerak air pada pipa-pipa air sehingga dapat menghambat laju aliran air pendingin.





4. Jelaskan prosedur mengatasi adanya akumulasi kerak air di dalam pipa kondenser

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Jelaskan prosedur mencuci cooling tower

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**e. Tes Formatif 2**

Berilah tanda silang pada pilihan jawaban yang anda anggap paling benar

1. Efek tekanan kondensasi yang terlalu tinggi pada mesin refrigerasi
  - a. Menaikkan arus motor komprersor .
  - b. Menaikkan arus motor komprersor.
  - c. Menurunkan suhu kondensing.
  - d. a dan c benar
  
1. Pengaruh kenaikan suhu lingkungan terhadap siklus refrigerasi
  - a. Menurunkan suhu kondensing
  - b. Menaikkan suhu kondensing
  - c. Meningkatkan produktifitas kondenser
  - d. A dan c benar
  
2. Jenis water cooled condenser
  - a. tube and tube
  - b. shell and tube
  - c. Coil and tube
  - d. Semua benar
  
3. Sebutkan penyebab refrigerator mengalami short cycling
  - a. Ada udara di dalam sistem                      b. under charge
  - b. Under voltage                                      c. over voltage
  
4. Apa yang terjadi bila kondenser kotor
  - a. Menurunkan tekanan kondensing
  - b. Menurunkan arus motor
  - c. Terjadi under condensing
  - d. semua benar

5. over condensing disebabkan oleh
  - a. udara sekitar terlalu rendah
  - b. over charge
  - c. lost charge
  - d. a dan c benar
  
6. Bila suhu lingkungan  $32^{\circ}\text{C}$ , berapa suhu kondensing yang optimal?
  - a. Sekitar  $40^{\circ}\text{C}$
  - b. Sekitar  $46^{\circ}\text{C}$
  - c. Sekitar  $42^{\circ}\text{C}$
  - d. Sekitar  $62^{\circ}\text{C}$
  
7. Pengaruh penurunan jumlah air pendingin pada water cooled condenser
  - a. Menurunkan tekanan discharge
  - b. Menurunkan tekanan kondensing
  - c. Menurunkan arus motor
  - d. Semua benar
  
8. Apa yang terjadi bila fan condenser mati secara tiba-tiba
  - a. Meningkatkan tekanan discharge
  - b. Meningkatkan tekanan kondensing
  - c. Meningkatkan arus motor
  - d. Semua benar
  
9. Bila pipa air pendingin menyempit karena akumulasi kearah air
  - a. menurunkan tekanan kondensing
  - b. menurunkan laju air pendingin
  - c. menaikkan tekanan kondensing
  - d. b dan c benar

**f. Kunci Jawaban**

1. a
2. d
3. c
4. d
5. a
6. b
7. b
8. d
9. a
10. a

## **g. Lembaran Tugas Praktek**

# Memelihara Air Cooled Condenser

### **Tujuan**

Setelah melaksanakan tugas praktek ini diharapkan petarar mampu melakukan pemeliharaan AC Window dan AC Split

### **Petunjuk**

Setelah beberapa bulan digunakan, biasanya permukaan kondenser pada AC Window dan AC Split sudah penuh dengan debu dan kotoran lainnya. Untuk itu perlu dibersihkan. Kondenser pada AC Window dan AC Split terbuat dari jenis Air Cooled Condenser.

Kegiatan pembersihan ini meliputi

- ✍ Pelepasan bagian control listriknya
- ✍ Pencucian kondenser
- ✍ Pengujian sistem

## **Alat & Bahan**

1. Gauge manifold.
2. AC Window
3. AC Split
4. Hand tools
5. Pompa Air
6. Solvent (soda Api)
7. Kompresor udara

## A. Pembersihan AC Window

### 1. Pendahuluan

Pembersihan AC Window dipusatkan pada pencucian condenser dengan menggunakan air.

### 2. Prosedur

1. Turunkan unit AC window dari tempat pemasangannya.
2. Lepaskan seluruh rangkaian kontrol berikut komponen listrik yang tidak kedap air dari unit.
3. Buat larutan pencuci dengan melarutkan  $\frac{1}{4}$  kg soda api ke dalam 10 liter air bersih.
4. Siram permukaan koil kondenser dengan larutan tersebut hingga merata dan biarkan selama kurang lebih 30 menit.
5. Kemudian semprotkan air bersih (dengan menggunakan peralatan pompa) ke permukaan koil kondenser secara merata hingga seluruh kotoran dan karat terlepas dari permukaan koil kondenser.
6. Keringkan seluruh permukaan unit dari sisa-sisa air dengan menyemprotkan udara bertekanan dari kompresor udara.
7. Rakit kembali semua komponen dan rangkaian kontrolnya.
8. Lakukan pengujian, meliputi pengukuran arus yang diambil kompresor, suhu dingin yang keluar dari outlet grill evaporator. Dalam kondisi normal maka suhu dingin yang keluar dari evaporator berada di sekitar 10 atau 11 derajat celsius. Bila suhunya di atas 15 derajat celsius maka lakukan pemeriksaan tekanan pada sisi suction atau sisi dischargenya dengan menggunakan process tube kit. Dalam kondisi normal takanan suction berada di sekitar 50 psi hingga 65 psi dan tekanan dischargenya sekitar 180 psi hingga 260 psi.

## B. Pembersihan AC Split

### 1. Pendahuluan

Pembersihan AC Split dipusatkan pada pencucian condenser dengan menggunakan air.

### 2. Prosedur

1. Lakukan pump down pada unit AC Split yang akan dicuci dengan menutup saluran liquid yang menuju ke kondenser.

Caranya : Pasang manifold gauge pada katub service sisi tekanan rendah (pipa besar) kemudian atur posisi katub pada saluran liquid (pipa kecil) hingga mencapai posisi “Front Seat” (putar searah jarum jam). Semua kegiatan tersebut dilakukan pada saat AC split masih dalam kondisi running. Tunggu beberapa saat, penunjukkan meter tekanan akan turun, bila penurunan tekanan mencapai sekitar 5 psi, matikan kompresor. Pump down selesai. Pada hakekatnya pump down adalah kegiatan untuk mengumpulkan refrigeran ke dalam unit kondenser. Sehingga bila pipa yang menghubungkan unit in door dan out door dilepas maka tidak ada refrigeran yang terbuang.

2. Lepas sambungan pipa yang menuju ke condenser.
3. Proses pencucian kondenser sama seperti pada unit AC Window.
4. Bila sudah dirakit kembali, pasang kembali sambungan pipa ke kondenser.
5. Jangan lupa melakukan “purging” yaitu membuang udara yang ada di dalam pipa.

Caranya : Pasang terlebih dahulu sambungan pipa kecil pada tempatnya dan kencangkan flare nutnya. Kemudian pasang kembali sambungan pipa besar, ikatan flare nut agak dikendorkan. Selanjutnya buka sedikit posisi katub pada pipa kecil, sehingga ada aliran refrigeran yang keluar dari pipa kecil menuju ke evaporator dan keluar lagi menuju ke sambungan flare nut pipa besar yang masih kendur. Biarkan kira-kira 15 hitungan dan kemudian kencangkan flare nut pada pipa besar. Purging selesai.

6. Atur kembali posisi service valve pada pipa kecil (berlawanan arah jarum jam) hingga mencapai posisi back seated.

Lakukan pengujian seperti halnya pada unit AC Window

## Memelihara Water Cooled Condenser

### **Tujuan**

Setelah melaksanakan tugas praktek ini diharapkan petarar mampu melakukan pemeliharaan condenser dan Cooling Tower

### **Petunjuk**

Setelah beberapa bulan digunakan, biasanya permukaan bagian dalam pipa air condenser dan cooling tower sudah penuh dengan kerak air. Kerak air ini dapat menghambat laju air pendingin. Untuk itu perlu dibersihkan.

Kegiatan pembersihan ini meliputi

- ✍ Pelepasan bagian control listriknya
- ✍ Pencucian kondenser
- ✍ Pengujian sistem

### **Alat & Bahan**

1. Gauge manifold.
2. AC Split
3. Hand tools
4. Pompa Air
5. Solvent
6. Kompresor udara

## A. Pembersihan pipa air Kondenser dan cooling tower

### 1. Pendahuluan

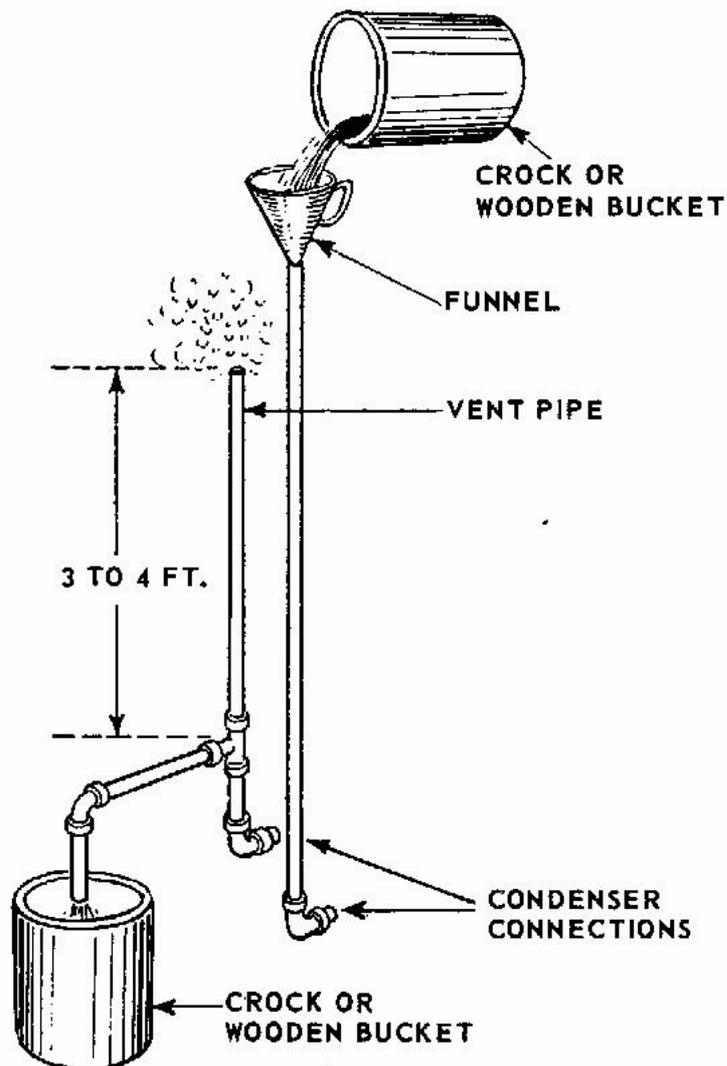
Pembersihan water cooled condenser dipusatkan pada pencucian pipa-pipa air condenser dan cooling tower. Biasanya lubang pipa-pipa air tersebut setelah beberapa bulan akan menyempit akibat adanya tumpukan kerak air yang menempel pada permukaan pipanya.

### 2. Prosedur

1. Condenser dengan heat yang dapat dilepas, memudahkan pekerjaan kita untuk membersihkan pipa - pipa airnya dengan menggunakan sikat baja. Setelah pipa-pipanya terbebas dari endapan/lapisan kerak/lumpur karena disikat dengan sikat baja, maka saluran pipa airnya diguyur atau disiram dengan menggunakan air bersih untuk membersihkan atau membuang sisa-sisa kotoran keluar dari saluran pipa air.
2. Bila endapan/lapisan kerak lumpur susah dihilangkan dengan disikat, maka perlu dibersihkan dengan cara lain, yaitu dengan menggunakan cairan kimia yang khusus disediakan untuk membersihkan kerak air.
3. Pada saat menginstall condensing unit, ingatlah selalu, bahwa condensing unit perlu dibersihkan (cleaning) secara periodik. Maka perlu disediakan space ruang yang agak longgar pada removable heat-nya, untuk memudahkan pekerjaan cleaning.
4. Setelah pekerjaan pencucian (cleaning) selesai dilakukan, maka pada saat merakit kembali, SELALU gunakan head gasket YANG BARU.
5. Cara yang paling efektif untuk membersihkan pipa air (water tube) adalah dengan menggunakan cairan kimia (tube cleaner) yang telah disediakan secara khusus untuk keperluan itu.
6. Bila endapan/lapisan kerak lumpur tidak terlalu tebal, maka tidak perlu digunakan alat bantu lain untuk memasukkan cairan pembersih tersebut ke dalam pipa-pipanya, cukup dengan cara alami yang memanfaatkan

grafitasi (grafitation circulation). Tetapi bila lapisan kerak air sangat tebal, maka untuk memasukkan cairan pembersih ke dalam pipa-pipa air condenser, perlu menggunakan bantuan pompa air (forced circulation).

3. Gambar Kerja



## **BAB III**

# **EVALUASI**

### **Essay Test**

1. Apakah fungsi kondenser

.....  
.....  
.....  
.....

2. Apa pengaruh suhu ambient yang terlalu tinggi bagi kerja kondenser?

.....  
.....  
.....

3. Apa yang dimaksud dengan over condensing?

.....  
.....  
.....  
.....

4. Jelaskan tiga fase perubahan wujud refrigerant yang masuk ke kondenser

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Sebutkan faktor lingkungan yang dapat menggagalkan kerja condenser ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

6. Sebutkan dua jenis condenser berdasarkan cooling medium yang digunakan ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

7. Sebutkan fungsi cooling tower?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

8. Jelaskan bagaimana kerja cooling tower?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

9. Apa yang dimaksud dengan “under condensing”

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

10. Bagaimana cara menentukan tekanan condensing yang optimal?

.....  
.....  
.....

## **Eassy Test**

Berilah tanda silang pada pilihan jawaban yang anda anggap paling benar

1. Efek tekanan kondensasi yang terlalu tinggi pada mesin refrigerasi
  - a. Menaikkan arus motor komprersor .
  - b. Menaikkan arus motor komprersor.
  - c. Menurunkan suhu kondensing.
  - d. a dan c benar
  
2. Pengaruh kenaikan suhu lingkungan terhadap siklus refrigerasi
  - a. Menurunkan suhu kondensing
  - b. Menaikkan suhu kondensing
  - c. Meningkatkan produktifitas kondenser
  - d. A dan c benar
  
3. Jenis water cooled condenser
  - a. tube and tube
  - b. shell and tube
  - c. Coil and tube
  - d. Semua benar
  
4. Sebutkan penyebab refrigerator mengalami short cycling
  - a. Ada udara di dalam sistem
  - b. under charge
  - b. Under voltage
  - c. over voltage
  
5. Apa yang terjadi bila kondenser kotor
  - a. Menurunkan tekanan kondensing
  - b. Menurunkan arus motor
  - c. Terjadi under condensing
  - d. semua benar

6. over condensing disebabkan oleh
  - a. udara sekitar terlalu rendah
  - b. over charge
  - c. lost charge
  - d. a dan c benar
  
7. Bila suhu lingkungan  $32^{\circ}\text{C}$ , berapa suhu kondensing yang optimal?
  - a. Sekitar  $40^{\circ}\text{C}$
  - b. Sekitar  $46^{\circ}\text{C}$
  - c. Sekitar  $42^{\circ}\text{C}$
  - d. Sekitar  $62^{\circ}\text{C}$
  
8. Pengaruh penurunan jumlah air pendingin pada water cooled condenser
  - a. Menurunkan tekanan discharge
  - b. Menurunkan tekanan kondensing
  - c. Menurunkan arus motor
  - d. Semua benar
  
9. Apa yang terjadi bila fan condenser mati secara tiba-tiba
  - a. Menaikkan tekanan discharge
  - b. Menaikkan tekanan kondensing
  - c. Menaikkan arus motor
  - d. Semua benar
  
10. Bila pipa air pendingin menyempit karena akumulasi kearah air
  - a. menurunkan tekanan kondensing
  - b. menurunkan laju air pendingin
  - c. menaikkan tekanan kondensing
  - d. b dan c benar

11. Bagaimana cara mengatasi terjadinya under kondensing
- Menambah kecepatan fan kondenser
  - Mengurangi refrigerant charge
  - Mengatur TX valve
  - Semua betul
12. Berapa suhu kondensing yang menyebabkan terjadinya over condensing bila suhu lingkungan 32 °C
- 52 °C
  - 48 °C
  - 54 °C
  - 40 °C
13. Berapa suhu condensing yang optimal bila suhu air pendingin 22 °C
- 42 °C
  - 51 °C
  - 32 °C
  - 48 °C
14. Pengaruh timbulnya formasi atau akumulasi kotoran pada permukaan kondenser
- Blok kondenser
  - Menaikkan arus motor
  - Menaikkan tekanan kondenseing
  - Semua benar
15. Fungsi Cooling tower
- Mendingkan air yang keluar dari kepala silinder kompresor
  - menyediakan air pendingin secara terus menerus
  - menjaga suhu condensing konstan
  - semua benar
16. Yang dapat menggagalkan proses kondensasi
- Udara lingkungan terlalu tinggi
  - Persediaan air pendingin kurang
  - Cooling tower kotor
  - semua benar

17. Pengaruh refrigeran chart yang berlebihan terhadap mesin refrigerasi
- Menaikkan tekanan kondensing
  - Menyebabkan terjadinya kompresi basah
  - Beban motor naik
  - semua benar
18. Tiga fase perubahan wujud refrigerant yang masuk ke kondenser
- Super heat gas, Saturasi dan sub cooled
  - saturasi, superheat dan subcooled
  - saturasi, sub cooled dan super heat
  - subcooled, superheat dan saturasi
19. Pada tekanan 150 psi dan suhu  $48^{\circ}\text{C}$  maka kondisi refrigerant R134a
- superheat gas
  - superheat
  - saturasi
  - sub cooled
20. Pada tekanan 18 Psi dan suhu  $2^{\circ}\text{C}$ , maka kondisi R134 a
- saturasi
  - subcooleed
  - superheat
  - liquid

**Kunci Jawaban**

Easy Test

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. d  | 11. a |
| 2. a  | 12. c |
| 2. c  | 13. c |
| 3. a  | 14. a |
| 4. d  | 15. b |
| 5. c  | 16. a |
| 6. b  | 17. c |
| 7. a  | 18. a |
| 8. s  | 19. c |
| 9. b  | 20. b |
| 10. a |       |

## **BAB IV PENUTUP**

Modul Pembelajaran ini menggunakan Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi . Pelatihan Berbasis Kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. ,Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara nyata di tempat kerja.

Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu.

Jika peserta belum mencapai kompetensi pada usaha atau kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana pelatihan dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan. Jumlah usaha atau kesempatan yang disarankan adalah tiga kali.

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini, setiap peserta dievaluasi baik terhadap aspek pengetahuan maupun keterampilan. Aspek pengetahuan dilakukan melalui latihan-latihan dan tes tertulis, sedang aspek keterampilan dilakukan melalui tugas praktek.

Setelah anda dinyatakan lulus dalam modul ini maka anda boleh melanjutkan ke modul berikutnya yaitu : Modul M.RAI.08

## DAFTAR PUSTAKA

Goliber, Paul F., 1986 Refrigeration servicing, Bombay, D.B. Taraporevala  
Son & Co, Private Ltd.

Harris, A, 1986, Air Conditioning Practice, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall

Trane reciprocating Refrigeration Manual

Basic Servicing, 1986, Box Hill College, Melbourne, Australia

## LEMBAR PENILAIAN

Modul : Pemeliharaan Kondenser dan Cooling Tower

Nama Peserta : .....

Nama Penilai : .....

HASIL:

KOMPETEN

BELUM KOMPETEN

Catatan :	
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan	Tanda tangan Penilai  Tanggal :
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan	Tanda tangan Peserta  Tanggal



		<p>dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Penekan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan.</p> <p>Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara aktual di tempat kerja.</p> <p>Dalam sistem pelatihan ini, standar kompetensi diharapkan dapat menjadi panduan bagi peserta pelatihan untuk dapat :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✍ Mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan peserta pelatihan.</li> <li>✍ Mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan.</li> <li>✍ Memeriksa kemajuan peserta pelatihan.</li> <li>✍ Meyakinkan bahwa semua elemen (sub kompetensi) dan kriteria unjuk kerja telah dimasukkan dalam pelatihan dan penilaian.</li> </ul> <p>Modul ini merupakan modul lanjutan yang bertujuan untuk</p>									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		mempersiapkan seorang guru atau teknisi listrik untuk dapat memiliki pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja pada bidang pemeliharaan kondenser dan cooling tower.									
6	KEGIATAN BELAJAR 1 6.1. Penjelasan Umum	Pada kegiatan belajar 1 ini anda akan belajar tentang konstruksi dan karakteristik kondenser dan cooling tower serta komponen lain yang terkait dengan kerja kondenser.	?	?	?	?	?	?	?	?	
	6.2. Uraian Sub Materi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membahas fungsi kompresi</li> <li>2. Membahas fungsi dan karakteristik kondensasi berbagai jenis kondenser</li> <li>3. Membahas Konstruksi kondenser dan cooling tower</li> </ol>	?	?	?	?	?	?	?		
	6.3. Evaluasi	Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini dilakukan evaluasi terhadap aspek pengetahuan dan ketrampilan. Aspek pengetahuan (teori) dievaluasi secara tertulis menggunakan jenis test jawaban singkat, sedangkan aspek ketrampilan (praktek) dievaluasi	?	?	?	?	?	?	?		



