

**STUDI SISTEM PROTEKSI MOTOR LISTRIK
PADA SISTEM PENDINGIN
PT. LOTTE SHOPPING INDONESIA MEDAN**

Oleh:

Joslen Sinaga ¹⁾,

Jumari ²⁾,

Marolop Sitompul ³⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3)}

E-mail:

Josinaga1977@gmail.com ¹⁾

62jumarieska@gmail.com ²⁾

marolopsitompul@gmail.com ³⁾

ABSTRACT

In the use of electric motors as engine drivers, especially in this discussion, a cooling machine in an industry or home requires a protection / safety system that must be installed on the motor to reduce losses caused by disruptions that may occur. The cooling machines that are widely used in this day and age are very rapidly circulating in the market and a cooling system that is used must have a good protection system so that the electric motor that is on the cooling machine is functioning properly. The main target is the importance of a protection system on an electric motor so that the engine coolant can be used for a longer time and guaranteed safety, as well as cost efficiency. Safety of electric motors in controlling an electric motor consists of 3 types, namely overload safety, short circuit safety and short circuit safety and overload. So the safety of the electric motor that functions as a controller must be maximized and properly considered to support the desired results.

Keywords: *Protection System, Electric Motor, Cooling*

ABSTRAK

Dalam penggunaan motor listrik sebagai penggerak mesin khususnya dalam pembahasan ini adalah mesin pendingin pada suatu industri ataupun rumahan diperlukan suatu sistem proteksi / pengaman yang harus dipasang pada motor tersebut untuk mengurangi kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat gangguan yang mungkin terjadi. Mesin-mesin pendingin yang banyak digunakan pada zaman sekarang ini sangat berkembang pesat beredar dipasaran dan suatu sistem pendingin yang dipakai haruslah memiliki sistem proteksi yang baik agar motor listrik yang ada pada mesin pendingin tersebut berfungsi dengan baik. Sasaran utama bahwa pentingnya suatu sistem proteksi pada motor listrik agar mesin pendingin dapat digunakan dalam waktu yang lebih lama dan terjamin keamanannya, serta efisiensi biaya. Pengaman motor listrik pada pengontrolan motor listrik terdiri atas 3 macam, yaitu pengaman beban lebih, pengaman hubungan singkat serta pengaman hubungan singkat dan beban lebih. Jadi pengaman motor listrik tersebut yang berfungsi sebagai pengontrol, haruslah dimaksimalkan dan diperhatikan dengan baik untuk menunjang hasil yang diinginkan.

Kata Kunci : *Sistem Proteksi, Motor Listrik, Pendingin*

I. PENDAHULUAN

Mesin-mesin pendingin semakin banyak dimanfaatkan seiring dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya taraf hidup. Di Negara kita pengguna mesin pendingin akan menjadi lebih luas karena Indonesia

beriklim panas. Bagi sebagian besar masyarakat kita masih banyak yang belum mengetahuinya bagaimana cara bekerjanya motor listrik untuk pendingin baik ditinjau dari pekerjaan praktek maupun dari segi teoritisnya. Yang kita ketahui pada

umumnya hanyalah alatnya saja, sedangkan prinsip kerjanya dan sistem pengamanan dari motor listriknya kebanyakan orang masih belum mengetahui baik dari keadaan detailnya maupun secara grafis besarnya. Hal ini adalah wajar karena alat-alat pendinginan di negara kita ini masih terlalu lux. Pada hal jika kita akan mengetahui bagaimana kompleksnya cara bekerjanya mesin-mesin pendingin dari lemari es.

Didalam pelayanan lemari es ada yang mempergunakan sistem gas dan ada yang mempergunakan sistem motor listrik. Sekarang ini pendinginan dengan mempergunakan gas sudah tidak ada lagi dan semuanya sekarang sudah mempergunakan motor listrik. Motor listrik yang dipergunakan pada lemari es ini ada yang bekerja terus selama 24 jam atau satu hari penuh. Yang mana sistem pengamanan ini bekerja begitu kompleks untuk menjaga keamanan dari motor listriknya. Sehingga sangat dibutuhkan pengamanan atau proteksi terhadap motor listrik agar tidak mudah rusak. Sehingga motor listrik tersebut dapat bertahan lama dan untuk menunjang kinerja yang baik sesuai dengan yang diharapkan.

Pada kesempatan ini ini penulis mencoba untuk menganalisa bagaimana sistem kerja dari pengamanan motor listrik tersebut pada pendingin lemari es tersebut..

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik .

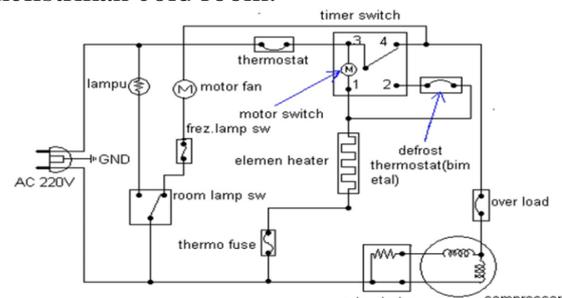
Motor Listrik termasuk kedalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll di industri dan digunakan juga

pada peralatan listrik rumah tangga (seperti: mixer, bor listrik,kipas angin). Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri, sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri. Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor listrik secara umum yaitu :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran atau loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ torsi untuk memutar kumparan.
4. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

2.2 Kegunaan Motor Listrik

Untuk memutar kompresor diperlukan mesin penggerak untuk keperluan motor listrik. Keunggulan motor listrik disini, adalah bahwa motor listrik susunannya sederhana, tidak berisik dan mudah dilengkapi alat pengatur otomatis. Selain sebagai penggerak kompresor, dalam mesin pendingin motor listrik juga memutar kipas, pompa dan sebagainya dalam hal ini motor listrik sangat memegang peranan yang sangat penting pada sistem pendingin lemari es, dan disini kita dapat lihat gambaran diagram skema kelistrikan cold room.



*Pada skema elektrik di belakang body lemari es umumnya juga mencantumkan keterangan warna kabel

By : Masagus Ibrahim

Gambar 1. Diagram skema kelistrikan cold room

2.3 Jenis Motor Listrik

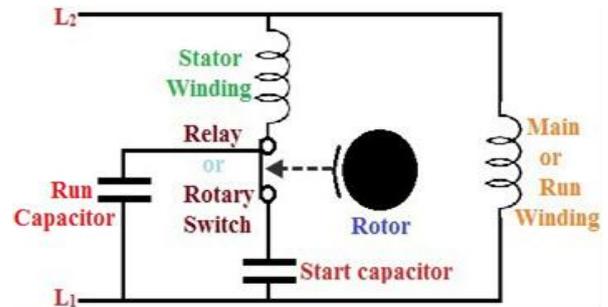
Ada berbagai macam motor listrik yang umum dipergunakan pada mesin-mesin pendingin, seperti berikut ini :

1. Motor-motor yang dipergunakan pada type open unit :
 - a. Repalasion start induction
 - b. Capacitor 'start induction
 - c. Capacitor start, capacitor run
 - d. Permanet split capacitor
 - e. Motor induksi 3 fase
2. Motor-motor yang sering digunakan pada hermatic unit :
 - a. Capacitor start induction
 - b. Capacitor start, capacitor run
 - c. Capacitor run
 - d. Permanent spilit capacitor
3. Motor-motor yang sering digunakan pada kipas untuk kondeser dan evaporator :
 - a. Spilit phase
 - b. Shaded pole
 - c. Capacitor
 - d. Permanent spilit capacitor Spilit phase induction motor

Untuk memutuskan kumparan bantu (setelah motor berputar normal) biasanya digunakan relay arus atau relay.

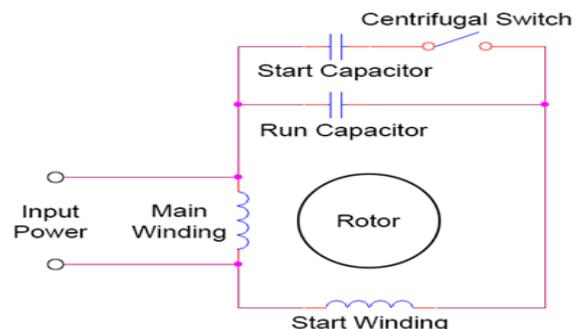
2.4 Kapasitor

Untuk motor kapasitor jika C (kapasitor) hanya digunakan pada kumparan bantu saja disebut capasitor start otor. Kapasitor hanya digunakan beberapa saat, pada saat start saja. Bila motor sering kali off dan start widing digunakan lebih lama, isolasi dari kapasitor akan panas dan biasanya menyebabkan kerusakan kapasitor itu sendiri. Jika kapasitor pada running widing, perencanaannya sudah diperhitungkan untuk menghilangkan panas yang timbul selama operasinya.jangan sekali-kali menmpergunakan starting capasitor pada running winding, tetapi diperhatikan juga working voltaje (W.V) serta capasitor jika mengganti.



Gambar 2. Capacitor Inducatio

Capasitor start Run motor dengan relay tegangan pada capasitor start capasitor run motor biasanya menggunakan 2 buah capasitor. Keduanya pada starting winding, tetapi hanya satu yang dihubungkan dengan relay. Bila motor start kedua-duanya tersambung dengan sumber sehingga menghasilkan torsi start yang tinggi. Setelah motor mencapai 2/3 atau 3/4 kecepatan normalnya relay akan memutus starting, sedang running capasitor tetap terhubung.



Gambar 3. Capacitor Start, Capacitor Run Motor dengan Relay Tegangan.

Banyak digunakan pada air landitioning. Disini tidak mempergunakan relay. Arus mengalir pada running dan starting winding. Running capasitor dipasang antara terminal K dan S dan seri terhadap starting winding. Motor jenis ini sensitive sekali terhadap penurunan tegangan 5-10 % menimbulkan kesulitan waktu start dan panas. Untuk mencegah kerusakan biasanya dipasang thermal protector. Motor ini starting torsiya kecil sehingga sebelum tekanan sistem belum seimbang (balance), thermal protector akan

membuka pada waktu start. Sehingga harus ditunggu tekanan pada condensor pada suction line menjadi sama.

2.5 Mesin Kompresor

Mesin dan alat pendingin ini biasanya disebut juga kompresor unit terdiri dari motor penggerak dan kompresor. Kompresor bertugas untuk menghisap dan menekan refrigerant sehingga refrigerant beredar dalam unit mesin pendingin, sedangkan motor penggerak bertugas memutar kompresor tersebut. Ditinjau dari cara penggerakannya kompresor unit dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Open Type Unit

Yang dimaksud dengan open type condensing unit adalah letak antara kompresor dan motor elektro terpisah antara satu dengan yang lainnya serta tenaga untuk (tenaga penggerak) yang berputarnya dihubungkan oleh sebuah tali kipas (fan belt) yang melekat pada masing-masing roda pulley tersebut dan digunakanlah tenaga dari motor elektro.

Semi Hermetic Unit

Disini kompresor dan motor listrik juga berdiri sendiri-sendiri tetapi dihubungkan sehingga seolah-olah menjadi satu buah untuk memutar kompresor, poros motor listrik dihubungkan dengan poros kompresornya langsung.

2. Hermetic Unit

Disini kompresor dan motor listrik benar-benar menjadi satu unit yang tertutup rapat. Kelemahannya jika terjadi kerusakan pada kompresor atau motor listrik sulit untuk di perbaiki. Keuntungannya ialah bahwa bentuknya dapat mejadi lebih kecil, tidak banyak memakan tempatnya harga relatif murah.

Cocok sekali unit kompresor-kompresor pada domestic refrigerato (daya kecil) . disini pemindahan daya dari motor listrik kekompresor dapat menjadi lebih sempurna.

Fungsi dan prinsip unit kompresor type 1,2, dan 3 adalah sama yaitu untuk mengedarkan refrigerant dalam unit mesin pendingin agar dapat berlangsung proses

pendingin. Selama langkah masuk, katup inlet membuka untuk membiarkan uap mengalir dari evaporator kedalam silinder. Selama periode kompresi inlet tertutup, katup outle membuka untuk membiarkan uap bahan pendingin yang dimanfaatkan mengalir ke kondinsor. Pada saat temperatur gas naik, berlaku hukum Charles, sebagai berikut :

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Pada V Konstan2.1

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Pada V Konstan 2.2

Keterangan :

f = Tekanan

V = Volume

T = Suhu

Dapat disimpulkan bahwa dengan kompresor, suhu dan tekanan gas refrigerant akan naik temperatur dari gas refrigerant akan membuat pipa-pipa kondensor cooling medium. Pada bagian kondensor ini di usahakan adanya cooking medium yang baik sebab dengan adanya pendingin 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 kondesor dengan pendingin air (water cooked), condesor direndam dalam air (pada sebuah tabung), airnya disirkulasi dengan pompa.

Temperatur dengan tekanan gas refrigerant akan naik terus sampai keseimbangan dicapai. Setelah terjadi proses kondensasi (pengembunan) pada gas refrigerant, refrigerant mengalir menelusuri high pressure liquid line menuju refrigerant control setelah melewati dierstainer (saringan). Tidak semua mesin pendingin dilengkapi dengan receiver.

2.6 Pengaturan Kecepatan Motor

Untuk memperoleh kecepatan motor yang tetap, maka analisa matematis control putaran harus merupakan lingkaran tertutup. Terdapat dua parameter sebagai variabel yaitu pengaturan jangkar atau pengaturan medan pada motor arus searah dan frekuensi startor untuk motor arus bolak-balik (motor induksi, sinkron, cincin seret, sangkar tupai).

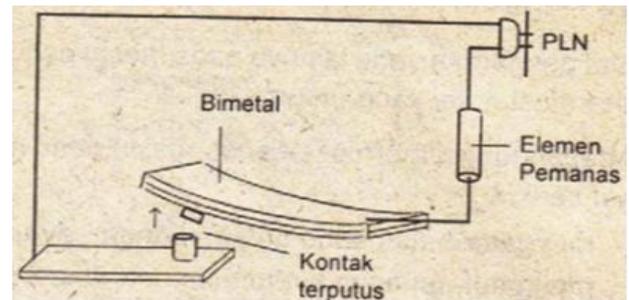
2.7 Pengontrol Listrik Otomatis

Pada mesin pendingin, baik kulkas maupun AC dilengkapi dengan pengontrol listrik otomatis. Tujuannya adalah menghindari adanya kerusakan akibat gerakan dinamo dan kompresor yang terus-menerus melakukan penekanan. Jika tidak dilengkapi dengan alat lain, maka mesin pendingin akan terus-menerus bekerja walaupun tekanan atau suhu didalam pipa mengalami temperatur suhu yang maksimal. Alat otomatis yang biasa digunakan adalah bimetal dan thermostat.

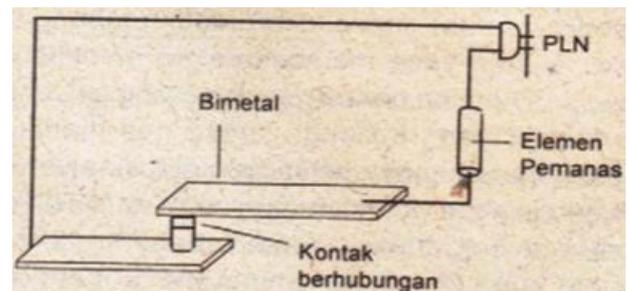
1. Alat pengaman bimetal

Bimetal adalah suatu alat kontrol listrik sebagai pengaman mesin pendingin. Tujuannya untuk melindungi dan mengamankan dinamo dari tegangan listrik. Prinsipnya adalah apabila tegangan PLN naik terlalu tinggi maka bimetal segera memutuskan hubungan sehingga motor listrik (dinamo) tidak terkena aliran listrik yang tinggi.

Adapun cara kerja alat ini adalah : Jika aliran tegangan yang tinggi dari PLN masuk ke kumparan akan terbakar. Alat pemanas ini dipasang dekat soket atau jeck yang menuju ke stop kontak PLN. Cara kerjanya adalah jika tegangan dari PLN mendadak naik, maka elemen pemanas akan bereaksi yang selanjutnya akan mengalir ke plat bimetal melalui kawat nikelin sebagai penghubung. Akibatnya plat yang tak tahan panas memuai menjadi melengkung.



Gambar 4. Bimetal Terkena Tegangan Tinggi, Kontak Terputus.



Gambar 5. Bimetal Tidak Terkena Tegangan Tinggi, Kontak Terhubung.

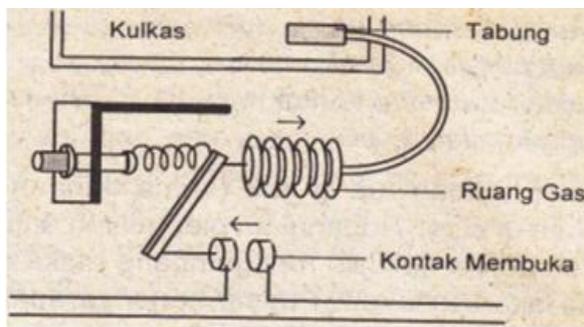
2. Alat Pengaman Thermostat

Fungsi thermostat pada mesin pendingin adalah sebagai berikut :

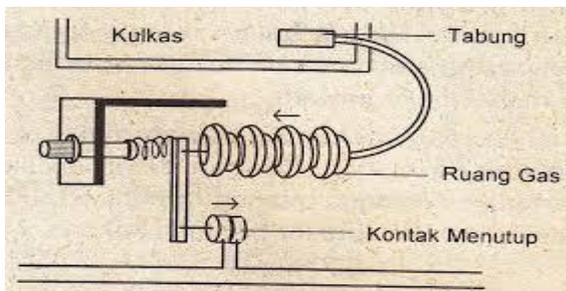
- Mengatur batas suhu dalam ruang evaporator
- Mengatur lamanya kompresor dan dinamo berhenti.
- Mengatur untuk menjalankan kembali dinamo dan kompresor bekerja

Pada thermostat dilengkapi dengan tabung yang berisi cairan yang mudah sekali menguap. Tabung tersebut ditempatkan pada ruang mesin pendingin (ruang evaporator) kemudian disalurkan oleh pipa kapiler ke ruang gas. Prinsip kerjanya adalah jika ruang dalam mesin pendingin mencapai titik beku (evaporator mencapai temperature yang sangat rendah), maka cairan dalam tabung thermostat akan membeku. Cairan yang beku 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 akan membuka. Dengan demikian terputuslah hubungan listrik dari PLN. Bearti dynamo nya berhenti dan kompresor pun berhenti tetapi dalam waktu yang relatif agak lama. Apabila ruangan mesin mendingin (pada evaporator) suhunya naik lagi dan tidak pada titik beku, dalam tabung akan berubah menjadi cairan yang bearti Ruang gas memberi tekanan. Saklar kontak akan terhubung. Motor (dinamo) dan kompresor bekerja lagi.



Gambar 6. Thermostat Dalam Keadaan Terputus .



Gambar 7. Thermostat Dalam Keadaan Tersambung.

3. METODE PELAKSANAAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Lotte Shopping Indonesia Medan

No.	KEGIATAN	WAKTU
1	Studi Literatur	08/09/2019
2	Pengambilan Data	16/09/2019
3	Analisa Data	14/10/2019
4	Penyelesaian Laporan	29/10/2019

Tabel 1. Alur waktu dan Penelitian

Penyusunan penelitian ini dengan menggunakan metode seperti di tabel yaitu dengan cara-cara sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Merupakan kajian penulis atau refrensi-refrensi yang ada baik berupa buku maupun karya-karya ilmiah yang berhubungan dengan penyelesaian laporan ini.

2. Perijinan Penelitian

Dalam hal ini penulis akan melakukan perizinan kepada PT. Lotte Shopping Indonesia Medan untuk pengambilan data yang akan digunakan untuk menyelesaikan laporan.

3. Pengambilan Data

Pengambilan Data akan dilakukan di PT. Lotte Shopping Indonesia Medan.

4. Pengolahan Data

Dari data yang diperoleh pada PT. Lotte Shopping Indonesia Medan, Akan dianalisis atau diolah untuk mengetahui keandalan peralatan pada jaringan distribusi.

5. Penyelesaian Laporan

Setelah data dan kesimpulan tentang keandalan peralatan jaringan distribusi diperoleh, laporan akan diselesaikan untuk pengambilan kesimpulan dan pemberian saran.

3.2. Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data dilakukan dengan cara yaitu :

1. Pengambilan data dengan survey lapangan yang digunakan pada sistem pendingin yang ada di PT. Lotte Shopping Indonesia Medan
2. Analisa data hasil survey lapangan tentang alat dan sistem proteksi motor listrik pada sistem pendingin.

Data diperoleh yang digunakan pada PT. Lotte Shopping Indonesia Medan, dapat dilihat pada tabel berikut dibawah ini.

1. Data Sistem Pendingin

Data Compressor	Tipe Peralatan
Compressor	4PES-15Y-40P
Power Input	10.58 KW
Current (400)	19.13 A
Voltage Range	380-420 V

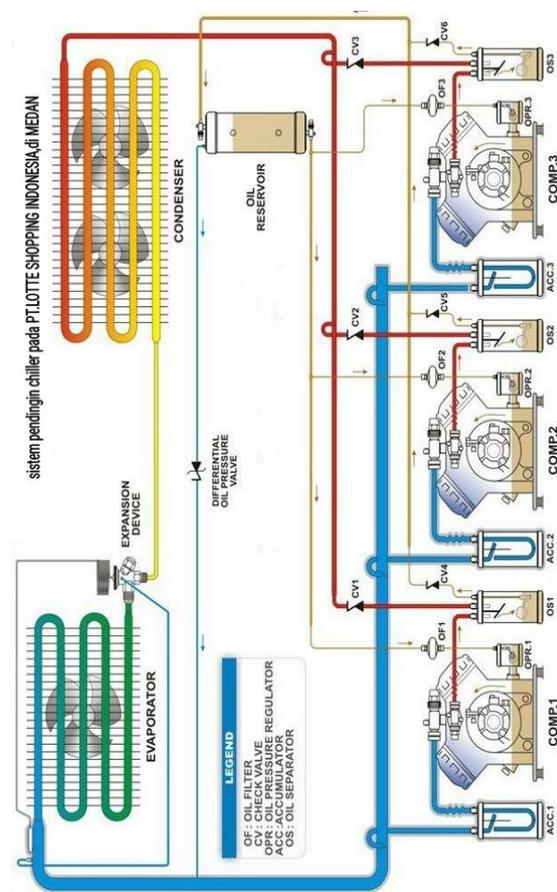
Discharge gas temperature without cooling	181.8 °F
---	----------

Tabel 2. Data Sistem Pendingin

2. Data Peralatan Proteksi

Nama Alat	Keterangan
TOR (Thermal Overload Relay)	21,7 A
MCB (Main Circuit Breaker)	15PK = 15 Hp = 11 KW = Menggunakan 28,5 A
Sekring Fuse	15 Hp Mak kerja = 5,4 start/jam waktu break
Relay Arus Lebih	39 A bekerja pada suhu panas, dan 40 detik pada

Tabel 3. Data peralatan proteksi



Gambar 8. unit sistem pendingin multi rack chiller di PT LOTTE SHOPPING Indonesia Medan

4. HASIL dan PEMBAHASAN

4.1 Cara Kerja Mesin Pendingin

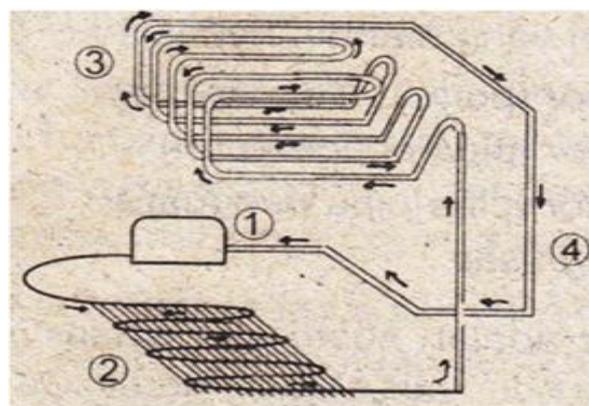
Mesin pendingin adalah sebuah alat siklus yang prinsip kerjanya hampir sama dengan mesin kalor yang menggunakan fluida

kerja berupa refrigerant, siklus refrigerasi yang paling banyak dipakai adalah daur refrigerasi komresi uap yang melibatkan 4 komponen dasar yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Tujuan dari mesin pendingin adalah untuk menjaga ruangan tetap dingin dengan menyerap panas dari ruangan tersebut. Salah satu aplikasi yang menggunakan prinsip mesin pendingin adalah kulkas.

Sedangkan pompa kalor adalah suatu alat yang dapat mentransfer panas dari media bertemperatu rendah kemudian bertemperatur tinggi yang bertujuan untuk menjaga ruangan tetap bertemperatur tinggi. Proses pemberian panas tersebut disertai dengan menyerap panas dari sumber temperatur rendah kedua alat penukar kalor tersebut menggunakan siklus kompresi uap.

4.2 Cara Kerja Mesin

Adapun proses kerjanya adalah “Penguapan “untuk mendapatkan penguapan diperlukan gas (udara) yang mencapai temperatur tertentu (panas). Setelah udara tersebut panas diubah agar kehilangan panas, sehingga terjadi penguapan. Disaat adanya penguapan, maka timbullah suhu didalam temperatur rendah (dingin). Mesin pendingin bisa bekerja dengan baik jika memiliki komponen berikut.



Gambar 9. Skema Cara Kerja Mesin Pendingin.

1. Kompresor (Pipa Hisap-Tekan)

Kompresor adalah suatu alat dalam mesin pendingin yang cara kerjanya dinamis atau bergerak, yakni menghisap sekaligus

memompa udara sehingga terjadilah sirkulasi (perputaran) udara yang mengalir dari pipa-pipa mesin pendingin.

2. Kondensor (Pipa Pengembun)

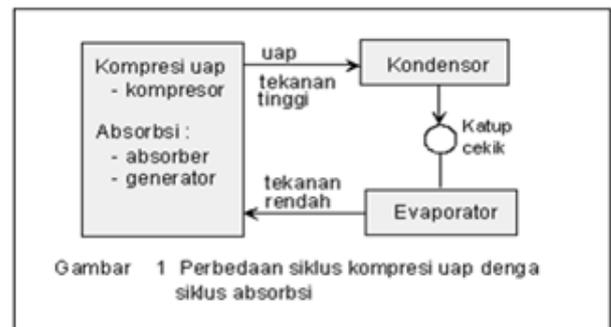
Kondensor merupakan suatu jaringan pipa yang berfungsi sebagai pengembun. Udara yang dipompakan dari kondensor akan mengalami penekanan sehingga mengalir ke pipa kondensor. Udara yang berada dalam pipa kondensor akan mengalami pengembunan. Dari sini, udara yang sudah mengembun dan menjadi zat cair akan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

3. Evaporator

Adalah pipa yang berfungsi sebagai penguapan. Zat cair yang berasal dari pipa kondensor masuk ke evaporator. Porator lalu berubah wujud menjadi gas dingin karena mengalami penguapan. Selanjutnya udara tersebut mampu menyerap kondisi panas yang ada dalam ruangan mesin pendingin. Selanjutnya gas yang ada dalam evaporator akan mengalir menuju kompresor karena terkena tenaga hisapan. Demikian terus-menerus sirkulasi udara dan perubahannya dalam rangkaian mesin pendingin.

4.3 Sistem Pendingin Absorpsi

Sistem pendingin absorpsi digunakan absorber dan generator. Uap bertekanan rendah diserap di absorber, tekanan ditingkatkan dengan pompa dan pemberian panas digenerator sehingga absorber dan generator dapat menggantikan fungsi kompresor secara mutlak. Untuk melakukan proses kompresi tersebut, sistem pendingin kompresi uap memerlukan masukan kerja mekanik sedangkan sistem pendingin absorpsi memerlukan masukan energi panas. Oleh sebab itu, siklus kompresi uap sering disebut sebagai siklus yang digerakkan dengan kerja (work-operated) dan siklus absorpsi disebut sebagai siklus yang digerakkan dengan panas (heat operated). Gambar 1 menunjukkan persamaan dan perbedaan antara siklus kompresi uap dengan siklus absorpsi.



Gambar 10. Sistem Pendingin Absorpsi

Salah satu keunggulan sistem absorpsi adalah karena menggunakan panas sebagai energi penggerak. Panas sering disebut sebagai energi tingkat rendah (low level energy) karena panas merupakan hasil akhir dari perubahan energi dan sering kali didaur ulang. Pemberian panas dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti menggunakan kolektor surya, biomassa, limbah, atau dengan boiler yang menggunakan energi komersial.

4.4 Prinsip Kerja Siklus Absorpsi

Siklus absorpsi juga menggunakan dua jenis zat yang umumnya berbeda, zat pertama disebut penyerap sedangkan yang kedua disebut refrigeran. Selanjutnya efek pendingin yang terjadi merupakan akibat dari kombinasi proses pengembunan dan penguapan kedua zat pada kedua tingkat tekanan tersebut. Proses yang terjadi di evaporator dan kondensor sama dengan pada siklus kompresi uap.

Kerja siklus secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

Proses 1-2/1-3 :

Larutan encer campuran zat penyerap dengan refrigeran (konsentrasi zat penyerap rendah) masuk ke generator pada tekanan tinggi. Digenerator panas dari sumber suhu tinggi ditambahkan untuk menguapkan dan memisahkan refrigeran dari zat penyerap, sehingga terdapat uap refrigeran dan larutan pekat zat penyerap. Larutan campuran zat penyerap mengalir ke absorber dan uap refrigeran mengalir ke kondensor.

Proses 2-7 :

Larutan pekat campuran zat penyerap dengan refrigeran (konsentrasi zat

penyerap tinggi). Kembali ke absorpsi melalui katup cekik. Penggunaan katup cekik bertujuan untuk mempertahankan tekanan antara generator dan absorber.

Proses 3-4 :

Di kondensor, uap refrigerant bertekanan dan bersuhu tinggi diembunkan, panas dilepas ke lingkungan, dan terjadi perubahan fase refrigerant dari uap ke cair. Dari kondensor dihasilkan refrigerant cair bertekanan tinggi dan bersuhu rendah.

Proses 4-5 :

Tekanan tinggi refrigerant cair diturunkan dengan menggunakan katup cekik (katup ekspansi) dan dihasilkan refrigerant cair bertekanan dan bersuhu rendah yang selanjutnya dialirkan ke evaporator.

Proses 5-6 :

Di evaporator, refrigeran cair mengambil panas dari lingkungan yang akan diinginkan dan menguap sehingga terjadi uap refrigeran bertekanan rendah.

Proses 6-8/7-8 :

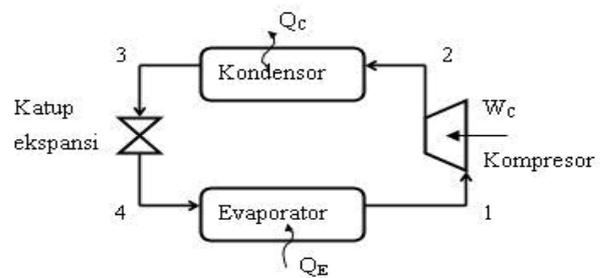
Uap refrigeran dari evaporator diserap oleh larutan pekat zat penyerap di absorber dan membentuk larutan encer zat penyerap. Jika proses penyerapan tersebut terjadi secara adiabatik, terjadi peningkatan suhu campuran larutan yang pada gilirannya akan menyebabkan proses penyerapan uap terhenti. Agar proses penyerapan berlangsung terus-menerus, absorber didinginkan dengan air yang mengambil dan melepaskan panas tersebut ke lingkungan.

Proses 8-1 :

Pompa menerima larutan cair bertekanan rendah dari absorber, meningkatkan tekanannya, dan mengalirkannya ke generator sehingga proses berulang secara terus menerus.

4.6 Sistem Pendingin Kompresi

Siklus pendingin kompresi uap merupakan sistem yang banyak digunakan dalam sistem refrigrasi, pada sistem ini terjadi proses kompresi, pengembunan, ekspansi penguapan. Secara sistematis sistem ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini:



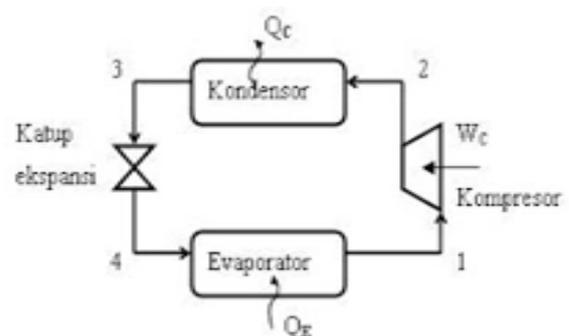
Gambar 11. Sistem Pendingin Kompresi

Untuk memahami proses-proses yang terjadi pada mesin pendingin kompresi uap, diperlukan pembahasan siklus termodinamika yang digunakan. Pembahasan diawali dengan daur Carnot yang merupakan daur ideal sehingga daur kompresi uap nyata.

1. Daur Carnot

Adalah daur reversible yang didefinisikan oleh dua proses isothermal dan dua proses isentropic. Karena proses reversible dan adiabetic, maka perpindahan panas hanya terjadi selama proses isothermal. Dari kajian termodinamika, daur Carnot dikenal dengan sebagai mesin kalor Carnot yang menerima energi kalor pada suhu tinggi, sebagian diubah menjadi kerja sisanya dikeluarkan sebagai kalor pada suhu rendah.

Apabila daur mesin kalor Carnot dibalik, yaitu proses pengembalian panas dari daerah bersuhu rendah ke daerah yang bersuhu tinggi. Skematis peralatan dan diagram T- S daur refrigeran Carnot :



Gambar 12. Daur Canor

Keterangan proses :

1 – 2 : Kompresi adiabetic

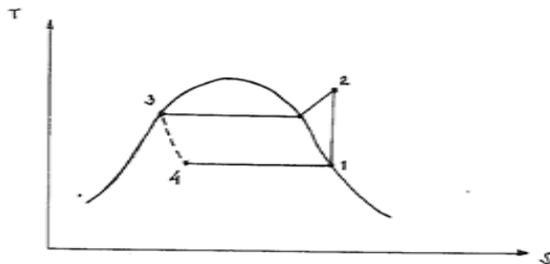
2 – 3 : Pelepasan panas

- 3 – 4 : Ekspansi adiabetic
 4 – 1 : Pemasukan panas isothermal

2. Daur Kompresi Uap Ideal

Apabila daur carnot ditetapkan pada kompresi uap, maka seluruh proses akan terjadi dalam fasa campuran. Untuk itu fluida kerja yang masuk kompresor diusahakan tidak berupa campuran, yang tujuannya mencegah kerusakan.

Pada daur carnot ekspansi isotropic terjadi pada turbin, daya yang hasilnya digunakan untuk menggerakkan kompresor. Dalam hal ini mengalami suatu kesulitan teknis, maka akan memperbaiki, digunakan katup ekspansi atau pipa kapiler dengan demikian proses berlangsung pada entalpi konstan.



Gambar 13. Daun Kompresi Uap Ideal

Ket : T = tekanan,

S = panas lanjut

Gambar daur kompresi uap ideal

Dimana :

1 – 2 : kompresi adiabetic dan reversible, dari uap jenuh menuju tekanan konstan.

2 – 3 : pelepasan kalor reversible pada tekanan konstan, menyebabkan penurunan panas lanjut dan pengembunan refrigeran.

3 – 4 : ekspansi irreversible pada entalpi konstan, dari cairan jenuh menuju tekanan evaporator.

4 – 1 : penambahan kalor reversible pada tekanan tetap akan menyebabkan penguapan menuju uap jenuh.

4.7 Bagian Penting Mesin Pendingin

Bagian-bagian penting dalam mesin pendingin yaitu :

1. Kompresor

Kompresor memompa bahan pendingin keseluruhan sistem. Gunanya adalah untuk menghisap gas tekanan rendah dan suhu terendah dari evaporator dan kemudian

menekan/ memampatkan gas tersebut, sehingga menjadi gas dengan tekanan dan suhu tinggi, lalu dialirkan ke kondensator.

Jadi kerja kompresor adalah untuk :

1. Menurunkan tekanan dievaporator, sehingga bahan pendingin cair dievaporator dapat menguap pada suhu yang lebih rendah dan menyerap lebih banyak panas dari sekitarnya.
2. Menghisap gas bahan pendingin dari evaporator, lalu menaikkan tekanan dan suhu gas bahan pendingin tersebut, dan mengalirkannya ke kondensator sehingga gas tersebut dapat mengembun dan memberikan panasnya pada medium yang mendinginkan kondensator.

2. Kondensator

Kondensator adalah suatu alat untuk merubah bahan pendingin dari bentuk gas menjadi cair. Bahan pendingin dari kompresor dengan suhu dan tekanan tinggi, panasnya keluar menjadi permukaan rusuk-rusuk kondensator ke udara. Sebagai akibat dari kehilangan panas, bahan pendingin gas mula-mula didinginkan menjadi gas jenuh, kemudian mengembun berubah menjadi cair.

3. Evaporator

Evaporator adalah suatu alat dimana bahan pendingin menguap dari cair menjadi gas. Melalui perpindahan panas dari dinding-dindingnya, mengambil panas dari ruangan disekitarnya ke dalam sistem, panas tersebut lalu dibawa ke kompresor dan dikeluarkan lagi oleh kondensator.

4. Pipa Kapiler

Pipa kapiler gunanya adalah untuk :

- Menurunkan tekanan bahan pendingin cair yang mengalir didalam pipa tersebut.
- Mengontrol dan mengatur jumlah bahan pendingin cair yang mengalir dari sisi tekanan tinggi kesisi tekanan rendah.

5. Keran Ekspansi

Keran ekspansi ada 2 macam :

- Automatic Expansion Valve
 - Thermostatic Expansion Valve
- Thermostatic Expansion Valve lebih baik dan lebih banyak dipakai, tetapi

pada AC hanya dipakai automatic expansion valve, maka disini kita hanya akan membicarakan automatic expansion valve saja. Gunanya untuk menurunkan cairan dan tekanan evaporator dalam batas-batas yang telah ditentukan dengan mengalirkan cairan bahan pendingin dalam jumlah yang tertentu kedalam evaporator.

5. KESIMPULAN

1. Setiap motor listrik harus menggunakan sistem proteksi yang baik dan benar agar motor listrik tersebut dapat bekerja dalam jangka waktu yang panjang. Dan dengan hal ini dapat mengurangi resiko kerugian yang besar dikemudian hari
2. Siklus pendingin dan diklus pencairan bunga es dievaporator merupakan dua proses yang saling bekerjasama (bersinergi) untuk mencapai tujuan utama kerja pendingin. Bila salah satu mengalami gangguan maka kinerja pendingin (pendingin tidak bisa menjalankan fungsinya untuk mendinginkan).

6. DAFTAR PUSTAKA

- Delton, T. Horn , *Teknik Mekangan Rangkaian dengan IC*
- Djoko Achyanto, 1984, *Mesin-mesin Listrik, Jakarta : Erlangga*
- Harry Garland , *Penghantar Desain Sistem Mikro Prosesor, Jakarta : Erlangga*
- Jackson, *Teknik Pendingin Lemari ES dan Freeze Bandung : Penerbit Pendidikan Teknik Pembangunan Prakarya*
- M.V. Deshpande, 1984, *Electric Motor Application and control*
- Robert, J. Tracster , *Proyek IC 55*
- Raymond, Rasushaw, 1978, *Power Elektronik*
- Tyristor Control led Power For Electric Motor -EC BS -1*
- Sumanto, MM 1993, *Motor Listrik, Yogyakarta : Penerbit Andi Offset*
- Sulasno, 2006 *Teknik Sistem Kontrol, Yogyakarta : Graha Ilmu*
- Zuhal, 1980, *Dasar Tenaga Listrik, Bandung : Penerbit ITB*
- www.cademia .*Prinsip Kerja Mesin Pendingin*
- www.Laskar - Suzuki.com 2012. *Fungsi Sistem Pendinginan Mesin.*