

PRINSIP KERJA MOTOR KOMPRESOR PADA AIR CONDITIONER (AC) OTOMATIS

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

**ENRIKO CHANDRA SATRIA
01 812 0016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2 0 0 7**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

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)20/9/23

ABSTRACT

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 their 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 condensor.

When the piston active, so the absorb press characteristic will happen, when the piston is absorb position, the refrigerant will be absorbed in to the body of piston through inlet valve. After the refrigerant fulfil the body of piston, piston will move to press position, where the refrigerant in the body piston will press out through outlet valve to the condensor, so and so continuously.

Although the operation mechanism is different between one compressor to the others, they are principally the same, the compressor will compact refrigerant so that the pressure and temperature will be higher and higher.

RINGKASAN

Air Conditioner (AC) pada zaman ini telah banyak digunakan orang sebagai alat kebutuhan sehari-hari. Hal ini dapat kita lihat dengan banyaknya gedung-gedung bertingkat dan rumah tangga yang telah banyak menggunakan AC dalam menunjang kebutuhannya.

Pada Air Conditioner (AC) terdapat komponen-komponen penunjang dalam pengoperasian sistem kerjanya, diantaranya adalah motor kompresor. Motor Kompresor bekerja untuk menggerakkan piston sehingga piston menghasilkan fluida yang bertekanan tinggi yang berguna untuk mengkompresikan refrigerant yang lewat evaporator menuju kondensor.

Ketika piston bergerak maka terjadi prinsip hisap tekan, dimana ketika piston pada posisi hisap maka refrigerant terhisap masuk kedalam badan piston dengan melalui katup inlet. Setelah refrigerant memenuhi badan piston, piston bergerak menuju posisi tekan, dimana refrigerant yang memenuhi badan piston akan ditekan keluar melalui katup outlet menuju kondensor, begitu seterusnya secara berulang ulang.

Meskipun mekanisme pengoperasiannya berbeda beda antara kompresor satu dengan yang lainnya, namun pada prinsipnya secara umum adalah sama, yaitu kompresor memadatkan (mengkompresikan) refrigerant sehingga tekanan dan temperaturnya bertambah tinggi.

DAFTAR ISI

ABSTRACK	.....	i
RINGKASAN	.....	ii
KATA PENGANTAR	.....	iii
DAFTAR ISI	.....	v
DAFTAR GAMBAR	.....	vii
DAFTAR TABEL	.....	ix
BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1.	Latar Belakang Masalah	1
1.2.	Perumusan Masalah	2
1.3.	Maksud dan Tujuan Masalah	5
1.4.	Metode Penelitian	7
BAB II	LANDASAN TEORI	8
2.1.	Mesin Pendingin	8
2.1.1.	Komponen Utama Mesin Pendingin	8
2.1.2.	Sistem Kerja Mesin Pendingin	24
2.2.	Smart Relay	32
2.2.1.	Cara Kerja Smart Relay	33
2.2.2.	Bahasa Pemograman	34

BAB III	MOTOR KOMPRESOR	38
3.1.	Definisi Motor Kompresor	38
3.1.1.	Jenis-Jenis Motor Kompresor	38
3.1.2.	Perinsip Kerja Motor Kompresor	47
3.2.	Sistem Pengendali Motor Kompresor	49
3.2.1.	Driver	51
3.2.2.	Sensor	56
3.2.3.	Sestem Kendali	57
BAB IV	HASIL ANALISA	61
4.1.	Karakteristik Motor Kompresor	61
4.2.	Karakteristik Kompresor	63
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	73
	DAFTAR PUSTAKA	75

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang Masalah

Konsumsi Energi Listrik di Indonesia terus meningkat dari tahun ketahun. Hal ini disebabkan oleh penambahan penduduk dan pembangunan yang terus berkembang. Pertambahan kebutuhan energi listrik tidak sejalan dengan pertumbuhan sumber energi listrik, hal ini mengakibatkan terjadinya krisis energi listrik di berbagai daerah di Indonesia khususnya di Sumatera Utara dan Kota Medan.

Untuk mengatasi kekurangan energi listrik di Sumatera Utara, PLN sebagai Perusahaan Listrik Negara yang mengatur distribusi energi listrik selalu melakukan upaya-upaya penambahan sumber energi listrik baru. Namun sampai saat ini masih belum dapat memberikan solusi terhadap kekurangan energi listrik tersebut. Hal ini bisa dirasakan apabila PLN melakukan pemeliharaan terhadap alat-alat utamanya sering terjadi pemadaman listrik di berbagai daerah secara bergantian. Hal ini terjadi karena tidak tersedianya pasokan persediaan cadangan energi listrik yang cukup khususnya pada saat pencapaian beban puncak.

Sebagai masyarakat pengguna energi listrik harus berupaya membantu untuk mengatasi permasalahan di atas yakni dengan melakukan penghematan dalam penggunaan energi listrik, yang dalam hal ini sering dikenal dengan istilah konservasi energi listrik yang artinya pemanfaatan penggunaan energi listrik secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar-benar

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

diperlukan untuk menunjang suatu proses, atau kondisi yang dikehendaki.

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)20/9/23

Upaya penghematan listrik oleh PLN SUMBAGUT diantaranya dengan melakukan program Demand Side Management (DSM) untuk menunda kelangkaan penyediaan listrik dimana dalam menerapkan DSM, PLN melakukan dua kebijakan, yakni pertama dengan *conservation energy* dan kedua dengan *load management*.

Upaya yang dilakukan oleh pengguna listrik untuk konservasi energi listrik, salah satunya adalah menggunakan pengaturan suplay energi listrik pada alat-alat listrik yang diaktifkan sesuai dengan kebutuhan yang dilakukan secara otomatis, atau menggunakan Lampu Hemat Energi (LHE) untuk penerangan, pemasangan capacitor bank dan sebagainya.

Pengaturan penggunaan alat-alat listrik seperti sumber cahaya, penyejuk ruangan (AC), atau alat elektronik lainnya perlu dilakukan secara otomatis karena sering terjadi ada ruang kerja yang kosong tanpa penghuni, namun segala alat elektroniknya terus menyala, seperti lampu, AC, komputer, dan alat lainnya, padahal tidak digunakan. Hal ini merupakan pemborosan yang tidak disadari dan tidak ada yang memperdulikannya karena pengguna merasa bahwa yang menanggung adalah kantor.

Masalah diatas jika dilakukan pengaturan pemakaian pada alat elektronik yang tidak digunakan tadi, maka energi listrik yang dikonsumsi dapat dihemat dan sekaligus dapat mengurangi biaya rekening listrik. Kemudian PLN pun akan dapat memperoleh manfaatnya, karena beban yang biasanya tinggi dapat berkurang jika banyak pelanggan melakukan hal yang sama, maka pada waktu tersebut PLN dapat melakukan pemeliharaan dan tidak perlu melakukan pemadaman, dan bahkan pihak industri yang menggantungkan energi listriknya kepada PLN tentu tidak akan dirugikan karena pemadaman listrik berkurang.

1.2. Perumusan Masalah

Seperti diungkapkan pada latar belakang, bahwa Indonesia sedang mengalami krisis energi listrik dengan keterbatasan kapasitas pembangkit khususnya pada saat waktu beban puncak karena PLN pada saat ini memiliki keterbatasan kemampuan pengadaan investasi untuk pembangunan pembangkit baru.

Banyak masyarakat pengguna energi listrik tidak menyadari akan kekurangan pasokan energi dan belum terbiasa melakukan penghematan energi listrik. Hal ini bisa dilihat dari banyaknya masyarakat yang membiarkan alat listrik terus menyala atau aktif diruang kerjanya atau ditempat tertentu, padahal tidak digunakan atau ruang kerjanya kosong, hal ini terjadi karena malas mematikan atau lupa mematikan.

Apabila dilakukan pengaturan pemakaian alat-alat listrik tersebut secara otomatis, maka kejadian tersebut akan dapat dikurangi atau dihilangkan. Salah satu alat listrik yang banyak digunakan dikedung-gedung terutama di kota-kota besar dan kurang diperhatikan pemakaiannya terutama ketika ruangan kosong adalah Air Conditioner (AC), dimana AC mengkonsumsi energi listrik yang cukup besar.

Temperatur udara yang dihasilkan AC merupakan hasil proses evaporator dan kondensor. Pengaturan temperatur dilakukan dengan menjalankan dan menghentikan kerja dari kompresor yang digerakan oleh sebuah motor.

Kecepatan motor dipengaruhi oleh sumber tegangan yang diberikan, sementara sumber tegangan ini mempengaruhi besar torsi yang dihasilkan motor. Kompresor memerlukan motor yang memiliki torsi yang cukup. Smart Relay merupakan kontrol mikroprosesor serba guna yang khusus dirancang untuk dapat memenuhi kebutuhan lingkungan industri yang memerlukan pengontrol. Selain itu

juga dapat memberikan kesetabilan, keakuratan, dan peralihan yang halus dari satu proses industri.

Dengan memanfaatkan dan menerapkan teknologi pengendali dengan menggunakan Smart Relay dalam pengaturan temperatur AC, dalam hal ini mengatur kecepatan motor 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.

AC yang dimaksud di disini adalah bukan AC central melainkan AC individual, atau AC yang diaktifkan oleh pengguna atau *housekeeping* ruangan tersebut.

Pengendali tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan Smart Relay yang dihubungkan dengan motor kompresornya. Kemudian ditambah dengan sensor temperatur dan program pengendalinya. Jenis dan posisi sensor temperatur juga merupakan hal yang sangat penting, karena keakuratan pengendalian ditentukan dari bagian ini.

1.3. Maksud Dan Tujuan Masalah

Maksud pemilihan judul ini karena dalam prinsipnya sistem kerja Air Conditioner (AC) dapat bekerja dengan baik apabila komponen-komponen penunjang dapat bekerja dengan baik, salah satu komponen yang sangat penting dalam sistem Air Conditioner (AC) ialah motor kompresor, dimana fungsi dari motor kompresor ialah mengkompres refrigerant agar mengalir dalam sistem Air Conditioner (AC).

Sedangkan tujuan dari penelitian ini mengetahui sistem kerja dari motor kompresor pada sistem Air Conditioner (AC), dimana motor kompresor ini adalah salah satu komponen yang sangat sentral dalam sistem Air Conditioner (AC).

1.4. Metode Penelitian

Metode pengaturan kecepatan motor ini akan menunjukkan cara kerja dari pengendali motor kompresor. Langkah pertama adalah menentukan seting temperatur (referensi), kemudian Smart Relay akan bekerja mengatur supply tegangan untuk motor sehingga kompresor akan menghasilkan temperatur yang sesuai 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 Smart Relay untuk merubah supply tegangan yang diberikan kepada motor, sampai temperatur yang dihasilkan kompresor sama dengan temperatur 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 dalam hal ini hanya membatasi tentang sistim kerja atau cara kerja dari pada motor kompresor yang ada dalam mesin pendingin. Dimana pada percobaan ini akan ditambahkan dengan alat pengatur secara otomatis.

1.5. Sistematika Penulisan

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

BAB.I PENDAHULUAN

Dimana pada bab ini di jelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB.II LANDASAN TEORI

Dimana pada bab ini di jelaskan tentang beberapa teori tentang mesin pendingin, komponen-komponen utama yang terkandung didalam mesin pendingin, sistem kerja dari mesin pendingin. Selain itu juga diterangkan secara singkat tentang smart relay, cara kerja daripada smart relay, dan bahasa pemograman yang digunakan pada smart relay.

BAB.III MOTOR KOMPRESOR

Dimana pada bab ini di jelaskan tentang motor kompresor, definisi 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 di jelaskan tentang semua hasil dari pengamatan dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian tersebut.

BAB.V KESIMPULAN DAN SARAN

Dimana pada bab ini di jelaskan tentang kesimpulan-kesimpulan dari hasil penelitian tersebut, serta menerima saran-saran yang dapat membantu menyempurnakan penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Mesin Pendingin

Mesin pendingin adalah suatu alat elektrik yang melakukan proses pendinginnan untuk pencapaian suhu yang dikehendaki dan digerakkan 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, untuk membuat es batu, dan lain-lain.

Di atas sudah diterangkan bahwa selain untuk 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

Di dalam 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)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

4. Pipa penghisap

Document Accepted 20/9/23

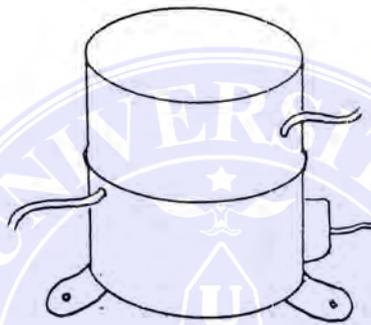
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

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)20/9/23

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



Gambar.2.1
Kontruksi dari kompresor

Selain tekanan gas refrigerant akan naik selama langkah kompresi, temperaturnyapun akan naik, laju kenaikan temperatur tersebut tergantung dari jenis bahan pendingin (Refrigerant) 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)

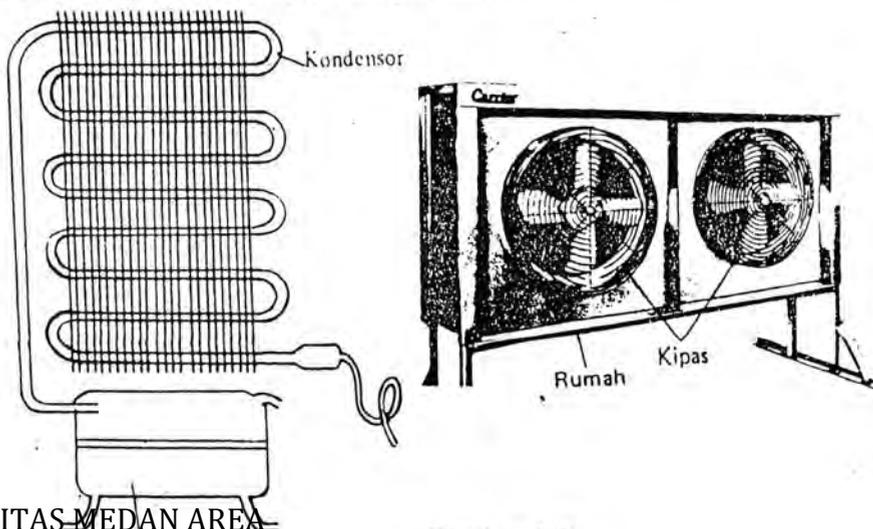
Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa makin tinggi harga konstanta adiabatik (K) dari gas refrigerant, makin tinggi pula kenaikan temperatur yang terjadi dari proses kompresi tersebut.

Tabel 2.1. menunjukkan 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. Udara yang dipopakan dari kompresor akan mengalami penekanan sehingga mengalir ke pipa kondensor. Udara yang berada dalam pipa kondensor akan mengalami pengembunan. Dari sini, udara yang sudah mengembun dan menjadi zat cair akan mengalir menuju pipa evaporator.



Gambar.2.2
Kontruksi dari bagian kondensor

Pada umumnya proses pemindahan ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_c = Q_o + W_i \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Q_c = Panas yang dilepaskan kondensor

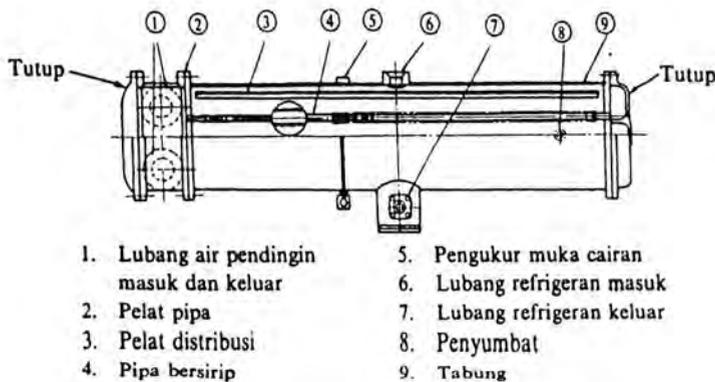
Q_o = Panas yang diserap evaporator

W_i = 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, di mana 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-pipa tersebut tetapi juga untuk mengatur kecepatannya cukup tinggi (1.5 sampai 2 m/detik).



Gambar.2.3.
Kondensor tabung dan pipa horisontal

Air pendingin masuk kondensor dari bagian bawah, kemudian masuk ke dalam 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 di dalam pipa bertambah besar dengan bertambah banyaknya jumlah saluran.

Pipa pendingin ammonia biasanya terbuat dari baja (dan pelat-pelat baja). Sedangkan untuk freon, biasanya digunakan pipa 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).

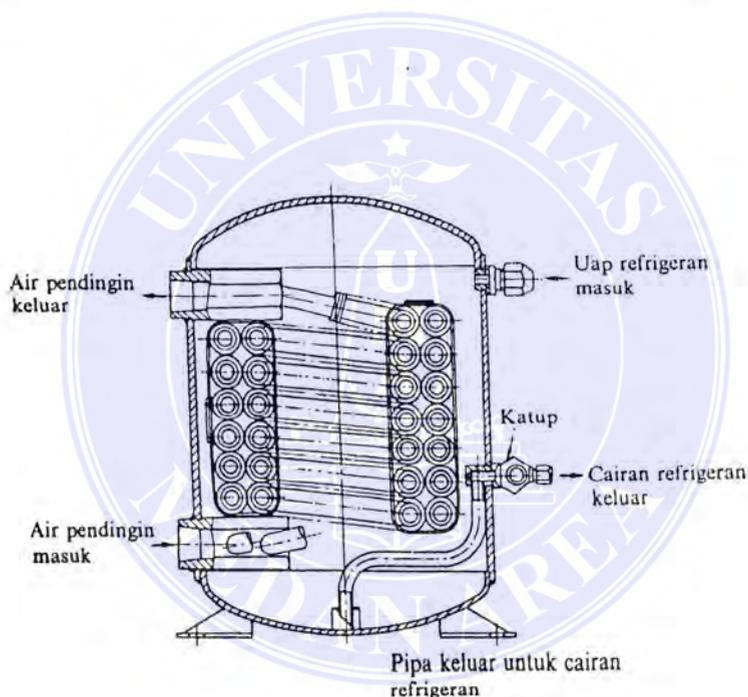
Jadi, kapasitas internal dari kondensor relatif kecil ditinjau dari segi perbandingan luas bidang perpindahan kalornya. Selanjutnya, jika kondensor sudah terisi dengan refrigerant cair dan permukaan cairan refrigerant naik sehingga menutupi sebagian dari pipa pendingin, maka luas bidang perpindahan kalor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

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.
3. Bentuknya sederhana (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 penyegar udara jenis paket, pendingin air dan sebagainya. Pada Gambar 2.4 ditunjukkan kondensor tabung dan koil dengan koil pipa pendingin di dalam 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).

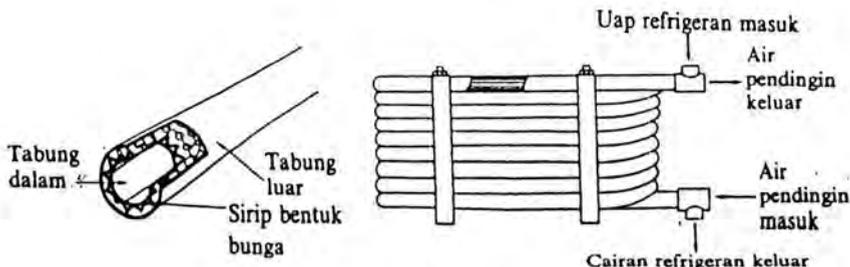
Adapun ciri-ciri dari kondensator tabung dan koil adalah sebagai berikut :

1. Harganya murah karena mudah pembuatannya.
2. Kompak karena posisinya yang vertikal dan mudah pemasangannya.
3. Boleh dikatakan tidak mungkin mengganti pipa pendingin, sedangkan pembersihnya harus dilakukan dengan menggunakan deterjen.

Kondensator Jenis Pipa Ganda

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

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



Gambar.2.5
Kondensator koil pipa ganda

Kecepatan aliran di dalam pipa pendingin kira-kira antara 1 sampai 2 m/dtk. 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 refrigerant 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 Pendinginan Udara

Seperti terlihat pada gambar 2.4, kondensor pendinginan 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 refrigen yang bertemperatur tinggi masuk kebagian atas dari koil dan secara berangsur-angsur mencair dalam alirannya ke bagian bawah koil.

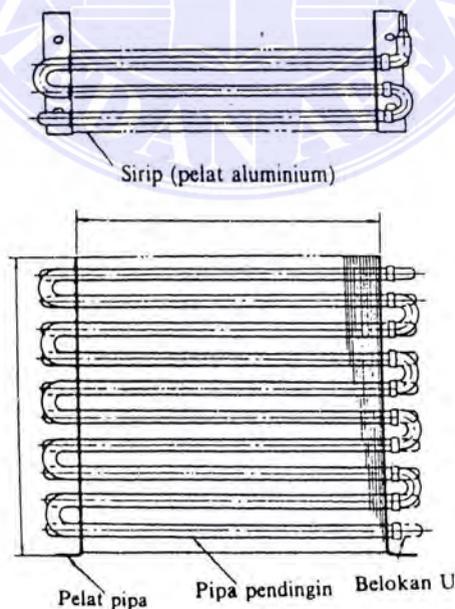
Jarak antar sirip dari pipa pendingin adalah 20 sampai 35 mm. Diameter luar dari pipa pendingin yang biasa dipergunakan adalah 15.9 mm dan tebalnya 0.6-1.2 mm. Udara pendingin mengalir melalui bidang pendingin dengan kecepatan kira-kira 2.5 m/detik. Luas bidang pendingin yang diperlukan per ton refrigerasi kira-kira 12 sampai 15 m² . Temperatur pengembunan refregeran kira-kira 12 sampai 20 °C lebih

UNIVERSITAS MEDAN AREA

tinggi dari temperatur udara atmosfer. Pada waktu musim panas temperatur pengembunan tersebut kira-kira 50 sampai 55 $^{\circ}\text{C}$.

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.



Evaporator yaitu jaringan pipa yang berfungsi sebagai penguapan. Zat cair yang berasal dari pipa kondensor masuk ke evaporator lalu berubah wujud menjadi gas dingin karena mengalami penguapan. Dalam hal ini penularan kalor memegang 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 pemindahan kalor. Jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran dari benda atau fluida yang hendak didinginkan dapat dituliskan sebagai berikut :

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

Dimana :

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

K = Koefisien perpindahan kalor (K cal/m² jam °C)

A = Luas bidang perpindahan kalor (m²)

Δt_m = Perbedaan temperatur logaritmik rata-rata (°C)

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

Oleh karena sebagian besar dari evaporator terisi oleh uap refrigeran, maka perpindahan kalor yang terjadi tidak begitu 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 di dalam 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 ke dalam kompresor. Bagian refrigeran cair dipisahkan di dalam akumulator akan masuk kembali ke dalam 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, dsb) yang

mengalir di dalam pipa. Uap refrigeran yang terjadi dikumpulkan di bagian atas dari evaporator sebelum masuk ke kompresor.

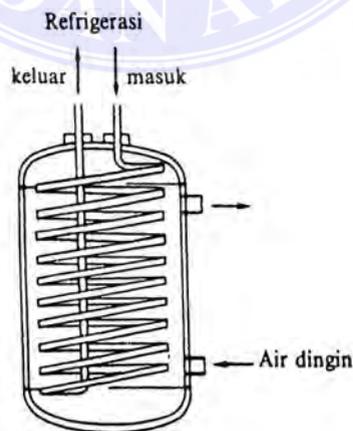
Tinggi permukaan cairan refrigeran yang ada didalam evaporator diatur oleh katup pelampung. Jumlah refrigeran yang masuk ke dalam tabung evaporator disesuaikan dengan beban pendinginan yang harus dilayani.

2. Pembagian menurut bentuk konstruksi evaporator.

- Evaporator tabung dan koil

Seperti terlihat pada Gambar 2.7, pada evaporator tabung dan koil terdapat koil pipa tunggal atau pipa ganda di dalam sebuah silinder. Refrigeran mengalir di dalam koil pipa untuk mendinginkan air atau larutan garam yang ada di bagian luar koil.

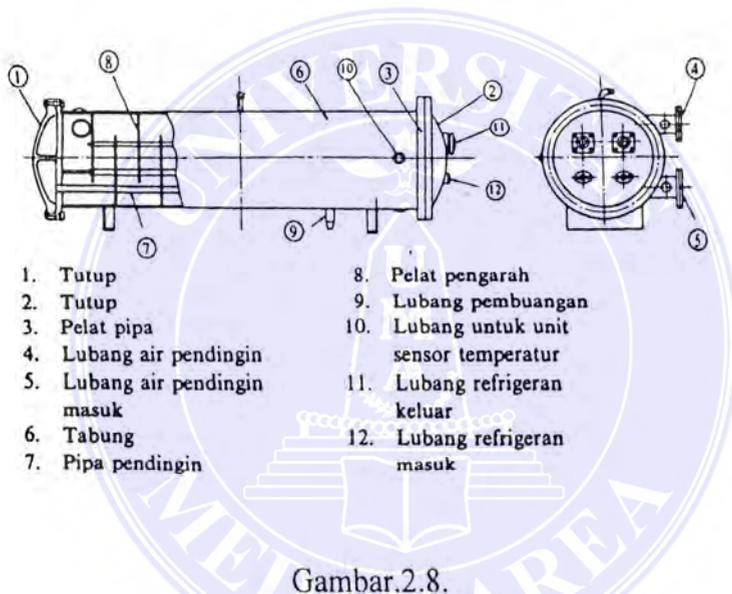
Evaporator tabung dan koil dapat dibuat dengan mudah, sebab tidak memerlukan pelat pipa untuk memasang ujung dan pangkal pipa, seperti yang terdapat pada kondensor tabung dan pipa



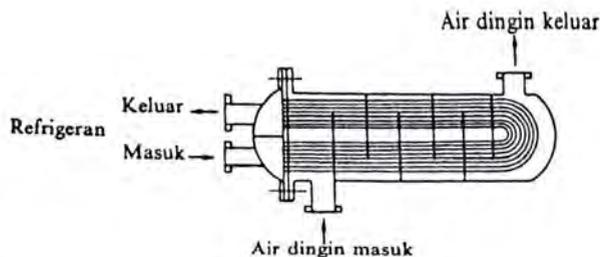
Gambar.2.7.
Evaporator tabung dan koil

- Evaporator tabung dan pipa jenis ekspansi kering

Evaporator tabung dan pipa jenis ekspansi kering menggunakan banyak pipa yang dipasang di dalam tabung. Refrigeran mengalir ke dalam pipa, sedangkan cairan yang hendak mengalir melalui bagian luar pipa refrigeran, yaitu di dalam 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)

Document Accepted 20/9/23

Di dalam silender, 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 depan dari evaporator. Didalam evaporator refrigeran menguap sempurna dan selanjutnya mengalir kedalam kompresor.

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

1. Jumlah refrigeran yang diperlukan banyak.
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

refrigeran yang mengalir di dalam pipa ada dalam fasa uap. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan cara memasang sirip pada bagian dalam dari pipa refrigeran.

Tabel.2.2.
Koefisien perpindahan kalor

Kecepatan aliran air (m/detik)	Koefisien Perpindahan kalor (kcal/m ² ;jam ⁰ C)	
	R12	R22
0,4	420	465
0,6	490	530
0,8	540	590
1,0	580	630

- Koil dengan pendingin udara

Koil dengan pendinginan udara, seperti yang dipakai untuk mendinginkan udara pada penyegaran udara, terdiri dari koil pipa bersirip pada bagian luarnya. Ada dua macam koil dengan pendinginan 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.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

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

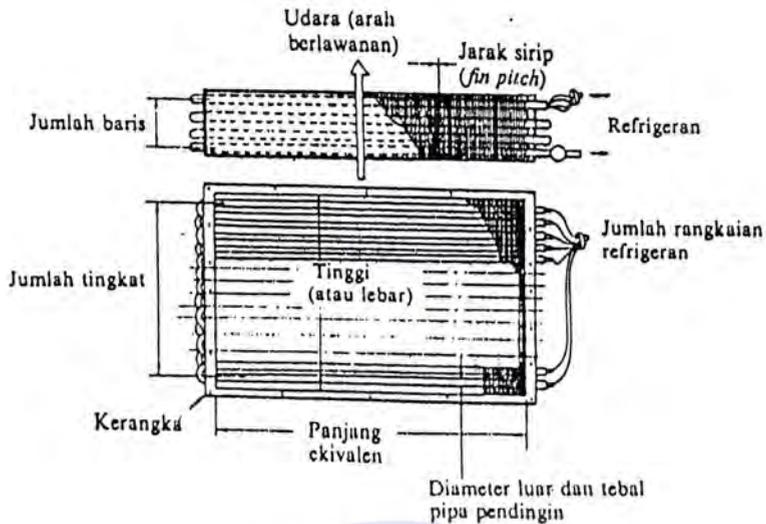
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

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

Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada evaporator jenis ekspansi langsung dengan pendinginan udara adalah :

1. Kecepatan aliran udara pendingin melalui koil pendingin adalah 2.0 sampai 3,0 m/detik, atau rata-rata 2,5 m/detik.
2. Untuk memperoleh efisiensi yang maksimal, aliran refrigeran hendaknya berlawanan dengan arah 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 karen itu, haruslah dicari kompromi antara kedua faktor di atas.
4. Apabila udara mengalir melalui koil dengan kecepatan tinggi, misalnya lebih tinggi dari 2,5 m/detik, sebaiknya digunakan eliminitor untuk mencegah tembusnya air yang mengembun pada permukaan pipa. Jika tidak dapat dipergunakan eliminitor, 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.

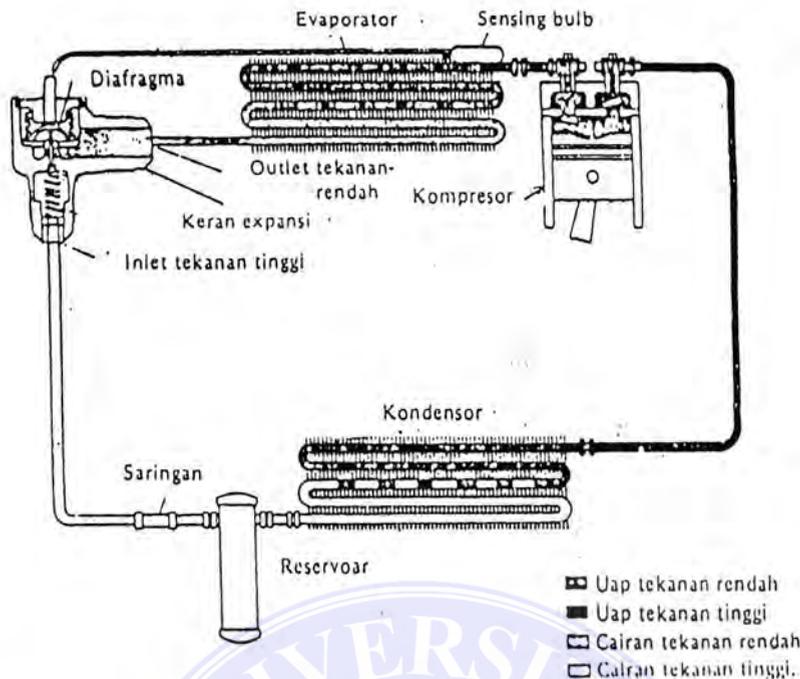


Gambar.2.10.
Evaporator koil bersirip pelat jenis ekspansi langsung

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 motor penggerak berputar maka akan memutar kompresornya. Dengan berputarnya kompresor maka refrigeran (yang dalam wujud gas) akan naik suhu dan 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).

$$P_1V_1 = P_2V_2 = \text{konstan (T konstan)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Pada saat temperatur gas naik, berlaku *hukum Charles*

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ pada P konstan} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana : P = tekanan

V = volume

UNIVERSITAS MEDAN AREA

T = suhu

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

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)20/9/23

Dapat disimpulkan bahwa dengan kompresor, suhu dan tekanan gasrefrigeran akan naik. Temperatur dari gas refrigeran akan merambat pada pipa-pipa kondensor dan cooling medium. Pada bagian kondensor ini diusahakan adanya media pendinginan yang baik, sebab dengan adanya pendinginan yang baik pada bagian kondensor ini akan membantu memperlancar terjadinya proses kondensasi (uap panas dari refrigerant 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 pada kondensornya, pada kondensor dengan pendinginan air (water cooled), kondensor direndam dalam 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 refrigerant sebagian cairan disimpan pada receiver, sebagian cairan refrigerant mengalir menelusuri high pressure liquid line menuju refrigerant 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 maka tidak akan terjadi proses pendinginan.

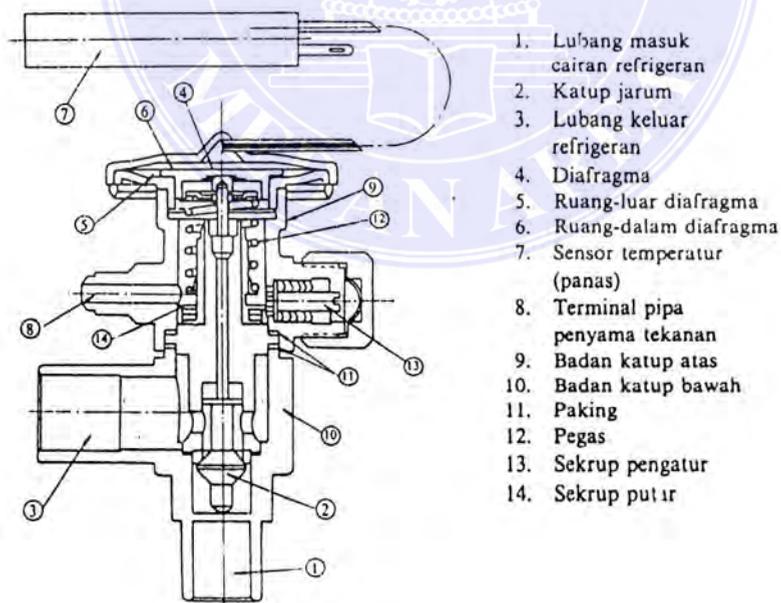
Setelah melewati pipa kapiler refrigerant menuju pipa kapiler, dimana pada pipa kapiler berguna untuk menurunkan tekanan dan mengatur jumlah cairan refrigerant yang mengalir. Adapun kegunaan lain dari pipa kapiler yaitu untuk mempermudah pada waktu start karena dengan mempergunakan pipa kapiler pada

Pada waktu keluar dari pipa kapiler (sebelum masuk ke evaporator) suhu dan tekanannya menjadi lebih rendah dari semula. Untuk menurunkan suhu cairan refrigerant 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



Gambar.2.12.
Katup ekspansi otomatis thermostatik

Katup ekspansi otomatis termostatik berfungsi untuk mengatur pembukaan katup, pada katup ini refrigerant 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) diisolasi 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 refrigerant jenuh yang ada di dalamnya akan menjadi tekanan jenuh yang sesuai dengan temperatur (temperatur penguapan + derajat super panas) dari evaporator.

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

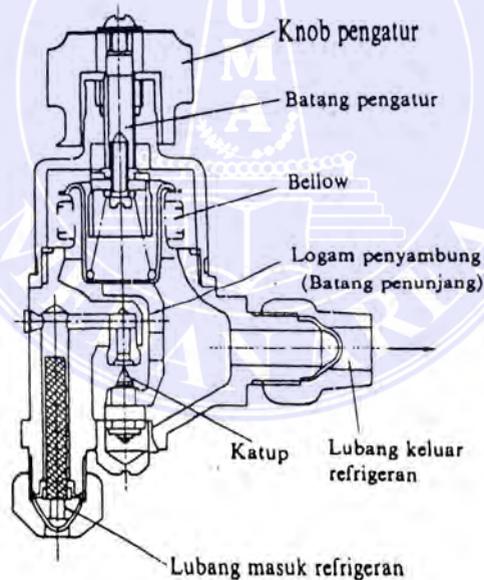
Sehubungan dengan hal tersebut, pembukaan katup ekspansi tergantung dari perbedaan gaya (tekanan ruangan dalam dari diafragma (6) x luas efektif diafragma) dan (tekanan ruangan luar dari diafragma (5) x luas efektif diafragma). Oleh karena itu, perbedaan kedua gaya tersebut adalah sama dengan gaya pegas. Hal tersebut berarti bahwa jika perbedaan antara tekanan di dalam tabung sensor termal dan tekanan di dalam 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 pengatur (13). Apabila 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

UNIVERSITAS MEDAN AREA Apabila sekrup pengatur diputar ke kiri (berlawanan dengan arah

3. Katup ekspansi konstan

Katup ekspansi tekanan konstan adalah katup ekspansi, di mana katup digerakan oleh tekanan didalam evaporator, untuk mempertahankan supaya tekanan di dalam 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 refrigerant 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 refrigerasi distart, katup dalam keadaan tertutup karena tekanan di dalam evaporator lebih besar dari pada tekanan pegas yang ditetapkan
- Setelah mesin refrigerasi bekerja, uap refrigerant yang ada di dalam evaporator terisap masuk ke dalam kompresor, sehingga tekanan di dalam 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 dari pada tekanan pegas, sehingga pegas akan menekan ke bawah dan katup jarum akan membuka lubang salurannya.
- Apabila penguapan refrigerant di dalam evaporator sudah terjadi dengan baik, maka pembukaan katup kira-kira konstan sesuai dengan tekanan penguapan yang ditetapkan.
- Jika tekanan evaporator naik, maka katup akan menutup sedikit untuk mengurangi jumlah aliran refrigerant masuk ke dalam evaporator.
- Apabila tekanan evaporator naik, maka katup akan menutup sedikit untuk mengurangi jumlah aliran refrigerant masuk ke dalam evaporator.
- Apabila mesin refrigerasi berhenti bekerja, tekanan evaporator akan naik. Maka katup akan menutup sempurna.

2.2. Smart Relay

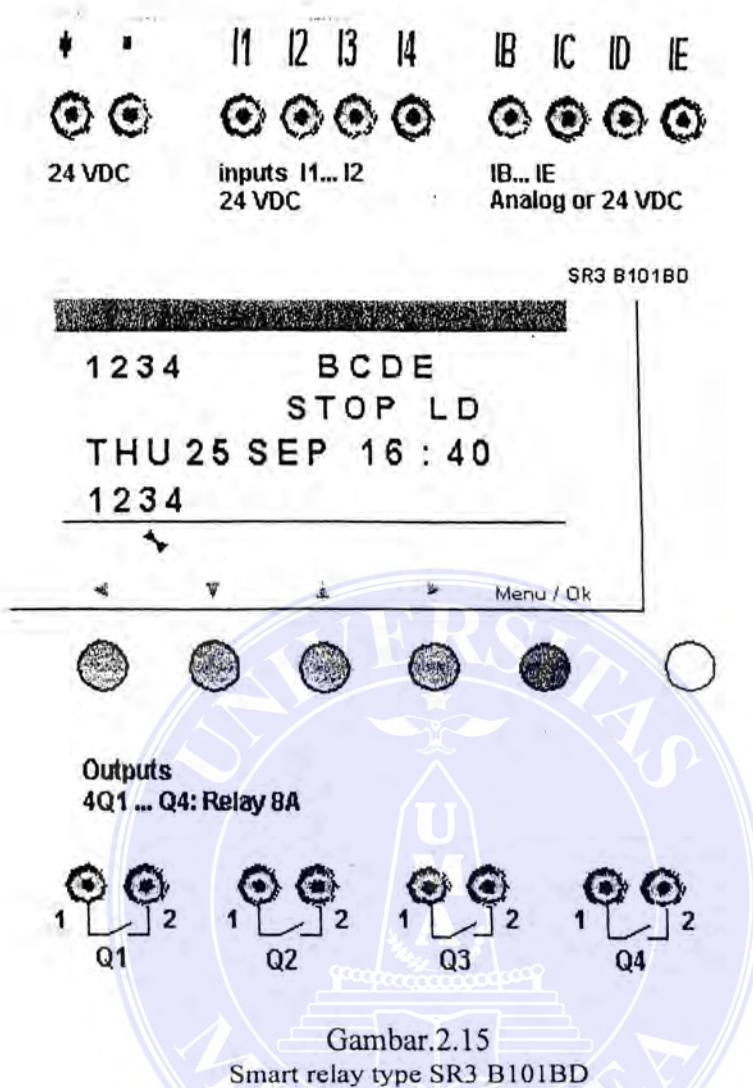
Smart Relay adalah suatu alat yang diciptakan untuk menggantikan logika dan pengerjaan sirkit kontrol relay yang merupakan instalasi langsung pada aplikasi sistem otomatis yang sederhana. Dengan menggunakan smart relay rangkaian kontrol cukup dibuat secara software.

Keunggulan dari smart relay adalah :

1. Sangat mudah untuk diimplementasikan dengan waktu implementasi proyek lebih cepat.
2. Bersifat fleksibel dan sangat handal.
3. Mudah dalam modifikasi (dengan software).
4. Lebih ekonomis daripada PLC untuk aplikasi yang sederhana.

Pemilihan smart relay yang akan kita gunakan tidak dapat kita tentukan dengan cara sembarangan, karena untuk memilih smart relay kita harus memenuhi syarat diantaranya :

1. Pemilihan smart relay diturunkan dari kebutuhan aplikasinya.
2. Perhatikan batasan-batasan dari kemampuan smart relay yang akan kita gunakan, dimana batasan kemampuan dari pada smart relay dilihat dari : Jumlah dan jenis input, jumlah dan jenis output, jumlah memori yang tersedia, dan cara/teknik pemograman (Ladder Diagram (LD) atau Function Blok Diagram (FBD))
3. Inventarisasi jenis tegangan/sinyal yang ditangani (analog/digital, AC/DC).



2.2.1. Cara Kerja Smart Relay

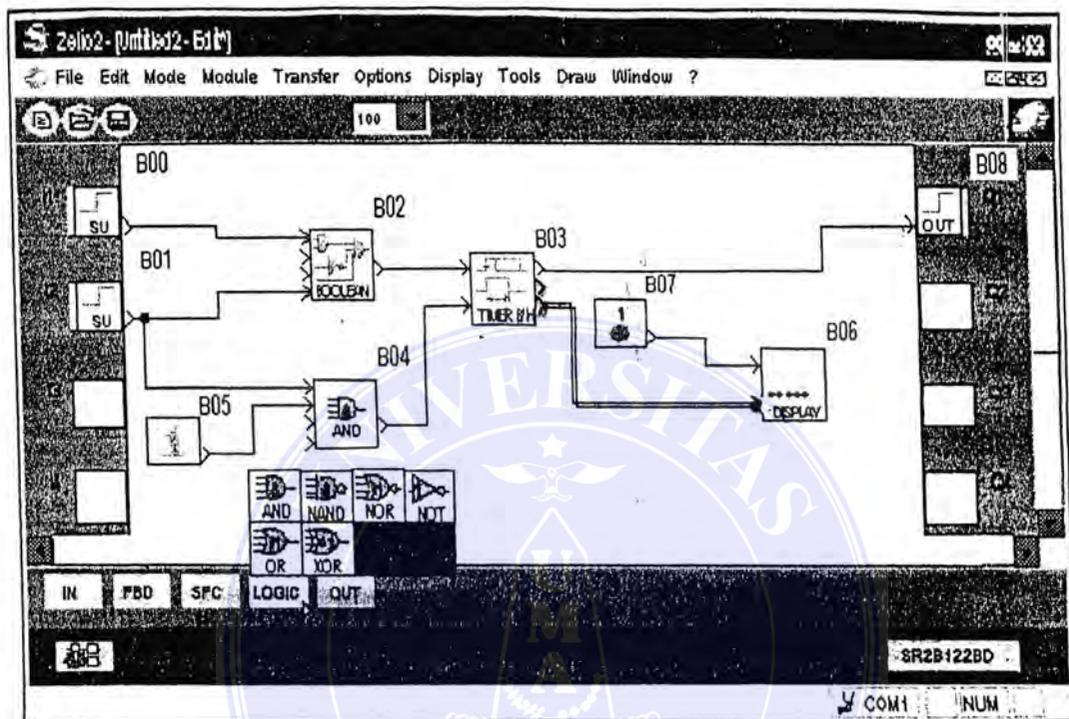
Dengan menggunakan Diagram Ladder (LD) atau Function Block Diagram (FBD) kita dapat memprogram smart relay, dimana masukan/input yang disimbolkan dengan I untuk NO (Normally Open) dan i untuk NC (Normally Close) akan dibaca/diproses oleh smart relay sebelum dikeluarkan menjadi sebuah keluaran/output.

Dimana pada smart relay tersebut terdapat memory yang disimbolkan dengan

lambang [M, dimana memory tersebut bertujuan untuk menyimpan program-program

yang telah kita buat

Setelah masukan/input selesai dibaca/diproses dalam smart relay, maka masukan/input tersebut dikeluarkan menjadi sebuah keluaran/output, begitu seterusnya.



Gambar.2.16
Cara kerja smart relay

2.2.2. Bahasa Pemrograman

Pada smart relay bahasa yang digunakan ada 2 macam, yaitu :

- Diagram Ladder (LD).
- Function Block Diagram (FBD).

Diagram Ladder(LD)

Diagram Ladder adalah bahasa yang digunakan oleh smart relay, dimana

diagram ladder dinyatakan dalam suatu bentuk umum simbolik untuk relay yang

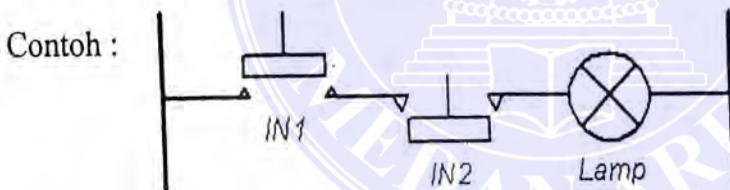
elemen-elemen seperti kontak *Normally Open*, kontak *Normally Close*, *timer*, *counter*, dll dinyatakan dalam bentuk gambar, serta listrik yang mengalir dari sisi kiri ke sisi kanan disebut dengan *ladder line* (ROW).

Ada juga aturan-aturan umum untuk menggambarkan suatu Diagram Ladder, yaitu :

1. Aliran listrik/tenaga dari rel kiri ke rel kanan.
2. Suatu coil keluaran tidak dihubungkan langsung ke rel sebelah kiri.
3. Tidak ada kontak yang ditempatkan di kanan dari suatu coil keluaran.
4. Hanya satu dari coil keluaran dalam suatu *ladder line*.
5. Tiap coil keluaran umumnya hanya satu kali dalam suatu program.

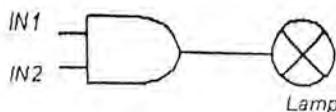
Prinsip-prinsip Diagram Ladder antara lain :

1. Untuk mengerti mekanika dari diagram *ladder*, perlu mengetahui hubungan antara diagram *ladder* dan rangkaian logika.

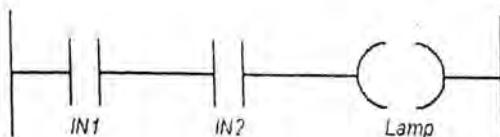


Masukan in2 bergantung terhadap masukan in1

2. Rangkaian Logika : in1 dan in2 *independent*



3. Perbedaan antara *hardwired* dan rangkaian logika dijumpai oleh diagram *ladder*.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

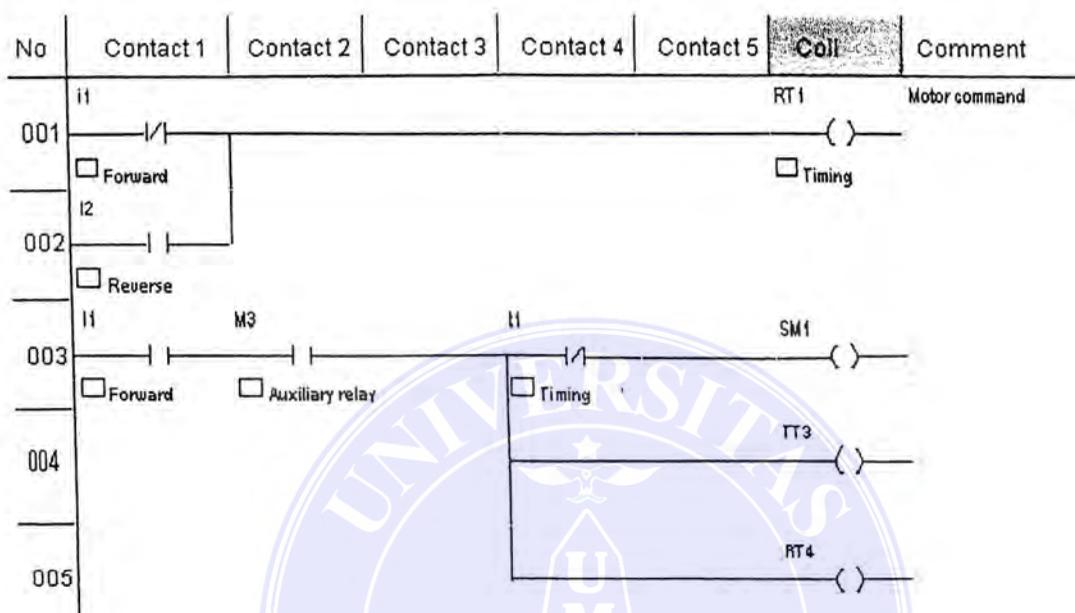
Diagram Ladder: power = 1 ; (1 and in1) and in2.

Document Accepted 20/9/23

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)20/9/23

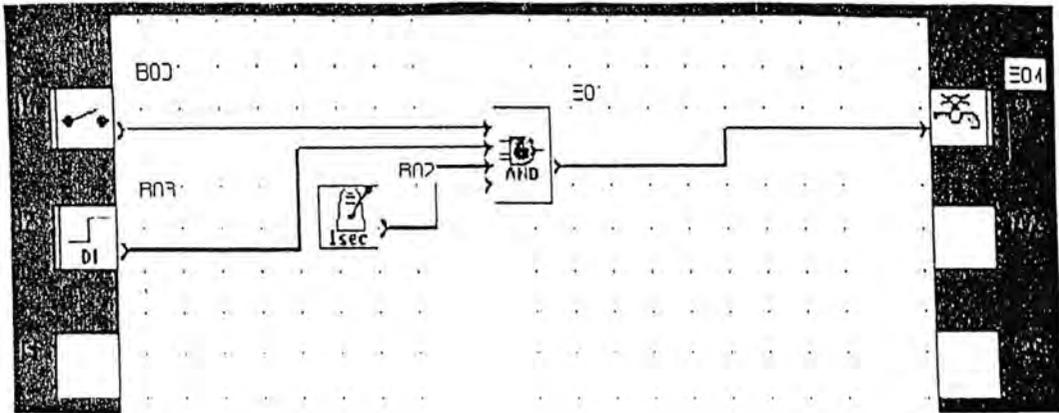


Gambar.2.17.
Diagram Ladder

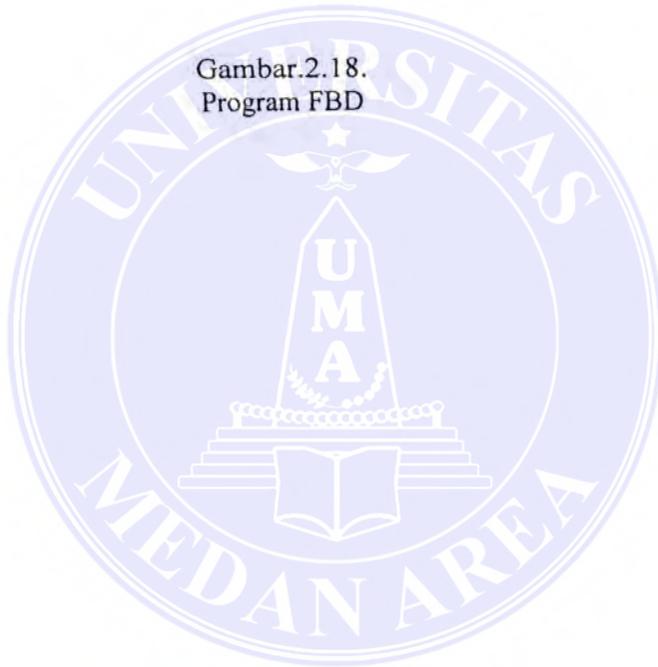
Function Block Diagram (FBD)

Function Block Diagram (FBD) adalah salah satu bahasa yang digunakan oleh smart relay dimana pada FBD mengizinkan pengoperasian dengan grafik dasar program blok diagram. Program yang ditampilkan pada layar dan elemen-elemen seperti kontak *Normally Open*, *Normally Close*, *timer*, *conter*, dll dinyatakan dalam bentuk simbol.

Contoh dari pada program Function Block Diagram:



Gambar.2.18.
Program FBD



BAB III

MOTOR KOMPRESOR

3.1. Definisi Motor Kompresor

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

3.1.1. Jenis-jenis Motor 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 komersial 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.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

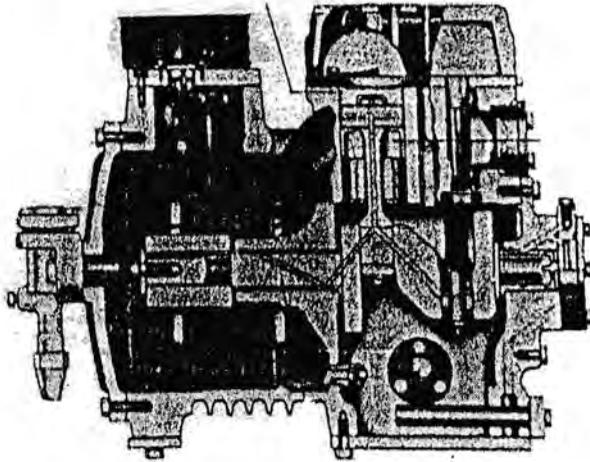
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

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

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

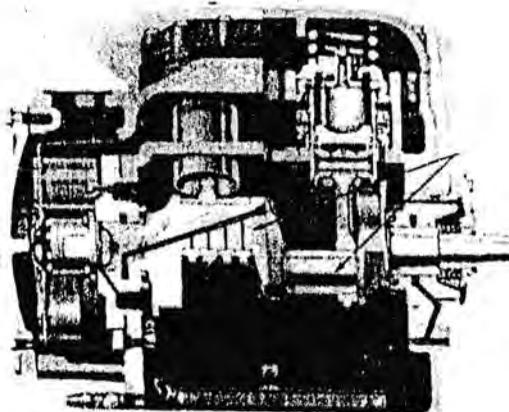
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23



Gambar.3.1.
Kompresor torak

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



Gambar.3.2.
Kompresor torak terbuka

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

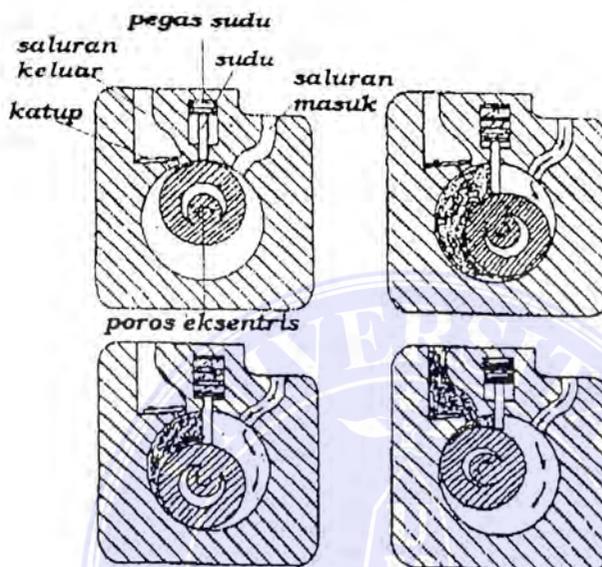


Gambar.3.3.
Kompresor rotari

Pendinginan kompresor rotari biasanya dilakukan dengan memanfaatkan fluida (refrigerant) yang keluar. Refrigerant ini mempunyai temperatur yang relatif tinggi, namun masih lebih rendah dari temperatur kerja kompresor. Sistem pendinginan 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 jenis, yaitu sudu diam dan sudu berputar. Secara umum, prinsip kerja keduanya hampir

sama. Refrigerant dikompresi dengan putaran yang eksentris sehingga tekanan dan temperaturnya naik.



Gambar.3.4.
Prinsip kompresi pada kompresor rotari

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

Prinsip kerja kompresi kompresor rotari hampir sama dengan kompresor torak.

Refrigerant 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 (pusaran). Satu scroll dipasang tetap dan salah satu scroll lainnya berputar pada orbit.

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



Gambar.3.5.
Bentuk kontruksi kompresor scroll

Kompresor scroll dipergunakan untuk air conditioning, heat pump, commercial refrigeration dan untuk model menggunakan arus listrik satu fasa

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

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)20/9/23

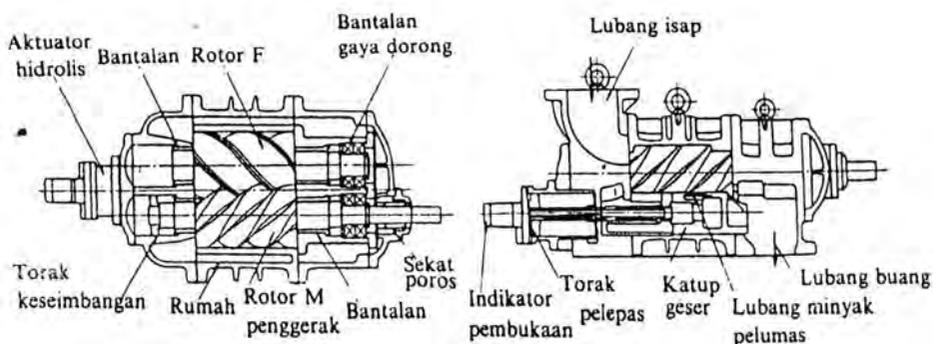
biasanya kompresor tipe ini digunakan pada sisitem refrigerasi berkapasitas 1,3 sampai 5 HP (1 sampai 3,7 KW).

Sedangkan untuk keperluan pendingin berkapasitas besar 2,45 sampai 25 HP (2 sampai 19 KW) menggunakan arus listrik 3 phasa, dapat menggunakan Copeland multi paralel kompresor beberapa tingkat.

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

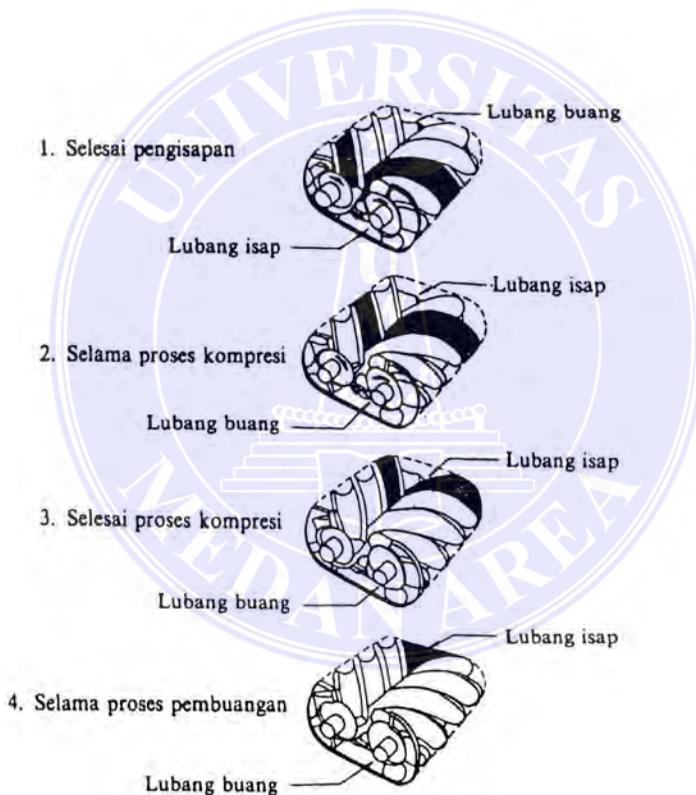
4. Kompresor Sekrup

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.



Kompresor sekrup memiliki beberapa keuntungan, yaitu lebih sedikit jumlah bagian 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.



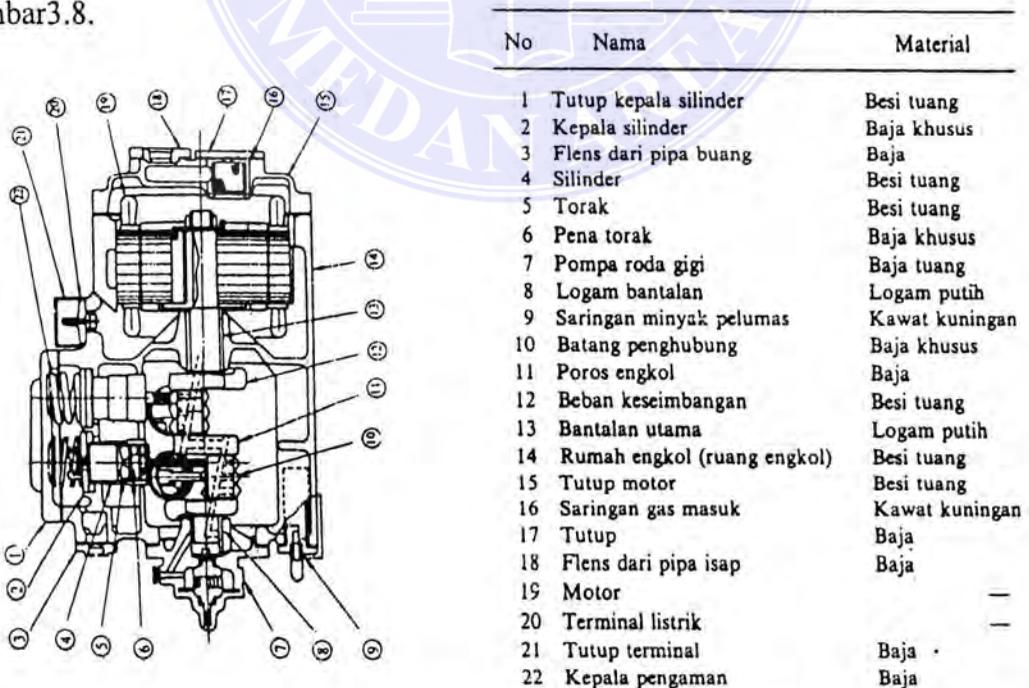
Gambar.3.7.
Mekanisme kompresor sekrup

5. Kompresor semi Hermetik

Pada kompresor semi hermetik listrik dibuat menjadi satu dengan kompresor. Jadi, rotor motor listrik tersebut brada di dalam perpanjangan ruang engkol dari kompresor tersebut. Dengan jalan demikian tidak diperlukan penyekat poros, sehingga dapat dicegah terjadinya kebocoran gas refrigerant. Di samping itu, kontruksinya lebih kompak dan bunyi mesin menjadi lebih halus.

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

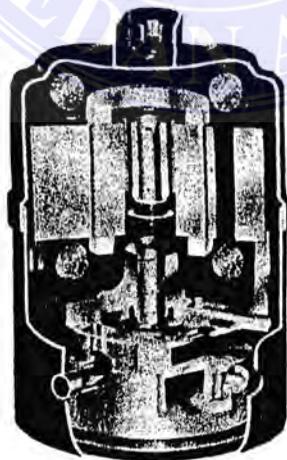
Pada waktu ini, kompresor semi hermetik untuk gas Freon dibuat sampai kira-kira 40 kW. Dari segi kontruksinya, kompresor semi hermetik juga dapat dibuat bersilinder banyak, dengan momen putar start yang rendah, seperti terlihat pada Gambar3.8.



6. Kompresor Hermetik

Pada dasarnya, kompresor hermetik hampir sama dengan kompresor semi hermetik. Perbedaannya hanya terletak pada cara penyambungan rumah (baja) kompresor dengan start motor 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 tuang, 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.

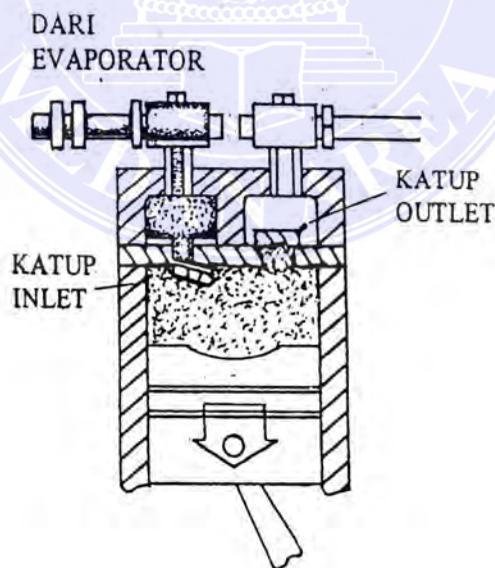


Gambar.3.9.
Kompresor hermetik

3.1.2. Prinsip Kerja Motor Kompresor

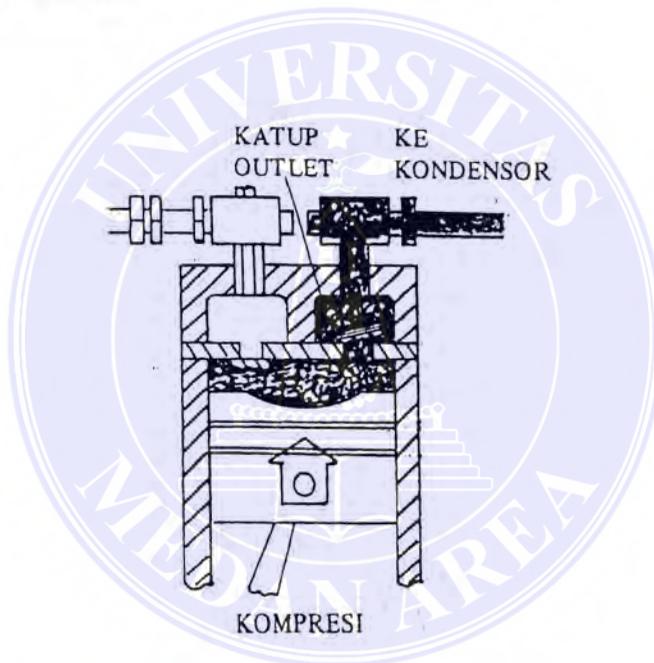
Pada umumnya prinsip kerja dari motor kompresor pada mesin pendingin khususnya pada AC adalah untuk menggerakkan piston sehingga piston menghasilkan fluida bertekanan tinggi yang berguna untuk mengkompreskan refrigerant yang lewat evaporator dimana refrigerant tersebut menyerap panas dari udara. Ketika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

Refrigerant 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 refrigerant dapat masuk kedalam ruang kompresi, seperti terlihat pada Gambar.3.10.



Gambar.3.10.
Proses masuknya refrigerant ke ruang kompresi

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



Gambar.3.11.
Proses keluarnya refrigerant ke ruang kompresi

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

3.2. Sistim Pengendali Motor Kompresor

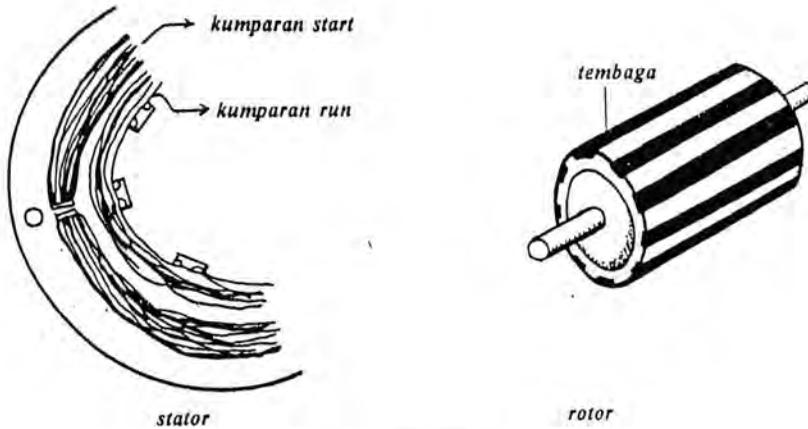
Sistim pengendali dari pada motor kompresor adalah menggunakan motor listrik. Adapun keunggulan daripada motor listrik yaitu susunanya yang sederhana, tidak berisik dan mudah pengoperasiannya karena sudah menggunakan pengatur otomatis.

Motor 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, motor yang digunakan adalah motor 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), motor-motor yang menggunakan rotor tipe ini dikenal sebagai motor induksi kurungan tupai.
- Terputar-fase atau Rotor terputar motor-motor yang menggunakan tipe rotor seperti ini dikenal sebagai motor-motor 'terputar-fase' (phase-wound) atau motor-motor terputar ('wound') atau sebagai motor-motor slip-ring.



Gambar.3.12.
Stator dan Rotor

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

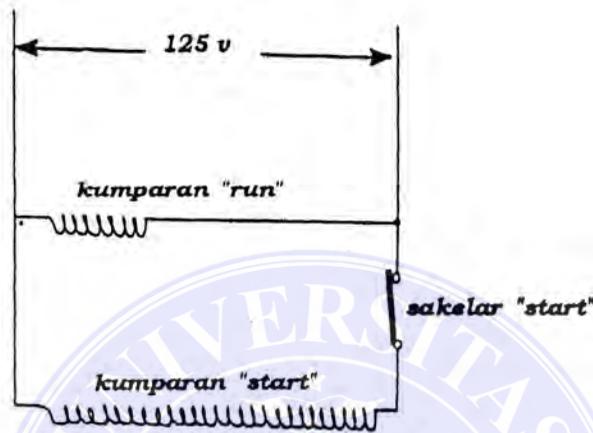
$$f = \frac{p \times N}{120} \dots\dots\dots(3.1)$$

Sedangkan kecepatan sinkron putar motor 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, motor yang digunakan harus mempunyai torsi awal yang besar.

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



Gambar.3.14.
Kumparan start dan run motor split-phase

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

- Motor Kapasitor Start

Pada dasarnya, motor jenis ini hampir sama dengan motor 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

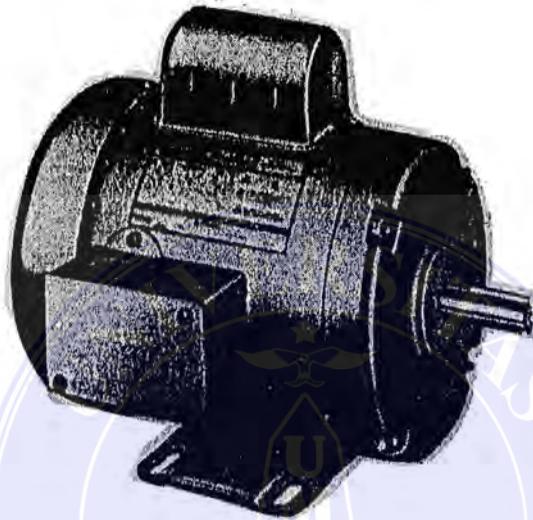
Document Accepted 20/9/23

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)20/9/23

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



Gambar.3.15.
Motor kapasitor start

- Motor Kapasitor Start – Kapasitor Run

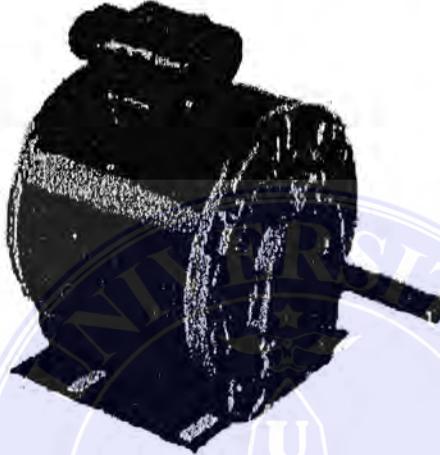
Pada motor ini, selain kapasitor start, dipasang sebuah kapasitor lain, yaitu kapasitor run.

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

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

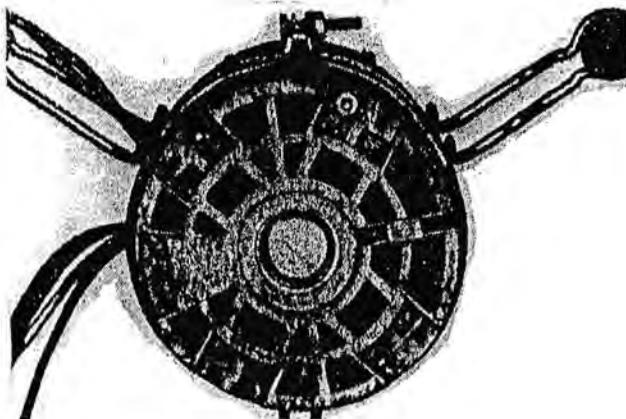
- Motor Permanen Split- Capacitor (PSC)

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



Gambar.3.16.
Motor permanen split-capasitor (PSC)

Motor PSC sering digunakan sebagai penggerak kipas AC. Beberapa motor 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 relay.



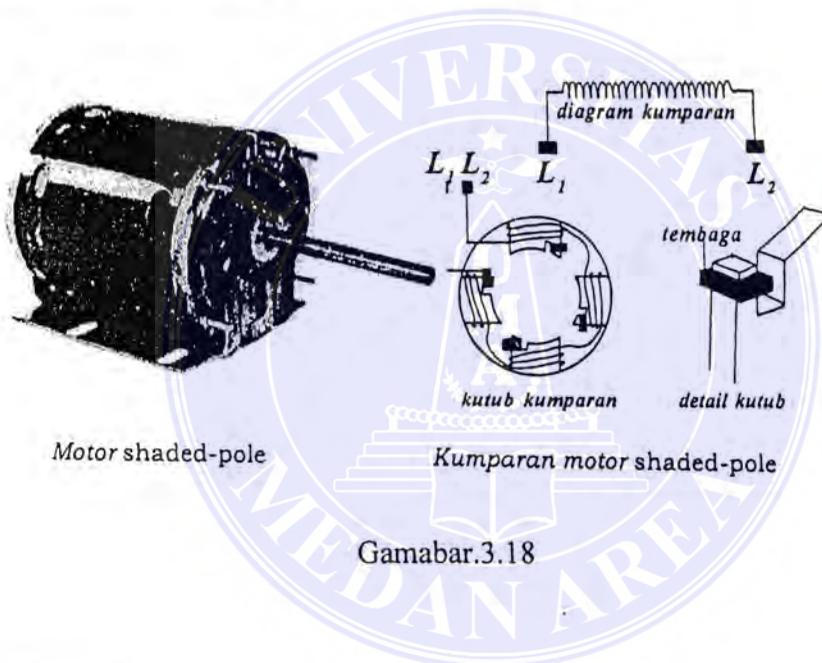
Gambar.3.17.

Motor PSC dengan kecepatan yang dapat diubah

- Motor Shaded-pole

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

Motor shaded-pole memiliki efisiensi yang lebih rendah dibanding motor PSC, namun harga relatif murah. Biasanya motor ini digunakan sebagai penggerak kipas pada kondensor AC dengan sistem pendinginan udara.



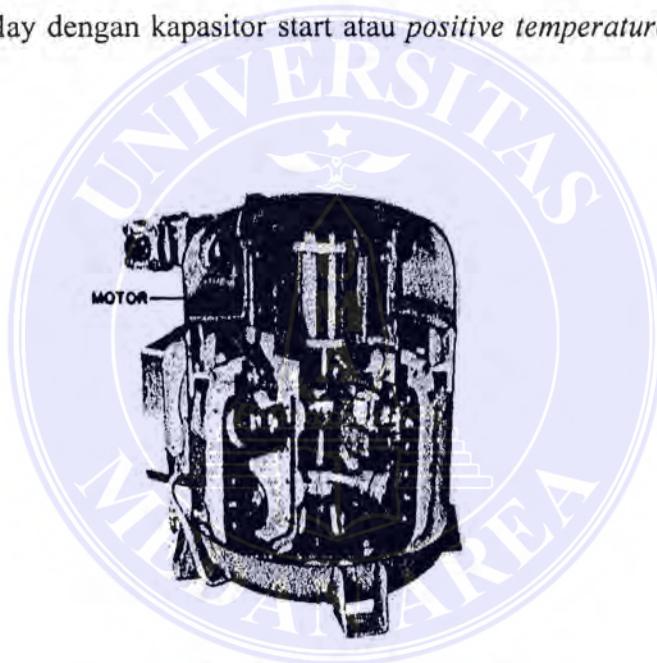
Gamabar.3.18

- Motor Hermetik

Pada dasarnya, motor hermetik sama dengan motor-motor terbuka yang dibahas di atas. Hanya saja, motor ini bekerja pada lingkungan refrigerant sehingga sakelar start yang digunakan tidak boleh menimbulkan percikan bunga api.

Motor-motor hermetik satu fasa biasanya memiliki kumparan start dan run dengan relay potensial sebagai sakelar pemutus arus ke kumparan start. Untuk meningkatkan efisiensi kerjanya, sering juga ditambahkan kapasitor run antara

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



Gambar.3.19.
Motor 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 hubungan arus listrik ke kumparan start.

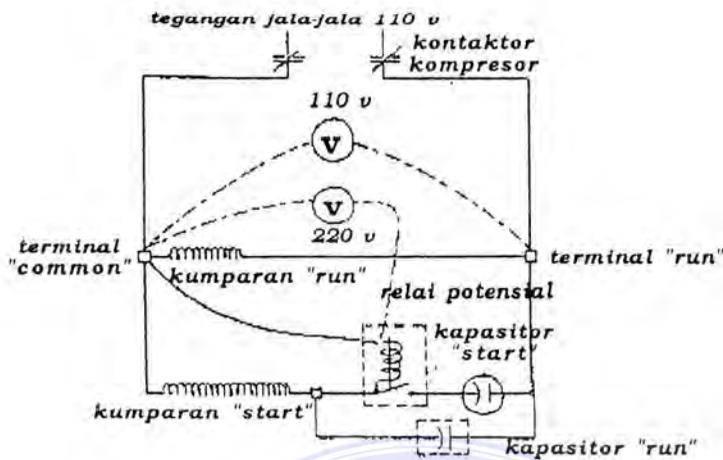
Sistem pemutusan hubungan listrik dengan sakelar ini menimbulkan percikan bunga api. Oleh karena itu, sakelar seperti itu hanya dipakai pada motor yang bekerja pada lingkungan atmosfer (di luar) dan tidak pada lingkungan refrigerant (di dalam).

* Relay Elektronik

Relay elektronik bekerja memutuskan arus listrik ke kumparan start ketika putaran motor mencapai harga tertentu. Relay seperti ini sering kali digunakan untuk motor pada kompresor hermetik.

Secara garis besar, relay ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu relay potensial dan relay arus.

- Relay Potensial



Gambar.3.20.

Kumparan motor dengan relay potensial

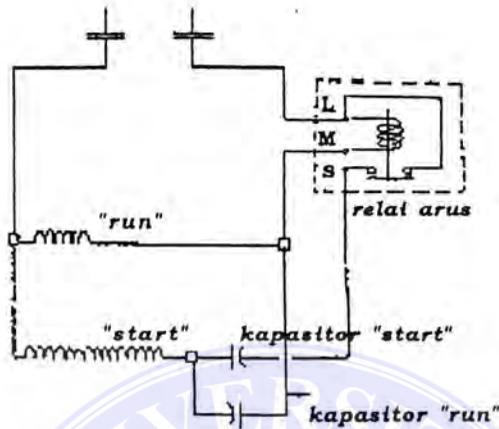
Relay potensial bekerja memutuskan arus listrik ke kumparan start berdasarkan beda tegangan. Relay ini termasuk relay *normally closed*, karena kontaktornya selalu tertutup bila koil tidak teraktifkan. Hubungan ke kumparan start baru terputus setelah tegangan pada koil sedikit lebih besar dari tegangan jala-jala.

Pada saat koil mulai berputar, kumparan start terjadi kenaikan akibat adanya aksi *transformer*. Ketika putaran poros mencapai 75% dari putaran normalnya, tegangan pada koil menjadi lebih tinggi dari tegangan jala-jala dan koil bekerja memutuskan arus ke kumparan start.

- Relay Arus

Berbeda dengan relay potensial, relay arus merupakan relay *normally open*. Pada saat motor mulai berputar, arus berada pada kondisi puncak dan sakelar tertutup. Dengan bertambahnya kecepatan, arus makin mengecil. Kemudian, ketika

kecepatan putar poros mencapai 75% kecepatan rata-rata, kontak pada relay arus terbuka akibat gravitasi ataupun gaya pegas.



Gambar.3.21.
Relay arus

Perlu dicatat bahwa relay arus dipasang secara seri dengan kumparan *run*. Arus beban penuh akan melalui kabel maupun koil pada relay ini. Oleh karena itu, relay arus biasanya dapat dikenali dari kabel koilnya yang berukuran besar.

* Thermostat

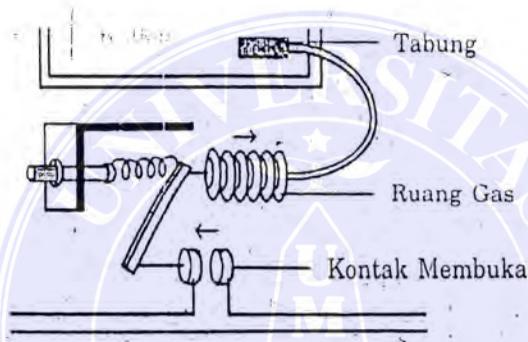
Thermostat adalah salah satu alat kendali di dalam sistem AC yang sangat penting, adapun fungsi dari thermostat dalam AC adalah :

1. Mengatur batas suhu dalam ruangan
2. Mengatur lamanya kompresor berhenti
3. Mengatur untuk menjalankan kembali kompresor bekerja

Pada thermostat dilengkapi dengan tabung yang berisi cairan. Di mana cairan ini mudah sekali menguap. Tabung tersebut ditempatkan pada ruangan mesin pendingin

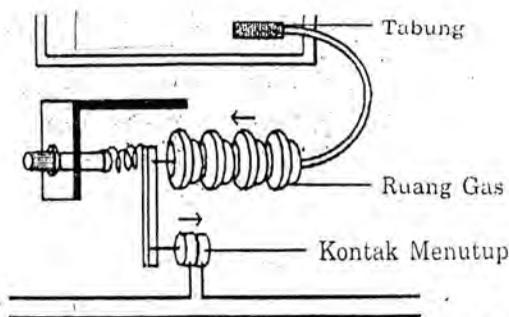
UNIVERSITAS MEDAN AREA dan disalurkan ke pipa kapiler ke ruang gas.

Prinsip kerjanya ialah jika ruang dalam mesin pendingin mencapai titik beku (dalam evaporator mencapai temperatur yang sangat rendah), maka cairan dalam tabung thermostat akan membeku. Cairan yang membeku akan menyusut, dengan terjadinya penyusutan berarti gas dari ruang gas akan mengalir ke pipa kapiler yang kosong. Ruang gas menjadi kendur. Pegas akan menekannya sehingga kontak saklar membuka. Dengan demikian terputuslah hubungan arus listrik dari PLN. Berarti kompresor berhenti dalam waktu yang relatif lama



Gambar.3.22.
Thermostat dalam keadaan putus (kontak terbuka)

Apabila ruangan mesin pendingin (pada evaporator) suhunya naik lagi dan tidak pada titik beku, maka cairan dalam tabung yang membeku akan mencair yang berarti ruang gas memberi tekanan, maka saklar kontak akan berhubungan sehingga kompresor kembali bekerja lagi, demikianlah berturut-turut.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

Gambar.3.23.

Thermostat dalam keadaan bersambung (kontak tertutup)

Document Accepted 20/9/23

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah diperoleh dari penelitian ini, bahwa penggunaan motor kompresor pada Air Conditioner (AC) Otomatis sangat penting dikarenakan fungsi dari motor kompresor tersebut ialah menggerakkan kompresor sehingga dapat bekerja guna menyalurkan refrigerant 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 :

- Relai/kontaktor/starter motor selalu dalam keadaan terbuka.
- Kapasitor start rusak.
- Sakelar start pada rangkaian kumparan start tidak dapat menutup.
- Pengaman *overload* rusak.

3. Motor tidak berfungsi, disebabkan beberapa faktor diantaranya :

Kumparan terbuka

- Terjadi korsleting 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

5.2. Saran

Penelitian terhadap sistem pendingin khususnya mengenai motor kompresor hendaknya peneliti harus memerhatikan 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 piston longgar .

DAFTAR PUSTAKA

- 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
- Ir. Muslimin Marapung, 1988. **Teknik Tenaga Listrik.**
Penerbit : ARMICO, Bandung
- Drs. Sumanto M.A, 1989. **Dasar-Dasar Mesin Pendingin.**
Penerbit : Andi Offset, Yogyakarta
- Sunggono Asi, dkk, 1995. **Teknik Pendingin.**
Penerbit : CV. Aneka
- Steve Elonka dan Quaid W Minich, 1980. **Standart Refrigeration And Air Conditioning.** Penerbit : Tata McGraw-Hill Publishing Company LTD, New Delhi
- Wiranto Arismunandar, Heizo Saito. 2005. **Penyegaran Udara.**
Penerbit : PT. Pradnya Paramita , Jakarta