

SISTIM PENGKONDISIAN UDARA PADA MOBIL



MILIK UPT PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
TITLE NO. TEL 27-9-94
SUMBER HERBA 100
KOLEKSI R K I
NO. INVENTARIS 753/100/94-22/21
CALL NO 629.2 Syu SD

Oleh :
Drs. H. Raudi Syukur
Drs. Andrizal

FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PADANG
1993

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt, karena atas izin dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan penulisan buku Sistim Pengkondisian Udara pada Mobil.

Buku ini berupaya menjelaskan pengertian dan penggunaan pengkondisian udara, teori dasar pengkondisian udara dan pengkondisian udara yang biasa digunakan pada mobil.

Dengan kehadiran buku ini sangat diharapkan akan membantu para pembaca, untuk dapat memahami tentang sistim pengkondisian udara pada mobil.

Penulis menyadari bahwa isi buku ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kepada para pembaca penulis sangat mengharapkan saran dan kritik demi penyempurnaan penulisan-penulisan selanjutnya.

Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini, terutama sekali kepada bapak Drs.Asli meri sebagai editor, kami menyampaikan terima kasih.

Harapan penulis, mudah-mudahan buku ini ada manfaatnya bagi penulis maupun para pembaca.

Padang, Juli 1993

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Pengertian Pengkondisian Udara	1
1. Mengatur Suhu Udara	1
2. Mengatur Kelembaban Udara	2
3. Membersihkan Udara	2
4. Mendistribusikan Udara	2
B. Penggunaan Pengkondisian Udara	3
1. Pengkondisian Udara untuk Kenyamanan ...	3
2. Pengkondisian Udara untuk Industri	3
BAB II TEORI DASAR PENGKONDISIAN UDARA	4
A. Temperatur/Suhu Benda	4
1. Alat Ukur Temperatur	4
2. Konversi Temperatur	6
3. Temperatur Mutlak	6
4. Temperatur Lengas dan Temperatur Kering.	8
B. Kalor/Panas	9
1. Kuantitas Panas	9
2. Kapasitas Panas dan Panas Jenis	10
3. Panas Sensibel dan Panas Laten	11
4. Perpindahan Panas	13
C. Tekanan	18
1. Alat Ukur Tekanan	19
2. Hubungan Tekanan dengan Temperatur	21

BAB III PENGKONDISIAN UDARA PADA MOBIL	23
A. Tujuan Pemasangan Sistim Pengkondisian Udara pada Mobil	23
B. Sistim Pengkondisian Udara yang Digunakan pada Mobil	23
1. Sistim Kompresor	23
2. Sistim Penyerapan	24
3. Sistim Penyemprotan Uap	24
4. Sistim Refrigerasi Thermo-Electro	25
C. Prinsip Kerja Sistim Pengkondisian Udara ..	25
D. Cara Kerja Sistim Pengkondisian Udara	26
E. Komponen-Komponen Sistim Pengkondisian Udara	28
1. Kompresor	28
2. Kopling Magnet	38
3. Kondensor	39
4. Receiver dan Drier	42
5. Katup Ekspansi	44
6. Evaporator	49
7. Motor Blower	50
8. Pengatur Temperatur	51
9. Idling Stabilizer Amplifier	53
10. Idle Up	54
11. Alat Pemurni Udara	55
12. Relay	56
13. Pipa Penghubung	57

	Halaman
F. Bahan Pendingin	58
DAFTAR PUSTAKA	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Pengertian Pengkondisian Udara

Pada masa sekarang ini perkembangan ilmu pengetahuan tentang Teknik Pendinginan (Refrigerasi) semakin maju, sehingga penggunaan teknik pendingin telah semakin luas untuk berbagai keperluan manusia. Seiring dengan perkembangan teknik pendingin tersebut perkembangan Teknik Pengkondisian Udara (Air Conditioning) juga tidak ketinggalan. Penggunaan teknik pengkondisian udara yang dahulunya ditujukan untuk memperbaiki proses suatu pekerjaan sekarang sudah berkembang untuk kenyamanan hidup manusia.

Fungsi utama dari refrigerasi adalah untuk mengambil panas yang tidak diperlukan dari suatu ruangan dan kemudian panas tersebut dipindahkan ketempat lain diluar ruangan. Sedangkan pada Air Conditioning fungsinya lebih dari itu, yaitu sebagai pengatur temperatur atau suhu, kelembaban, kebersihan dan pendistribusian udara secara serentak guna mencapai suatu kondisi sesuai dengan yang diinginkan oleh pemakainya.

Dari pengertian air conditioning diatas terdapat empat macam perlakuan terhadap udara yaitu:

1. Mengatur Suhu Udara

Mengatur suhu udara berarti menaikkan atau menurunkan suhu udara didalam ruangan yang dikondisikan sesuai dengan yang diinginkan. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan kita merasa kepanasan sebaliknya suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan kita merasa kedinginan. Untuk pengatur suhu di dalam mobil dipakai alat pengatur suhu, alat pengatur suhu tersebut ada dua macam yaitu: pengaturan suhu sistim thermo switch (Thermostat) dan pengaturan suhu sistim electronic (Thermistor).

2. Mengatur Kelembaban Udara

Mengatur kelembaban udara berarti mengatur kadar uap air yang dikandung udara. Pada umumnya apabila derajat lembab tinggi kita merasa tidak enak (gerah), sebaliknya bila derajat lembab diturunkan kita akan merasa segar. Derajat lembab dinyatakan dalam dua satuan yaitu: lembab nisbi udara dan lembab mutlak.

Lembab nisbi udara adalah perbandingan antara berat uap air dalam udara dan banyaknya uap air yang dapat dikandung oleh udara (berat uap air jenuh) dimana udara tidak dapat lagi menampung uap air yang makin bertambah. Derajat lembab nisbi udara dapat ditulis dalam rumus:

$$\text{Lembab nisbi (e)} = \frac{P_t}{M_t} \times 100 \%$$

dimana : P_t = berat uap air diudara

M_t = berat uap air maksimum yang dapat dikandung udara pada temperatur yang sama

Selanjutnya Lembab mutlak adalah bilangan yang menunjukkan berapa gram uap air yang dikandung didalam satu meter kubik (1 M^3) udara.

3. Membersihkan Udara

Udara didalam ruangan yang dikondisikan perlu dibersihkan dari kotoran/debu, penghilangan bau dan asap, pergantian udara yang dikondisikan dengan udara luar agar kadar Carbon Dioksida (CO_2) tidak berkurang dari yang diperlukan. Untuk keperluan membersihkan udara dari kotoran dan asap diperlukan suatu alat yang disebut dengan Air Purifier, sedangkan untuk keperluan pergantian udara diperlukan adanya ventilasi pada mobil.

4. Mendistribusikan Udara

Pendistribusian udara didalam ruangan yang dikondisi

kan bertujuan agar setiap bagian dari ruangan tersebut mendapatkan aliran udara sejuk yang sama sehingga dimanapun kita berada didalam ruangan tersebut tetap akan merasa nyaman. Untuk keperluan ini diperlukan pengaturan tata letak dari blower.

B. Penggunaan Pengkondisian Udara

Secara garis besarnya penggunaan pengkondisian udara dapat dibagi dua yaitu: pengkondisian udara untuk lingkungan hidup (untuk kenyamanan) dan pengkondisian udara untuk keperluan industri.

1. Pengkondisian Udara untuk Kenyamanan

Dapat kita lihat sekarang dimana hampir pada setiap tempat kegiatan manusia selalu dilengkapi dengan sistem pengkondisian udara; mulai dari rumah-rumah tempat tinggal, alat-alat transportasi, tempat-tempat kerja, penginapan dan sampai ketempat-tempat hiburan. Dengan adanya pengkondisian udara pada tempat-tempat tersebut, maka penghuninya akan menjadi lebih betah tinggal didalamnya, lebih bersemangat didalam menjalankan tugasnya sehingga efektifitas kerja dapat ditingkatkan.

2. Pengkondisian Udara untuk Industri

Penggunaan pengkondisian udara di industri antara lain bertujuan untuk mempermudah proses suatu produksi, meningkatkan mutu hasil produksi, menekan ongkos produksi. Pengkondisian udara untuk industri antara lain digunakan pada: laboratorium, percetakan, industri tekstil, industri baja, farmasi.

Pada uraian berikutnya penekanannya lebih ditekankan pada pengkondisian udara untuk kenyamanan khususnya pengkondisian udara untuk mobil.

BAB II

TEORI DASAR PENGKONDISIAN UDARA

A. Temperatur/Suhu Benda

Temperatur adalah derajat panas atau dingin suatu benda; temperatur tidak memberikan atau mengambil panas dari suatu benda tetapi hanya memberikan petunjuk keadaan benda: hangat, panas atau dingin.

1. Alat Ukur Temperatur

Jika temperatur suatu benda berubah maka pada benda tersebut dapat terjadi berbagai perubahan seperti: perubahan kimia, perubahan wujud, perubahan volume, perubahan daya hantar listrik, perubahan warna dan lain-lain. Perubahan-perubahan tersebut dapat dijadikan sebagai ukuran temperatur suatu benda; tetapi yang umum dipakai sebagai ukuran temperatur adalah perubahan volume zat cair dimana semakin tinggi suhu suatu zat cair, makin besar volumenya.

Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur disebut "Thermometer". Pada Gambar 2-1 dilukiskan sebuah thermometer zat cair dalam gelas yang terdiri dari bola gelas A yang berdinding tipis. Bagian atas dari bola ini dihubungkan dengan pipa kapiler B. Zat cair, misalnya air raksa atau alkohol berwarna, mengisi bagian bola dan pipa tersebut. Bagian atas dari pipa itu tertutup dan biasanya ruang diatas zat cair dihilangkan udaranya. Untuk mengukur tinggi air raksa didalamnya itu diadakan pembagian skala yang digores pada pipa tersebut atau dapat juga ditempelkan pembagian skala tersendiri dibelakangnya. Jika suhu thermometer naik, volume zat cair yang ada didalamnya pun bertambah dan demikian pula volume bola dan pipa kapiler. Jika pemuaian keduanya sama, maka posisi zat cair di dalam kapiler tidak akan berubah. Tetapi zat cair sebenarnya memuai lebih cepat dari bola. Maka bila suhu naik permukaan zat cair didalam



Gambar 2-1. Thermometer zat cair dalam gelas (Francis, halaman : 349)

kapiler naik pula dan turun bila suhu menjadi lebih rendah. Jadi alat ini didasarkan pada selisih pemuaian antara zat cair dengan gelas.

Ada tiga ukuran standar yang biasa dipakai yaitu skala Celcius, skala Fahrenheit dan skala Reamur.

a. Thermometer dengan skala Celcius(C)

- 1) Titik beku air diberi angka 0 (nol)
- 2) Titik didih air diberi angka 100
- 3) Jarak antara kedua titik tersebut dibagi dalam 100 bagian yang sama.

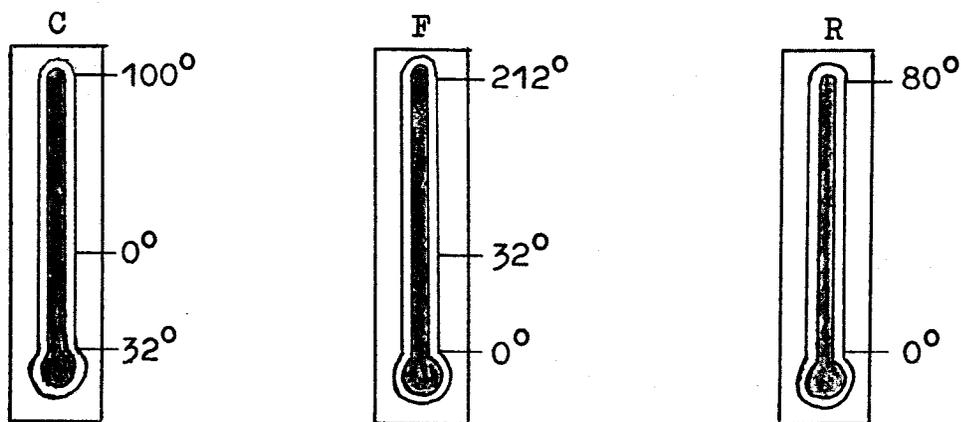
b. Thermometer dengan skala Fahrenheit(F)

- 1) Titik beku air diberi angka 32
- 2) Titik nol terdapat 32 derajat Fahrenheit dibawah angka 32
- 3) Titik didih diberi angka 212
- 4) Jarak antara nol dengan 212 dibagi dalam 180 bagian yang sama

c. Thermometer dengan skala Reamur(R)

- 1) Titik beku air diberi angka 0 (nol)

- 2) Titik didih air diberi angka 80
- 3) Jarak antara titik nol (0) dengan titik 80 dibagi dalam 80 bagian yang sama.



Gambar 2-2. Macam-macam thermometer
(Nippondenso, halaman: 1)

2. Konversi Temperatur

Untuk mengkonversikan skala pengukuran dari masing-masing thermometer tersebut dipakai persamaan:

$$\begin{aligned} ^\circ\text{C} &= 5/4 \times ^\circ\text{R} & ^\circ\text{F} &= 9/5 \times ^\circ\text{C} + 32 \\ &= 5/9 \times (^\circ\text{F} - 32) & &= 9/4 \times ^\circ\text{R} + 32 \\ ^\circ\text{R} &= 4/5 \times ^\circ\text{C} \\ &= 4/9 \times (^\circ\text{F} - 32) \end{aligned}$$

3. Temperatur Mutlak

Berdasarkan eksperimen-eksperimen yang dilakukan oleh para ahli diketahui bahwa adanya batas suhu terendah yang dapat dicapai, walaupun untuk suhu tertinggi-tingginya tidak ada batas teoritiknya. Suhu terendah yang dapat dicapai disebut dengan "Nol Mutlak" dan tempatnya ialah $-273,2$ pada skala Celcius atau -273 $^\circ\text{C}$ (dibulatkan). Untuk beberapa keperluan

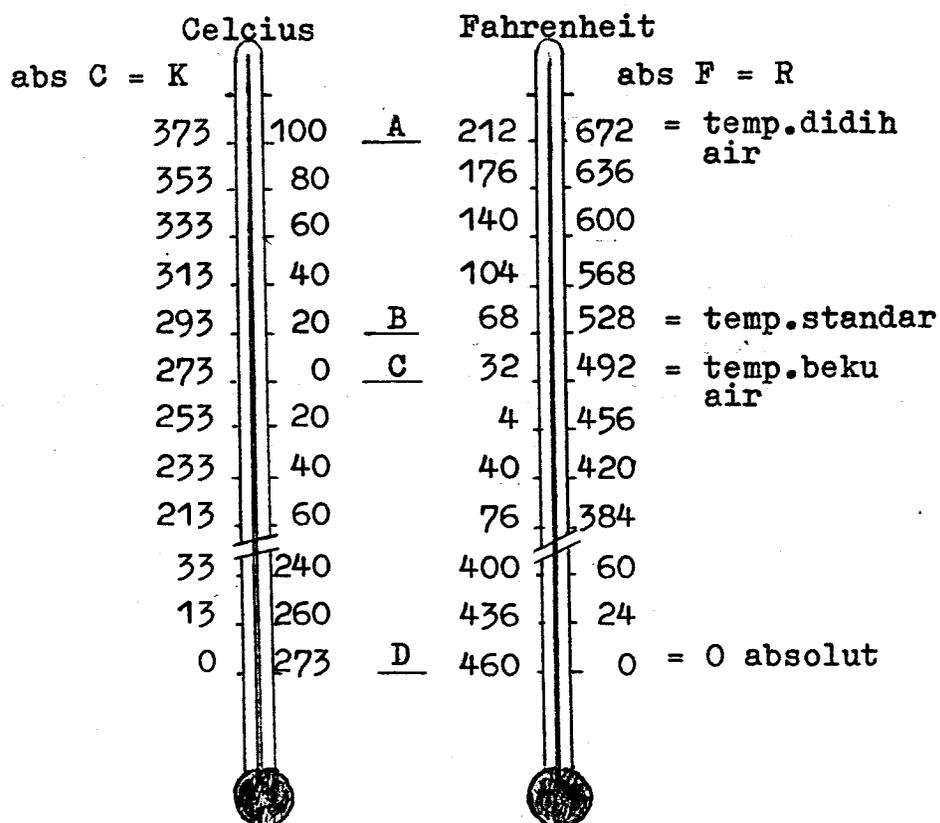
tertentu lebih mudah untuk mempergunakan skala suhu yang titik nol-nya adalah titik nol mutlak. Suhu-suhu pada skala ini disebut suhu mutlak; skala mutlak untuk thermometer Celcius disebut skala Kelvin (K) dan skala mutlak untuk thermometer Fahrenheit disebut skala Rankin. Adakalanya skala mutlak disebut juga dengan temperatur absolut.

$$0^{\circ}\text{C Abs} = -273^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{K}$$

$$273^{\circ}\text{C Abs} = 0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$$

$$0^{\circ}\text{F Abs} = -460^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{R}$$

$$460^{\circ}\text{F Abs} = 0^{\circ}\text{F} = 460^{\circ}\text{R}$$



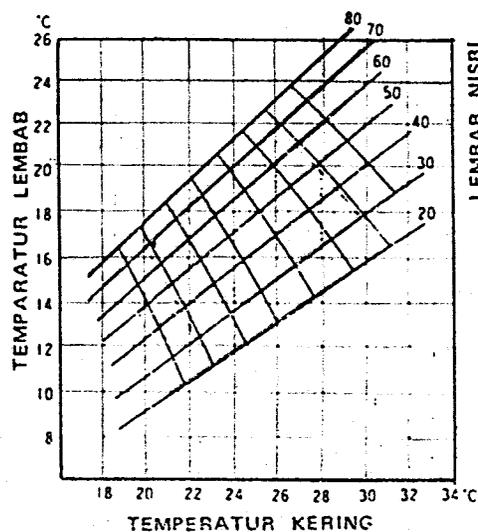
Gambar 2-3. Perbandingan skala temperatur biasa dengan skala temperatur mutlak/absolut (Ricky Gunawan, halaman: 17)

4. Temperatur Lengas dan Temperatur Kering

Suhu Lengas adalah suhu yang ditunjukkan oleh bola basah (thermometer basa). Jika bola air raksa pada thermometer dibungkus dengan kain kasa dan bagian ujung kain dicelupkan kedalam air, air yang diserap melalui kapiler membasahi kain pembungkus bola air raksa. Rembesan air itu akan menarik sebagian suhu ketika menguap, sehingga permukaan bola air raksa menjadi dingin. Derajat suhu yang ditunjukkan pada skala thermometer pada waktu tersebut disebut suhu lengas.

Suhu Kering adalah derajat suhu yang ditunjukkan oleh thermometer pada udara bebas. Derajat suhu yang ditunjukkan oleh thermometer pada udara bebas akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan thermometer yang dibungkus dengan kain kasa basah.

Dengan mengetahui suhu lengas (suhu bola basah) dan suhu kering (suhu bola kering) maka kita akan dapat mengetahui kelembaban relatif dari udara saat itu. Besarnya kelembaban relatif/nisbi udara saat tersebut dapat dilihat dengan mempergunakan tabel atau diagram psikometrik (psychometric chart).



Gambar 2-4. Diagram Psikometrik
(Nippondenso, halaman:6)

PERPUSTAKAAN
KIP PADANG

B. Kalor (Panas)

Kalor atau panas adalah suatu bentuk energi yang dapat dipindahkan tetapi tidak dapat dihilangkan. Jika kalor ditambahkan pada suatu benda maka pergerakan molekul-molekul benda tersebut akan bertambah cepat; sebaliknya jika kalor dibebaskan dari suatu benda maka pergerakan molekul-molekul benda tersebut akan menjadi lambat. Pemberian dan pelepasan kalor dari suatu benda dapat dilihat dengan naik atau turunnya skala suhu pada thermometer.

1. Kuantitas (Jumlah) Panas

Jumlah banyaknya panas didalam suatu proses diukur berdasarkan beberapa perubahan yang menyertai proses itu. Ukuran jumlah panas dinyatakan dalam tiga satuan, yaitu: Kalori (Kal), Kilo kalori (Kkal) dan British Thermal Unit (BTU).

Satu Kalori ialah banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu gram air sebesar 1°C .

Satu Kilo kalori ialah banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu kilogram air sebesar 1°C .

Satu BTU ialah banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu pound air sebesar 1°F . Dari ketiga satuan diatas dapat dicari hubungannya, bahwa :

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ Kal} = 0,252 \text{ Kkal}$$

Untuk menghitung jumlah panas yang diperlukan/dibuang untuk memanaskan/mendingin air dapat dipergunakan persamaan:

$$Q = m \cdot \Delta t$$

dimana : Q = Jumlah panas

m = Berat air

Δt = Perubahan suhu

2. Kapasitas Panas dan Panas Jenis

Banyaknya panas yang diperlukan untuk menimbulkan kenaikan suhu yang sama berbeda-beda dari suatu bahan dengan bahan lainnya. Andaikan suhu sebuah benda naik dengan Δt derajat sebagai akibat pemberian panas padanya sebanyak Q . Perbandingan antara banyaknya panas yang diberikan dengan kenaikan suhu, disebut Kapasitas Panas benda tersebut.

$$\text{Kapasitas Panas} = \frac{Q}{\Delta t} \dots \text{Kal}/^{\circ}\text{C} \text{ atau } \text{BTU}/^{\circ}\text{F}$$

Besarnya kapasitas panas per satuan massa bahannya disebut dengan kapasitas panas jenis (diberi simbol huruf c).

$$c = \frac{Q/\Delta t}{m} = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} \dots \text{Kal}/\text{Gram} \cdot ^{\circ}\text{C} \text{ atau } \text{BTU}/\text{Pound} \cdot ^{\circ}\text{F}$$

Selanjutnya perbandingan antara kapasitas panas jenis suatu bahan dengan kapasitas panas jenis air dinamakan dengan panas jenis. Diketahui bahwa kapasitas panas jenis air adalah $1 \text{ kal}/\text{gr} \cdot ^{\circ}\text{C}$ atau $1 \text{ BTU}/\text{lb} \cdot ^{\circ}\text{F}$; dengan demikian panas jenis suatu bahan secara numerik sama dengan kapasitas panas jenisnya. Tetapi karena definisi sebagai perbandingan, maka panas jenis hanyalah berupa angka atau bilangan tanpa satuan. Contoh : Kapasitas panas jenis Besi ialah $0,113 \text{ kal}/\text{gr} \cdot ^{\circ}\text{C}$, sedangkan panas jenisnya adalah $0,113$. Perbedaan makna antara panas jenis dengan kapasitas panas jenis ini tidak selalu dipegang teguh. Kerap kali istilah "panas jenis" dikenakan pada kuantitas yang didefinisikan sebagai "kapasitas panas jenis".

Panas jenis dapat dianggap konstan, asalkan suhunya biasa dan dalam selang suhu yang tidak terlampau besar. Pada suhu yang amat rendah yang mendekati nol mutlak, semua panas jenis berkurang dan untuk beberapa bahan tertentu mendekati nol.

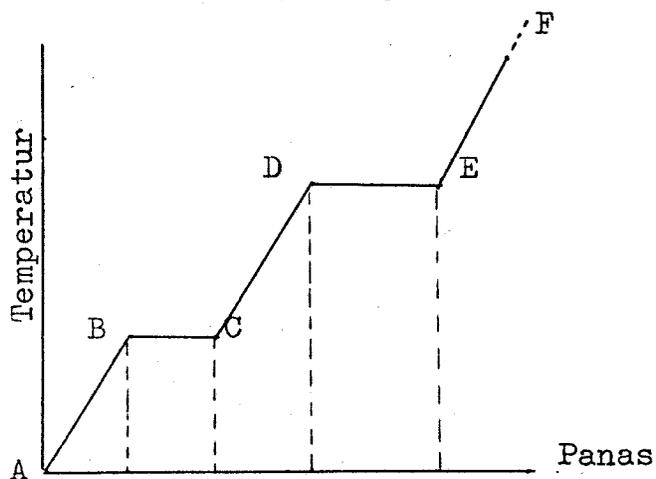
Tabel 1. Panas Jenis Untuk Benda-Benda Umum Dalam Satuan BTU/lb/der.F

air	1,0
es	0,50
udara (kering)	0,24
uap	0,48
aluminium	0,22
kuningan	0,09
timah hitam	0,03
besi	0,10
mercury	0,03
tembaga	0,09
alkohol	0,60
minyak tanah	0,50
olive oil	0,47
kaca	0,20
pine	0,67
marmar	0,21

(Ricky Gunawan, halaman : 19)

3. Panas Sensibel dan Panas Laten

Bila suatu benda dalam fase padat dipanaskan, mula-mula panas akan menyebabkan suhu dari benda itu naik, kemudian terjadi perubahan fase dari padat menjadi cair, terjadinya kenaikan suhu cairan, terjadinya perubahan fase dari cair menjadi gas. Secara grafis hal ini dapat dilihat pada gambar 2-5.



Gambar 2-5. Hubungan antara pemberian panas pada benda dengan perubahan temperatur benda

Dari gambar 2-5 terlihat bahwa pemberian panas pada benda ada yang langsung menaikkan temperatur benda tersebut seperti pada titik A ke B, C ke D dan E ke F, tetapi kenaikan temperatur ini tidak diikuti oleh perubahan fase dari benda tersebut. Selanjutnya ada pula saatnya dimana pemberian panas tidak diikuti oleh kenaikan temperatur benda tetapi diikuti oleh perubahan wujud benda, seperti yang terjadi pada titik B - C dan titik D - E.

Panas yang langsung mempengaruhi suhu benda disebut dengan panas/kalor sensible atau sering juga dinamakan dengan panas bebas. Jika kalor ditambahkan pada suatu benda, suhu benda akan naik. Jika kalor diambil dari suatu benda maka suhu benda akan turun. Penambahan ataupun pengambilan panas sensible dari suatu benda dapat dilihat dan diukur dari perubahan suhu pada thermometer.

Jumlah kalor sensible dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_s = M \times c \times \Delta t$$

dimana, Q_s = Jumlah kalor sensible dalam Joule, Kkal atau BTU

M = Massa zat dalam kg atau pound

c = Kalor jenis dalam $J/kg.K$, $Kkal/kg.^{\circ}C$

Δt = Perubahan suhu dalam Kelvin, $^{\circ}C$ atau $^{\circ}F$

Panas/kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud zat dari padat menjadi cair, dari cair menjadi gas atau sebaliknya, tanpa mengubah suhunya disebut kalor laten. Tiap zat memiliki dua kalor laten, yaitu padat menjadi cair atau sebaliknya dan cair menjadi gas atau sebaliknya.

Jumlah kalor laten dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_l = M \times l$$

dimana, Q_l = Jumlah kalor laten dalam KJ atau Kkal
 M = Massa zat dalam Kg
 l = Kalor laten dalam KJ/kg atau Kkal/kg

Kalor yang diperlukan untuk mengubah zat padat menjadi zat cair disebut dengan kalor peleburan dan sebaliknya dinamakan dengan kalor pembekuan. Sedangkan kalor yang diperlukan untuk mengubah zat cair menjadi uap disebut kalor penguapan dan sebaliknya dinamakan kalor pengembunan.

Tabel 2. Kalor Lebur dan Kalor Uap pada Tekanan Satu Atmosfir

NAMA ZAT	MELEBUR/MEMBEKU			MENGUAP/MENGEMBUN		
	Titik lebur °C	Kalor lebur		Titik didih °C	Kalor uap	
		kcal/kg	Btu/lb		kcal/kg	Btu/lb
Air (H ₂ O)	—	—	—	100	539	970,4
Es	0	80,4	144	—	—	—
(Air) Raksa(Hg)	-39	3	5,4	361	71	127,2
Amonia (NH ₃)	-75	108	193,4	-33,3	327	565
R - 12(CCl ₂ F ₂)	-158			-29,8	39,47	71,0
R - 22(CHClF ₂)	-160			-40,8	55,81	100,5
R - 502				-45,5	41,2	76,0
Timbal(Pb)	327	5,9	10,6	1740	175	313,4
Timah(Sn)	232	14,6	26,1	2270		
Aluminium(Al)	660	96	171,9	2100		
Tembaga(Cu)	1083	49	87,7	2360	1750	3134
Seng(Zn)	420	28,1	50,3	907		
Emas(Au)	1063	12,6	22,6	2960		
Perak(Ag)	960	21	37,6	2210		
Besi(Fe)	1530	28	50,1	2735		

(Handoko K, halaman : 24)

Perlu diketahui bahwa besarnya kalor untuk melebur adalah sama dengan kalor untuk membeku dan besarnya kalor untuk menguap adalah juga sama dengan kalor untuk mengembun pada zat yang sama.

4. Perpindahan Panas

Perpindahan panas akan terjadi jika terdapat perbedaan suhu antara sumber panas dengan lingkungan dimana sumber panas itu ditempatkan. Perpindahan

kalor tersebut akan terus berlansung sampai tercapainya keseimbangan suhu antara sumber kalor dengan lingkungannya. Arah perpindahan kalor tersebut senantiasa dari tempat yang lebih tinggi suhunya ke tempat yang lebih rendah suhunya, kecuali kalau perpindahan kalor itu diatur sedemikian rupa sehingga perpindahan kalor dapat terjadi sebaliknya seperti yang terjadi pada lemari es atau pada sistem pengkondisian udara.

Perpindahan kalor dari suatu tempat ke tempat lainnya dapat terjadi melalui tiga cara, yaitu:

- a. Hantaran atau konduksi
- b. Pancaran atau radiasi
- c. Aliran atau konveksi

Untuk lebih jelasnya pada uraian berikut ini akan dijelaskan satu persatu cara perpindahan kalor itu.

- a. Perpindahan Panas Secara Hantaran atau Konduksi.

Perpindahan panas melalui suatu zat yang sama tanpa disertai perpindahan bagian-bagian dari zat itu disebut perpindahan panas secara hantaran atau konduksi. Misalnya jika sebatang logam salah satu ujungnya dipanasi dengan api dan ujung yang lainnya dipegang dengan tangan, maka tidak lama ujung logam yang kita pegang juga akan menjadi panas. Hal yang demikian dikatakan, bahwa panas mencapai ujung yang dingin itu dengan jalan hantaran melalui seluruh bahan batang logam itu.

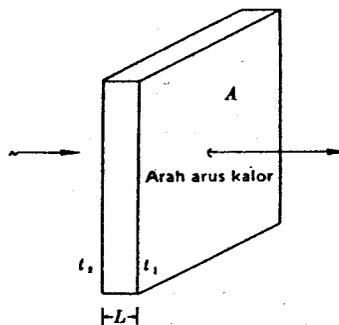
Penghantaran panas didalam suatu benda hanya mungkin terjadi jika pada benda tersebut terdapat perbedaan suhu. Jika suhu pada setiap titik dari benda tersebut telah konstan maka dikatakan bahwa benda tersebut berada dalam "keadaan setimbang" panas.

Jumlah pemindahan panas melalui cara konduksi untuk berbagai macam bahan tergantung dari:

- 1) Tebal bahan (L)
- 2) Luas penampang (A)
- 3) Perbedaan temperatur antara dua sisi benda (t)
- 4) Konduktifitas panas bahan (K)
- 5) Lamanya perpindahan panas terjadi

Berdasarkan percobaan terbukti, bahwa arus panas yang lewat melalui suatu bahan adalah berbanding lurus dengan luas permukaan A, berbanding dengan selisih suhu ($t_2 - t_1$), berbanding dengan konduktifitas K dan berbanding terbalik dengan tebal bahan L.

$$H = \frac{K A (t_2 - t_1)}{L}$$



Gambar 2-6. Penghantaran panas melalui kepingan bahan (Francis, halaman:375)

Jika hantaran panas terjadi pada dinding berlapis maka jumlah pemindahan panas yang terjadi pada satu satuan waktu adalah:

$$H = \frac{A (t_2 - t_1)}{\sum L/K}$$

Tabel 3. Konduktifitas Panas

	K (kal-cm/det-cm ² -C°)	K (Btu in/ft ² F°)
Logam:		
Aluminium	0,49	
Kuningan	0,26	
Tembaga merah	0,92	
Timah hitam	0,083	
Air raksa	0,020	
Perak	0,97	
Baja	0,12	
Berbagai bahan padat; (harga pukul rata)		
Batu bata tahan api	0,0025	8
Batu bata penyekat	0,00035	1
Batu bata merah	0,0015	4
Beton	0,002	6
Gabus	0,0001	0,3
Vilt	0,0001	0,3
Gelas	0,002	6
Es	0,004	12
Rock Wool	0,0001	0,3
Kayu	0,0003-0,0001	9-3
Gas:		
Udara	0,000057	
Argon	0,000039	
Helium	0,00034	
Hydrogen	0,00033	
Oksigen	0,000056	

(Francis, halaman : 377)

b. Perpindahan Panas Secara Pancaran atau Radiasi

Yang dimaksud dengan radiasi ialah pancaran atau emisi yang tidak putus-putus dari permukaan benda atau zat apa saja, dimana energi yang dipancarkan itu berwujud gelombang elektromagnetik. Kalau radiasi itu jatuh pada benda yang tidak dapat ditembusnya, maka gelombang tersebut akan diserap dan energinya berubah menjadi panas. Misalnya Radiasi dari sinar matahari yang kita rasakan panas sampai kekulit kita.

Menurut Josep Stefan (1835 - 1893), banyaknya energi yang terpancar dapat diungkapkan berdasarkan persamaan :

$$W = e\sigma T^4 \quad (\text{Hukum Stefan})$$

W berarti banyaknya pemancaran energi pancar per satuan luas dan dinyatakan dengan erg per detik persentimeter persegi ($\text{erg}/\text{dt}.\text{cm}^2$) atau sama dengan watt per meter persegi (watt/m^2). Dalam satuan c.g.s harga numerik bilangan konstan sama dengan $5,672 \times 10^{-5}$ dan dalam satuan m.k.s harganya sama dengan $5,672 \times 10^{-8}$. T adalah suhu permukaan benda dinyatakan dengan Kelvin (K) dan e ialah suatu besaran yang disebut daya pancar atau emissivity permukaan. Besarnya daya pancar terletak antara nol dan satu, bergantung pada sifat permukaan benda. Daya pancar e suatu benda hitam sempurna sama dengan satu. Daya pancar permukaan yang biasa dalam praktek adalah kurang dari satu.

Tiap benda memancarkan dan sekaligus menyerap energi, dimana jika ada benda yang lebih panas daripada keadaan sekelilingnya, maka energi yang dipancarkan lebih banyak daripada yang diserapnya dan hal ini juga berlaku sebaliknya. Benda yang mempunyai sifat penyerap panas yang baik adalah juga merupakan pemancar yang baik dan penyerap yang buruk ialah pemancar yang buruk pula. Tetapi karena setiap benda atau penyerap akan memantulkan energi pancar yang jatuh padanya, maka penyerap yang buruk adalah juga pemantul yang baik. Jadi pemantul yang baik itu adalah pemancar yang buruk.

c. Perpindahan Panas Secara Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi karena bahan panasnya sendiri yang berpindah/bergerak dan biasa terjadi pada zat cair dan gas.

Penambahan panas kepada zat cair atau gas dapat menurunkan berat jenis zat tersebut, sehingga zat cair yang lebih panas akan selalu berada dia-

tas zat cair yang dingin. Penambahan kalor secara terus menerus terhadap zat cair atau gas cenderung akan menyebabkan pusingan pada zat cair atau gas tersebut, seperti peristiwa terjadinya angin. Contoh yang dapat dilihat pada sistem pengkondisian udara adalah pada kondensor dan pada evaporator. Kondensor adalah alat untuk membuat kondensasi bahan pendingin gas dari kompresor dengan suhu dan tekanan tinggi. Suhu yang tinggi pada sirip-sirip kondensor ini akan dilepaskan ke udara yang mengalir pada sirip-sirip tersebut. Sedangkan pada evaporator terjadi sebaliknya, dimana panas dari udara yang mengalir diantara sirip-siripnya akan diserap, sehingga suhu udara yang keluar dari sirip-sirip evaporator akan menjadi lebih rendah dari suhu udara menjelang masuk.

Dari ketiga cara perpindahan kalor diatas, jelaslah bahwa pada pengkondisian udara perpindahan kalor terjadi pada penukar kalor yaitu pada kondensor dan evaporator, sehingga suhu dalam ruangan dapat dinaikan dan diturunkan.

C. Tekanan

Tekanan adalah merupakan ukuran intensitas gaya pada suatu luas permukaan atau besarnya gaya yang bekerja persatuan luas.

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Gaya tekan}}{\text{Luas bidang}}$$

Semua benda mempunyai tekanan, baik benda itu dalam wujud padat, cair ataupun gas. Pada benda padat keseluruhan berat benda itu menekan ke permukaan yang terkena kontak langsung, sedangkan pada cairan tekanannya berlansung pada keseluruhan bidang dimana zat cair itu ditempatkan.

1. Alat Ukur Tekanan

Ada dua jenis alat ukur yang biasa digunakan dalam mengukur tekanan yaitu Barometer dan Manometer. Barometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur tekanan udara atau tekanan atmosfer, sedangkan manometer biasa digunakan untuk mengukur tekanan uap air dalam ketel uap atau tekanan gas dalam suatu tabung.

Alat pengukur yang selalu digunakan pada teknik pendingin dan pengkondisian udara adalah manometer. Isi alat ukur ini adalah cairan, biasanya dipakai mercury (Hg), air atau oli sebagai indikasi berapa besarnya tekanan yang bekerja. Sebagai standar tekanan manometer adalah tekanan atmosfer pada permukaan air laut ditetapkan sebagai titik 0 (nol) dengan satuan kg/cm^2 atau psig. Titik 0 kg/cm^2 manometer akan sama dengan titik $1,033 \text{ kg/cm}^2$ pada barometer.

Dalam pengukuran dikenal tiga macam tekanan, yaitu:

a. Tekanan Manometer

Tekanan manometer adalah tekanan yang ditunjukkan oleh manometer. Satu atmosfer (atm) pada barometer (air) raksa akan sama dengan 0 kg/cm^2 pada manometer. Telah diketahui bahwa satu atmosfer sama dengan :

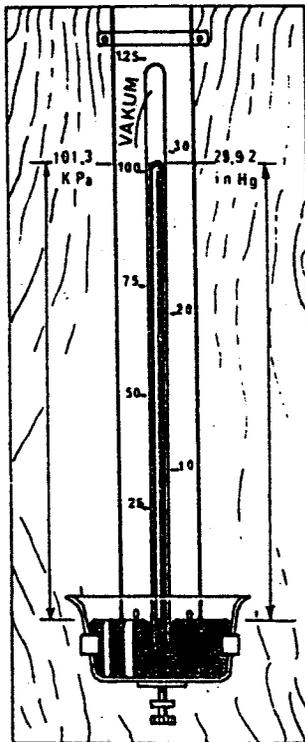
76 cm Hg pada 0°C
 1,033 kg/cm^2
 101325 N/m^2 (Pa)
 1,013 bar
 29,921 inch Hg pada 0°C
 14,696 psi

Kebanyakan hasil pengukuran dari manometer ini dinyatakan dengan Pag (Pascal Gauge) atau Psig (lb/square inch Gauge).

b. Tekanan Atmosfir:

Tekanan atmosfer (atm) adalah tekanan yang disebabkan oleh udara terhadap permukaan bumi. Besarnya tekanan atmosfer tidak tetap, tetapi bervariasi tergantung antara lain pada letak tempat yang diukur dari permukaan laut, jadi permukaan air laut dianggap sebagai titik nol. Faktor lainnya adalah perubahan temperatur dan jumlah kandungan uap air di udara.

Besarnya tekanan atmosfer dapat diukur dengan Barometer (air) raksa. Sebagai standar tekanan atmosfer diambil tekanan pada permukaan air laut, dimana 1 atmosfer (atm) pada Barometer (air) raksa tinggi 760 mm = 29,92 inci.



Gambar 2-7. Barometer (air) Raksa (Handoko K, halaman: 30)

Semakin tinggi letak suatu tempat dari permukaan air laut semakin rendah tekanan atmosfer pada tempat tersebut. Hal tersebut disebabkan karena menipisnya lapisan udara pada tempat itu sehingga berat udara yang menekan ikut berkurang. Setiap kenaikan 10 meter dari permukaan air laut, tekanan yang ditunjukkan barometer akan turun rata-rata 1 mm. Umpamakan puncak sebuah gunung yang mempunyai ketinggian 5000 meter; pada ketinggian tersebut barometer akan menunjukkan tekanan 260 mm (760 mm - 500 mm). Sebaliknya jika letak suatu tempat lebih rendah dari permukaan air laut, maka tekanan yang terbaca pada barometer akan lebih besar.

c. Tekanan Mutlak

Tekanan mutlak disebut juga dengan tekanan absolut atau tekanan yang sesungguhnya. Besarnya tekanan absolut adalah sama dengan jumlah tekanan yang ditunjukkan manometer dan tekanan barometer. Besarnya tekanan mutlak biasa dinyatakan dalam satuan psia (lb/in^2 absolut), Pascal (pa) dan dalam satuan N/m^2 .

Titik 0 pada tekanan mutlak adalah vakum 100 persen atau tidak ada tekanan sama sekali = 0 Pa = 0 psia. Tekanan 1 atmosfer akan sama dengan $1,033 \text{ kg/cm}^2 = 14,7 \text{ psia} = 101,3 \text{ Pascal}$.

2. Hubungan Tekanan dengan Temperatur

Makin rendah tekanan pada permukaan cairan, makin rendah titik didih cairan itu. Hal inipun berlaku untuk bahan pendingin di dalam evaporator. Makin rendah tekanan di atas permukaan bahan pendingin, makin rendah titik didihnya, sehingga suhu evaporator menjadi lebih rendah.

Pada percobaan telah dibuktikan bahwa air yang diturunkan tekanannya akan lebih cepat menguap. Proses sejenis juga bisa dibuktikan dengan titik didih air (air mulai menguap). Pada ketinggian tertentu (di atas gunung) air lebih cepat menguap dibandingkan di atas permukaan laut. Disini terlihat bahwa penurunan tekanan akan mempercepat penguapan dan penguapan menyebabkan penyerapan panas, sehingga suhu udara yang mempunyai tekanan rendah akan kita rasakan lebih rendah jika kita bandingkan dengan suhu udara yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi.

Proses kenaikan dan penurunan tekanan seperti di atas berlangsung secara alami. Agar proses tersebut dapat diterapkan pada sistem pengkondisian udara, maka sistem pengkondisian udara harus terdiri dari bagian-bagian yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tekanan supaya penguapan dan penyerapan panas dapat berlangsung.

Uraian mengenai cara kerja yang lebih terperinci dari sistem pengkondisian udara akan dijelaskan pada bab berikutnya, dimana bahasannya lebih dititik beratkan kepada sistem pengkondisian udara yang biasa digunakan pada mobil.

BAB III
PENGKONDISIAN UDARA PADA MOBIL

A. Tujuan Pemasangan Sistim Pengkondisian Udara Pada Mobil

Tujuan pemasangan sistim pengkondisian udara pada mobil adalah untuk memberikan rasa nyaman kepada penumpang mobil tersebut, sehingga kelelahan penumpang dalam menempuh suatu perjalanan dapat dikurangi. Disamping tujuan tersebut diatas, pemasangan sistim pengkondisian udara juga dapat berfungsi sebagai alat untuk menghilangkan kondensasi yang terdapat pada kaca disaat hujan agar penglihatan penumpang terutama sopir tidak terhalang dalam mengemudikan kendaraan.

B. Sistim Pengkondisian Udara yang Digunakan Pada Mobil

Sistim pengkondisian udara ada beberapa jenis seperti berikut ini:

1. Sistim kompresor
2. Sistim penyerapan
3. Sistim penyemprotan uap
4. Sistim refrigerasi thermo-electro

Sistim pengkondisian udara yang digunakan pada mobil adalah jenis sistim kompresor karena sistim lainnya tidak memenuhi kondisi yang diharapkan; antara lain ukuran instalsinya terlalu besar, terlalu berat bobotnya dan terlalu mahal harganya.

1. Sistim Kompresor

Komponen utama sistim ini terdiri dari kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Prinsip dan cara kerja sistim ini akan dijelaskan pada uraian berikutnya.

2. Sistim Penyerapan

Sistim penyerapan terdiri dari pompa, alat penguapan, kondensor, katup ekspansi, evaporator dan alat penyekapan.

Pada sistim penyerapan ini fluida pendingin dialirkan ke alat penguapan melalui pompa. Apabila alat penguapan yang berisi fluida pendingin dipanaskan, maka terbentuklah gas yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi. Selanjutnya gas tersebut mengalir ke kondensor dan disini didinginkan melalui sirip-sirip kondensor sehingga berubah bentuk menjadi cairan yang bersuhu rendah dan bertekanan tinggi. Melalui katup ekspansi cairan pendingin masuk ke evaporator, dimana pada katup ekspansi terjadi penurunan tekanan cairan sehingga didalam evaporator terjadi penguapan. Melalui penguapan tersebut terjadi pengambilan panas dari udara disekeliling evaporator; akibatnya udara yang berada disekeliling evaporator menjadi dingin. Dari evaporator uap/gas ini diserap oleh alat penyekapan dan berubah menjadi cairan. Dan dari sini dipompakan lagi ke alat penguapan sehingga didalam sistim pengkondisian udara yang memakai sistim penyerapan ini terjadi sirkulasi dan penyerapan panas secara berulang-ulang.

3. Sistim Penyemprotan Uap

Sama halnya dengan sistim penyerapan, dengan alat penguapan yang dipanaskan menghasilkan uap zat pendingin yang tinggi suhu dan tekanannya. Uap yang dihasilkan dari alat penguapan tersebut disemprot didalam ejektor dan uap yang ditiup dengan penyemprotan tersebut disalurkan ke klep ekspansi untuk menyalurkan zat pendingin yang sudah berubah menjadi cair kedalam evaporator.

4. Sistim Refrigerasi Thermo-Electro

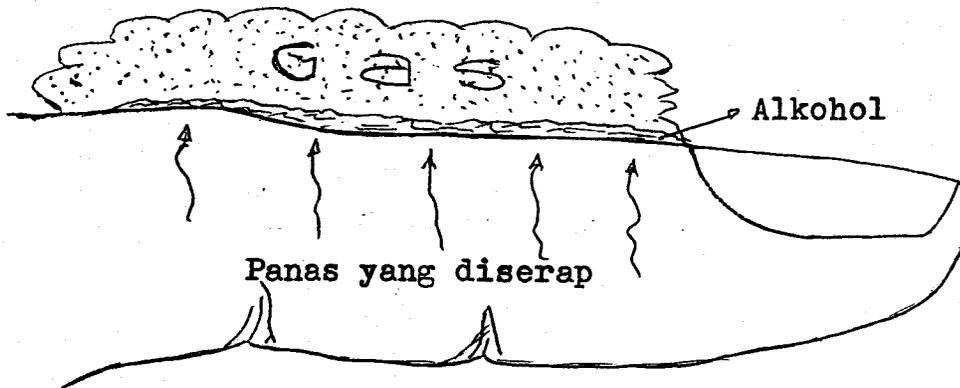
Pada tahun 1834 Veltie menemukan sifat elektro yang menyerap panas. Dengan dua jenis logam yang berlainan kandungan zatnya, masing-masing dibuat saluran arus listrik. Apabila kita mengalirkan arus listrik searah (DC) ke saluran tersebut, maka pada satu tempat sambungan kedua logam tersebut terjadi penyerapan panas dari udara disekitarnya. Sedangkan pada sisi lainnya dari tempat sambungan tersebut terjadi pelepasan panas ke udara. Sifat elektro demikian dimanfaatkan dalam sistim refrigerasi thermo-electro.

C. Prinsip Kerja Sistim Pengkondisian Udara

Pada percobaan telah dibuktikan, bahwa air atau bensin jika diturunkan tekanannya akan lebih cepat menguap. Hal tersebut dapat kita lihat dengan titik didih air (air mulai menguap). Pada ketinggian tertentu di atas gunung, air lebih cepat menguap dibandingkan di atas permukaan laut dengan tekanan 1 atm, sedangkan di atas gunung tekanannya kurang dari 1 atm. Akibatnya kita akan merasakan bahwa udara dipergunungan lebih rendah temperaturnya jika dibandingkan dengan udara di pantai.

Secara sederhana kita juga dapat merasakan rasa dingin pada kulit kita jika meneteskan alkohol pada permukaan kulit kita. Yang menyebabkan rasa dingin itu adalah karena ketika alkohol menguap (perubahan fase dari cair ke gas) dari permukaan kulit, uap alkohol ikut menarik panas laten yang terdapat pada kulit. Demikian pula jika kita menyemprotkan air pada permukaan halaman yang permukaannya menjadi panas karena lama disoroti sinar matahari. Beberapa saat setelah air disemprotkan akan dirasakan hawa pada halaman tersebut menjadi agak sejuk. Keadaan ini di-

sebabkan juga karena air yang disiramkan tersebut menguap sehingga panas laten yang terdapat pada permukaan tanah ikut terbawah. Peristiwa yang demikian adalah merupakan azas yang dipraktekan dalam sistim pengkondisian udara.



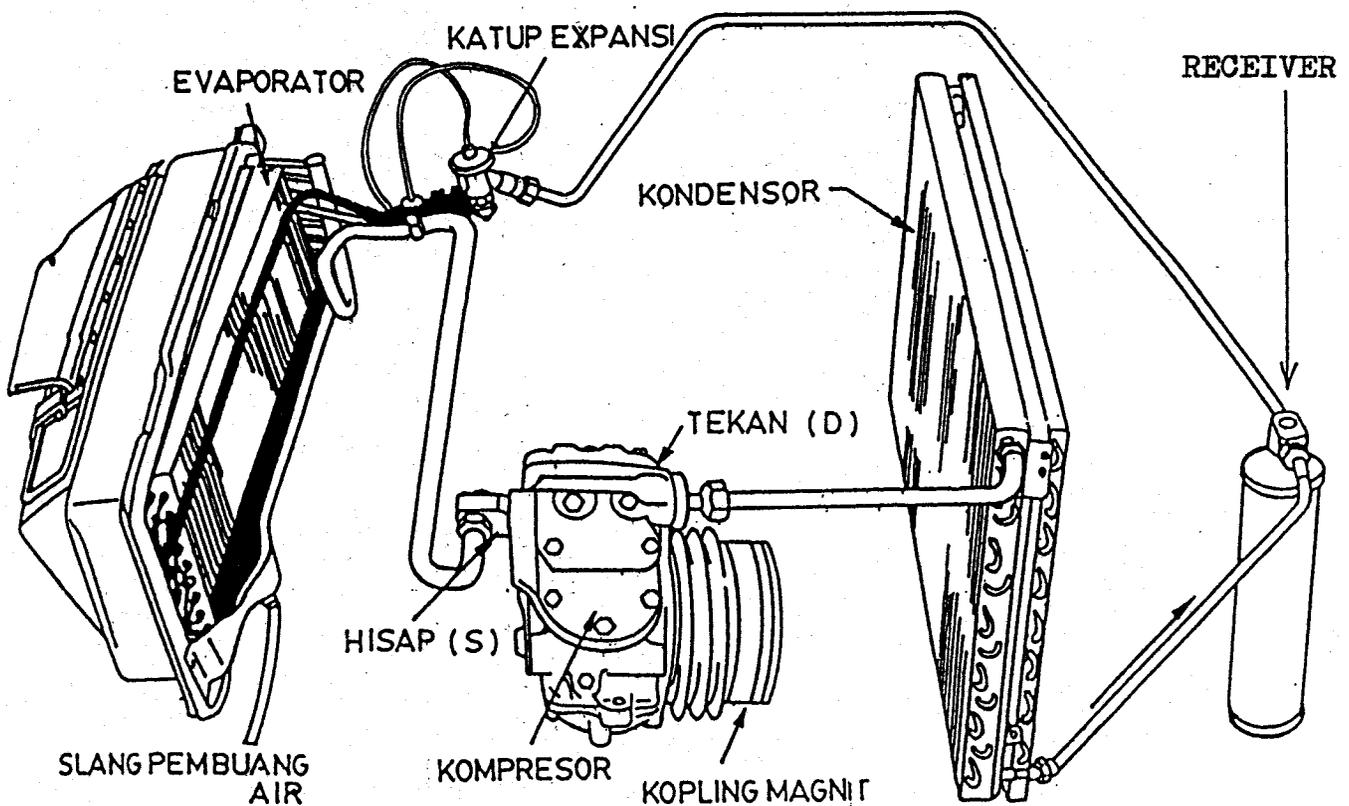
Gambar 3-1. Penyerapan panas laten dari permukaan kulit oleh uap alkohol

D. Cara Kerja Sistim Pengkondisian Udara

Dalam pengkondisian udara, penyerapan dan pembuangan panas oleh fluida pendingin berlangsung dalam suatu siklus tertutup sehingga fluida pendingin (refrijeran) dapat dipakai berulang-ulang. Sistim pengkondisian udara yang umum dipakai terdiri dari beberapa komponen yaitu: kompresor, kondensor, receiver, katup ekspansi dan evaporator. Komponen-komponen tersebut merupakan rangkaian yang dihubungkan dengan pipa tembaga dan slang karet. Didalam komponen-komponen tersebut mengalir zat pendingin yang disebut dengan refrijeran.

Disaat sistim pengkondisian udara bekerja, refrijeran mengalami perubahan agregasi benda sebagai berikut: refrijeran yang masuk ke kompresor adalah berupa gas yang suhu dan tekanannya rendah dan keluar menuju kondensor berupa gas yang suhu dan tekanannya

tinggi. Pada kondensor refrijeran ini didinginkan, dan keluar menuju receiver dalam bentuk cairan tak sempurna yang suhu dan tekanannya tinggi. Didalam receiver terjadi pemisahan kotoran dan kadar air dari cairan refrijeran tersebut sehingga refrijeran yang keluar dari sini benar-benar sudah merupakan cairan sempurna yang suhu dan tekanannya tinggi. Refrijeran cair yang bertekanan dan bertemperatur tinggi ini masuk ke expansion valve dan keluar berupa kabut dimana suhu dan tekanannya menjadi rendah. Dan terakhir kabut refrijeran ini berubah menjadi gas didalam evaporator. Perubahan wujud dari refrijeran ini menyebabkan turunnya temperatur evaporator dan selanjutnya evaporator akan menyerap panas dari lingkungannya sehingga temperatur disekitarnya menjadi lebih rendah. Dari evaporator refrijeran kembali lagi ke kompresor dan begitulah seterusnya proses pendinginan terjadi berulang-ulang.



Gambar 3-2. Komponen-komponen sistem pengkondisian udara pada mobil (Ulrich, halaman : 1)

E. Komponen-Komponen Sistem Pengkondisian Udara

1. Kompresor

Fungsi kompresor pada sistem pengkondisian udara adalah untuk:

- a. Memberikan tekanan pada refrijeran agar dapat bersirkulasi dalam sistem sehingga memungkinkan refrijeran dapat dipakai secara berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama, dan ini merupakan suatu penghematan secara ekonomis. Andai kata kita menyalurkan gas refrijeran tanpa kompresor langsung ke evaporator untuk menarik panas dari ruangan mobil; barangkali keadaan yang demikian mungkin dapat mendinginkan ruangan tersebut. Tetapi jika isi tabung refrijeran sudah habis tentu kita harus mengisinya kembali dengan refrijeran yang baru agar proses pendinginan terus berlansung. Keadaan yang demikian jelas akan menyebabkan biaya pengkondisian udara menjadi sangat mahal.
- b. Untuk menaikkan temperatur uap refrijeran sampai mencapai titik saturation-nya; titik tersebut lebih tinggi daripada temperatur medium pendinginnya.

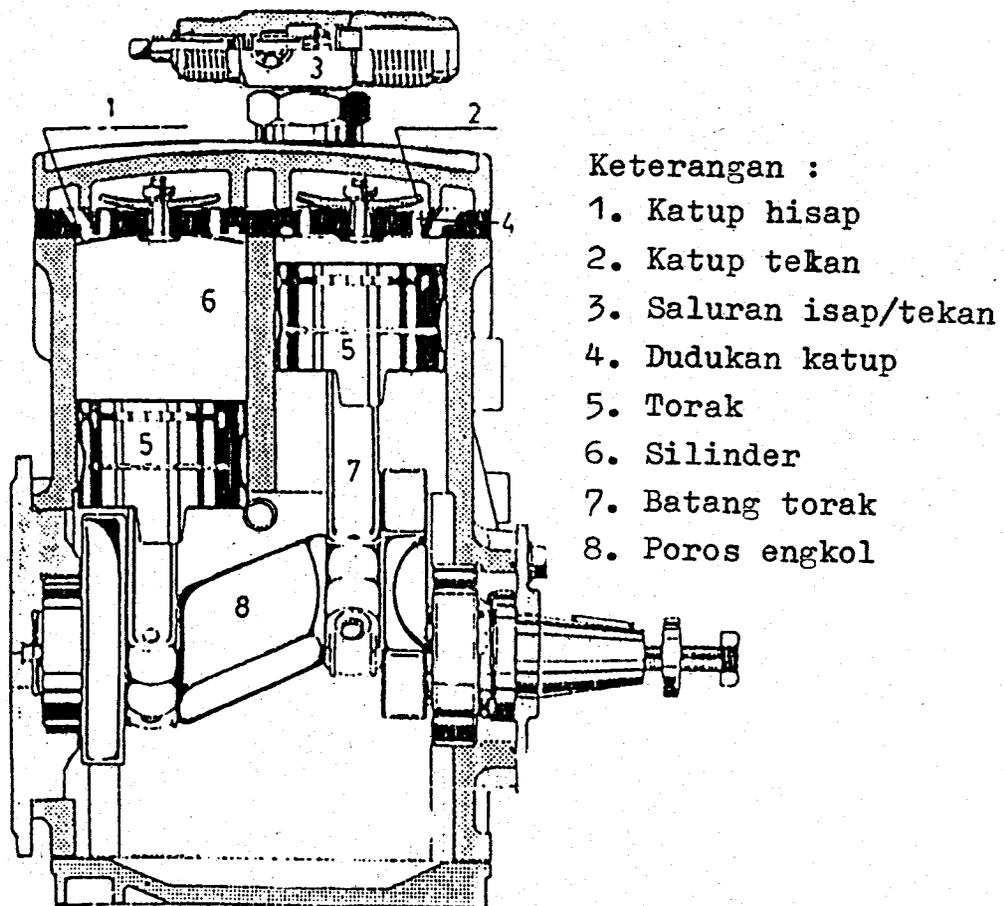
Pada kompresor, energi mekanik pada motor penggerak dirubah menjadi energi pneumatis oleh kompresor, sehingga zat pendingin dapat bersirkulasi didalam instalasi sistem pengkondisian udara. Secara umum kompresor dibagi dalam 3 kelompok besar yaitu:

- a. Kompresor model torak
- b. Kompresor model rotari
- c. Kompresor model sentrifugal

a. Kompresor model torak

Kompresor model torak ini terdiri dari beberapa bentuk gerak torak, yaitu: tegak lurus, memanjang, aksial, radial dan menyudut (V).

1) Kompresor torak gerak tegak lurus



Keterangan :

1. Katup hisap
2. Katup tekan
3. Saluran isap/tekan
4. Dudukan katup
5. Torak
6. Silinder
7. Batang torak
8. Poros engkol

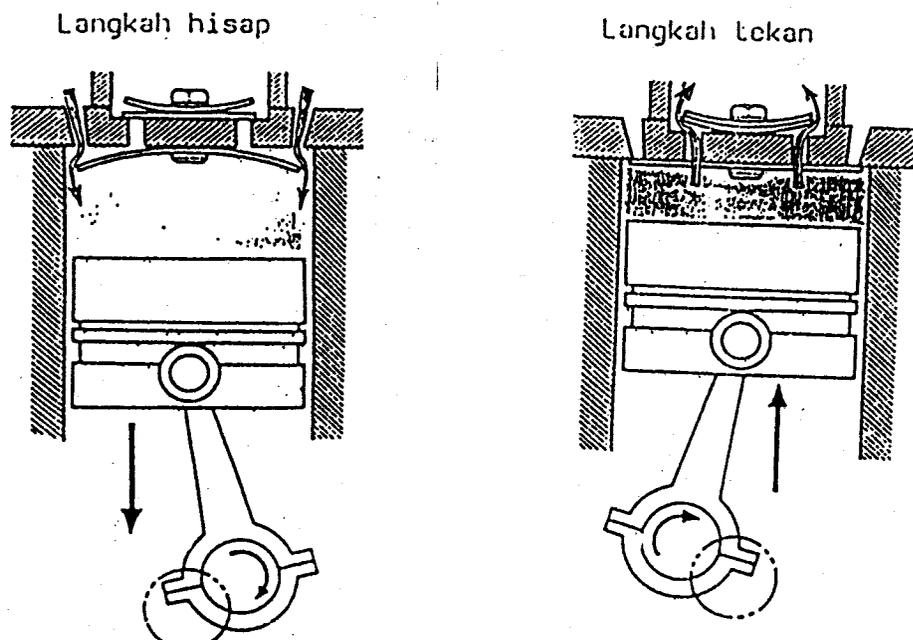
Gambar 3-3. Kompresor torak gerak tegak lurus
(Ulrich, halaman: 1)

Cara kerja:

Pada waktu torak bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah maka didalam silinder terjadi kevakuman, sehingga tekanan refrigeran pada bagian atas katup masuk akan mendorong katup masuk kebawah dan mengalirlah refrigeran kedalam

ruang silinder. Setelah torak sampai ke titik mati bawah dan tekanan refrigeran tidak mampu lagi mendorong katup masuk kebawah, maka terhentilah pemasukan gas refrigeran ke dalam ruang silinder.

Pada saat torak bergerak keatas tekanan pada gas refrigeran didalam silinder naik sedikit demi sedikit sesuai dengan pergerakan torak keatas. Akibat daya dorong torak keatas, maka uap refrigeran jadi terkompresikan sehingga sanggup mendorong katup keluar kearah atas. Akibatnya mengalirlah gas refrigeran itu ke kondensor pada tekanan dan temperatur yang tinggi.

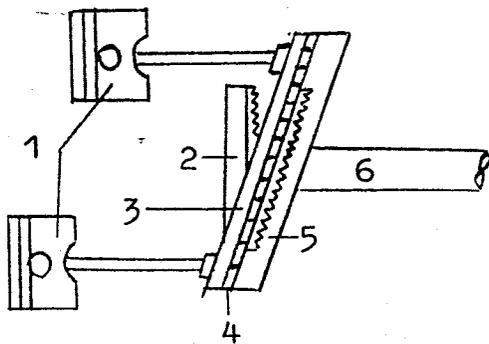
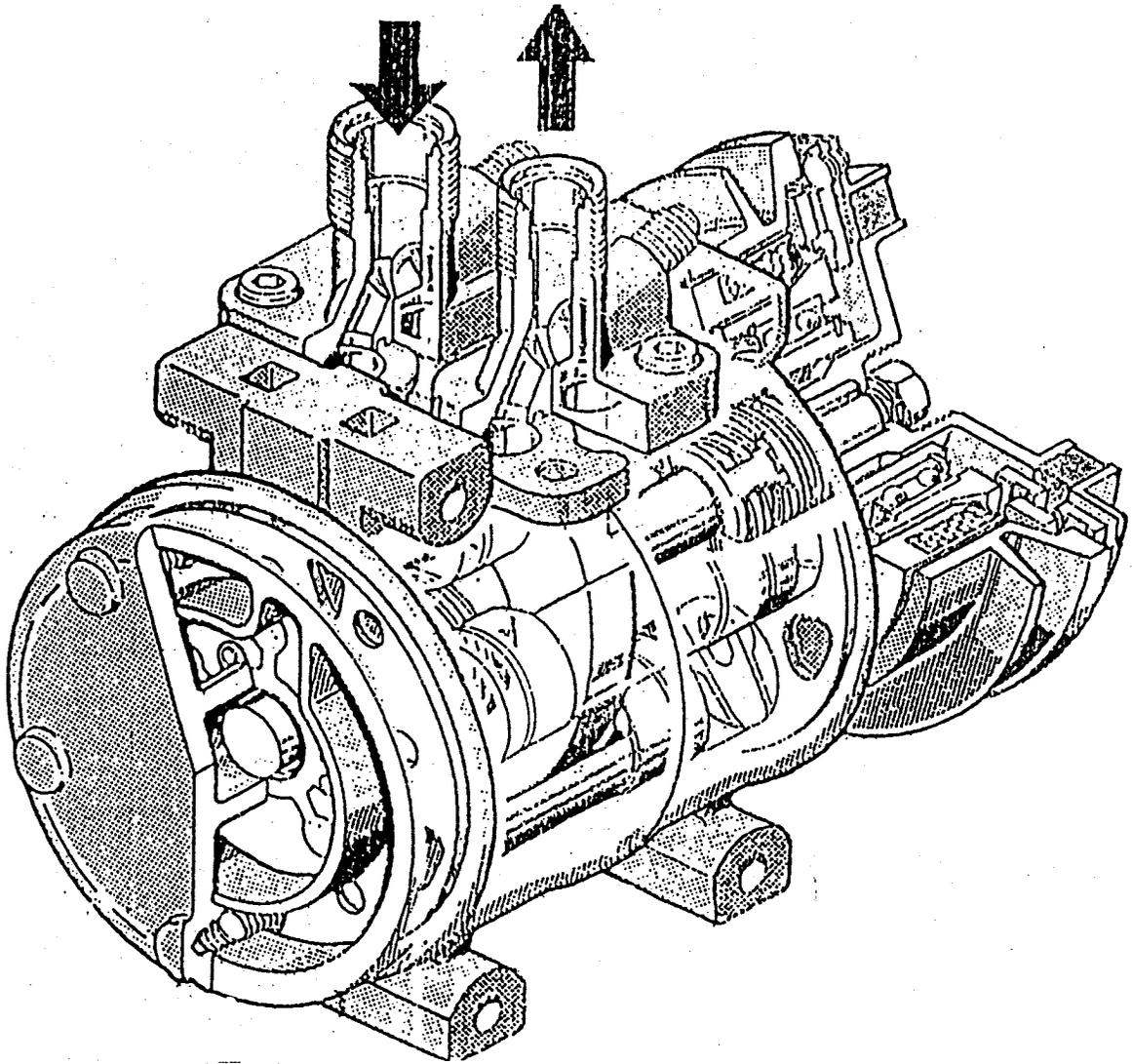


Gambar 3-4. Cara kerja kompresor
(Ulrich, halaman: 2)

2) Kompresor torak gerak memanjang

Pada jenis kompresor ini pergerakan toraknya sejajar dengan poros penggerak kompresor. Model ini akan terlihat diameternya lebih kecil dan badan ti-

dak terlalu panjang.

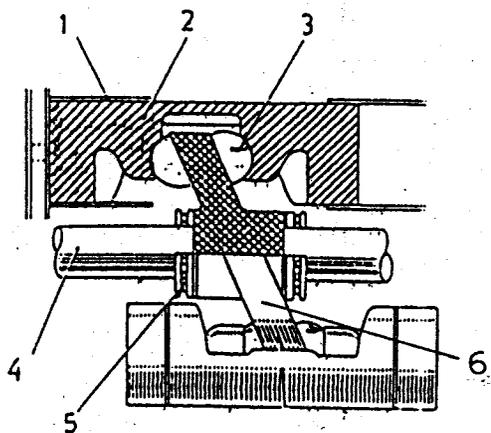
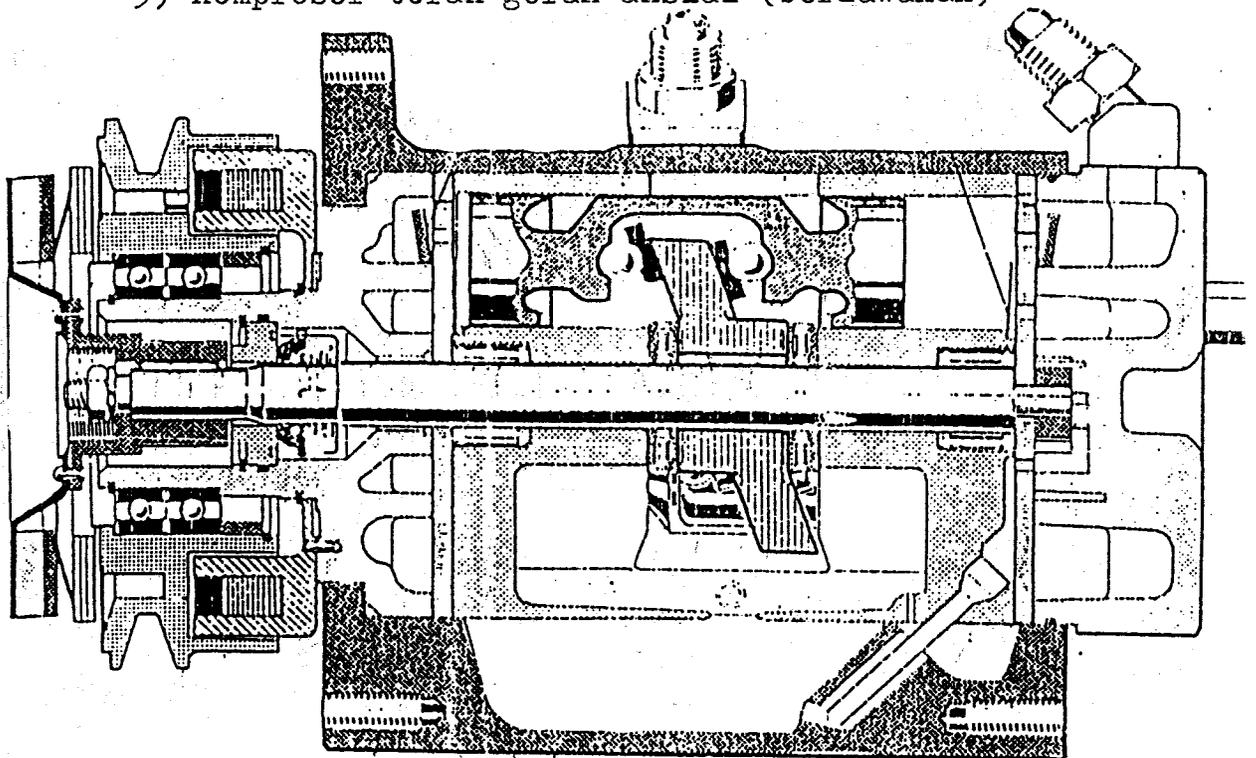


Keterangan :

1. Torak
2. Roda gigi gerak putar
3. Piring dudukan goyang
4. Bantalan piring
5. Roda gigi gerak putar dan goyang
6. Poros Kompresor

Gambar 3-5. Kontruksi kompresor torak gerak memanjang (ulrich, halaman: 3)

3) Kompresor torak gerak aksial (berlawanan)

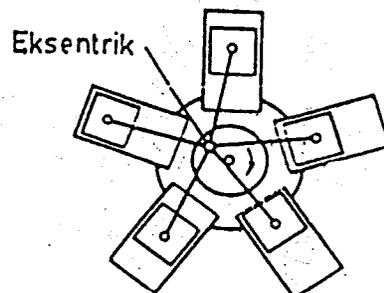
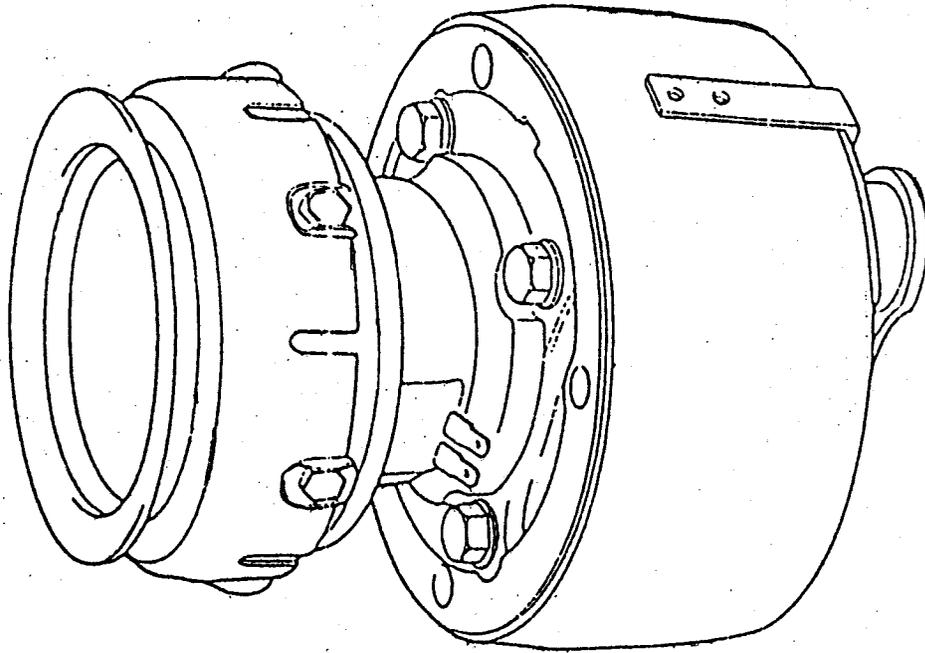


1. Silinder
2. Torak
3. Bola baja
4. Poros
5. Bantalan
6. Piring goyang

Gambar 3-6. Konstruksi kompresor torak gerak aksial (Ulrich, halaman: 4)

Dengan mekanisme piring goyang gerakan torak dapat diatur berlawanan. Kompresor ini cocok untuk dipasang pada mobil yang mempunyai ruang mesin yang sempit, tetapi cukup besar untuk ruang yang memanjang.

4) Kompresor torak gerak radial

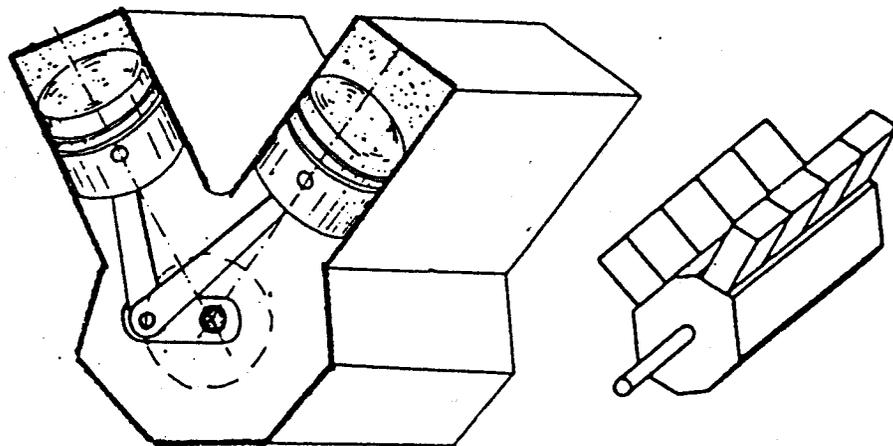


Gambar 3-7. Kompresor torak gerak radial
(Ulrich, halaman: 5)

Kompresor jenis ini mempunyai banyak torak. Pada bagian ujung batang torak (conecting rod) dipasang sebuah poros eksentrik sehingga gerakkan torak didalam silinder dapat menuju ke arah diameter luar dari kompresor.

5) Kompresor gerak torak menyudut.

Dengan susunan ini bangunan kompresor menjadi lebih pendek; jadi menghemat ruangan dan memperkecil bobot. Selain itu, poros engkol lebih kaku dan getarannya berkurang, karena tiap pena engkol dipegang oleh dua batang penggerak, disamping ongkos pembuatannya juga menjadi lebih rendah.



Gambar 3-8. Konstruksi kompresor gerak torak menyudut (BM Surbhakty, halaman: 54)

Keuntungan kompresor model torak:

- 1) Dapat dipakai untuk segala jenis sistem pengkondisian udara (dari kapasitas kecil sampai yang lebih besar)
- 2) Konstruksi lebih tahan lama

Kerugian:

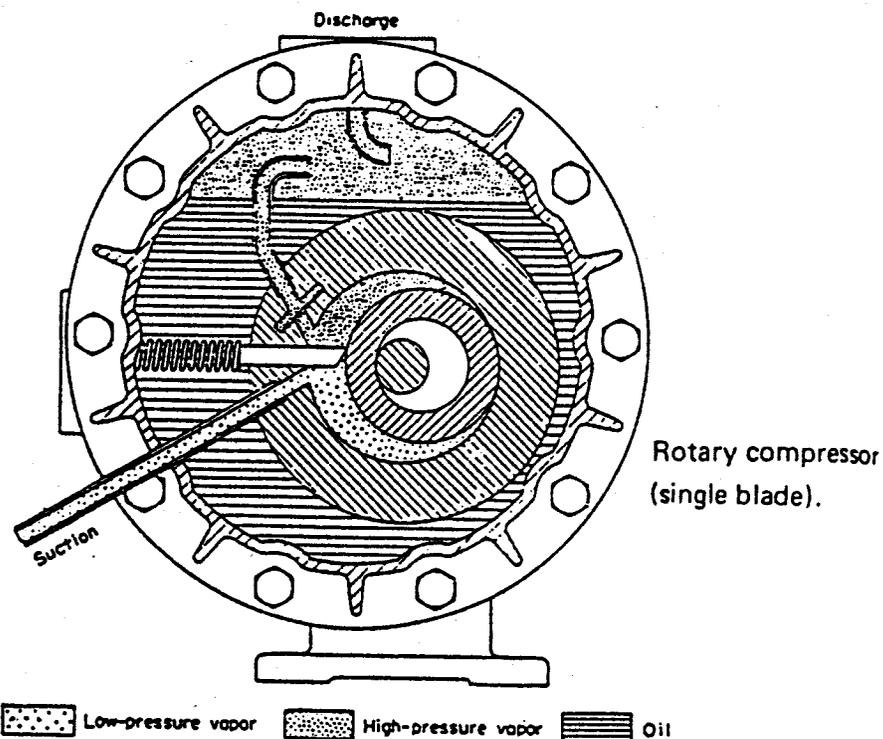
- 1) Moment putar tidak rata, sehingga kejutan/getaran lebih besar
- 2) Bentuk dan konstruksi lebih besar

b. Kompresor model rotari

Kompresor model rotari ada dua macam:

- 1) Daun pisau tetap (stationary blade atau roller type)
- 2) Daun pisau berputar (rotari blade atau vane type)

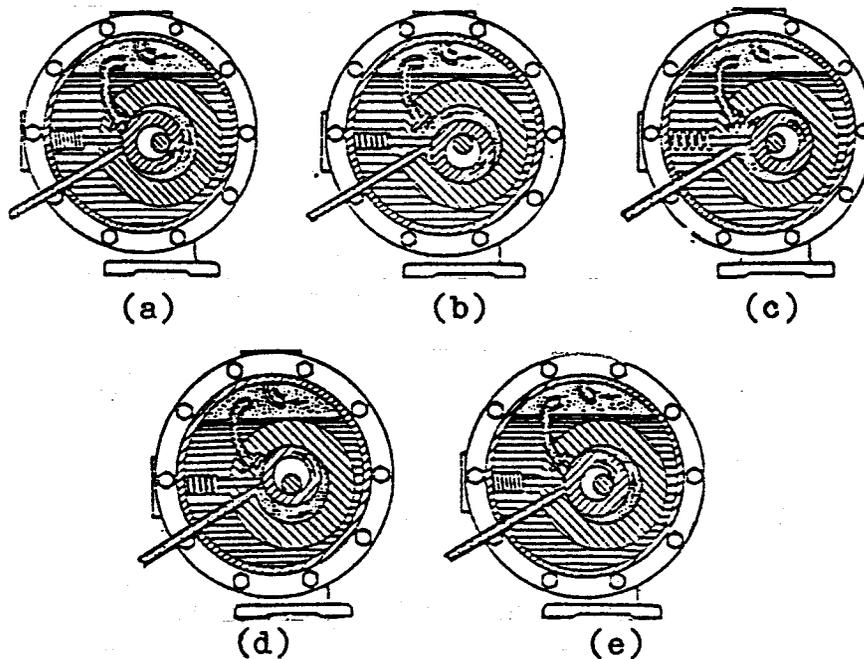
Kompresor rotari dengan daun pisau tetap terdiri dari beberapa komponen seperti yang terlihat pada gambar 3-8.



Gambar 3-9. Kompresor rotari dengan daun pisau tetap (Ricky Gunawan, halaman:154)

Roler berputar pada ujung poros rotor yang tidak sepusat (eksentrik). Roller dan poros berputar dalam rumah yang bentuknya silindris yang berfungsi sebagai silinder. Oleh karena poros tidak sepusat dengan roller, maka pergerakan dari roller menjadi tidak sepusat juga sehingga menyinggung bagian dalam dinding silinder pada sa-

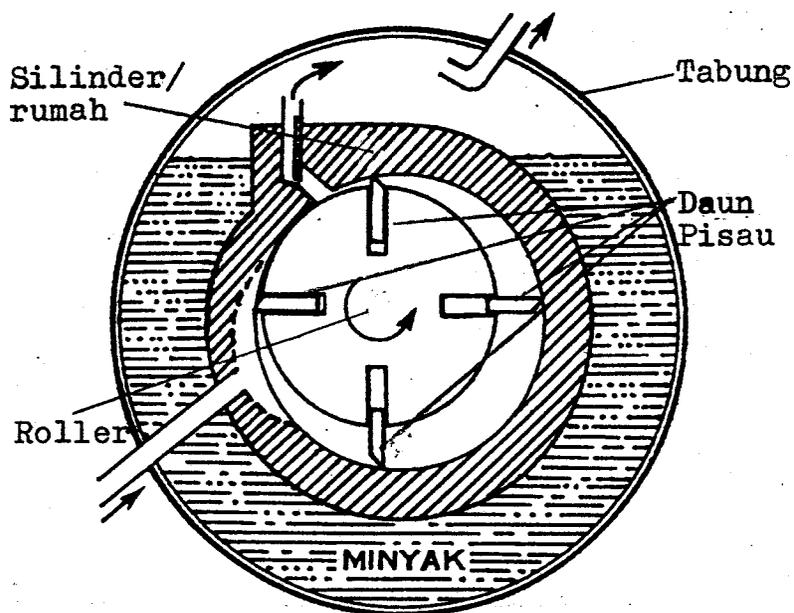
tu garis. Jika poros berputar, roller juga ikut berputar pada bagian dalam dari silinder tersebut.



Keterangan : (a) Saat mulai bekerja
 (b) Langkah pemasukan
 (c) Langkah pemasukan setengah jalan
 (d) Langkah Kompresi
 (e) Langkah pengeluaran dan pemasukan selesai

Gambar 3-10. Cara kerja kompresor rotari dengan daun pisau tetap (Ricky Gunawan, halaman: 154)

Jenis kedua dari kompresor rotari adalah jenis pisau berputar (rotari blade/vane type), dimana rotor terdiri dari dua daun pisau. Langkah hisap terjadi saat katup masuk mulai terbuka dan berakhir setelah katup masuk tertutup. Saat katup masuk sudah tertutup, berarti awal dari langkah tekan dan akan berakhir sampai katup pengeluaran terbuka. Sedangkan pada katup masuk secara bersamaan sudah terjadi langkah hisap. Kejadian ini berlangsung terus secara berulang-ulang.



Gambar 3-12. Kompresor Rotari dengan Daun Pisau Berputar (Handoko K, Halaman: 79)

Keuntungan kompresor rotari:

- 1) Bentuknya kompak, kecil dan sederhana
- 2) Tekanannya rata dan tidak berisik
- 3) Getarannya kecil

Kerugian kompresor rotari:

- 1) Jika terjadi kerusakan sukar untuk diperbaiki
- 2) Pembuatannya lebih sukar
- 3) Harganya lebih mahal

c. Kompresor sentrifugal

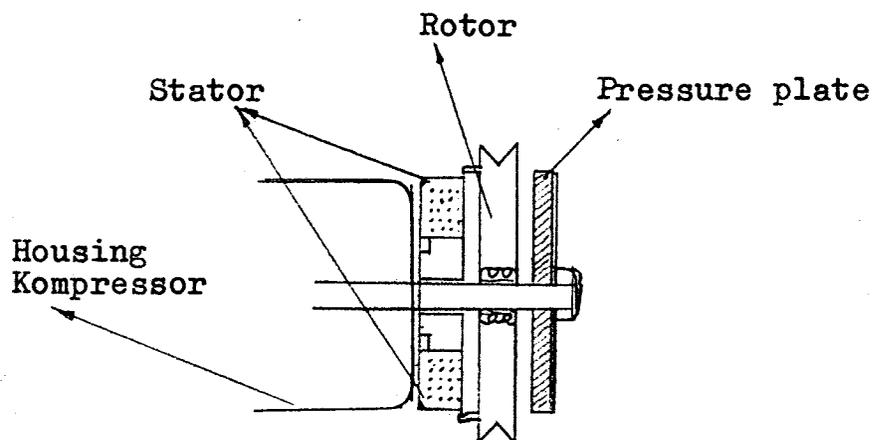
Kompresor ini mengkompresikan uap refrigeran dengan aksi sentrifugal. Impeller (sudu pendorong) berputar cepat dan menyebabkan uap terhisap masuk diantara sudu pendorong dan keluar lagi dari impeller dengan kecepatan tinggi. Jika perbedaan tekanan yang diperlukan demikian besar, maka kompresor harus dibuat dalam beberapa tingkat. Hasil yang keluar dari tingkat ke 1 merupakan masukan di tingkat ke 2 dan seterusnya.

2. Kopling Magnet

Pada sistem pengkondisian udara yang biasa digunakan pada mobil, kompresornya diputar dengan tenaga putaran mesin mobil tersebut, dimana tenaga putaran mesin dipindahkan ke pulli pada kompresor melalui V-belt. Untuk menghindari agar kompresor tidak ikut berputar disaat mesin mobil hidup dan sistem pengkondisian udara tidak sedang dijalankan maka pada kompresor perlu dilengkapi dengan sebuah alat yang dapat memutuskan dan menghubungkan putaran mesin ke kompresor. Alat ini dinamakan dengan kopling magnet (magnetic clutch).

Sebagaimana terlihat pada gambar 3-11, kopling magnet tersebut terdiri dari:

- a. Stator, yang berupa gulungan kawat yang dipasang mati pada rumah kompresor.
- b. Rotor, yang berhubungan dengan crank shaft mesin dengan perantaraan V-belt.
- c. Pressure plate, yang dipasang mati pada crank shaft kompresor.



Gambar 3-12. Konstruksi kopling magnet
(Nippondenso, halaman: 26)

Cara kerja kopling magnet:

Berdasarkan prinsip elektro magnet, jika suatu gulungan kawat yang berisolasi dilalui arus listrik searah (DC), maka pada inti gulungan tersebut timbul tenaga magnet. Demikian juga halnya dengan stator pada kopling magnet ini, dimana jika stator dialiri dengan arus listrik dari baterai maka pada inti besi stator akan terjadi medan magnet. Kekuatan dari medan magnet ini mengakibatkan pressure plate tertarik dan terhubung dengan rotor sehingga kompresor diputar oleh mesin melalui V-belt. Kemudian pada saat arus listrik diputuskan ke stator, kemagnetan pada inti stator menjadi hilang, sehingga tarikan pada pressure plate juga hilang. Dengan adanya pegas pengembali pada pressure plate, pressure plate akan kembali pada keadaan semula. Pada keadaan ini kompresor tidak bekerja walaupun mesin mobil dalam keadaan hidup.

3. Kondensor

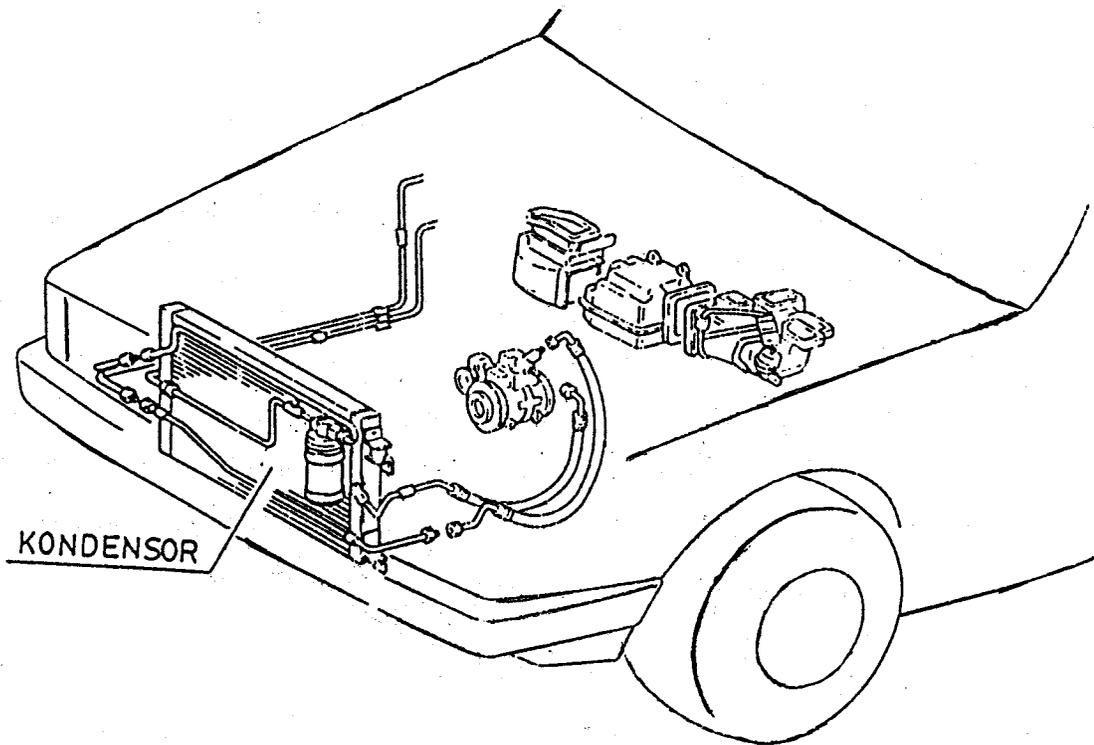
Fungsi kondensor ialah menarik panas dari gas refrigeran yang menjadi tinggi suhu dan tekanannya karena dimampatkan oleh kompresor, sehingga merubah keadaan gas menjadi cair.

Kondensor dibagi atas tiga jenis, yaitu:

- a. Jenis berpendinginan udara (air cooled)
- b. Jenis berpendinginan air (water cooled)
- c. Jenis campuran (evaporative)

Untuk sistem pengkondisian udara yang digunakan pada mobil, jenis kondensor yang digunakan adalah jenis kondensor yang berpendinginan udara. Supaya kondensasi dari zat pendingin lebih sempurna, maka pemasangan dari kondensor perlu diperhatikan. Pemasangannya harus pada tempat yang lancar sirkulasi

udaranya. Biasanya pada mobil kondensor ditempatkan didepan radiator supaya disaat mobil berjalan aliran udara diantara sirip-sirip kondensor dapat mengalir dengan lancar.

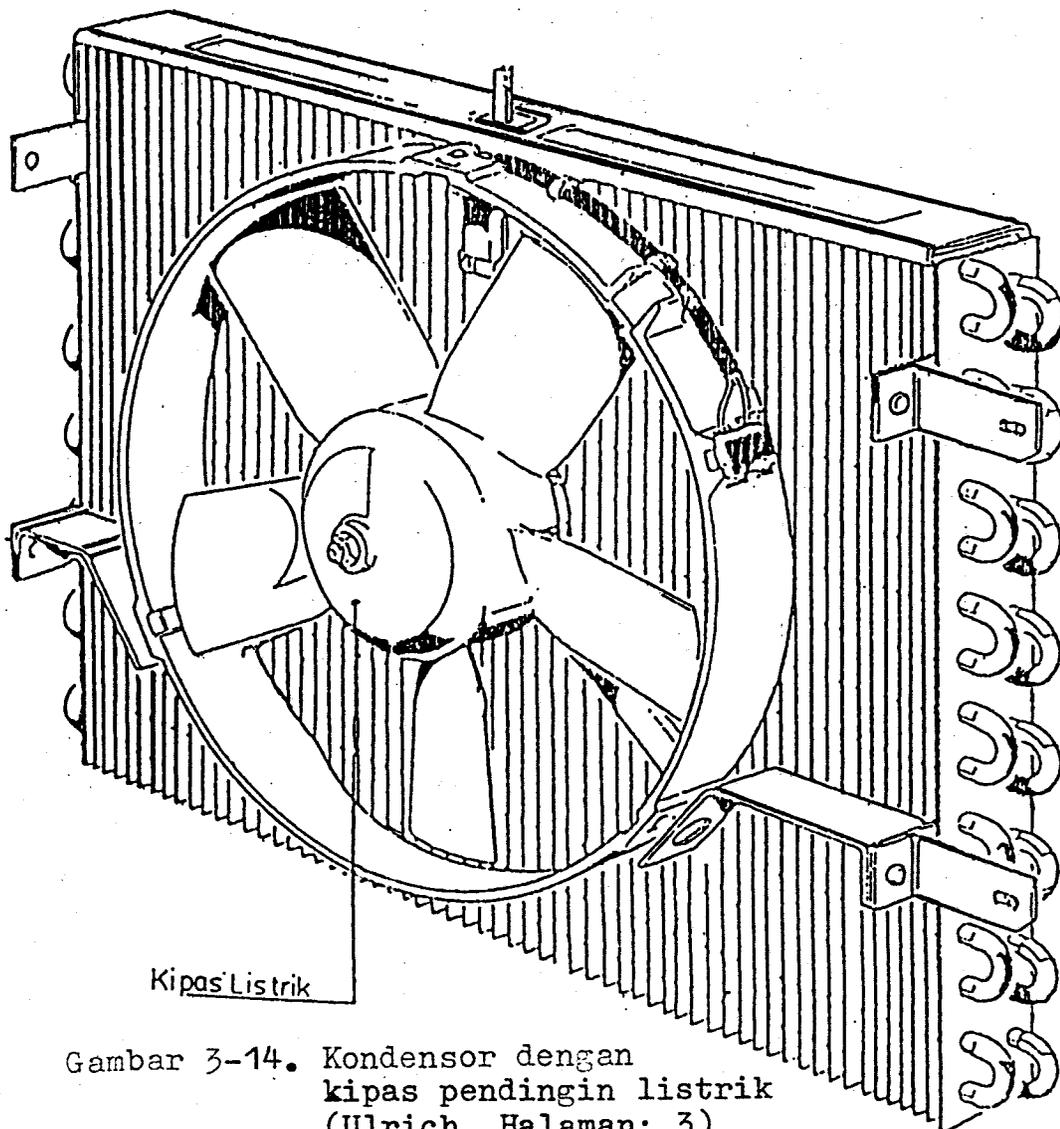


Gambar 3-13. Kondensor terpasang dibagian depan mobil (Ulrich, halaman: 2)

Karena besar kecilnya panas yang dilepaskan oleh kondensor mempengaruhi efek pendinginan pada sistem pengkondisian udara, maka pada umumnya kondensor dilengkapi dengan kipas pendingin. Kipas pendingin tersebut ada yang digerakkan langsung oleh mesin dan ada pula yang digerakkan dengan motor listrik.

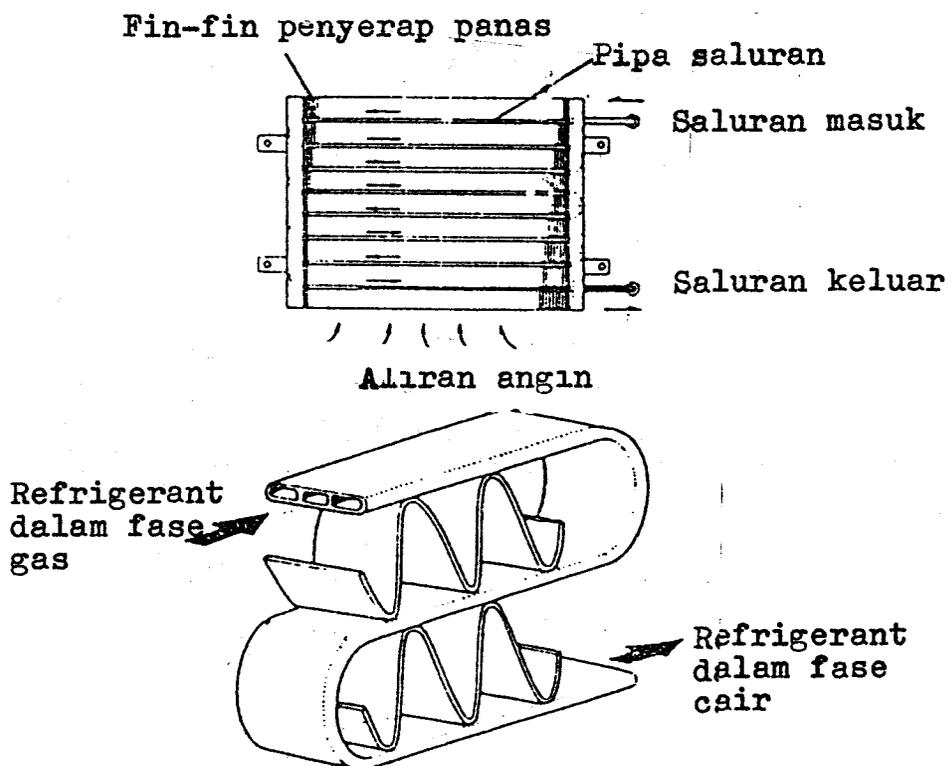
Untuk jenis kipas pendingin yang digerakkan mesin mobil, kipas pendingin mesin diganti dengan yang lebih besar supaya pendinginan mesin akan dapat dilaksanakan bersama-sama dengan pendinginan kondensor. Jenis kipas pendingin tersebut mem-

punyai kelemahan, dimana jika sistem pengkondisian udara tidak dipakai akan terjadi kerugian daya mekanis pada kipas tersebut. Akibatnya pemakaian bahan bakar menjadi boros. Untuk mengatasi kerugian tersebut, kerja dari kipas pendingin kondensor harus dapat dikontrol dimana kipas akan berputar jika sistem pengkondisian udara di pakai dan akan berhenti jika sistem pengkondisian udara tidak dipakai. Sekarang sudah banyak mobil yang memakai kipas pendinginan kondensor tersendiri yang digerakkan oleh motor listrik.



Gambar 3-14. Kondensor dengan kipas pendingin listrik (Ulrich, Halaman: 3)

Kondensor dibuat dari pipa tembaga, aluminium atau besi dan diberi sirip-sirip dari lembaran aluminium atau besi untuk memperluas bidang permukaannya, supaya pendinginan lebih sempurna (panas diserap oleh sirip pendingin) sehingga kondensasi dan perubahan bentuk zat pendingin dari gas menjadi cair lebih sempurna. Pipa-pipa kondensor ada yang bulat dan ada juga seperti gambar (dengan banyak lubang aliran zat pendingin), pipa itu dilengkungkan secara paralel dari awal sampai keluarnya zat pendingin menuju saringan.

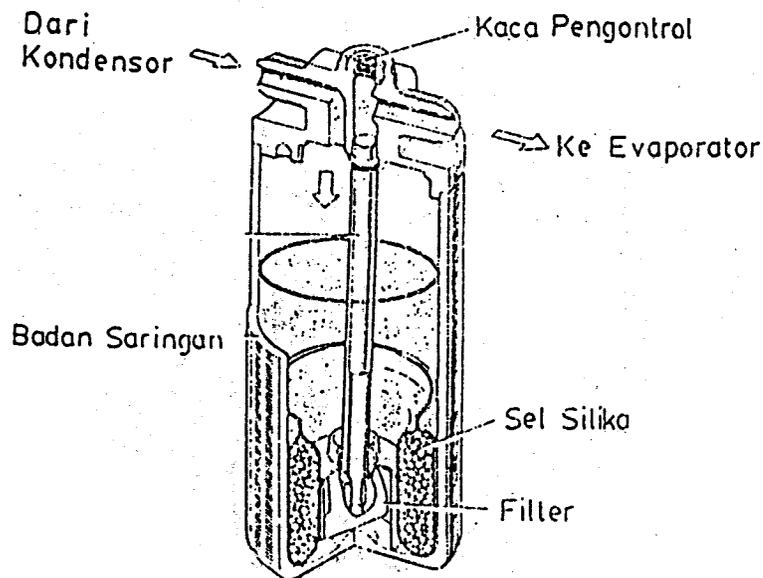


Gambar 3-15. Konstruksi Kondensor
(Nippondenso, halaman: 27)

4. Receiver dan Drier

Receiver adalah sebuah tabung untuk menampung sementara zat pendingin (refrigerant) berupa cairan sebelum disalurkan ke evaporator, dan dengan adanya drier dan filter didalamnya sekaligus

receiver berfungsi memisahkan kadar air dan kotoran dari cairan refrijerant tersebut.



Gambar 3-16. Receiver dan Drier (Ulrich, Hal.4)

Pada bagian atas receiver kebanyakan dilengkapi dengan kaca pengontrol untuk melihat zat pendingin yang beredar didalamnya. Selanjutnya untuk mengamankan tabung receiver dan komponen lainnya yang mungkin pecah akibat cairan zat pendingin yang terlampaui panas atau tekanan yang terlalu tinggi, maka pada receiver adakalanya dipasangkan dua buah sakelar yang bekerja berdasarkan tekanan atau temperatur. Sakelar akan memutus bila tekanan atau temperatur dalam receiver melebihi dari batas maksimum. Kadang-kadang receiver dilengkapi pula dengan tutup penganan yang terbuat dari sebuah baut yang pada bagian tengahnya berlobang dan kemudian ditutup dengan timah. Timah tersebut akan mencair/melebur bila suhu cairan zat pendingin meningkat sampai 100°C dengan tekanan diatas

30 kg/cm² dan cairan zat pendingin akan terbuang keluar, sehingga komponen-komponen pengkondisian udara terhindar dari kerusakan yang lebih lanjut.

5. Katup Ekspansi (Expansion Valve)

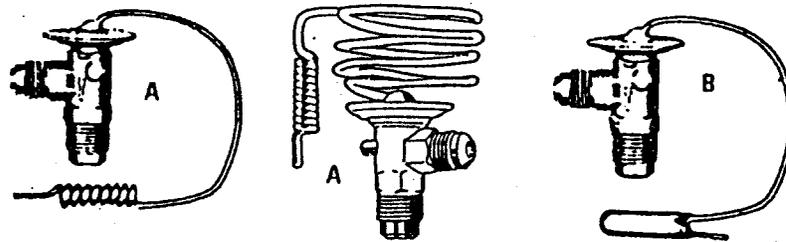
Katup Ekspansi berfungsi untuk mengatur banyaknya zat pendingin yang dialirkan ke evaporator sesuai dengan yang dibutuhkan (tergantung dari besarnya beban pendinginan) serta mengabsorpsi zat pendingin yang dialirkan ke evaporator dengan maksud agar zat pendingin tersebut mudah menguap didalam pipa-pipa evaporator.

Untuk mendapatkan efek pendinginan yang stabil, maka banyaknya zat pendingin yang dialirkan kedalam evaporator harus diatur sedemikian rupa, yang mana jika mengalirnya zat pendingin dalam bentuk kabut terlalu banyak pada pipa evaporator maka ada kemungkinan zat pendingin tidak menguap, sehingga kembali dihisap oleh kompresor dalam bentuk cair. Oleh karena itu untuk menghindari kemungkinan tersebut diatas pengaliran zat pendingin harus dapat dikontrol oleh katup ekspansi.

Katup ekspansi ada beberapa macam, seperti: thermostatic expansion valve, manual expansion valve dan constant pressure expansion valve. Khusus pada mobil jenis yang digunakan adalah thermostatic expansion valve. Katup ekspansi tersebut dapat mengatur jumlah zat pendingin yang mengalir ke evaporator sesuai dengan beban evaporator dan mempertahankan efisiensi evaporator yang maksimum pada setiap beban evaporator yang berubah-ubah.

Kerja katup ekspansi termostatik dikontrol oleh tekanan isi tabung sensor termal yang dapat mengembang dan menyusut, sehingga lubang katup

ekspansi dapat membuka dan menutup. Tekanan didalam tabung sensor termal dipengaruhi oleh perubahan suhu dan tekanan di dalam evaporator.

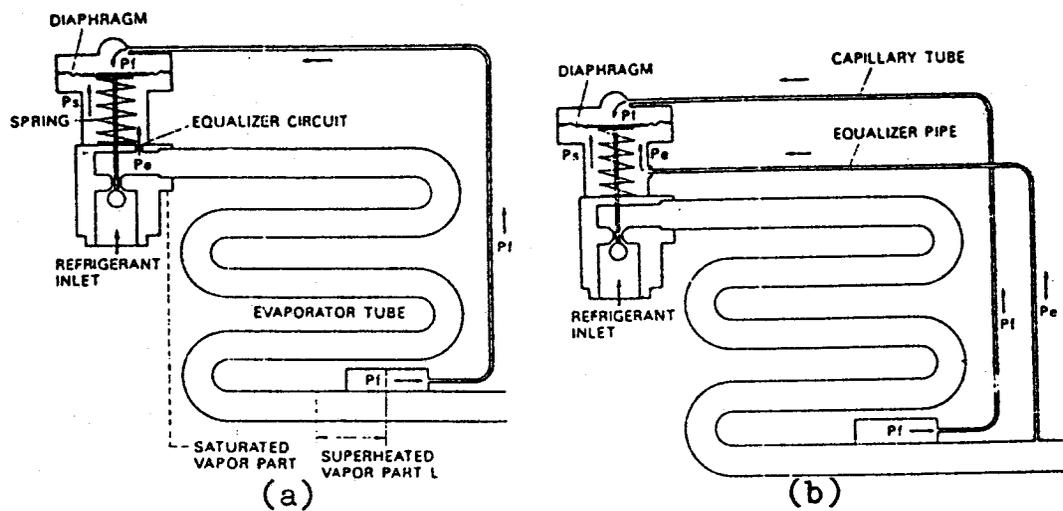


Gambar 3-17. Katup ekspansi termostatik untuk pengkondisian udara pada mobil
 A-Sensor termal dengan isi gas
 B-Sensor termal dengan isi cairan
 (Handoko K, halaman: 44)

Isi tabung sensor termal ada dua macam, yaitu gas dan cairan. Jumlah gas yang diisikan hanya sedikit dan ujung pipa kapiler dililit agar permukaannya menjadi luas. Sedangkan yang berisi cairan berbentuk tabung yang besar dan didalam tabung harus tertinggal sedikit cairan. Tabung sensor tersebut ditempatkan pada bagian akhir evaporator (saluran keluar zat pendingin dari evaporator), agar dapat merasakan perubahan suhu pada bagian tersebut.

Katup ekspansi termostatik ada yang memakai penyama tekanan dalam dan penyama tekanan luar. Penyama tekanan berfungsi untuk mencegah agar kompresor tidak terlalu lama bekerja dalam keadaan vakum atau tekanan evaporator menjadi sangat rendah. Apabila tekanan evaporator sangat rendah, suara kompresor menjadi keras dan kemungkinan minyak

pelumas tidak masuk kembali ke kompresor.



Gambar 3-18. a. Katup ekspansi dengan penyama tekanan dalam, b. katup ekspansi dengan penyama tekanan luar (Nippondenso, halaman: 29)

Perbedaan dari kedua tipe katup ekspansi ini hanya terletak pada sistem equalisasinya saja (penyamaan tekanan ruangan bagian bawah katup ekspansi dengan ruangan pada pipa-pipa evaporator), dimana pada tipe penyama tekanan dalam saluran tersebut terdapat pada rumah katup ekspansi (housing expansion valve, sedangkan pada tipe penyama tekanan luar menggunakan pipa kapiler yang menghubungkan ruangan bagian bawah katup ekspansi dengan pipa keluar evaporator. Secara prinsip cara kerja dari kedua tipe tersebut adalah sama.

Cara Kerja Katup Ekspansi Termostatik

a. Saat Sistem Pengkondisian Udara Mati

Pada waktu ini suhu pada ruangan yang diinginkan tinggi sehingga suhu pipa keluar evaporator juga tinggi, hal ini mengakibatkan tekanan gas didalam kapiler tinggi, yang mana

ruangan tersebut berhubungan langsung dengan ruangan bagian atas katup ekspansi. Tekanan gas pada bagian bawah ruang katup ekspansi juga tinggi karena kompresor belum bekerja, dalam kondisi yang demikian keseimbangan antara tekanan gas pada bagian atas katup ekspansi dan tekanan zat pendingin bersama-sama dengan tekanan pegas yang berada pada ruangan bagian bawah katup ekspansi menentukan posisi needle valve dalam keadaan menutup lobang penyemprotan zat pendingin. Naik turunnya needle valve dimungkinkan dengan adanya gerakan diafragma yang membatasi ruangan bagian atas dan ruangan bagian bawah katup ekspansi dalam mencari keseimbangan tekanan kedua ruangan tersebut.

b. Saat Sistem Pengkondisian Udara Mulai Dihidupkan.

Pada keadaan ini suhu pada pipa keluar evaporator masih tinggi sehingga gas didalam pipa kapiler yang berhubungan langsung dengan ruangan bagian atas katup ekspansi tinggi karena gas yang ada dalam pipa kapiler memuai, sedangkan ruangan bagian bawah evaporator tekanannya turun karena kompresor sudah bekerja. Dengan keadaan tersebut diatas maka tekanan pada ruangan bagian bawah katup ekspansi ditambah dengan tekanan pegas masih lebih rendah dari tekanan ruangan bagian atas katup ekspansi sehingga needle valve terdorong kebawah dan akan terhenti pada saat tekanan ruangan bagian bawah katup ekspansi ditambah dengan tekanan pegas sama dengan tekanan pada ruangan bagian atas katup ekspansi. Dengan Bergeraknya needle valve kebawah akan memperbesar lobang penyemprotan zat pendingin sehingga zat pendingin

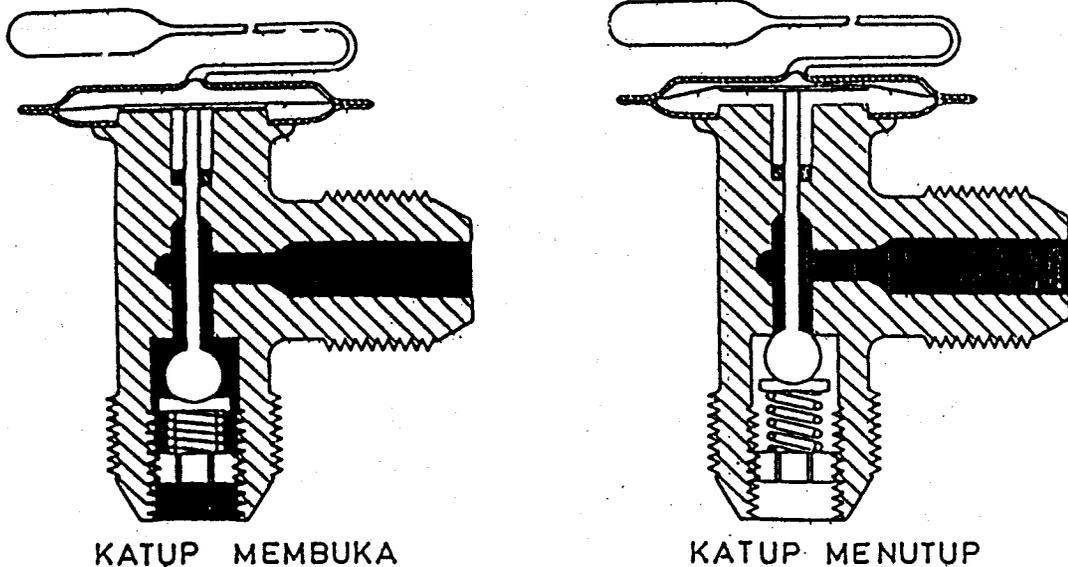
yang disemprotkan ke evaporator banyak, ini sesuai dengan kebutuhan karena pada saat itu evaporator menerima beban pendinginan yang besar.

c. Saat Suhu Ruang yang Didinginkan Rendah

Pada saat ini suhu pada pipa keluar evaporator rendah sehingga tekanan gas dalam pipa kapiler yang berhubungan dengan ruangan bagian atas katup ekspansi turun karena gas didalam pipa kapiler menyusut, sedangkan ruangan bagian bawah katup ekspansi tekanannya tetap sesuai dengan tekanan pada pipa evaporator atau sama dengan tekanan bagian hisap kompresor. Dengan keadaan tersebut diatas maka tekanan pada ruangan bagian atas katup ekspansi lebih rendah dari tekanan pada ruangan bagian bawah katup ekspansi ditambah dengan tekanan pegas sehingga needle valve terdorong keatas mempersempit lobang penyemprotan zat pendingin. Gerakan needle valve akan terhenti pada saat tekanan pada ruangan bagian atas katup ekspansi sama dengan tekanan ruangan bagian bawah katup ekspansi ditambah dengan tekanan pegas. Menyempitnya lobang penyemprotan, menyebabkan zat pendingin yang disemprotkan kedalam evaporator berkurang, ini sesuai dengan kebutuhan karena beban pendinginan evaporator kecil (suhu ruangan yang didinginkan rendah).

Dari uraian tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa: pada saat sistem pengkondisian udara tidak bekerja, needle valve menutup lobang penyemprotan zat pendingin; pada saat sistem pengkondisian udara mulai bekerja, posisi needle valve membuka lebar lobang penyemprotan zat pendingin; dan

pada saat ruangan yang didinginkan suhunya rendah, posisi needle valve mempersempit lobang penyemprotan zat pendingin.

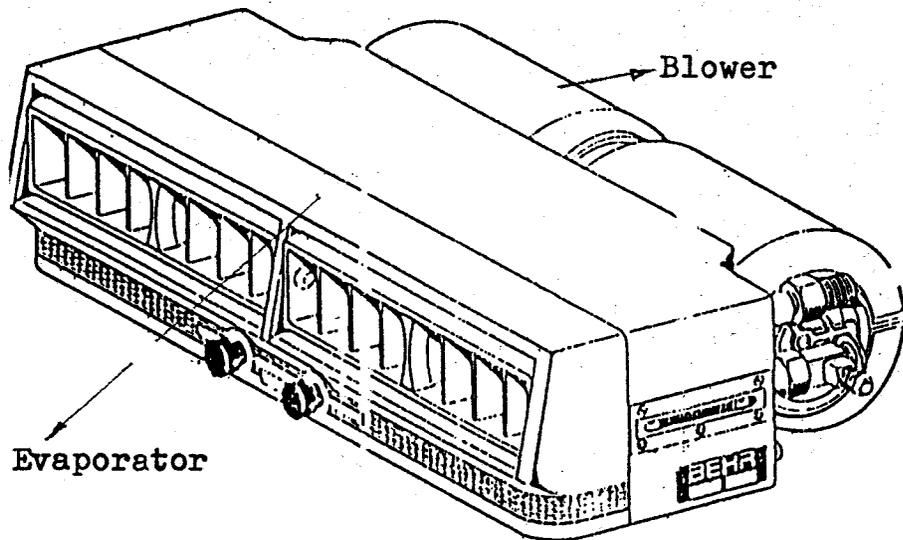


Gambar 3-19. Posisi membuka dan menutup katup ekspansi termostatik (ulrich, halaman: 3)

6. Evaporator

Bentuk dan konstruksi evaporator tidak berbeda dari kondensor, tetapi fungsi kedua-duanya berlainan. Pada kondensor panas zat pendingin harus dikeluarkan agar terjadi perubahan wujud zat pendingin dari gas menjadi cair. Prinsip ini berlaku sebaliknya pada evaporator, zat pendingin cair dari kondensor harus dirubah kembali menjadi gas dalam evaporator. Dengan demikian evaporator harus menyerap panas dari lingkungannya (ruangan yang didinginkan). Agar penyerapan panas tersebut dapat berjalan dengan lancar, maka pipa-pipa dari evaporator juga diperluas permukaannya dengan memberi sirip-sirip dan kipas listrik (blower), supaya udara dingin juga dapat dihembuskan ke dalam

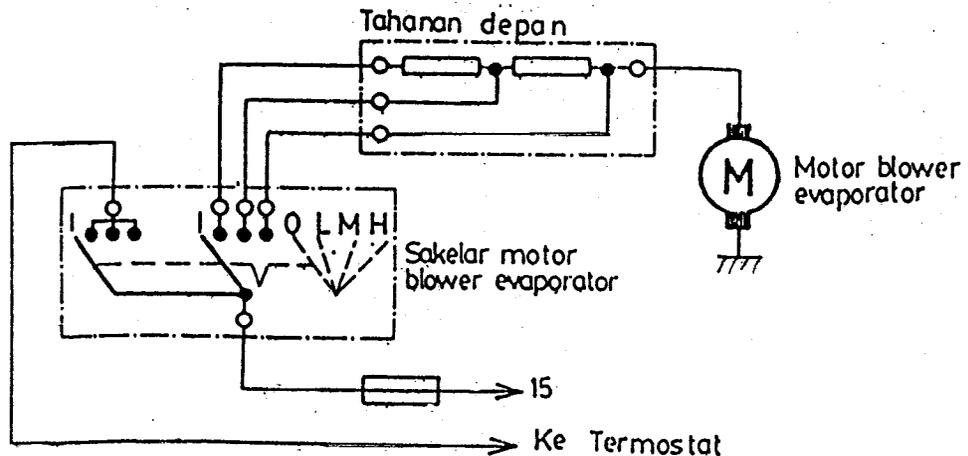
ruangan. Pada kotak bagian bawah evaporator dibuat saluran/pipa untuk keluarnya air yang berkumpul disekitar evaporator akibat udara yang lembab. Air ini juga akan membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada sirip-sirip dan pipa evaporator, karena kotoran itu akan terbawah bersama air.



Gambar 3-20. Evaporator dan Blower
(Ulrich, halaman: 4)

7. Motor blower

Motor blower adalah motor listrik yang berfungsi memutarakan blower agar udara dalam ruang mobil dapat bersirkulasi dan mengalir melalui evaporator. Dengan perantaraan blower control resistor putaran motor blower dapat diatur dalam tiga sampai empat kecepatan (L, M, H atau L, M1, M2, dan H). Untuk motor blower yang besar pengaturan putaran dilengkapi pada motor itu sendiri (seperti motor wiper).



Gambar 3-21. Rangkaian blower control resistor (Ulrich, halaman: 2)

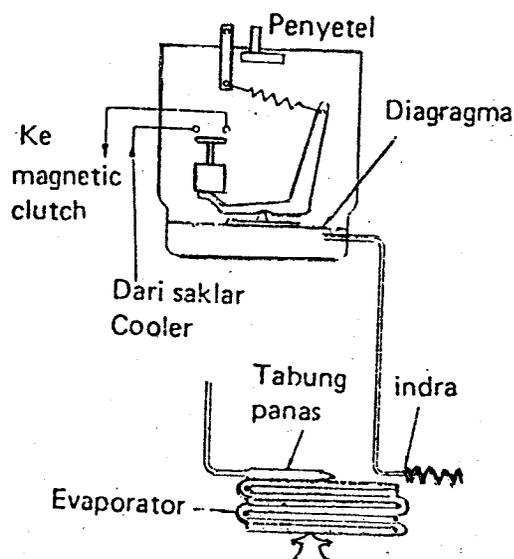
8. Pengaturan suhu (Temperature control)

Apabila suhu pada sirip-sirip pelepas panas yang berjejer pada pipa evaporator turun sampai di bawah nol derajat Celcius, pada permukaannya akan melekat bunga es (frost) yang menyebabkan penurunan daya pendinginannya. Untuk mencegah terjadinya frost, maka didalam mobil dipakai alat pengatur suhu. Jenis pengatur suhu tersebut ada dua macam yaitu: sistim thermo switch (thermostat) dan sistim electronic (thermistor).

a. Sistim thermo switch (thermostat)

Sistim ini memakai tabung indra panas yang didalamnya diisi suatu cairan yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu evaporator dan tabung tersebut didempetkan dengan pipa evaporator. Bila temperatur naik, tekanan cairan didalam tabung pengindra juga naik dan memuai dan dengan tekanan pemuaian ini akan mendorong alas diafragma keatas. Dengan demi-

kian saklar yang berhubungan dengan magnetic clutch mendapat aliran listrik sehingga kompresor bekerja. Sebaliknya, apabila suhu pada saluran udara keluar pada evaporator turun lebih dari tingkat normal, maka cairan didalam tabung pengindra menyusut volumenya. Alas dari diafragma yang sebelumnya terdorong dengan tekanan muai dari cairan akan kembali kebawah karena tarikan pegas, sehingga saklar memutuskan aliran listrik yang menuju ke magnetic clutch sehingga kompresor berhenti bekerja.

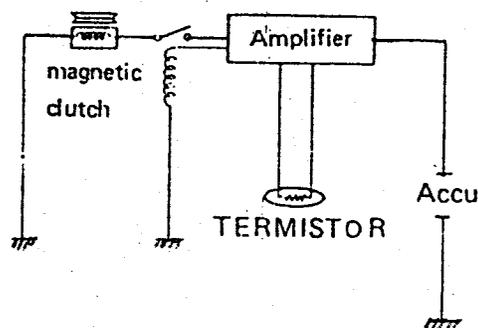


Gambar 3-22. Prinsip kerja thermostat (Nippondenso, halaman: 32)

b. Sistem elektronik (thermistor)

Thermistor adalah sebuah resistor yang koefisien termalnya negatif, artinya semakin rendah suhunya semakin tinggi resistansinya dan semakin tinggi suhunya semakin rendah resistansinya; jadi bersifat kebalikan dari resistor karbon. Sifat ini dimanfaatkan untuk kerja amplifier yang mengatur hidup matinya kompresor. Dalam keadaan suhu tinggi dimana resistansi dari thermistor rendah maka saat itu amplifier

akan mengalirkan arus listrik dari baterai ke magnetic clutch sehingga kompresor bekerja dan pada unit pendingin terjadi pendinginan. Sebaliknya pada saat suhu rendah dimana resistansi thermistor tinggi, pada saat itu amplifier akan memutuskan aliran arus listrik dari baterai ke magnetic clutch dan kompresor tidak akan bekerja.



Gambar 3-23. Prinsip kerja thermistor (Nippondenso, halaman: 33)

Yang dimaksud dengan amplifier pada kedua pengatur suhu diatas adalah suatu alat yang terdiri dari rangkaian elektronik yang gunanya untuk mengatur kerja dari sistim pengkondisian udara pada mobil, sehingga selalu bekerja sesuai dengan ke-mauan pemakai. Pada amplifier tersebut terdapat variable resistor yang nilai tahanannya dapat di-ubah-ubah secara manual. Jika menetapkan variable resistor pada nilai tertentu berarti menetapkan suhu ruangan yang diinginkan pada batas-batas nilai tertentu pula.

9. Idling stabilizer amplifier

Gunanya untuk mengatur agar sistim pengkondisian udara hanya bekerja pada batas minimal putaran mesin mobil, hal ini dimaksudkan agar ja-

ngan sampai pada saat mesin berputar rendah mengalami kelebihan beban (over load) akibat bekerjanya sistim pengkondisian udara pada mobil.

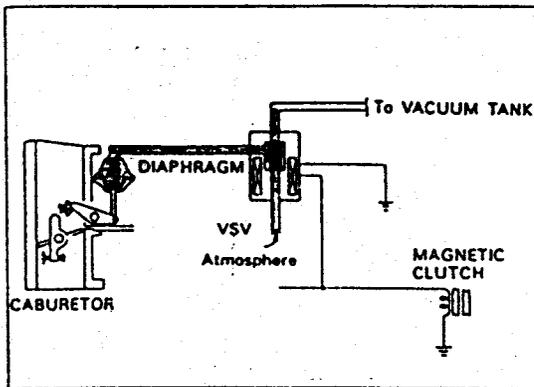
Sebagai sumber sensor putaran minimal mobil diambil dari sistim pengapian yaitu - (minus) ignition coil. Signal listrik yang didapat diolah secara elektronik didalam amplifler yang hasilnya dapat membuka dan menutup kontak relay amplifler yang menghubungkan baterai dengan magnetic clutch. Pengaturannya dibuat sedemikian rupa agar hanya akan mengalirkan arus listrik dari baterai ke magnetic clutch pada batas putaran minimal tertentu (umumnya 850 - 1050 rpm).

10. Idle up

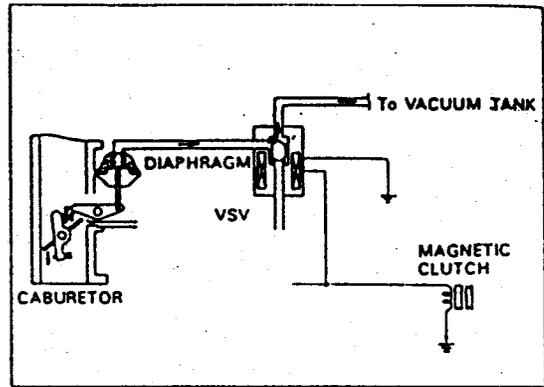
Alat ini berfungsi untuk menaikkan putaran mesin mobil bila sistim pengkondisian udara dihidupkan pada saat putaran mesin mobil dalam keadaan idling (stationer), sehingga mesin mobil terhindar dari beban yang berlebihan (over load).

Idle up terdiri dari Vacuum switch valve (VSV) dan Throttle position (TP). Vacuum switch valve berfungsi untuk mengatur ruang diafragma pada TP sedemikian rupa sehingga ruang tersebut dapat terhubung dengan sumber vacuum (vacuum tank) dan disaat lain terhubung dengan udara luar.

Pada saat pengkondisian udara dihidupkan dan mesin mobil dalam keadaan idling, maka coil magnet pada VSV akan bekerja dan timbul tenaga magnet, tenaga magnet tersebut akan menggerakkan moving core untuk menghubungkan ruang diafragma dengan vacuum tank. Kevacuuman pada vacuum tank akan mempengaruhi kerja diafragma pada throttle position untuk menggerakkan throttle set mengubah posisi venturi pada karburator kearah penambahan bahan bakar sehingga putaran mesin akan naik.



Disaat AC belum dioperasikan



Disaat AC dioperasikan

Gambar 3-24. Cara kerja idle up
(Nippondenso, halaman: 39)

Idling stabilizer amplifier dan idle up mempunyai fungsi yang sama, yaitu menjaga agar mesin tidak bekerja pada beban yang berlebihan disaat pengkondisian udara bekerja. Idling stabilizer amplifier baru dipakai jika mobil tidak memakai idle up atau idle up dipakai jika mobil tidak menggunakan idling stabilizer amplifier.

11. Alat pemurni udara (Air purifier)

Udara didalam ruangan mobil yang memakai sistim pengkondisian udara perlu dibersihkan dari kotoran, debu, bau dan asap agar orang yang berada dalam ruangan tersebut dapat merasakan kenyamanan dalam perjalanannya. Alat yang berfungsi untuk penjernihan udara tersebut dinamakan dengan "Air Purifier".

Air Purifier terdiri dari dua komponen yaitu: lapisan saringan atas dan lapisan saringan bawah. Dalam lapisan saringan atas diisi dengan zat arang aktif yang dihanourkan sampai menjadi butiran-butiran halus. Karena butiran-butiran arang aktif mempunyai susunan pipa rambut, maka molekul-molekul dari gas bau terserap kedalam-

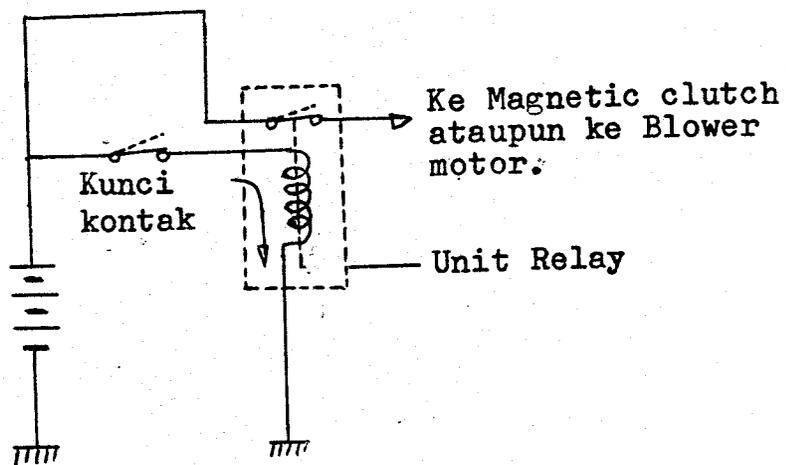
nya dengan kapilaritas tersebut. Disini segala hawa bau akan terhisap. Sedangkan lapisan bawah yang merupakan filter udara yang lebih halus dapat menyerap cemaran udara sampai asap rokokpun masih dapat dijernihkan.

Air purifier dipasangkan pada saluran masuk udara pada blower, sehingga udara yang dihembuskan kedalam ruangan oleh blower adalah udara yang telah dijernihkan. Kemudian udara yang ada pada ruangan tersebut akan bersirkulasi kembali melalui air purifier, blower, evaporator dan kembali lagi keruangan. Dengan demikian penjernihan udara akan terus berlangsung selama blower berputar.

Untuk menjaga agar penumpang dalam mobil tidak mengalami kekurangan oksigen dari udara yang dihirupnya, maka pada mobil juga dibuat ventilasi yang memungkinkan pertukaran udara didalam ruangan mobil dengan udara luar. Biasanya ventilasi ini terletak pada bagian depan dan bagian samping belakang mobil. Bagian depan sebagai saluran masuk udara dan bagian samping belakang sebagai saluran keluar udara.

12. Relay

Untuk menyalurkan aliran arus listrik ke magnetic clutch ataupun ke blower motor serta keperalatan lainnya pada sistim pengkondisian udara, perlu menggunakan relay pengaman. Karena aliran listrik tersebut tidak bisa langsung dialirkan dari baterai ke magnetic clutch ataupun ke blower motor melalui kunci kontak yang mana akan mengakibatkan titik-titik kontak pada kunci kontak tersebut akan cepat aus (terbakar) dikarenakan terlalu kuat aliran arus listriknya.



Gambar 3-25. R e l a y
(Nippondenso, halaman: 36)

13. Pipa Penghubung

Sistim pengkondisian udara yang digunakan pada mobil adalah merupakan sistim tertutup, dimana bahan pendingin dapat dipakai secara berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama. Untuk itu perlu adanya pipa penghubung sebagai saluran bahan pendingin diantara komponen-komponen sistim pengkondisian udara.

Ada dua jenis pipa penghubung yang biasa digunakan, yaitu pipa logam (paduan aluminium dengan tembaga) dan pipa karet. Pipa penghubung ini harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Tahan terhadap sifat kimia bahan pendingin dan minyak pelumas kompresor.
- b. Tahan terhadap tekanan yang tinggi dari bahan pendingin.
- c. Tahan terhadap getaran.
- d. Ekonomis, dapat dipakai dalam waktu yang lama.

F. Bahan Pendingin (Refrigeran)

Bahan pendingin adalah suatu zat yang mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cair atau sebaliknya; dapat mengambil panas dari evaporator dan membuangnya dikondensor.

Bahan pendingin banyak sekali macamnya, tetapi tidak satupun yang dapat dipakai untuk semua keperluan, sehingga bahan pendingin hanya dapat dikatakan tepat dan sesuai untuk satu keperluan saja. Dibawah ini dapat dilihat jenis, karakteristik dan kegunaan beberapa refrigeran.

Tabel 4. Jenis dan karakteristik beberapa refrigeran

Penggolongan	Halogen-Borokarbon									Ammonia (R 717)
	Metan					Etan		Azotrop		
	R 11	R 12	R 13	R 21	R 22	R 113	R 114	R 500	S 502	
Jenis refrigeran	CCl ₃ F	CCl ₂ F ₂	CClF ₃	CHCl ₂ F	CHClF ₂	C ₂ Cl ₂ F ₂	C ₂ Cl ₃ F ₃	CCl ₂ F ₂ (73,8%) C ₂ H ₂ F ₂ (26,2%)	CHClF ₂ (48,8%) C ₂ ClF ₃ (51,2%)	NH ₃
Berat molekul	137,37	120,92	104,46	102,92	86,47	187,39	170,93	99,31	111,6	17,03
Titik didih (°C)	23,77	-29,8	-81,4	8,92	-40,8	47,57	3,53	-33,3	-45,6	-33,3
Titik pembekuan (°C)	-111	-158	-181	-135	-160	-35	-94	-158,9	—	-77,7
Temperatur kritis (°C)	198,0	112,0	28,9	178,5	96,0	214,1	145,7	105,1	90,1	133,0
Tekanan kritis (kg/cm ²) abs	43,2	40,6	38,2	51	49,12	34,8	33,2	44,4	42,1	116,5
Berat jenis cair 30°C: (g/cc)	1,476 (25°C)	1,294	1,298 (-30°C)	1,366	1,175	1,55	1,440	1,141	1,242	0,595
Berat jenis pada titik didih: (g/l)	5,86	6,33	7,01	4,57	4,82	7,38	7,82	5,22	6,05	0,905
Kalor spesifik cair 30°C: (cal/g°C)	0,208	0,24	0,25 (-30°C)	0,256	0,335	0,218	0,238	0,290	0,30	1,143
Kalor spesifik uap C _p (30°C pada tekanan atmosfer) (cal/g°C)	0,135	0,147	0,158 (25°C)	0,140	0,152	0,161 (60°C)	0,160	—	0,168	0,52
Pertambahan kalor spesifik, C _p /C _v (30°C pada tekanan atmosfer)	1,136	1,136	1,145 (25°C)	1,175	1,184	1,080 (60°C)	1,088	1,127	1,132	1,31
Kalor laten penguapan pada titik didih (cal/g)	43,51	39,47	35,47	57,86	55,92	35,07	32,78	48,61	42,48	32,7
Kekuatan dielektrika: 25°C pada tekanan atmosfer (Nitrogen = 1)	3,7	2,4	1,65	1,85	1,3	2,6 (0,4 atm)	2,8	—	2,34	0,93
Kelarutan Freon dalam air pada 30°C: (g/100g)	0,011	0,009	—	0,13	0,15	0,013	0,011	0,035	0,056 (25,8°C)	89,9 (0°C)
Kemudahan terbakar	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	16-25° (volume) 1,14-1,77 kg
Sifat racem*	SA	6	6	4-5	SA	4-5	6	SA	SA	2

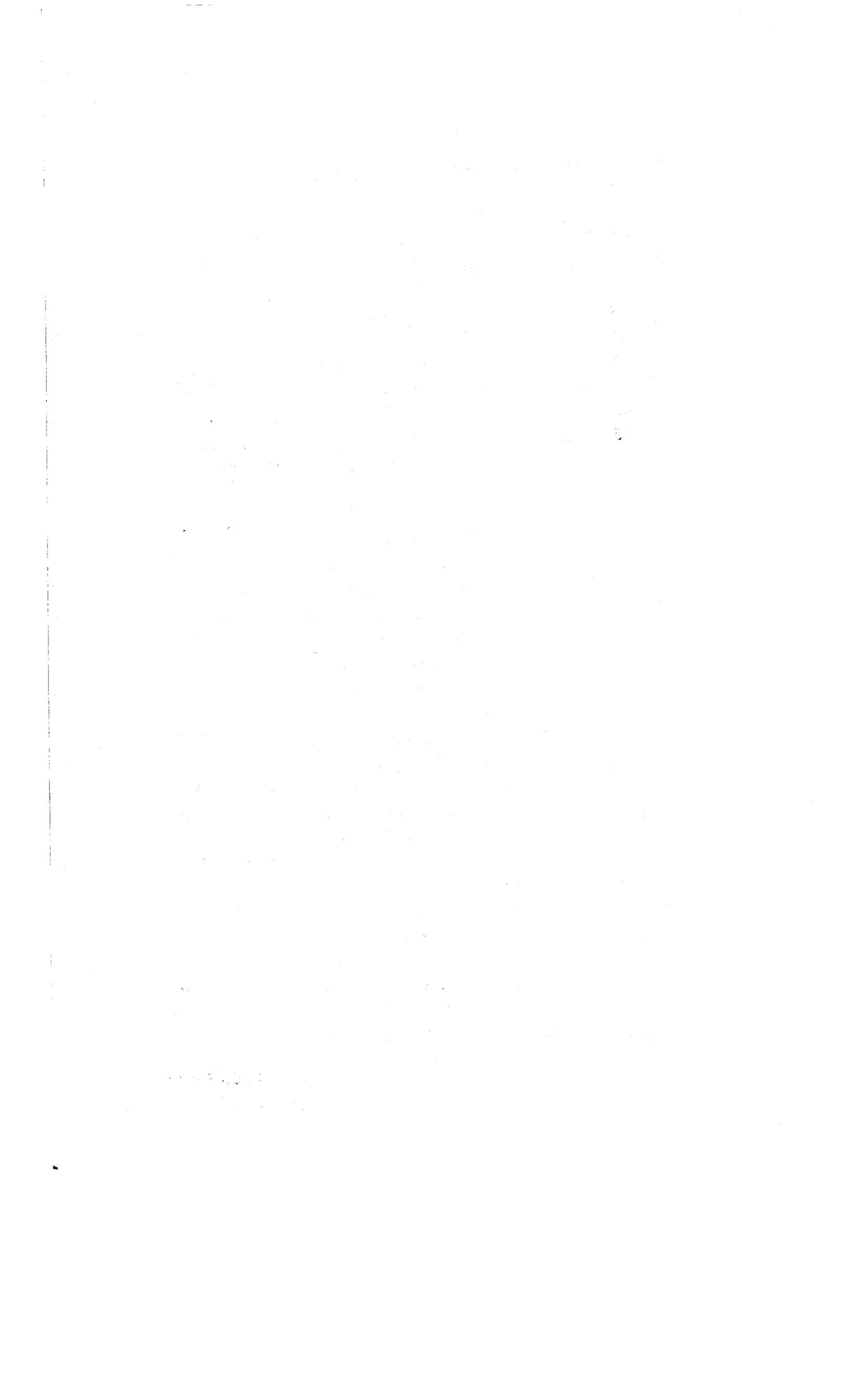
(Wiranto Arismunandar, halaman:120)

Tabel 5. Jenis dan penggunaan refrigeran

Refrigeran	Titik Didih (°C)	Jenis kompresor	Temperatur penguapan	Temperatur pengembunan	Penggunaan
R 11	23,8	Sentrifugal	Tinggi (pendinginan udara)	Biasa (pendinginan air, pendinginan udara)	Pendinginan air sentrifugal
R 12	-29,8	Torak; putar	Tinggi-rendah (pembekuan, pendinginan ruangan)	-	Penyegar udara, refrigerasi dan pendinginan
		Sentrifugal	-	-	Pendingin air sentrifugal ukuran besar
R 13	-81,4	Torak; putar	Temperatur sangat rendah	(Pendinginan biner)	Refrigerasi temperatur sangat rendah (bagian siklus bertemperatur rendah)
R 21	8,9	-	Tinggi (pendinginan)	Tinggi (pendinginan udara)	Pendingin kabin alat pengangkat
R 22	-40,8	-	Tinggi-rendah (refrigerasi, pendinginan)	Biasa (pendinginan air, pendinginan udara)	Penyegar udara, refrigerasi pada umumnya, pendinginan, beberapa unit refrigerasi, unit temperatur rendah
		Sentrifugal	-	-	Pendingin air sentrifugal temperatur rendah ukuran besar
R 113	47,6	Sentrifugal	Tinggi (pendinginan)	-	Pendingin air sentrifugal ukuran kecil
R 114	3,6	Torak; putar	-	Tinggi (pendinginan udara)	Pendingin kabin alat pengangkat
		Sentrifugal	-	Biasa (pendinginan air, pendinginan udara)	Pendingin air sentrifugal
R 500	-33,3	Torak; putar	Tinggi-rendah (refrigerasi, pendinginan)	-	Refrigerasi pada umumnya dan pendinginan, misalnya penyegar udara
		Sentrifugal	-	-	Pendingin air sentrifugal temperatur rendah
R 502	-45,6	Torak; putar	-	-	Lemari pameran, unit temperatur rendah, refrigerasi dan pendinginan pada umumnya
Ammonia	-33,3	Torak	Rendah (refrigerasi)	Biasa (pendinginan air)	Unit pembuat es, ruang dingin, pendinginan larutan garam, peti es, pendinginan pabrik (proses) kimia
		Sentrifugal	Rendah (refrigerasi)	-	Ring es, pendingin larutan garam, pendinginan pabrik (proses) kimia

(Wiranto Arismunandar, halaman : 119)

Dalam sistim AC mobil zat pendingin yang dipakai saat ini adalah Freon 12 (Diflouridichlormethan) yang diberi kode R 12 (R = Refrigeran), sedangkan pada sistim AC yang lain, seperti AC untuk gedung-gedung sering dipakai freon 22. Hal ini disebabkan karena kenaikan tekanan akibat pengaruh temperatur pada R 22 lebih tinggi jika dibandingkan dengan R 12. Dengan demikian sistim AC yang menggunakan R 22 akan memerlukan instalasi pipa-pipa yang lebih besar, sedangkan ruangan tempat pemasangannya terbatas, disamping pertimbangan panas pada ruangan kendaraan. Maka saat ini R 12 tetap dipakai pada sistim AC kendaraan, walaupun panas laten penguapannya lebih ke-



cil dari R 22.

Berikut adalah sifat-sifat refrigeran yang dikehendaki untuk memenuhi fungsinya sebagai bahan pendingin:

1. Harus mempunyai sifat mudah menguap, karena pendinginan terjadi akibat cairan yang menguap.
2. Mempunyai panas laten yang besar. Bilamana makin besar panas laten yang tertarik dalam penguapannya, maka volume penguapan refrigeran dapat diperkecil dan berarti dapat memperkecil ukuran mesin pendingin.
3. Tidak membahayakan manusia, seperti tidak beracun, tidak berbau, tidak mudah meledak dalam penggunaannya.
4. Tidak terjadi perubahan kimia dari kandungan unsur-unsur refrigeran, sekalipun dipakai secara berulang-ulang.
5. Tidak memberikan pengaruh yang merugikan kepada logam atau karet yang digunakan pada instalasi mesin pendingin.
6. Apabila terjadi kebocoran mudah diketahui dengan mudah.
7. Dapat bercampur dengan minyak pelumas kompresor tanpa merusak atau mempengaruhi minyak pelumas tersebut.
8. Mempunyai titik didih yang rendah. Harus lebih rendah daripada suhu evaporator yang direncanakan.
9. Mempunyai tekanan kondensasi yang rendah, karena tekanan kondensasi yang tinggi memerlukan kompresor yang besar dan kuat, juga pipa-pipanya harus kuat dan kemungkinan bocor besar.
10. Mudah didapat (ekonomis).

Semua sifat refrigeran diatas adalah merupakan dasar pertimbangan untuk menentukan jenis refrigeran mana yang cocok untuk digunakan, karena secara kese-

luruhan tidak ada refrigeran yang benar-benar memenuhi sifat-sifat diatas. Contohnya tentang sifat refrigeran, yaitu tidak membahayakan manusia (tidak beracun). Selain udara dan air, semua refrigeran beracun dimana kadar racunnya dibagi dalam enam kelompok. Kelompok pertama merupakan kelompok sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kematian walaupun dalam jumlah yang kecil, sebaliknya kelompok enam hanya berbahaya kalau terdapat dalam jumlah yang besar, jadi dinyatakan tidak berbahaya. Walaupun demikian refrigeran yang dinyatakan tidak beracun bila bercampur dengan udara dalam keadaan normal dapat berubah komposisinya bila kontak dengan api atau elemen pemanas listrik dan hal ini dapat merupakan racun yang berbahaya walau dalam jumlah kecil.

Bahan pendingin disimpan dalam tabung atau silinder dan drum. Untuk mengetahui isinya, tabung-tabung tersebut diberi berbagai warna, keterangan pada tabung dan label. Berikut adalah warna tabung bahan pendingin yang biasa digunakan dari Du Pont:

<u>Bahan Pendingin</u>	<u>Warna Tabung</u>
Freon - 11	Jingga (orange)
Freon - 12	Putih
Freon - 13	Biru muda dengan ban biru tua
Freon - 22	Hijau
Freon - 113	Ungu tua (Purple)
Freon - 114	Biru Tua
Freon - 500	Kuning
Freon - 502	Ungu muda (orchid)

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto, (1987). Penyegaran Udara. Jakarta, Pradnya Paramita.
- Astra Internasional Isuzu. Isuzu Mechanic Course. Jakarta, PT. Astra Internasional Isuzu.
- Francis, Weston Sears, (1962). Mekanika Panas dan Bunyi. Jakarta, Bina Cipta.
- Gunawan, Ricky, (1988). Pengantar Teori Teknik Pendingin (Refrigerasi). Jakarta, P2LPTK.
- Handoko K, (1981). Teknik Lemari Es. Jakarta, PT. Ichtiar Baru.
- Handoko K, (1987). Alat Kontrol Mesin Pendingin. Jakarta, PT. Ichtiar Baru.
- Hara, Supratman, (1989). Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Jakarta, Erlangga.
- Jordan, Richard C & Priester, Gayle B, (1971). Refrigerasi and Air Conditioning. New Delhi.
- Nippondenso Indonesia. Technical Data & Information. PT. Nippondenso Indonesia.
- Sumanto, (1985). Dasar-Dasar Mesin Pendingin. Yogyakarta, Andi Offset.
- Surbhakty, BM & Koesnadi, (1977). Motor Bakar I. Jakarta, Depdikbud.
- Ulrich & Junisra, (1987). Listrik Automotif dan AC. VEDC Malang.
- Zemansky, Sears, (1985). Fisika Untuk Universitas. Jakarta, Bina Cipta.