

ANALISA SISTEM KOMPRESOR PADA AC (AIR CONDITION) OTOMATIS

**D
I
S
U
S
U
N**



OLEH :

**RAMLAN RONI
NIM. 028130009**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2009**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
RINGKASAN	vii
ABSTRACK	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Mesin Pendingin	6
2.1.1 Komponen Utama Mesin Pendingin	6
2.1.2 Sistem Kerja Mesin Pendingin	21
BAB III KOMPRESOR	30
3.1 Definisi Kompresor	30
3.1.1 Jenis-jenis Kompresor	30
3.1.2 Prinsip Kerja Kompresor	39
3.2 Sistem Pengendali Kompresor	41
3.2.1 Driver	43
3.2.2 Sensor	49
3.2.3 Sistem Kendali	49
BAB IV HASIL ANALISA	50
4.1 Karakteristik Motor Kompresor	50
4.2 Karakteristik Kompresor	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63

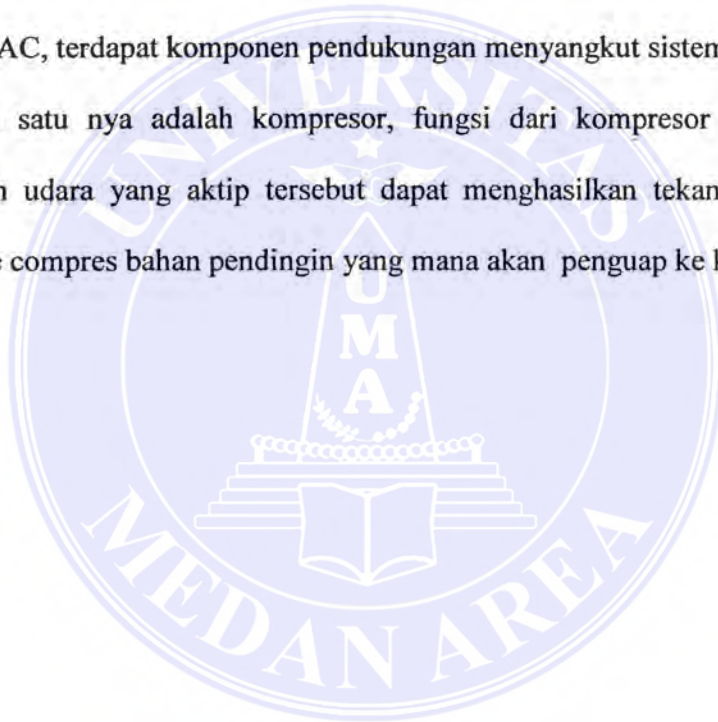
DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
RINGKASAN	vii
ABSTRACK	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Mesin Pendingin	6
2.1.1 Komponen Utama Mesin Pendingin	6
2.1.2 Sistem Kerja Mesin Pendingin	21
BAB III KOMPRESOR	30
3.1 Definisi Kompresor	30
3.1.1 Jenis-jenis Kompresor	30
3.1.2 Prinsip Kerja Kompresor	39
3.2 Sistem Pengendali Kompresor	41
3.2.1 Driver	43
3.2.2 Sensor	49
3.2.3 Sistem Kendali	49
BAB IV HASIL ANALISA	50
4.1 Karakteristik Motor Kompresor	50
4.2 Karakteristik Kompresor	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63

RINGKASAN

Pada masa sekarang, semakin banyak orang-orang menggunakan Alat pendingin (AC), sebagai peralatan kebutuhan sehari-hari mereka, disekitar kita telah banyak bangunan dan tempat tinggal yang telah menggunakan AC (Air Condesioner) di sekitar kita untuk mendukung hidup sehari-hari

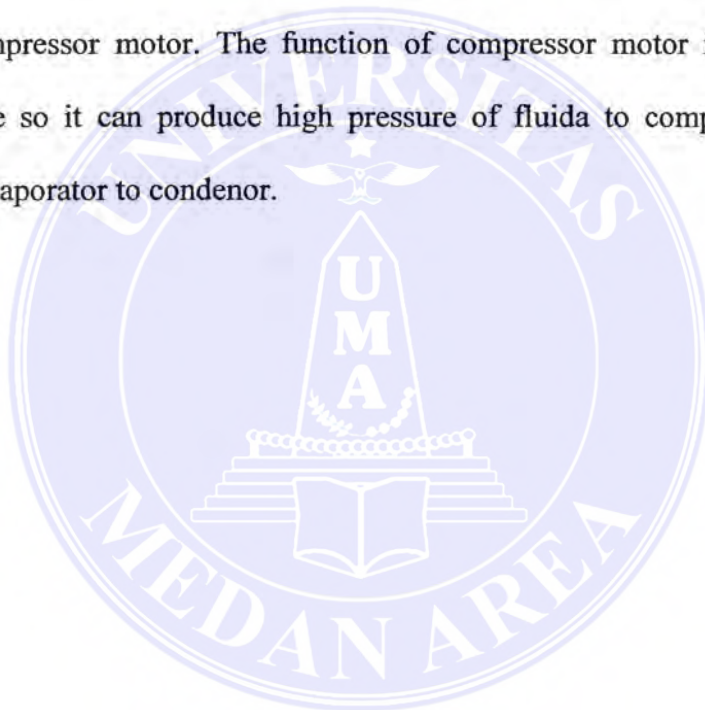
Di dalam AC, terdapat komponen pendukung menyangkut sistem pekerjaan yang beroperasi, salah satu nya adalah kompresor, fungsi dari kompresor tersebut adalah membuat tekanan udara yang aktif tersebut dapat menghasilkan tekanan tinggi fluida (udara dingin) ke compres bahan pendingin yang mana akan penguap ke kondensor



ABSTRRACT

Now a days, more and more people use Air conditioner (AC) as their daily needs equipment, We may see many building and house which use AC around us to support life.

In AC, there are support components of the work system operating, one of them is compressor motor. The function of compressor motor is to make the piston active so it can produce high pressure of fluida to compres refrigerant which the evaporator to condenor.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang Masalah

Udara merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan manusia dan hal ini tidak dapat dipisahkan lagi, baik untuk kebutuhan primer maupun sekunder, sejak dahulu udara banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan sumber tenaga. Bahkan pemanfaatan udara yang bergerak yaitu angin misalnya, dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik (kincir angin di Negara Belanda). Contohnya untuk kebutuhan lainnya adalah pemanfaatan udara yang mengakibatkan udara bertekanan, untuk tujuan ini manusia menciptakan kompresor, sebagai alat pemanfaatan udara, kompresor mempunyai beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan alat pemanfaatan fluida lainnya seperti pompa hidrolis. Selanjutnya akan dijelaskan keuntungan-keuntungan dari kompresor yaitu :

1. Konstruksi mesinnya serta peralatannya sangat sederhana.
2. Pemeliharaan dan perbaikan mesin dapat dilakukan dengan mudah.
3. Pengoperasiannya dapat dilakukan dengan mudah dan cepat.
4. Biaya operasi murah karena fluidanya udara.
5. Membutuhkan tempat yang kecil dalam pengoperasiannya.

Disamping keuntungan-keuntungan kompresor ini juga mempunyai beberapa kelemahan nya, yaitu :

1. Biaya awal relatif mahal.
2. pembuangan udaranya menimbulkan suara yang kuat.
3. Penggunaannya terbatas.

1.2. Perumusan Masalah

Seperti diungkapkan pada latar belakang, Udara merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan manusia dan hal ini tidak dapat dipisahkan lagi, baik untuk kebutuhan primer maupun sekunder, sejak dahulu udara banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan sumber tenaga. Bahkan pemanfaatan udara yang bergerak yaitu angin misalnya, dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik (kincir angin di Negara Belanda). Contohnya untuk kebutuhan lainnya adalah pemanfaatan udara yang mengakibatkan udara bertekanan, untuk tujuan ini manusia menciptakan kompresor, sebagai alat pemanfaatan udara, kompresor mempunyai beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan alat pemanfaatan fluida lainnya seperti ompa hidrolik.

Dengan memanfaatkan dan menerapkan teknologi pengendali otomatis dalam pengaturan temperatur AC, dalam hal ini mengatur kecepatan kompresor yang sesuai dengan temperatur ruangan, akan memberikan dampak positif terhadap penghematan energi listrik dimasa depan karena sumber tegangan motornya akan berubah sendiri sesuai dengan kebutuhan dan kondisi temperatur ruangan.

1.3. Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui bagai mana cara kerja sistem kompresor pada AC, dan mengetahui beberapa jenis-jenis komresor dan komponen-komponen utama pada kompresor serta dijelaskan keuntungan-keuntungan serta kerugian-kerugian dari kompresor tersebut. Hal ini diharapkan

dapat mengetahui cara pemampatan udara pada kompresor.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan pengendali otomatis sebagai pengatur kecepatan kumaran putar pada kompresor AC yang dipengaruhi oleh temperatur ruangan. Hal ini dikarenakan jika motor berputar dengan cepat maka energi yang diperlukan akan lebih besar jika dibandingkan dengan saat kumaran berputar dengan kecepatan rendah. Jadi ketika temperatur lebih rendah dari referensi, maka kumaran akan berputar lebih rendah jika dibandingkan dengan ketika temperatur ruangan lebih tinggi dari referensi. Karena kompresor akan terus berusaha menyesuaikan temperatur ruangan dengan temperatur referensi.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Bagi penulis untuk menambah ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Mahasiswa yang akan membahas hal yang sama.
3. Agar para pembaca dapat mengambil kesimpulan atau informasi pengetahuan tentang kompresor AC.
4. Pihak-pihak yang ingin mengetahui tentang kompresor AC.

1.5. Metode Penelitian

Metode pengaturan kecepatan motor ini akan menunjukkan cara kerja dari pengendali kompresor. Langkah pertama adalah menentukan seting temperatur (referensi), kemudian pengendali otomatis akan bekerja mengatur supply tegangan untuk motor sehingga kompresor akan menghasilkan temperatur yang sesuai

UNIVERSITAS MEDAN AREA dengan referensi. Apabila temperatur yang dihasilkan tidak sesuai dengan referensi

karena pengaruh ruangan yang banyak aktifitasnya sehingga temperatur ruangan meningkat, maka sensor temperatur akan memberi informasi kepada pengendali otomatis untuk memberi supply tegangan yang diberikan kepada motor, sampai temperatur yang dihasilkan kompresor sama dengan tempratur referensi kembali. Hal ini terus bekerja secara berulang-ulang secara otomatis untuk menghasilkan temperatur sesuai dengan referensi walaupun aktifitas ruangan berubah

Adapun pengaturan ditentukan dengan set point dari referensi temperatur yang ditentukan sebelumnya. Jika temperatur ruangan normal, artinya sama dengan referensi maka motor akan berputar lebih lambat dari kecepatan normal dan jika temperatur ruangan lebih tinggi, maka motor akan berputar lebih cepat. Demikian seterusnya pengendali bekerja secara berulang.

Pembatasan masalah ini hanya membatasi tentang sistem kerja atau cara kerja dari pada motor kompresor yang ada dalam mesin pendingin. Dimana pada percobaan ini akan ditambahkan dengan alat pengatur secara otomatis

1.6. Sisitematika Penulisan

Laporan dikerjakan secara sistematis dalam beberapa bab-bab yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya dimana setiap bab terdiri :

BAB I PENDAHULUAN

Dimana pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, metode penelitian, dan

sisitematika penulisan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area. Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

BAB II LANDASAN TEORI

Dimana pada bab ini dijelaskan tentang beberapa teori tentang mesin pendingin, komponen-komponen utama yang terkandung didalam mesin pendingin, sistem kerja dari mesin pendingin

BAB III MOTOR KOMPRESOR

Dimana pada bab ini dijelaskan tentang motor kompresor, difenisi tentang motor kompresor, jenis-jenis motor kompresor, sistem kerja dari motor kompresor, sistem pengendali motor kompresor yang dimana pengendalian motor kompresor dengan menggunakan Driver, Sensor, dan Sistem kendali.

BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN ANALISA

Dimana pada bab ini dijelaskan tentang semua hasil dari pengamatan dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Diman pada bab ini dijelaskan tentang kesimpulan-kesimpulan dari hasil penelitian tersebut, serta menerima saran-saran yang dapat membantu menyempurnakan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1. Mesin Pendingin

Mesin pendingin adalah suatu alat yang melakukan proses pendinginan untuk mencapai suhu yang dikehendaki dan digerakan oleh tenaga listrik. Mesin-mesin pendingin dewasa ini semakin banyak dimanfaatkan seiring dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya taraf hidup penggunaan yang umum adalah untuk mengawetkan makanan. Kegunaan yang lain dari mesin pendingin adalah untuk penyejuk ruangan, mendinginkan minuman dan lain-lain.

Diatas telah diterangkan bahwa selain mengawetkan makanan, mesin pendingin juga bisa untuk menyejukan ruangan. Sekarang banyak kita jumpai gedung-gedung pertemuan, gedung bioskop, kantor-kantor yang ber AC, serta dalam dunia industri misalnya untuk terjadinya suatu proses kimia kadang-kadang membutuhkan suhu yang tertentu pula.

2.1.1. Komponen Utama Mesin Pendingin

Didalam mesin pendingin terdapat komponen-komponen yang mendukung suatu mesin pendingin sehingga dapat bekerja dengan baik, komponen-komponen tersebut adalah :

1. Kompresor (pompa hisap tekan)
2. Kondensor (pipa pengembun)
3. Evaporator (Pipa-pipa penguap)
4. Katup ekspansi

Kompresor adalah suatu alat dalam mesin pendingin yang cara kerjanya dinamis atau bergerak. Cara kerjanya yaitu menghisap sekaligus memompa refrigeran sehingga terjadilah sirkulasi (perputaran) refrigeran yang mengalir dari pipa-pipa mesin pendingin, uap gas refrigeran yang bertekanan dan temperatur tinggi berasal dari kompresor kemudian disalurkan menuju bagian kondensor.



Gambar 2.1. Konstruksi dari kompresor

Selain tekanan gas refrigeran akan naik selama langkah kompresi, tempraturnya pun naik, laju kenaikan temperatur tersebut tergantung dari jenis bahan pendingin (Refrigeran) yang diperlukan. Untuk proses kompresi adiabatik, hubungan antara temperatur dan tekanan gas adalah sebagai berikut:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left[\frac{P_2}{P_1} \right]^{\frac{k-1}{k}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

T = Temperatur absolut gas (K)

P = Tekanan gas (Pa)

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa mungkin tinggi harga konstanta adiabatik (k) dari gas refrigeran, mungkin tinggi pula kenaikan temperatur yang terjadi proses kompresi tersebut.

Tabel 2.1. menunjukan konstanta adiabatik dari beberapa gas

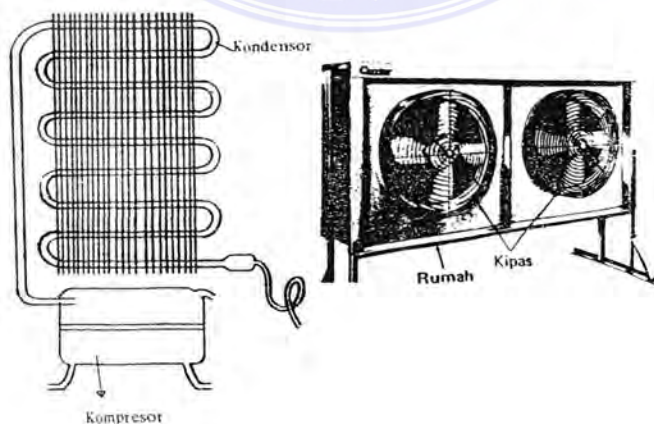
Tabel. 2.1.

Konstanta Adiabatik

Jenis gas	K
Udara	1.4
Amonia	1.3
Freon 22	1.2
Freon 12	1.136



Kondensor adalah suatu jaringan pipa yang berfungsi sebagai pengembun. Refrigeran yang dipompakan dari kompresor akan mengalami penekanan sehingga mengalir ke pipa kondensor. Refrigeran yang berada dalam pipa kondensor akan mengalami pengembunan. Dari sini, refrigeran yang sudah mengembun dan menjadi zat cair akan mengalir menuju pipa evaporator.



Gambar 2.2. Kontruksi dari bagian kondensor

Pada umumnya roses pemindahan ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_c = Q_0 + W_t \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

Q_c = Panas yang dilepaskan kondensor

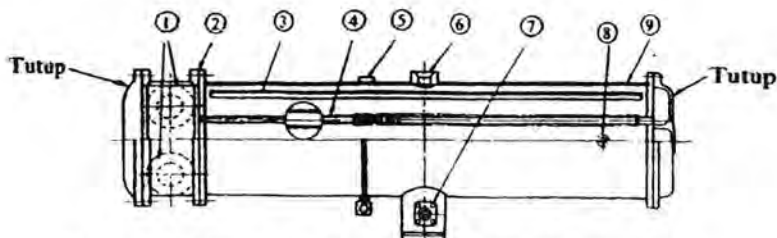
Q_0 = Panas yang diserap evaporator

W_t = Panas proses kompresor

Jenis kondensor yang sekarang ini secara umum dapat dibedakan menjadi empat, yaitu :

Kondensor Tabung dan Pipa Horizontal

Kondensor tabung dan pipa banyak dipergunakan pada unit kondensor yang berukuran kecil sampai besar, seperti terlihat pada Gambar 2.3, didalam kondensor tabung dan pipa terdapat banyak pipa pendingin, dimana air dingin mengalir didalam pipa-pipa tersebut. Ujung dan pangkal pipa pendingin terikat pada pelat-pipa, sedangkan diantara pelat-pipa dan tutup tabung dipasang sekat-sekat, untuk membagi aliran air dingin yang melewati pipa-ipa tersebut tetapi juga untuk mengatur kecepataannya cuku tinggi (1.5 sampai 2 m/detik)



- | | |
|------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Lubang air pendingin masuk dan keluar | 5. Pengukur muka cairan |
| 2. Pelat pipa | 6. Lubang refrigeran masuk |
| 3. Pelat distribusi | 7. Lubang refrigeran keluar |
| 4. Pipa bersirip | 8. Penyumbat |
| | 9. Tabung |

Air pendingin masuk kondensor dari bagian bawah, kemudian masuk kedalam pipa-pipa pendingin dan keluar pada bagian atas. Jumlah saluran air pendingin yang terbentuk oleh sekat-sekat itu dinamai jumlah saluran. Jumlah saluran maksimum yang biasa dipergunakan adalah 12. tahanan aliran air pendingin didalam pipa bertambah besar dengan bertambah banyaknya jumlah saluran.

Pipa pendingin ammoniak biasanya terbuat dari baja(dan pelat-pelat baja). Sedangkan untuk freon biasanya digunakan pipa dan tembaga (dan pelat baja). Jika dikehendaki adanya ketahanan terhadap korosi, sebaiknya digunakan pipa yang terbuat dari bahan kuningan (brass) atau pipa cupro-nickel (dan pelat pipa kuningan).

Jadi, kapasitas internal dari kondensor relatif kecil ditinjau dari segi perbandingan luas bidang perpindahan kalornya. Selanjutnya, jika kondensor sudah terisi dengan refrigeran cair dan permukaan cairan refrigeran naik sehingga menutupi sebagian dari pipa pendingin, maka luas bidang perpindahan kalor yang efektif pun akan berkurang. Akibatnya tekanan pengembunannya akan naik. Oleh karena kondensor tabung dan pipa dapat menampung refrigeran cair maka jenis kondensor ini sering dipergunakan juga sebagai penyimpan cairan refrigeran.

Adapun ciri-ciri dari kondensor tabung dan pipa adalah sebagai berikut:

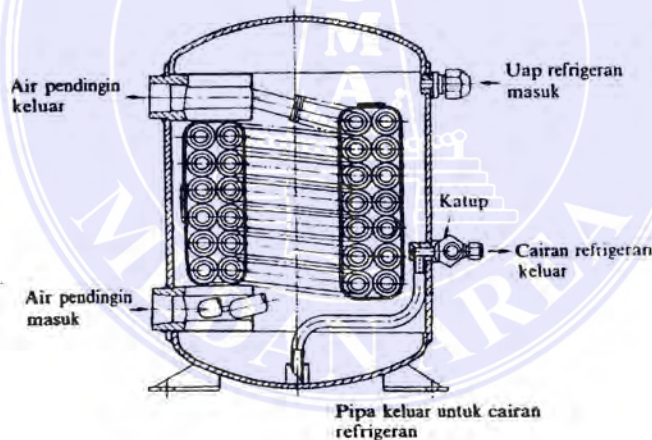
1. Dapat dibuat dengan pipa pendingin bersisip, sehingga relatif berukuran kecil dan ringan
2. Pipa air pendingin dapat dibuat lebih mudah.

UNIVERSITAS MEDAN AREA (horizontal) dan mudah pemasangannya.

4. Pipa pendingin mudah dibersihkan.

Kondensor Tabung Dan Koil

Kondensor tabung dan koil banyak dipergunakan pada unit dengan freon sebagai refrigerant berkapasitas relatif kecil, misalnya pada penyegaran udara jenis paket, pendingin air dan sebagainya. Pada Gambar 2.4 ditunjukkan kondensor tabung dan koil pipa pendingin didalam tabung yang dipasang pada posisi vertikal. Koil pipa pendingin tersebut biasanya terbuat dari bahan tembaga, tanpa sirip atau dengan sirip. Pipa tersebut mudah dibuatnya dan murah harganya.



Gambar 2.4. Kondensor tabung dan koil

Pada kondensor tabung dan koil, air mengalir di dalam koil pipa pendingin. Endapan dan kerak yang terbentuk di dalam pipa harus dibersihkan dengan mempergunakan zat kimia (deterjen).

Adapun ciri-ciri dari kondensor tabung dan koil adalah sebagai berikut:

1. Harganya murah karena mudah pembuatannya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2. Kompak karena posisinya yang vertikal dan mudah pemasangannya.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

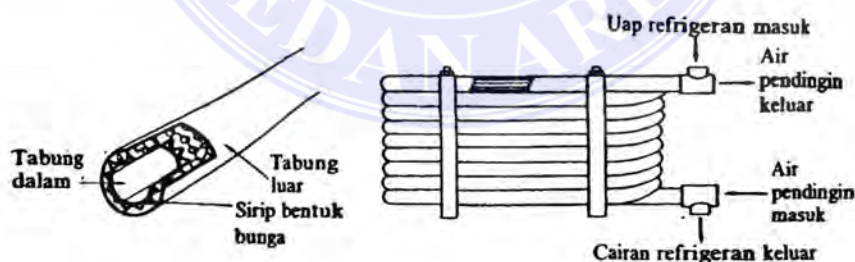
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

3. Boleh dikatakan tidak mungkin mengganti pipa pendingin, sedangkan pembersihnya harus dilakukan dengan menggunakan deterjen.

Kondensor Jenis Pipa Ganda

Kondensor jenis pipa ganda merupakan susunan dari dua pipa koaksial, diman refrigeran mengalir melalui saluran yang terbentuk antara pipa dalam dan pipa luar, dari atas kebawah. Sedangkan air pendingin mengalir di dalam pipa dalam pada arah berlawanan dengan arah aliran refrigeran, jadi dari bawah ke atas.

Pada mesin refrigrasi berkapasitas rendah, dengan freon sebagai refrigeran dipergunakan pipa dalam dan pipa luar yang terbuat dari tembaga. Pada Gambar 2.5 menunjukkan kondensor jenis pipa ganda dalam bentuk koil. Pipa dalam dapat dibuat bersirip atau tanpa sirip.



Gambar 2.5. Kondensor koil pipa ganda

Kecepatan aliran di dalam pipa pendingin kira-kira antara 1 sampai 2 m/det. Sedangkan perbedaan antara temperatur air pendingin keluar dan masuk pipa pendingin kira-kira 8 sampai 10 C. Laju perpindahan kalornya relatif besar.

Ciri-ciri kondensor jenis pipa ganda adalah sebagai berikut:

1. Kontruksi sederhana dengan harga yang memadai.
2. Dapat mencapai kondisi super dingin karena arah aliran refrigeran dan air pendingin berlawanan.
3. Penggunaan air pendingin relatif kecil.
4. Kesulitan dalam membersihkan pipa; harus dipergunakan deterjen.
5. Pemeriksaan terhadap korosi dan kerusakan pipa tidak mungkin dilaksanakan; penggantian pipa juga sukar dilaksanakan.

Kondensor Pendingin Udara

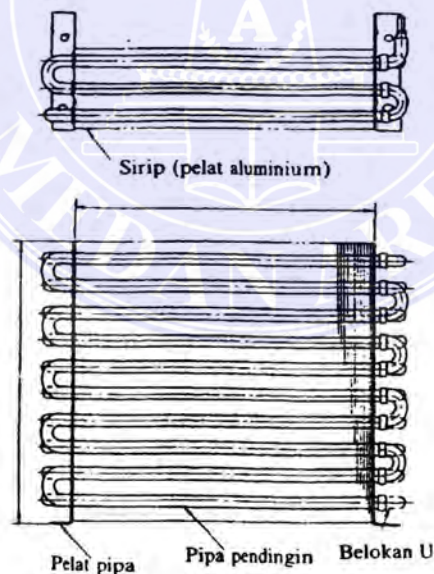
Seperti terlihat pada Gambar 2.4 kondensor pendingin udara terdiri dari koil pipa pendingin bersirip pelat (pipa tembaga dengan sirip aluminium, atau pipa tembaga dengan sirip tembaga). Udara mengalir dengan arah tegak lurus pada bidang pendingin. Gas refrigeran yang bertempeartur tinggi masuk kebgian atas dari koil dan secara berangsur-angsur mencair dalam alirannya ke bagian bawah koil.

Jarak antara sirip dari pipa pendingin adalah 20 sampai 35 mm. Diameter luar dari pipa pendingin yang biasa dipergunakan adalah 15.9 mm dan tebalnya 0.6-1.2 mm. Udara pendingin mengalir melalui bidang pendingin dengan kecepatan kira-kira 2.5 m/det. Luas bidang pendingin yang diperlukan per ton refrigasi kira-kira 12 sampai 15 m. Temperatur pengembunan refrigeran kira-kira 12 sampai 20 C lebih tinggui dari temperatur udara atmosfir. Pada waktu musim

UNIVERSITAS MEDAN AREA pengembunan tersebut kira-kira 50 sampai 55 C.

Ciri-ciri kondensor pendingin udara adalah sebagai berikut :

1. Tidak memerlukan pipa air pendingin, pompa air dan penampung air, Karena tidak menggunakan air.
2. Dapat dipasang dimana saja, asal terdapat udara bebas.
3. Tidak mudah terjadi korosi karena permukaan koil yang kering.
4. Memerlukan pipa refrigeran tekanan tinggi yang panjang karena kondensor biasanya diletakkan di luar rumah.
5. Pada musim dingin, tekanan pengembunan perlu dikontrol untuk mengatasi gangguan yang dapat terjadi karena turunnya tekanan pengembunan yang terlalu besar, yang disebabkan oleh temperatur udara atmosfer yang rendah.



Gambar 2.6. Kondensor pendinginan udara koil bersirip pelat

Evaporator yaitu jaringan pipa yang berfungsi sebagai penguapan. Zat cair

yang berasal dari pipa kondensor masuk ke evaporator lalu berubah wujud menjadi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

gas dingin karena mengalami penguapan. Dalam hal ini penularan kalor memangg

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area. Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

peranan yang sangat penting di dalam siklus refrigerasi, yaitu mendinginkan media disekitarnya.

Besar pemindahan kalor sebuah evaporator dapat dihitung berdasarkan temperatur penguapan refrigeran temperatur benda atau fluida yang akan didinginkan pada bagian masuk dan bagian keluar evaporator, hal ini dapat juga disebut sebagai laju perpindahan kalor. Jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran dari benda atau fluida yang hendak didinginkan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Q_o = K \cdot \Delta t_m A \text{ atau } A = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_m} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

Q = jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran dalam evaporator (K cal/jam)

K = koefisien perpindahan kalor (K cal/ M jam C)

A = Luas bidang perpindahan kalor (m)

Δt_m = perbedaan temperatur logaritmic rata-rata (C)

Adapula jenis-jenis dari evaporator yang pada umumnya digunakan pada mesin pendingin, diantaranya adalah :

1. Pembagian menurut cara injeksi refrigeran kedalam evaporator.

- Evaporator ekspansi kering (DX- Evaporator)

Dalam ekspansi kering, cairan refrigeran yang diekspansikan melalau katup ekspansi pada waktu masuk kedalam evaporator sudah dalam keadaan campuran cair dan uap, sehingga keluar dari evaporator dalam keadaan kering.

Oleh dengan sebagian besar dari evaporator terisi oleh uap refrigeran, maka pemindahan kalor yang terjadi tidak terlalu besar, jika dibandingkan dengan keadaan di mana evaporator terisi oleh cairan refrigeran cair. Akan tetapi, evaporator jenis ekspansi kering tidak memerlukan refrigeran dalam jumlah yang besar. Disamping itu, jumlah minyak pelumas yang tinggal didalam evaporator sangat kecil

- Evaporator banjir (pump- circulation)

Dalam evaporator jenis ini, sebagian besar dari evaporator terisi oleh cairan refrigeran. Proses penguapannya terjadi seperti pada ketel uap. Gelembung refrigeran yang terjadi karena pemanasan akan naik, pecah pada permukaan cairan atau terlepas dari permukaannya. Sebagian refrigeran kemudian masuk ke dalam akumulator yang memisahkan uap dari cairan. Maka refrigeran yang ada dalam bentuk uap sajalah yang masuk kedalam kompresor. Bagian refrigeran cair dipisahkan didalam akumulator akan masuk kembali kedalam evaporator, bersama-sama dengan refrigeran (cair) yang berasal dari kondensor.

Jadi tabung evaporator terisi oleh cairan refrigeran. Cairan refrigeran menyerap kalor dari fluida yang hendak didinginkan (air larutan garam, dan sebagainya) yang mengalir didalam pipa. Uap refrigeran yang terjadi dikumpulkan di bagian atas dari evaporator sebelum masuk ke kompresor.

Tinggi permukaan cairan refrigeran yang ada didalam evaporator diatur oleh katup pelampung. Jumlah refrigeran yang masuk kedalam tabung

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Evaporator disesuaikan dengan beban pendinginan yang harus dilayani.

Document Accepted 7/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

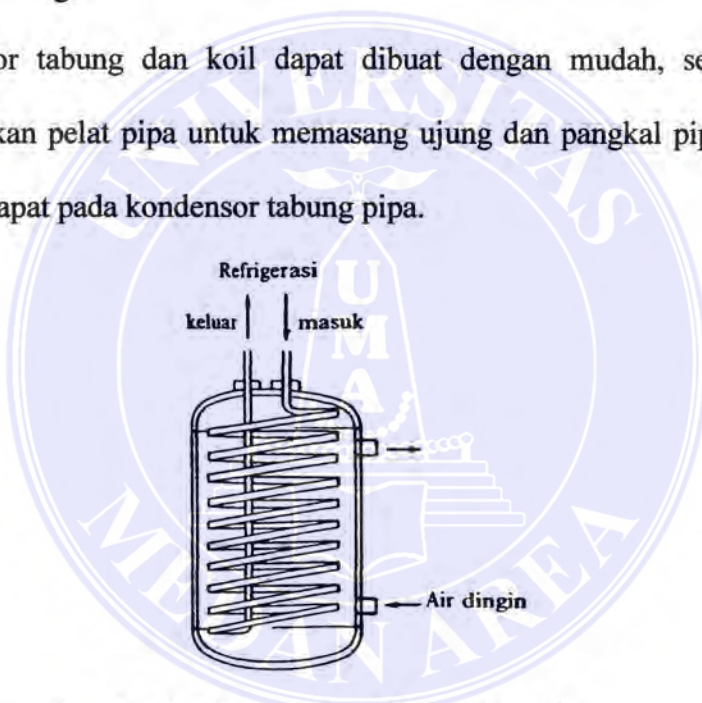
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area. Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

2. Pembagian Menurut Bentuk Kontruksi Evaporator

- Evaporator tabung dan koil

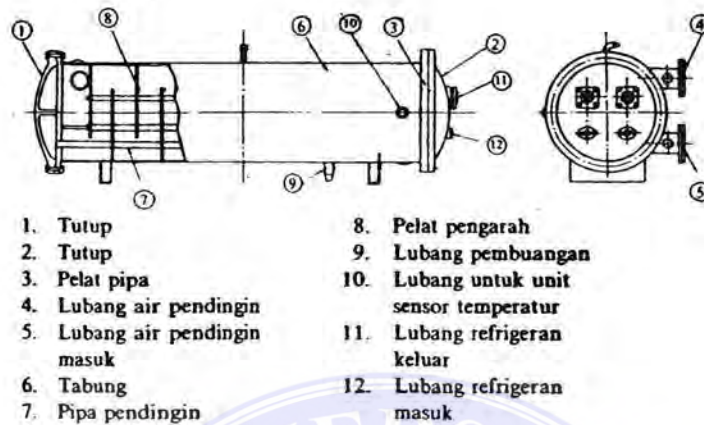
Seperti terlihat pada Gambar 2.7, pada evaporator tabung dan koil terdapat koil pipa tunggal atau pipa ganda didalam sebuah slinder. Refrigeran mengalir didalam koil pipa untuk mendinginkan air atau larutan gram yang ada dibagian luar koil.

Evaporator tabung dan koil dapat dibuat dengan mudah, sebab tidak memerlukan pelat pipa untuk memasang ujung dan pangkal pipa. Seperti yang terdapat pada kondensor tabung pipa.

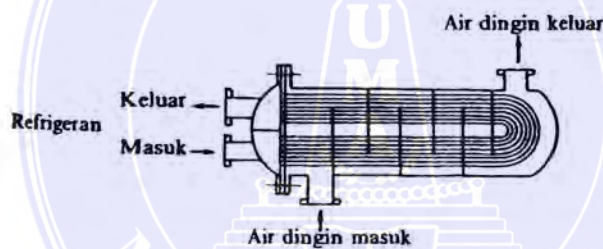


Gambar 2.7. Evaporator tabung dan koil

- Evaporator tabung dan pipa jenis ekspansi kering menggunakan banyak pipa yang dipasang didalam tabung. Refrigeran mengalir kedalam pipa, sedang dan cairan yang hendak mengalir melalui bagian luar pipa refrigeran yaitu didalam tabung, seperti terlihat pada Gambar 2.8 dan Gambar 2.9



Gambar 2.8. Evaporator tabung dan pipa jenis kering (menggunakan pipa bersirip pada bagian dalam)



Gambar 2.9. Evaporator tabung dan pipa (menggunakan pipa U)

Didalam selinder, dipasang pelat sekat yang berfungsi menunjang pipa refrigeran dan mengarahkan aliran cairan yang hendak didinginkan, sehingga dapat mengalir tegak lurus pada pipa dengan kecepatan yang lebih tinggi. Dengan demikian, laju perpindahan kalornya makin baik karena kontak cairan yang hendak didinginkan dan pipa refrigeran dapat dibuat lebih baik.

Sedangkan refrigeran mengalir melalui 2 atau 4 saluran yang dibentuk dengan cara memasang sekat-sekat di dalam ruangan tutup belakang dan tutup

UNIVERSITAS MEDAN AREA. Didalam evaporator refrigeran menguap sempurna dan

Ciri-ciri evaporator tabung dan pipa jenis ekspansi kering adalah sebagai berikut:

1. Jumlah refrigeran yang diperlukan
2. Pemasukan refrigeran dapat diatur dengan mudah dan cepat dengan menggunakan katup ekspansi otomatis termostatik, sesuai dengan perubahan beban yang terjadi.
3. Minyak pelumas dapat kembali ke kompresor dengan cepat, karena refrigeran mengalir di dalam pipa dengan kecepatan tinggi (Refrigeran tidak ada yang tertinggal dalam evaporator).
4. Tahanan aliran pada air pendingin kecil.
5. Pipa refrigeran jarang rusak, karena pembekuan air, jika ada terjadi pada permukaan luar dari pipa refrigeran.

Kelemahan dari evaporator tabung dan pipa jenis ekspansi kering dibandingkan dengan evaporator jenis basah adalah karena kecepatan aliran air pendingin yang lebih rendah. Disamping itu, laju perpindahan kalornya lebih rendah karena refrigeran yang mengalir pada pipa ada dalam fase uap. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan cara memasang sirip pada bagian dalam dari pipa refrigeran.

Koefisien perpindahan kalor

Table 2.2

Kecepatan Aliran Air (m/det)	Koefisien Perpindahan Kalor (Kcal/m ² jam°C)	
	R12	R22
0,4	420	465
0,6	490	530
0,8	540	590
1,0	480	630

- Koil dengan pendingin udara

Koil dengan pendingin udara seperti yang dipakai untuk mendinginkan udara pada penyegaran udara, terdiri dari koil pipa bersirip pada bagian luarnya. Ada dua macam koil dengan pendingin udara, yaitu jenis ekspansi langsung dan ekspansi tak langsung.

Pada jenis ekspansi langsung, refrigeran diuapkan secara langsung didalam pipa evaporator, sedangkan pada jenis ekspansi tak langsung udara didinginkan oleh refrigeran sekunder seperti air atau larutan garam yang mengalir melalui pipa tersebut. Sirip-sirip yang dipasang pada bagian luar pipa digunakan untuk memperbesar luas bidang perpindahan kalor yang berhubungan dengan udara, karena konduktivitas termalnya kecil.

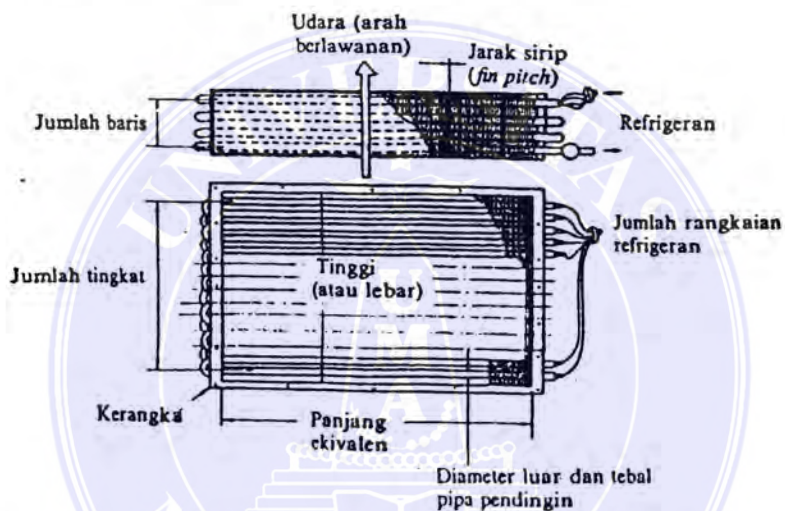
Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada eveporator jenis ekspansi langsung dengan pendingin udara adalah:

1. Kecepatan aliran udara pendingin melalui koil pendingin adalah 2.0 sampai 3,0 m/detik, atau rata-rata 2.5 m/det.
2. Untuk memperoleh efisiensi yang maksimal, aliran refrigeran hendaknya berlawanan dengan aliran udara pendingin.
3. Dengan naiknya temperatur penguapan dari refrigeran, biaya operasi kompresor makin murah, tetapi koil memerlukan luas bidang perpindahan kalor yang lebih besar. Oleh karena itu, haruslah dicari kompromi antara kedua faktor di atas.
4. Apabila udara mengalir melalui koil dengan kecepatan tinggi, misalnya lebih

UNIVERSITAS MEDAN AREA/ detik, sebaiknya digunakan eliminator untuk mencegah

tembusnya air yang mengembun pada permukaan pipa. Jika tidak dapat dipergunakan eliminator, sebaiknya kecepatan udara pendingin tidak lebih besar dari pada 2,0 m/detik.

5. Sebaiknya digunakan koil pendingin yang panjang dan lebar, dari pada yang pendek dan sempit, untuk mengurangi biaya instalasi.



Gambar.2.10. Evaporator koil bersirip pelat jenis ekspansi langsung.

2.1.2. Sistem Kerja Mesin Pendingin

Sistem kerja mesin pendingin dalam hal ini adalah Air conditioning (AC) adalah dengan cara penguapan, dimana untuk mendapatkan penguapan diperlukan gas (udara) yang mencapai temperatur tertentu (panas). Setelah udara tersebut panas diubah agar kehilangan panas, sehingga terjadi penguapan. Di saat adanya penguapan, maka timbulah suhu di dalam temperatur rendah (dingin).

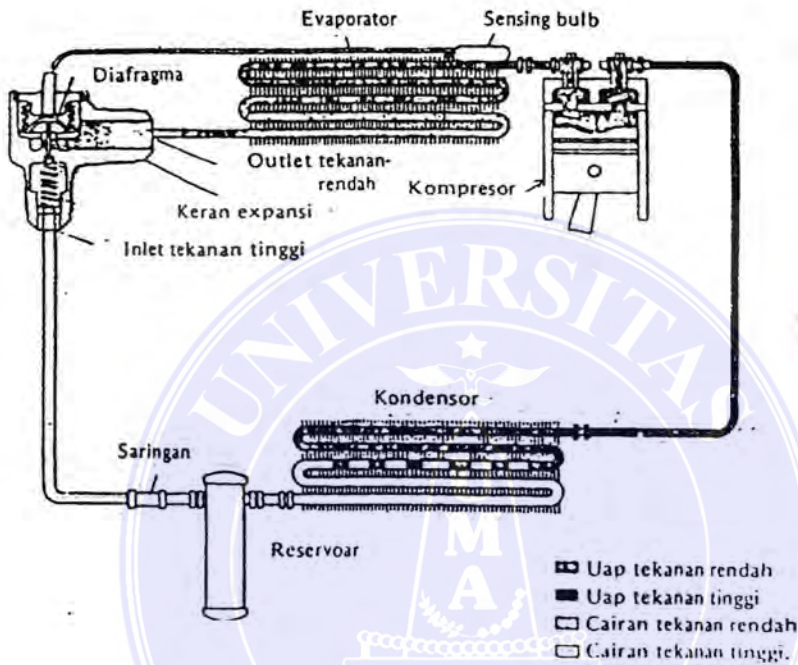
Untuk memahami cara kerja sistem mesin pendingin kita dapat perhatikan

Gambar 2.9. Jika kumparan panggerak berputar maka akan memutar

UNIVERSITAS MEDAN AREA

kompresornya. Dengan berputarnya kompresor maka refrigeran (yang dalam

wujud gas) akan naik suhu tekanannya. Hal ini disebabkan molekul-molekul dari refrigeran bergerak lebih cepat dan saling bertabrakan akibat adanya kompresi.



Gambar.2.11. Sistem pendingin sederhana

Di sini berlaku hukum *Boyle*, pada saat terjadinya kompresi (volume gas diperkecil). Gas dimampatkan, maka tekanan gas akan naik. Volume gas berbanding terbalik terhadap tekanannya (pada temperatur konstan).

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{konstan (T konstan)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Pada saat temperatur gas naik, berlaku hukum Charles :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ pada V konstan} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

P = Tekanan

V = Volume

T = Suhu

Dapat disimpulkan bahwa dengan kompresor, suhu dan tekanan gas refrigeran akan naik. Temperatur dari gas refrigeran akan merambat pada pipa-pipa kondensor dan cooling medium. Pada bagian kondensor ini diusahakan adanya media pendingin yang baik, sebab dengan adanya pendinginan yang baik pada bagian kondensor ini akan membantu memperlancar terjadinya proses kondensi (uap panas dari refrigeran berubah menjadi cairan, mengembun).

Penempatan kondensor harus pada tempat yang cukup luas, agar aliran udara tidak terhalang. Untuk lebih memperlancar pendinginan (sirkulasi udara) dipasang kipas angin ada kondensornya, pada kondensor dengan pendingin air (water cooled), kondensor direndam air (pada sebuah tabung), airnya disirkulasikan dengan pompa. Temperatur dan tekanan gas refrigeran akan naik terus sampai keseimbangan dicapai. Setelah terjadi proses kondensi (pengembunan) gas refrigeran sebagian cairan disimpan pada receiver, sebagian cairan refrigeran mengalir menelusuri high pressure liquid line menuju refrigeran kontrol setelah melewati driver strainer (saringan).

Di dalam saringan terjadi proses penyerapan kotoran, air, asam, serbuk-serbuk yang dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pada saluran pipa kapiler atau keran ekspansi, apabila pada pipa kapiler atau keran ekspansi buntu

tidak akan terjadi proses pendinginan.

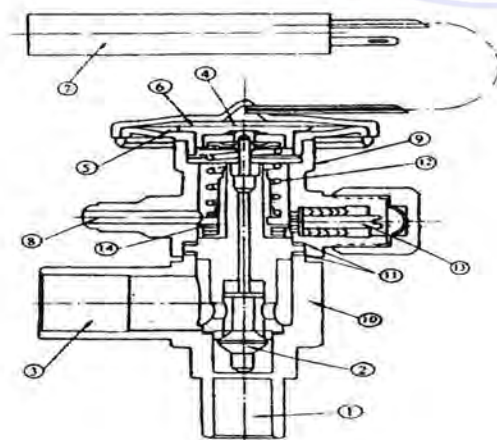
Setelah melewati pipa kapiler refrigeran menuju pipa kapiler, dimana pada pipa kapiler berguna untuk menurunkan tekanan dan mengatur jumlah cairan refrigeran yang mengalir. Adapun kegunaan lain dari pipa kapiler yaitu untuk mempermudah pada waktu start karena dengan menggunakan pipa kapiler.

Pada waktu keluar dari pipa kapiler (sebelum masuk ke evaporator) suhu dan tekanannya menjadi lebih rendah dari semula. Untuk menurunkan suhu cairan refrigeran maka dipergunakan sistem heat exchanger (sistem penukaran panas). Caranya ialah sebagian pipa kapiler dan sebagian saluran hisap didempetkan atau sebagian pipa kapiler dimasukan ke dalam pipa saluran hisap.

Selain mesin pipa kapiler sebagai refrigeran kontrol, banyak pula dijumpai mesin pendingin yang mempergunakan keran ekspansi, fungsinya sama yaitu menurunkan tekanan cairan refrigeran dan mengatur jumlah cairan refrigeran yang mengalir.

Ada tiga macam katup ekspansi :

1. Katup ekspansi otomatis termostatik



1. Lubang masuk cairan refrigeran
2. Katup jarum
3. Lubang keluar refrigeran
4. Diafragma
5. Ruang-luar diafragma
6. Ruang-dalam diafragma
7. Sensor temperatur (panas)
8. Terminal pipa penyama tekanan
9. Badan katup atas
10. Badan katup bawah
11. Paking
12. Pegas
13. Sekrup pengatur
14. Sekrup put ir

Katup ekspansi otomatis termostatik berfungsi untuk mengatur pembukaan katup, pada katup ini refrigeran mengalir masuk melalui lubang masuk (1) dan keluar melalui lubang keluar (3), melalui katup jarum (2). Ruang luar dari diafragma (5) dihubungkan dengan lubang keluar dari evaporator melalui pipa penyama tekanan (8). Oleh karena diafragma (4) diisolasikan dari lubang keluar (3) oleh paking internal (11), maka diafragma (4) menerima tekanan keluar dari evaporator.

Oleh karena tabung sensor termal ditempelkan dekat pada daerah keluar evaporator, tekanan dari uap refrigeran jenuh yang ada didalamnya akan menjadi tekanan jenuh yang sesuai dengan temperatur (temperatur penguapan + derajat super panas) dari evaporator.

Maka tekanan didalam ruangan dalam dari diafragma (6) yang dihubungkan dengan tabung sensor termal adalah sama dengan tekanan jenuh tersebut diatas.

Sehubungan dengan hal tersebut, pembukaan katup ekspansi tergantung dari perbedaan gaya (tekanan ruangan dalam dari diafragma (6) x luas efektif diafragma) dan (tekanan ruangan luar dari diafragma (5) x luas efektif diafragma). Oleh karena itu, perbedaan kedua gaya tersebut adalah sama dengan gaya pegas. Hal tersebut berarti jika perbedaan antara tekanan didalam tabung sensor termal dan tekanan didalam evaporator berubah, maka derajat super panas yang berkaitan dengan perbedaan tekanan tersebut akan berubah pula.

Derajat super panas yang diinginkan dapat diatur dengan memutar sekrup

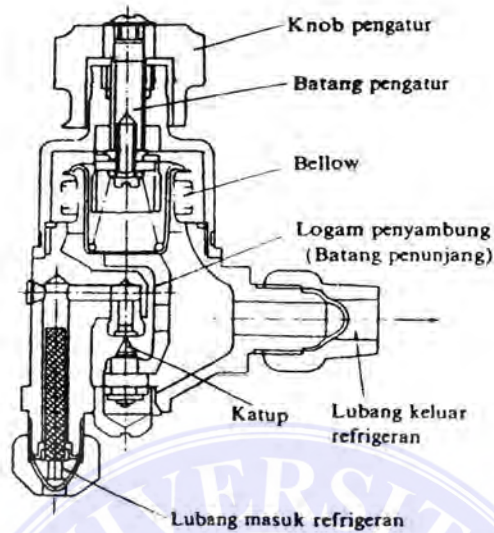
UNIVERSITAS MEDAN AREA sekrup pengatur diputar ke kanan (arah putaran jarum

jam), maka pegas (12) akan tertekan dan derajat super panas akan bertambah besar. Jadi, putarlah sekrup pengatur ke kanan untuk mengurangi jumlah refrigerant masuk ke dalam evaporator. Apabila sekrup pengatur diputar ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam) maka pegas (12) akan mengendor, sehingga derajat super panas akan berkurang (jumlah aliran refrigeran masuk ke dalam evaporator akan bertambah besar). Dengan cara penyetelan di atas, derajat super panas harus dapat dipertahankan dalam batas tertentu.

2. Katup ekspansi manual

Katup ekspansi manual adalah katup ekspansi dengan trotel yang diatur secara manual, yaitu menggunakan katup jarum yang berbeda dari katup stop yang biasa.

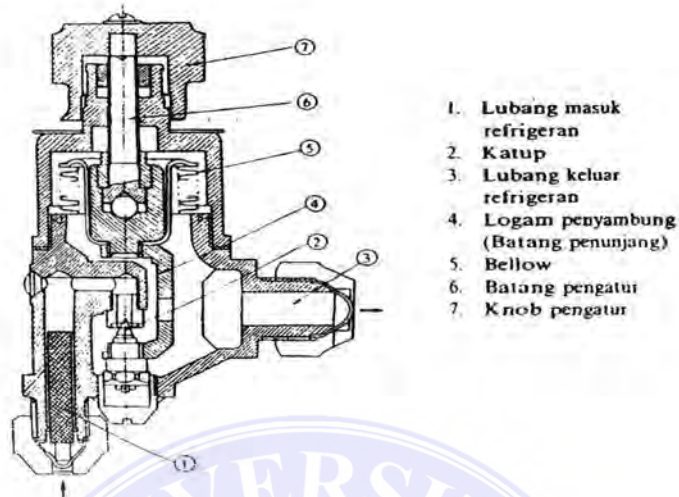
Konstruksi katup ekspansi manual dapat dilihat pada Gambar 2.13. Pada katup tersebut, refrigeran masuk melalui lubang masuk (1) dan keluar melalui katup jarum (2). Fiting (4) dihubungkan dengan batang pengatur (6), sehingga katup jarum tersebut dapat dibuka dan ditutup dengan memutar knob pengatur (7), kebocoran refrigeran dapat dicegah dengan menggunakan bellow (5).



Gambar 2.13. Katup ekspansi manual

3. Katup ekspansi konstan

Katup ekspansi tekanan konstan adalah katup ekspansi, dimana katup digerakkan oleh tekanan didalam evaporator, untuk mempertahankan supaya tekanan didalam evaporator konstan. Pada jenis katup ini, below dan katup jarum dihubungkan oleh batang penunjang seperti terlihat pada Gambar 2.14. Bagian bawah dari below berhubungan dengan lubang keluar sehingga menerima tekanan evaporator. Sebuah pegas dipasang pada bagian atas dari below. Gaya pegas dapat diatur dengan memutar knob pengatur. Pipa cairan refrigeran dihubungkan dengan katup ekspansi pada bagian lubang masuk dari katup ekspansi.

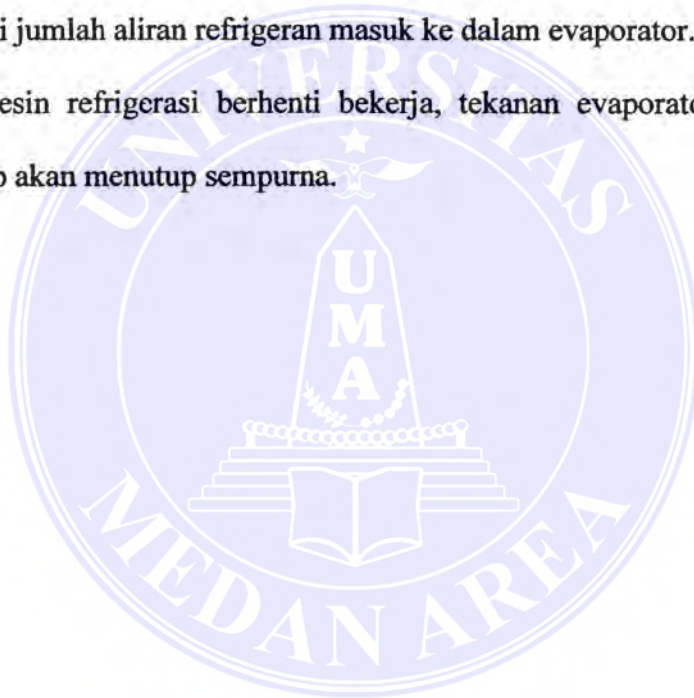


Gambar 2.14. Katup ekspansi tekanan konstan

Cara kerja katup ekspansi tekanan konstan adalah sebagai berikut :

- Pada waktu mesin refrigeran distart, katup dalam keadaan tertutup karena tekanan didalam evaporator lebih besar dari pada tekanan pegas yang ditetapkan.
- Setelah mesin refrigeran bekerja, uap refrigeran yang ada didalam evaporator terisap masuk ke dalam kompresor, sehingga tekanan didalam evaporator lambat laun berkurang. Katup masih tertutup sampai tekanan evaporator mencapai tekanan sama dengan tekanan pegas.
- Selanjutnya, apabila tekanan evaporator lebih rendah dari pada tekanan gas, tekanan pada bagian bawah menjadi lebih rendah daripada tekanan pegas, sehingga pegas akan menekan ke bawah dan katup jarum akan membuka luan salurannya.

- Apabila penguapan refrigeran didalam evaporator sudah terjadi dengan baik, maka pembukaan katup kira-kira konstan sesuai dengan tekanan penguapan yang ditetapkan.
- Jadi tekanan evaporator baik, maka katup akan menutup sedikit untuk mengurangi jumlah aliran refrigeran masuk ke dalam evaporator.
- Apabila tekanan evaporator naik, maka katup akan menutup sedikit untuk mengurangi jumlah aliran refrigeran masuk ke dalam evaporator.
- Apabila mesin refrigerasi berhenti bekerja, tekanan evaporator akan naik. Maka katup akan menutup sempurna.



BAB III

KOMPRESOR

3.1. Definisi Kompresor

Kompresor adalah suatu komponen yang sangat penting yang menggerakkan piston untuk mengkompresi refrigerant beredar dalam unit mesin pendingin.

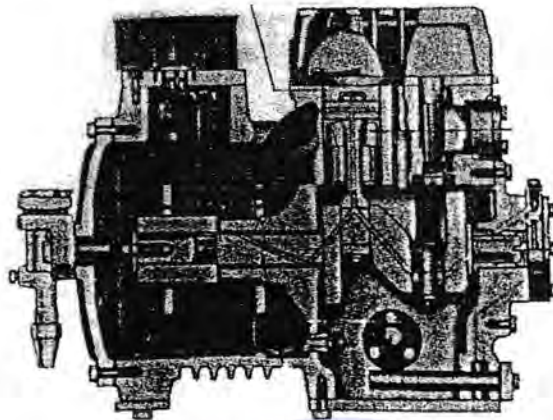
3.1.1. Jenis-jenis Kompresor

Kompresor yang digunakan pada mesin pendingin dapat dikelompokkan menjadi lima jenis utama, yaitu :

1. Kompresor Torak

Biasanya kompresor torak banyak digunakan untuk AC di rumah-rumah atau bangunan komersil kecil. Dilihat dari konstruksi penutupnya (*housing*), kompresor torak dapat dibedakan menjadi tipe *hermetik* dan terbuka. Penutup tipe *hermetik* terbagi lagi menjadi dua, yaitu tipe las penuh dan *semi-hermetik*. Pada kompresor *hermetik* las penuh, seluruh bagian kompresor ditutup dan dilas sehingga tidak dapat dibuka tanpa merusak tutupnya. Kompresor tipe ini adalah kompresor “sekali pakai”. Bila rusak perbaikannya agak sulit sehingga tidak pernah dipakai pada AC skala kecil.

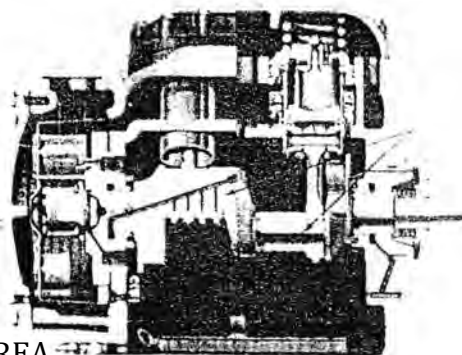
Kompresor torak *semi-hermetik* hampir serupa dengan las penuh, hanya saja pada bagian-bagian tertentu penutup kompresor ini dipasang baut. Dengan pengencang baut ini reparasi komponen-komponen tertentu dapat dilakukan.



Gambar 3.1. Kompresor torak

Kompresor torak tipe terbuka mempunyai motor penggerak yang terpisah dari ruang toraknya. Poros engkol (*crankshaft*) dihubungkan dengan kumaran penggerak secara langsung maupun melalui sabuk (*belt*). Pada hubungan dengan sabuk, posisi kumaran sejajar dengan poros engkol, sedangkan pada hubungan langsung, posisi kumaran segaris / seri dengan poros engkol.

Kedua tipe kompresor terbuka tersebut biasanya digunakan untuk sistem yang medium atau besar. Pada pemasangan dan perawatannya perlu diperhatikan masalah kesejarisan atau kesejajaran antara poros penggerak dan poros engkol. Selain mengurangi efisiensi, ketidaktepatan posisi poros juga dapat mengakibatkan berkurangnya umur kompresor.



Meskipun konstruksi kompresor torak bermacam-macam, namun komponen utamanya tetap sama yaitu alat penggerak (motor), poros engkol, *connecting rod* (batang hubung), piston, katup refrigeran, penutup.

2. Kompresor Rotari

Kompresor rotari biasanya lebih kompak, kecil, dan ringan dibandingkan dengan kompresor torak. Efisiensinya pun lebih baik daripada kompresor torak. Inilah salah satu sebab kompresor rotari sering digunakan untuk AC berukuran kecil sampai sedang.



Gambar 3.3. Kompresor rotari

Pendinginan kompresor rotari biasanya dilakukan dengan memanfaatkan fluida (refrigeran) yang keluar. Refrigeran ini mempunyai temperatur yang relatif tinggi, namun masih lebih rendah dari temperatur kerja kompresor. Sistem pendingin ini sangat efektif karena panas dari kompresor dapat diserap refrigerant dan dibuang keluar bersama-sama dengan panas dari kamar yang didinginkan.

Dari segi konstruksinya, kompresor rotari dapat dibedakan menjadi dua

UNIVERSITAS MEDAN AREA

jenis, yaitu **sudu diam** dan **sudu berputar**. Secara umum, prinsip kerja keduanya

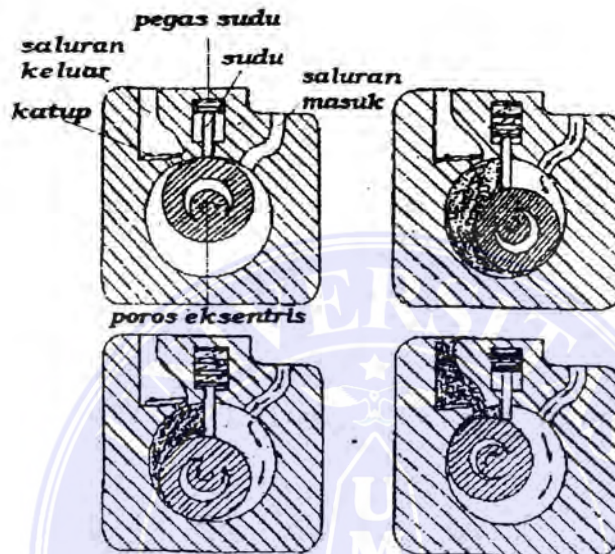
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

hampir sama. Refrigeran dikompresi dengan putaran yang eksentris sehingga tekanan dan temperturnya naik.



Gambar 3.4. Prinsip kompresi pada kompresor rotari

Umumnya komponen-komponen utama kompresor jenis ini terdiri dari sudu, rotor eksentris, katup keluaran, dan penutup. kumparan memutar poros dan rotor eksentris, sehingga rotor berputar menyusuri bagian dalam silindar. Sudut yang dipasang pegas bergerak naik turun seiring dengan berputarnya rotor eksentris. Sudut ini berfungsi sebagai sekat yang memisahkan refrigeran pada sisi masuk dengan refrigeran sisi keluar. Katup keluaran yang digunakan adalah katup searah sehingga refrigeran hanya dapat mengalir kesatu arah (kaluar ruang kompresi).

Prinsip kerja kompresor rotari hampir sama dengan kompresor torak.

Refrigeran dari evaporator masuk pada sisi isap, dipadatkan agar tekanan dan

temperaturnya naik, kemudian didorong keluar melalui katup keluaran menuju kondensor.

3. Kompresor Scroll

Kompresor tipe scroll termasuk jenis baru. Efisiensi kerjanya sangat tinggi karena kerjanya menggunakan dua buah scroll (puasaran). Satu scroll dipasang tetap dan salah satu scroll lainnya berputar pada orbit.

Bahan pendingin (refrigeran) tekanan rendah dihisap masuk dari saluran hisap oleh scroll dan dikeluarkan melalui saluran tekan yang letaknya pada pusat orbit dari scroll tersebut.



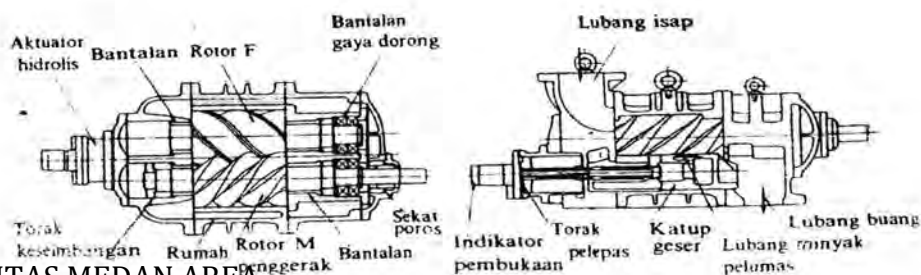
Kompresor scroll dipergunakan untuk air conditioning, heat pump, commercial refrigeration dan untuk model menggunakan arus listrik satu fasa biasanya kompresor tipe ini digunakan pada sistem refrigerasi berkapasitas 1,3 sampai 5 HP (1 sampai 3,7 KW)

Sedangkan untuk keperluan pendingin berkapasitas besar 2,45 sampai 25 HP (2 sampai 19 KW), dapat menggunakan Copeland multi paralel kompresor beberapa tingkat.

Kompresor scroll ini tidak perlu di inlet dan Discharger valve seperti pada kompresor torak sehingga mempunyai baik efisiensi volumetrik maupun efisiensi total yang lebih baik. Kompresor scroll sangat baik menggunakan bahan pendingin (refrigeran) R-404 A dan R-22, R-407 C medium temperatur dan R-134 untuk high temperatur.

4. Kompresor Sekrup

Kompresor sekrup yang semula dirancang untuk memperoleh kompresor udara tanpa minyak pelumas, memiliki dua buah rotor yang berpasangan, berturut-turut dengan gigi jantan dan gigi betina. Dalam beberapa tahun terakhir ini, kompresor sekrup dibuat juga untuk dipergunakan pada mesin refrigerasi, seperti terlihat pada Gambar 3.6.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Gambar 3.6. Kontruksi kompresor sekrup

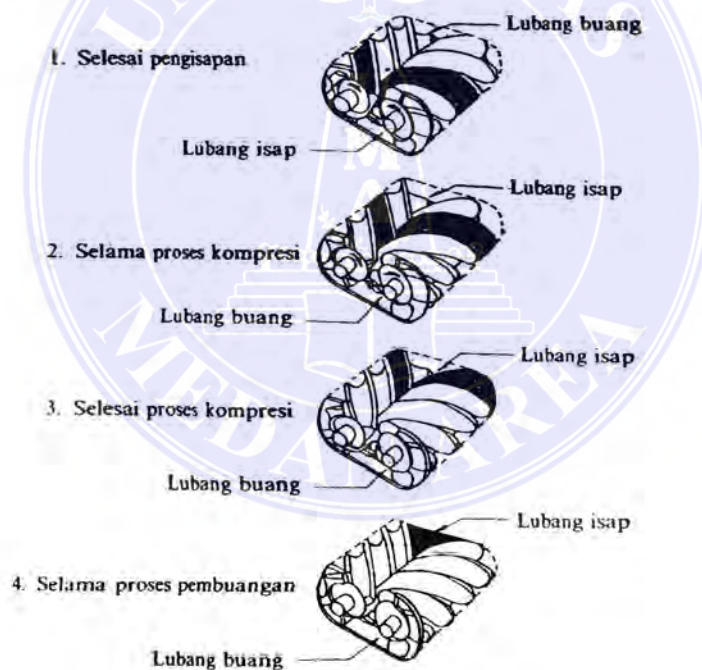
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Kompresor sekrup memiliki beberapa keuntungan, yaitu lebih sedikit jumlah bagain yang bergesekan, perbandingan kompresi yang tinggi dalam satu tingkat, relatif stabil terhadap pengaruh cairan (kotoran) yang terserap dalam refrigeran.

Seperti pada kompresor torak, mekanisme kompresi dari kompresor sekrup melakukan tiga langkah, yaitu langkah isap, langkah kompresi, dan langkah keluar. Untuk mengurangi kerugian gesek pada aliran gas, seperti terlihat pada Gambar 3.7. Gas diisap, dikompresikan, dan dikeluarkan dalam arah aksial.



Gambar 3.7. Mekanisme kompresor sekrup

5. Kompresor semi Hermetik

Pada kompresor semi hermetik listrik dibuat menjadi satu dengan kompresor. Jadi, rotor kumparan listrik tersebut berada dalam perpanjangan ruang

UNIVERSITAS MEDAN AREA

engkol dari kompresor tersebut. Dengan jalan demikian tidak diperlukan penyekat

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

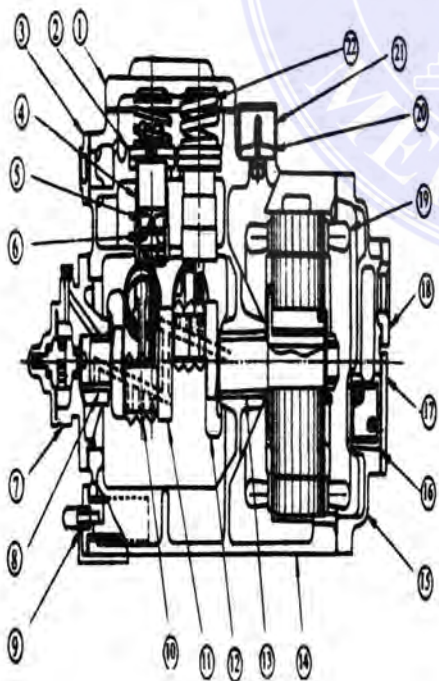
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

poros, sehingga dapat dicegah terjadi kebocoran gas refrigeran. Disamping itu, kontruksinya lebih banyak dan bunyi mesin menjadi lebih halus.

Namun demikian, haruslah diperhatikan agar dipergunakan isolator listrik (motor listrik) yang sebaik-baiknya, yaitu terhadap pengaruh gas refrigerant. Untuk hal tersebut, gas refrigeran Freon sangat tepat, sebab selain tidak merusak isolator listrik, gas Freon juga memiliki sifat mengisolasi.

Pada waktu ini, kompresor resmi hermetik untuk gas Freon dibuat sampai kira-kira 40 kW. Dari segi kontruksinya, kompresor semi hermetik juga dapat dibuat bersilinder banyak, dengan momen putar start yang rendah, seperti terlihat pada Gambar 3.8.

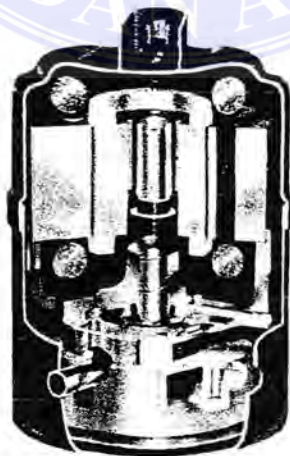


No	Nama	Material
1	Tutup kepala silinder	Besi tuang
2	Kepala silinder	Baja khusus
3	Flens dari pipa buang	Baja
4	Silinder	Besi tuang
5	Torak	Besi tuang
6	Pena torak	Baja khusus
7	Pompa roda gigi	Baja tuang
8	Logam bantalan	Logam putih
9	Saringan minyak pelumas	Kawat kuningan
10	Batang penghubung	Baja khusus
11	Poros engkol	Baja
12	Beban keseimbangan	Besi tuang
13	Bantalan utama	Logam putih
14	Rumah engkol (ruang engkol)	Besi tuang
15	Tutup motor	Besi tuang
16	Saringan gas masuk	Kawat kuningan
17	Tutup	Baja
18	Flens dari pipa isap	Baja
19	Motor	—
20	Terminal listrik	—
21	Tutup terminal	Baja
22	Kepala pengaman	Baja

6. Kompresor Hermetik

Pada dasarnya, kompresor hermetik hampir sama dengan kompresor semi hermetik. Perbedaannya hanya terletak pada cara penyambungan rumah (baja) kompresor dengan start kumparan penggerakannya. Pada kompresor hermetik dipergunakan sambungan las, sehingga rapat udara, seperti terlihat pada Gambar 3.9. Pada kompresor semi hermetik dengan rumah terbuat dari besi tulang, bagian-bagian penutup dan penyambungannya masih dapat dibuka. Sebaliknya dengan kompresor hermetik, rumah kompresor dibuat dari baja dengan pengerjaan las, sehingga baik kompresor maupun motor listrik tak dapat diperiksa tanpa memotong rumah kompresor. Oleh karena itu, komponen dari kompresor hermetik haruslah terpercaya dan dapat diandalkan.

Kompresor hermetik biasanya dibuat untuk unit berkapasitas rendah, sampai 7,5 kW, misalnya pada penyegar udara paket.

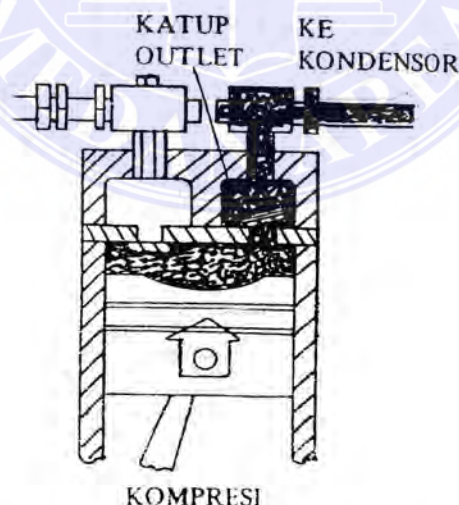


Gambar 3.9. Kompresor hermetik

3.1.2. Prinsip Kerja Kompresor

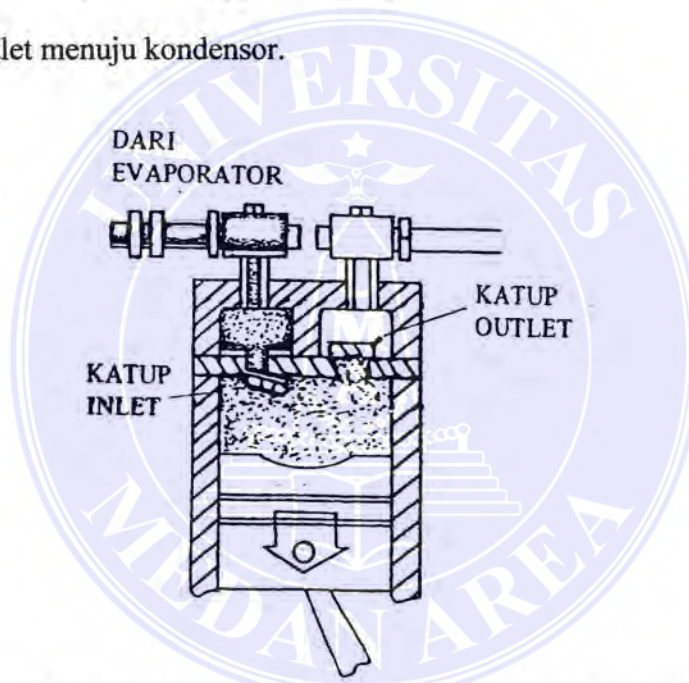
Pada umumnya prinsip kerja dari kompresor pada mesin pendingin khususnya pada AC adalah untuk menggerakkan piston sehingga piston menghasilkan fluida bertekanan tinggi yang berguna untuk mengkompreskan refrigeran yang lewat evaporator dimana refrigeran tersebut menyerap panas dari udara. Ketika keluar dari evaporator, refrigeran ini mempunyai kandungan panas yang tinggi, meskipun temperatur dan tekanannya masih rendah.

Refrigeran yang mengandung panas ini kemudian dialirkan masuk ke dalam kompresor yang dibantu oleh daya hisap dari piston yang bergerak secara turun naik. Ketika piston bergerak turun, katup inlet bergerak masuk dan membuka celah sehingga refrigeran dapat masuk ke dalam ruang kompresi, seperti terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Proses masuknya refrigerant ke ruang kompresi

Sebaliknya ketika piston bergerak naik, refrigeran dikompresi oleh piston sehingga tekanannya bertambah. Panas yang dikandung refrigeran menjadi terkonsentrasi dan temperatur refrigeran menjadi naik. Proses kompresi ini terus berlangsung sampai refrigeran mencapai tekanan tertentu hingga katup keluar tidak dapat lagi menahannya dan membuka katup outlet sehingga refrigerant yang bertekanan dan bertemperatur tinggi terdorong masuk ke dalam saluran keluar melalui katup outlet menuju kondensor.



Gambar 3.11. Proses keluarnya refrigeran ke ruang kompresi

Meskipun mekanisme pengoperasian fluida berbeda-beda antara kompresor satu dengan yang lain, namun pada prinsipnya secara umum adalah sama. Kompresor memadatkan (mengkompresikan) refrigerant sehingga tekanan dan temperaturnya bertambah tinggi.

3.2. Sistem Pengendali Kompresor

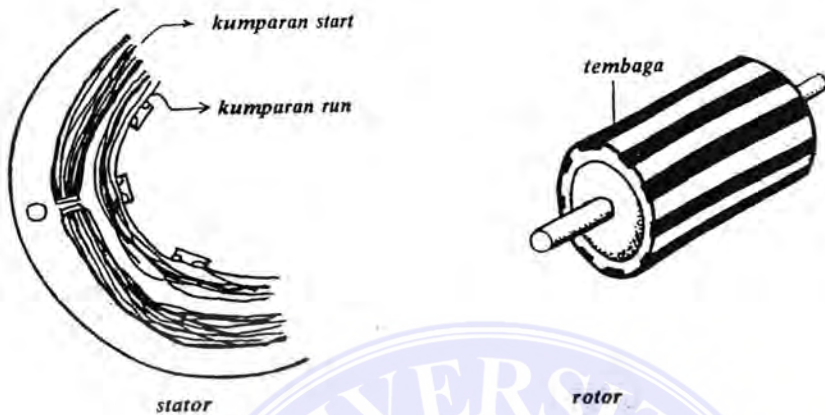
Sistem pengendali daripada kompresor adalah menggunakan sebuah alat motor listrik. Adapun keunggulan daripada motor listrik yaitu susunannya yang sederhana, tidak berisik dan mudah pengoperasiannya karena sudah menggunakan pengatur otomatis.

Kumparan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (putaran poros). Putaran poros inilah yang kemudian digunakan untuk menggerakkan kompresor. Pengubahan energi listrik menjadi mekanik dilakukan dengan memanfaatkan sifat-sifat gaya magnetik.

Pada AC yang digunakan adalah induksi yang bekerja dengan prinsip elektromagnetik, dimana terdiri dari stator dan rotor. Stator merupakan elemen diam yang terdiri dari belitan-belitan jangkar dimana jika belitan-belitan tersebut disuplai arus 3 fasa maka akan menghasilkan medan magnet atau fluksi, sedangkan rotor merupakan elemen yang berputar terdiri dari belitan-belitan medan.

Rotor ada dua tipe :

- Rotor kurungan bajing (Squirrel-cage), kumparan-kumparan yang menggunakan rotor tipe ini dikenal sebagai kumparan induksi kurungan tupai.
- Terputar-fase atau Rotor terputar yang menggunakan tipe rotor seperti ini dikenal sebagai kumparan-kumparan 'terputar-fase' (phase-wound) atau kumparan-kumparan terputar ('wound') atau sebagai kumparan-kumparan slip-ring.



Gambar 3.12. Stator dan rotor

Dalam induksi hubungan tertentu antara kecepatan putar (N) dari rotor, frekuensi (f) dari EMF yang dibangkitkan dari jumlah kutup-kutup (p). Hubungan tersebut adalah :

$$F = \frac{p \times N}{120} \dots\dots\dots(3.1)$$

Sedangkan kecepatan sinkron putar pada kondisi tanpa beban dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$N_s = \frac{f \times 120}{p} \dots\dots\dots(3.2)$$

Pada AC yang menggunakan pipa kapiler atau lubang *orifice* sebagai alat ekspansi, tekanan pada sisi masuk dan keluar diseimbangkan ketika kompresor berhenti bekerja. Sedangkan yang menggunakan alat ekspansi lain, tekanan pada sisi masuk dan keluar kompresor tidak diseimbangkan. Untuk kondisi ini,

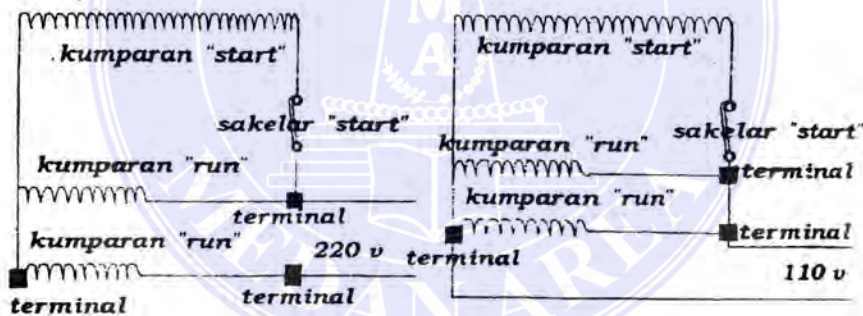
kompartemen yang digunakan harus mempunyai torsi awal yang besar.

3.2.1. Driver

Pada AC, biasanya menggunakan beberapa kumparan sebagai alat kendalinya, diantaranya :

- Kumparan Terbuka

Pada umumnya, tegangan suplai kumparan ini dapat diatur menjadi 110 V atau 220 V dengan mengatur koneksi kabel pada terminal-terminalnya. Perhatikan Gambar 3.13. di bawah ini. Bila diinginkan tegangan input 110 V maka kedua kumparan run dipasang secara paralel. Sedangkan bila diinginkan tegangan input 220 V maka kumparan run dipasang secara seri. Beberapa jenis ini juga dilengkapi dengan pengatur arah putaran pada kotak terminalnya.

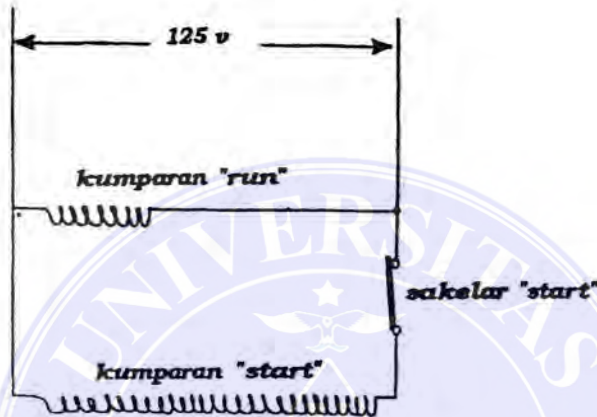


Gambar 3.13. Kumparan-kumparan pada motor terbuka satu fasa

- Kumparan Split-phase

Kumparan split-phase mempunyai efisiensi operasi yang baik, namun torsi awalnya hanya termasuk medium. Umumnya, kumparan jenis ini merupakan kumparan empat kutub yang diatur sedemikian rupa sehingga dapat juga dioperasikan sebagai kumparan dua kutub dengan mengubah koneksi listrik pada terminal-terminalnya.

Split-phase biasanya digunakan sebagai penggerak kipas. Torsi awal yang dihasilkan kumparan ini tidak terlalu besar sehingga kurang cocok untuk digunakan sebagai penggerak kompresor.



Gambar 3.14. Kumparan start dan run kumparan split – phase

Sakelar start mengalirkan arus listrik ke kumparan start ketika kompresor mulai bekerja. Sakelar ini terus mengalirkan arus sampai kecepatan putar kumparan mencapai 75% putaran desain. Ketika kecepatan ini tercapai, sakelar memutuskan arus ke kumparan start dan kumparan hanya bekerja dengan kumparan run.

- Kapasitor Start

Pada dasarnya, kumparan jenis ini hampir sama dengan kumparan split-phase. Besar tahanan kumparan start dan run-nya berbeda. Di antara kumparan start dan run dipasang sebuah kapasitor start. Kapasitor ini berfungsi untuk mengaktifkan kumparan start dan menambah torsi awal dengan menyesuaikan

sudut fasa antara tegangan dan arus.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

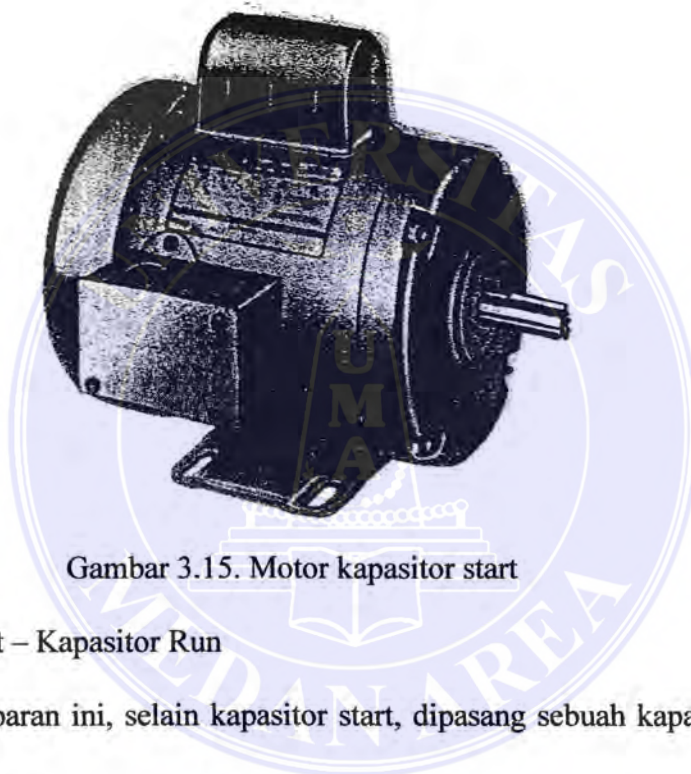
Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Sakelar start pada kumparan ini mempunyai cara kerja yang berbeda dengan sakelar start kumparan split-phase. Pada split-phase sakelar bekerja memutuskan arus setelah putaran mencapai 75% kecepatan desain. Sedangkan pada kumparan ini, sakelar start memutuskan arus segera setelah motor di-start.



Gambar 3.15. Motor kapasitor start

- Kapasitor Start – Kapasitor Run

Pada kumparan ini, selain kapasitor start, dipasang sebuah kapasitor lain, yaitu kapasitor run.

kumaran dapat distart meskipun sesuatu hal, kapasitor run tidak berfungsi dengan benar. Namun arus listrik yang mengalir pada saat run akan naik sebesar 10% dan akan menjadi terlalu panas ketika beroperasi pada kondisi beban penuh.

Kapasitor start – kapasitor run biasanya digunakan untuk menggerak kompresor dan kipas dengan sistem transmisi sabuk (*belt*).

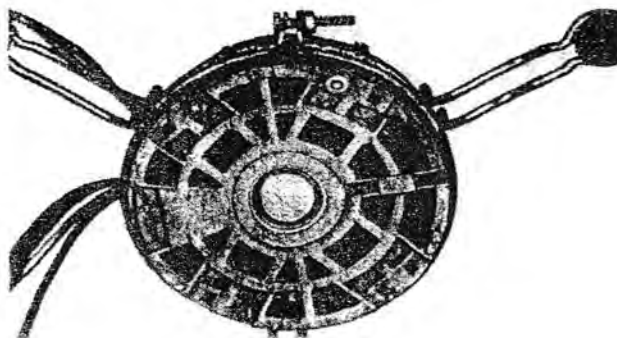
- Permanen Split-Capasitor (PSC)

Torsi awal yang dihasilkan kumaran PSC sangat rendah. Pada alat ini hanya dipasang satu kapasitor saja, yaitu kapasitor run. Pemasangannya sama dengan pemasangan kapasitor run pada kapasitor start-kapasitor run.



Gambar 3.16. Permanen split – capasitor (PSC)

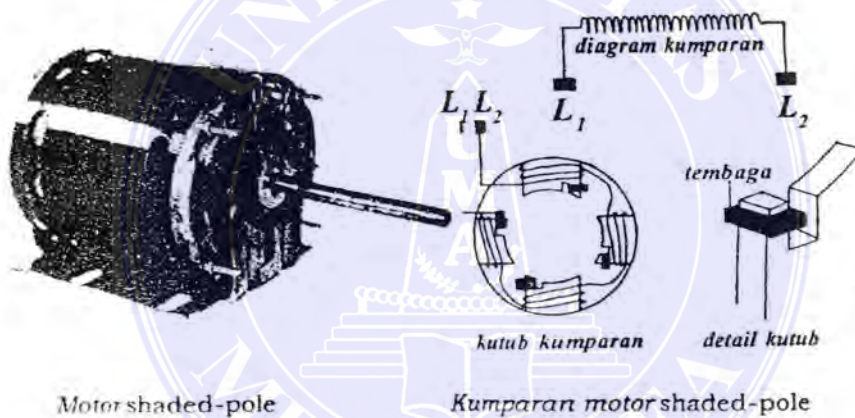
PSC sering digunakan sebagai penggerak kipas AC. Beberapa PSC memiliki terminal-terminal untuk mengubah kecepatan putarnya menjadi kecepatan rendah, sedang, dan tinggi. Perubahan kecepatan ini biasanya dilakukan dengan mengubah tahanan pada kumparan melalui sebuah penyalur.



- Shaded-pole

Sahaded-pole memiliki torsi awal yang sangat rendah. Sebagai kumparan start biasanya digunakan lempeng tembaga yang dipasang pada ujung kutub-kutubnya.

Shaded-pole memiliki efesiensi yang lebih rendah dibanding PSC, namun harga relatif murah. Biasanya kumparan ini digunakan sebagai penggerak kipas pada kondensor AC dengan sistem pendinginan udara.



Gambar 3.18. Kumparan Shaded-ole

- Kumparan Hermetik

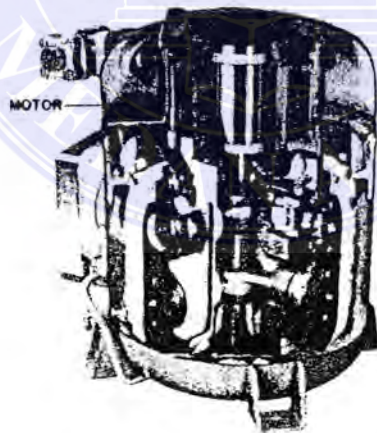
Pada dasarnya, kumparan hermetik sama dengan kumparan-kumparan terbuka yang dibahas diatas. Hanya saja, alat ini bekerja pada lingkungan refrigeran sehingga sakelar start yang digunakan tidak boleh menimbulkan percikan bunga api.

Kumparan-kumaran hermetik biasanya memiliki kumparan start dan run

dengan pemasangan pontensial sebagai sakelar pemutus arus ke kumparan start. Untuk

meningkatkan efesiansi kerjanya, sering juga ditambahkan kapasitor run antara kumparan start dengan run.

Kompresor hermetik yang menggunakan alat ekspansi pipa kapiler atau lubang *orifece* biasanya digunakan PSC yang mirip dengan PSC terbuka. Ketika kumaran menyala, kumaran start dan run diaktifkan secara bersamaan. Namun kumaran start tidak berhubungan secara langsung dengan tegangan jala-jala karena ada kapasitor run antara kumaran start dengan kumaran run. Umumnya PSC ini tidak memerlukan sakelar start bila bekerja pada kondisi yang sesuai dengan desainnya. Namun bila dianggap perlu, kadang-kadang ini juga dilengkapi dengan pemutus dengan kapasitor start atau *positive temperature coefficient* (PTC).



Gambar 3.19. Kumaran hermetik pada kompresor hermetik AC

3.2.2. Sensor

Pada AC model baru tidak jauh berbeda dengan model lama. Namun, sejalan dengan perkembangan teknologi AC model sekarang sudah dilengkapi dengan menggunakan elemen sensor elektrik dan *timer* yang terdapat dalam termostat.

3.2.3. Sistem Kendali

Ada beberapa macam type sistem kendali pada mesin pendingin khususnya pada AC diantaranya :

- Sakelar Start

Sakelar start adalah alat penghubung dan pemutus arus listrik ke kumparan start. Sakelar ini dapat bekerja secara mekanik atau elektrik.

- Sakelar Sentrifugal

Sakelar sentrifugal merupakan sakelar mekanik yang bekerja berdasarkan gaya sentrifugal dari benda berputar. Sakelar ini dipasang pada ujung poros motor. Ketika kecepatan poros mencapai $\frac{3}{4}$ putaran desainnya, sebuah bobot pada sakelar akan terlempar ke arah luar dan memutuskan arus listrik ke kumparan start.

Sistem pemutusan hubungan listrik dengan sakelar ini menimbulkan percikan bunga api. Oleh karena itu, sakelar seperti itu hanya dipakai pada kumparan yang bekerja pada lingkungan atmosfer (di luar) dan tidak pada lingkungan refrigeran (di dalam).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data yang telah diperoleh dari penelitian ini, bahwa penggunaan kompresor pada Air Conditioner (AC) Otomatis sangat penting dikarenakan fungsi dari kumparan kompresor tersebut ialah menggerakkan kompresor sehingga dapat bekerja guna menyalurkan refrigeran ke dalam pipa kondensor.

Apabila motor kompresor tidak bekerja dengan baik, maka AC tidak bekerja dengan baik pula, hal ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor berikut ini :

1. Tidak adanya suplai aliran listrik ke kompresor sehingga tegangan menjadi rendah.
2. Mekanisme start pada kompresor tidak berfungsi.

Beberapa hal yang dapat menyebabkan mekanisme start pada kompresor tidak berfungsi, yaitu :

- Starter selalu dalam keadaan terbuka.
- Kapasitor start rusak.
- Sakelar start pada rangkaian kumparan start tidak dapat menutup.
- Pengaman *overload* rusak.

3. Kumparan tidak berfungsi, disebabkan beberapa faktor diantaranya :

Kumparan terbuka

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Dijadikannya sebagai kompresor pada kumparan start.

- Terjadi korsleting antar kumparan start dengan *ground*.
4. Kerja kompresor terlalu berat yang disebabkan dua hal, yaitu :
- Tekanan pada sisi tekan terlalu tinggi.
 - Gesekan dalam kompresor terlalu besar.

Saran

Penelitian terhadap sistem pendingin khususnya mengenai motor kompresor hendaknya peneliti harus memperhatikan beberapa hal agar penelitian tersebut akan lebih baik jika dilaksanakan beberapa saran-saran yaitu :

- Selalu memperhatikan katup atau klep yang rusak atau macet.
- Memeriksa pelumas yang tidak mencukupi.
- Memeriksa apakah kompresor terlalu panas.
- Memeriksa pelumas bocor.
- Memeriksa apakah ring piton longgar.

DAFTAR PUSTAKA

Drs. Sumanto M.A, 1989. **Dasar-Dasar Mesin Pendingin.**

Penerbit : Andi Offset, Yogyakarta.

Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 2005. **Penyegaran Udara.**

Penerbit : PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

E. Karyanto, dkk, 2004. **Teknik Mesin Pendingin.**

Penerbit : Restu Agung, Jakarta.

Iwan Kurniawan, 2005. **Merawat Dan Memperbaiki AC.**

Penerbit : Puspa Swara, Jakarta.

Khatsuhiko Ogata, 1991. **Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan).**

Penerbit : Erlangga, Jakarta.

Steve Elonka dan Quaid W Minich, 1980. **Standart Refrigeration And Air Conditioning.**

Penerbit : Tata McGraw-Hill Publishing Company LTD, New Delhi.

Sunggono Asi, dkk, 1995. **Teknik Pendingin.**

Penerbit : CV. Aneka

Ir. Muslimin Marapung, 1988. **Teknik Tenaga Listrik.**

Penerbit : ARMICO, Bandung.