

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Landasan Teori

A. Sejarah Sistem AC Pada Mobil

Pada tahun 1884, William Whiteley mencoba menaruh balok-balok es (es batu) pada bagian bawah gerobak penumpang yang masih ditarik oleh kuda untuk mendinginkan penumpang yang ada. Sebuah kipas/*fan* dengan tenaga angin ditaruh didepannya yang akan berputar jika gerobak tersebut berjalan.

Dengan adanya angin tersebut melewati balok-balok es / *evaporator* menuju ruang penumpang sehingga ruangan gerobak menjadi dingin. Karena udara yang dimasukkan kedalam ruangan adalah udara dari luar, sehingga udara yang dihirup juga tidak bersih karena bercampur dengan debu (ini merupakan suatu masalah tersendiri yang juga harus dipecahkan).

Fitur penyejuk udara (*air conditioner*) yang banyak digunakan pada kendaraan dewasa ini terjadi begitu saja, tetapi melalui proses dan pengembangan yang cukup panjang. Awalnya, untuk menyejukkan kabin kendaraan dilakukan dengan cara memasang ventilasi di bagian bawah dashboard dan bukaan pada kacadepan. Namun cara ini belum memuaskan, karena udara yang masuk dari luar justru menimbulkan masuknya debu dan kotoran ke dalam kabin mobil.

Setelah cara ini dianggap kurang efektif, kemudian dipasanglah kipas. Pemasangan kipas angin ternyata cukup lumayan, sebab kipas angin dapat mengurangi panas dan rasa gerah di dalam kabin mobil. Seiring berjalannya waktu, penggunaan kipas angin pun dirasakan belum memadai, terutama saat cuaca cukup terik, sehingga jendela mobil masih perlu dibuka. Akibatnya, keamanan dan keselamatan pengendara menjadi kurang terjamin.

Cikal bakal penggunaan fitur penyejuk udara (AC) dimulai pada tahun 1930-an. Mesin penyejuk ruangan mekanis yang digunakan untuk gudang, bioskop, dan bangunan publik lainnya mulai aplikasikan untuk sistem kendaraan. Mobil pertama yang memiliki penyejuk udara mekanis dibuat oleh C&C Kelvinator, CO. Diaplikasikan pada kendaraan John Homman Jr. Di Texas. Pada 23 September 1932, General Motors Research Laboratories menggagas penggunaan penyejuk kendaraan dengan sistem pendingin kompresi uap yang menggunakan bahan *Refrigerant* R-12.

Pada waktu yang hampir bersamaan, 1930, Di Laboratorium Penelitian General Motors menyampaikan konsep sistem pendingin dengan memakai *refrigerant* R12. Tersebut disetujui untuk diaplikasikan pada mobil Cadillac pada tanggal 23 september 1932.

Pekerjaan ini dimulai pada tahun 1933 dan dapat diaplikasikan pada tahun 1939 pada sebuah trunk. *Compressor* digerakkan oleh *v-belt*, tetapi belum memakai *magnetic clutch*, sehingga jika ingin memamatkannya harus melepas *v-belt*nya terlebih dahulu.

Pada tahun 1940, *Packard Motor Car* merilis sistem dual pendingin dan pemanas. Sampai tahun 1942 telah terjual 1.500 buah. Tahun 1947 pabrikan pembuat alat penyejuk udara pada kendaraan menjadi berkembang dan bertambah besar.

Pada tahun 1953, *General Motors* membuat sistem A/C mobil yang berbeda dengan sebelumnya, seperti sistem yang sekarang, yaitu *compressor* dan *condensor* pada bagian *engine compartment*. Dan diaplikasikan untuk yang pertama kali pada mobil Pontiac pada tahun 1954 oleh Harrison Radiator.

Sepanjang tahun 1960, perbaikan dan inovasi pada sistem penyejuk udara pada kendaraan pun dilakukan. Sebagai contoh pada Chrysler Auto-Temp System, pengemudi dapat mensetting temperatur dan kecepatan udara yang diinginkan. Inilah yang kemudian dikenal dengan „*Climate Control System*’

Berdasarkan hasil penelitian pada tahun 1970-an, diketahui bahwa salah satu penyebab rusaknya lapisan ozon adalah lepasnya *refrigerant* (R-12) ke udara, sehingga perlu bahan pengganti R-12. *Refrigerant* pengganti tersebut adalah *Refrigerant* R134a dan mulai diujicobakan pada kendaraan Chevrolet sekitar tahun 1978 oleh Harrison Radiator dan Allied Chemicals.

Kontroversi penggunaan *refrigeran* R-12 semakin memuncak saat Montreal Protocol pada bulan September 1987 yang menuntut adanya penghapusan *refrigerant* R-12 dan menggantinya dengan bahan yang lebih ramah lingkungan. Pengurangan pemakaian *refrigerant* R-12 sudah dilakukan pada kendaraan keluaran tahun 1990-an dan segera dihilangkan pada tahun-tahun berikutnya.

Perkembangan di negara selain Amerika juga begitu pesat. Sampai akhirnya bisa kita lihat, kita sebagai generasi tahun 2000-an, telah menikmati hasil dari jerih payah pendahulu-pendahulu kita tersebut (sumber <https://fastnlow.net/sejarah-penggunaan-ac-untuk-mobil>)

B. Fungsi Sistem AC Pada Mobil

Fitur penyejuk udara atau AC (*Air Conditioner*) telah menjadi bagian penting dalam sebuah kendaraan. Tidak hanya di daerah tropis, di daerah sub tropis pun perangkat ini sangat diperlukan.

Khusus di daerah tropis yang panas, perangkat AC lebih berfungsi sebagai pendingin. Apalagi di kota-kota besar, dengan kondisi jalanan yang macet dan suhu udara yang sangat panas, sistem AC sangat diperlukan untuk mendapatkan kenyamanan saat berkendara.

Ini penting, sebab kenyamanan berkendara akan mempengaruhi perilaku di jalan, sehingga pengendara menjadi tenang dan tidak emosional. Saat musim hujan misalnya, kendaraan yang tidak dilengkapi AC akan menyebabkan kondensasi uap air, sehingga kaca menjadi buram, membatasi jarak pandang, dan dapat menyebabkan kecelakaan. Secara umum, fungsi penggunaan AC mobil adalah mengontrol temperatur, mengontrol sirkulasi udara, mengontrol kelembaban, dan membersihkan udara di dalam kabin sebuah mobil.

a. Mengontrol Temperatur

Diperlukan temperatur dalam kabin agar terasa nyaman, diperlukan proses pendinginan atau pemanasan. Proses pendinginan dilakukan jika temperatur udara di sekitarnya terasa panas, sehingga diperlukan alat pendingin udara. Proses pemanasan dilakukan jika temperatur udara sangat dingin, seperti pada musim salju (di daerah yang memiliki empat musim).

Oleh karena itu, kendaraan tertentu selain memiliki alat pendingin udara, dilengkapi juga dengan alat pemanas atau *heater*. Di negara Indonesia yang hanya memiliki dua musim, yaitu penghujan dan kemarau, pabrikan mobil hanya melengkapi dengan alat pendingin kabin tidak lagi melengkapinya dengan pemanas.

Innovasi teknologi pada kendaraan tidak hanya pada bagian mesin, tetapi kenyamanan berkendara pun tidak luput dari perhatian, seperti adanya pengaturan temperatur kabin. Beberapa sensor diletakkan di sekitar kabin untuk mengukur temperatur udara disekitarnya, sehingga pengendara dapat memastikan udara di dalam kabin agar selalu dingin atau hangat. Sebenarnya, tubuh manusia pun memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan.

Dalam lingkungan yang dingin misalnya, pembuluh darah akan mengkerut dan pori-pori mengecil untuk mengurangi kerugian panas akibat radiasi pada kulit, sehingga permukaan kulit menjadi lebih dingin. Sebaliknya dalam lingkungan yang panas, pembuluh darah akan mengembang, sehingga pori-pori kulit akan bertambah besar.

Indikasi adanya sifat adaptasi ini adalah tubuh akan mengeluarkan keringat dalam lingkungan yang panas. Proses penguapan keringat inilah yang akan mendinginkan kulit. Meskipun terbatas, tubuh manusia dapat mempertahankan temperaturnya dengan konstan dalam berbagai keadaan. Tubuh akan bereaksi dengan cepat apabila secara tiba-tiba udara disekitarnya berubah cukup ekstrim. Namun perubahan temperatur yang begitu cepat juga akan berdampak negatif bagi kesehatan dan daya tahan tubuh. Oleh sebab itu, sebaiknya perbedaan temperatur udara di dalam dengan di luar ruangan tidak lebih dari 8° C. Sebagai contoh, sebelumnya kita berada di ruangan dengan temperatur 18° C, lalu keluar ruangan dengan temperatur 36° C.

Sakit kepala atau pusing merupakan efek perubahan temperatur tersebut. Temperatur yang terlalu dingin juga belum tentu membuat tubuh merasa nyaman. Oleh sebab itu, sebaiknya temperatur di dalam kabinkendaraan berada 24° C-26° C.

b. Mengontrol Sirkulasi Udara

Mekanisme kerja pada sistem AC Selain mengontrol temperatur, adalah mengatur sirkulasi udara dalam kabin kendaraan. Dengan adanya blower, kecepatan sirkulasi udara dapat diatur, sehingga udara yang bergerak memiliki kemampuan mengambil panas dengan baik. Contohnya, saat udara panas dan merasa kegerahan, kemudian mengambil kipas, maka kita akan merasakan hawa dingin pada tubuh kita. Nah, jika temperatur udara yang sudah dingin ditambah embusan angin dari blower AC, suhu ruangan akan bertambah dingin.

Pengaturan sirkulasi udara pada kendaraan dapat dilakukan dengan cara memutar atau menekan tombol panel AC di dashboard. Sirkulasi udara dari depan dashboard dapat diubah menjadi kombinasi dari depan dan dari bawah dashboard. Pada unit AC yang memiliki *double blower*, penumpang di bagian belakang pun mendapatkan sirkulasi yang lebih baik.

Beberapa jenis kendaraan memiliki pengaturan sirkulasi udara sendiri di setiap seat atau tempat duduk kendaraannya, sehingga memberikan peluang pengaturan sirkulasi sesuai keinginan (Sumber : <https://www.teknik-otomotif.com/2017/09/fungsi-sistem-ac-air-conditioner-pada.html>)

c. Mengontrol Kelembapan

Pada temperatur udara yang panas, mendinginkan udara saja belum tentu dapat menyejukkan jika kelembapan udaranya masih tinggi. Dengan tingkat kelembapan yang rendah dan temperatur udara yang cukup tinggi justru dapat membuat tubuh kita merasa nyaman.

Contohnya, pada kelembapan udara yang tinggi atau menengah dengan temperatur udara 24°C - 29°C kita masih belum merasakan sejuk. Dengan demikian, kelembapan udara memegang peranan dalam menyejukkan kabin disuatu kendaraan. Udara yang lembab dapat memperlambat proses pendinginan badan dan keringat akan sulit menguap. Kelembapan udara yang rendah yang disebabkan oleh dinginnya temperatur AC Mobil dapat menyebabkan berbagai keluhan pada tubuh karena dapat menyebabkan ngantuk. Agar diporeh kenyamanan, sebaiknya kabin kendaraan dipasang alat pengukur kelembapan udara dan alat temperatur. (Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/09/fungsi-sistem-ac-air-conditioner-pada.html>).

d. Membersihkan Udara

Unit pada sistem AC mobil yang telah dilengkapi dengan filter udara dibagian *evaporator* nya, dapat menyaring dan mengurangi debu, kororan, atau asap pada kabin di suatu kendaraan. Pintu dan kaca suatu kendaraan yang tertutup sekalipun tidak luput kemasukan dari kotoran dan debu tanpa kita sadari, seperti saat membuka pintu dan kaca, saat merokok, dan debu yang menempel pada pakaian atau sepatu. Agar tidak ada kotoran dan debu dalam kabin, sering-seringlah membersihkan kabin dengan menggunakan vacuum cleaner dengan demikian kabin akan tetap bersih dari debu.

Udara kotor dan debu yang tersaring oleh *evaporator* meskipun sistem AC tidak dilengkapi dengan filter udara. Oleh karena itu di bagian *evaporator* akan menumpuk kotoran dan debu, sehingga perlu membersihkan secara rutin. Selain dapat menimbulkan gas berbau yang tidak sedap dan menjadi sarang dari biang penyakit, kotoran yang menempel pada bagian *evaporator* juga dapat menimbulkan kerusakan pada bagian *evaporator* (sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/2017/09/fungsi-sistem-ac-air-conditioner-pada.html>).

C. Komponen Air Conditioner (AC) Pada Mobil

Sistem AC atau (*air conditioner*) adalah suatu rangkaian atau komponen yang berfungsi untuk mendinginkan suatu udara di dalam kabin agar penumpang dapat merasa segar dan nyaman. Di dalam perkembangan dunia Otomotif, sistem AC sudah merupakan perlengkapan kendaraan yang utama dan termasuk dalam dikategorikan wajib ada, terutama di kota-kota besar yang sudah rentan dengan kemacetan dan suhu udara yang panas. Kondisi semacam ini menjadikan sistem AC sebagai perlengkapan mobil yang vital yang sangat dibutuhkan oleh pengendara mobil.

Selain sebagai penyejuk ruangan, AC mobil juga berfungsi untuk menghilangkan embun pada kaca kendaraan saat hujan. Embun yang muncul saat hujan akan sangat mengganggu pemandangan pengendara sehingga sangat membahayakan keselamatan berkendara. Menurut Triyono (2009:1)

1. Kompresor (*Compressor*)

Kompresor merupakan komponen yang bekerja menghisap dan memompa *refrigerant* agar dapat bersirkulasi ke seluruh unit AC mobil, sehingga terdapat perbedaan tekanan, baik sebelum atau sesudah masuk kedalam kompresor. Prinsip kerja kompresor mirip dengan „jantung“ pada tubuh manusia dan *refrigerant* sebagai darahnya.

Tenaga penggerak kompresor untuk mensirkulasikan *refrigerant* berasal dari tenaga mesin. Dengan perantaraan *belt, pulley* dan *magnetic clutch*, kompresor dapat berputar seirama dengan putaran mesin. Dengan adanya pembagian tenaga mesin untuk menggerakkan kompresor, maka beban mesin akan bertambah, sehingga secara otomatis konsumsi bahan bakar pun akan meningkat. *Compressor* itu sendiri berfungsi untuk memompakan *refrigerant* yang berbentuk gas agar tekanannya meningkat sehingga juga akan mengakibatkan temperturnya meningkat.

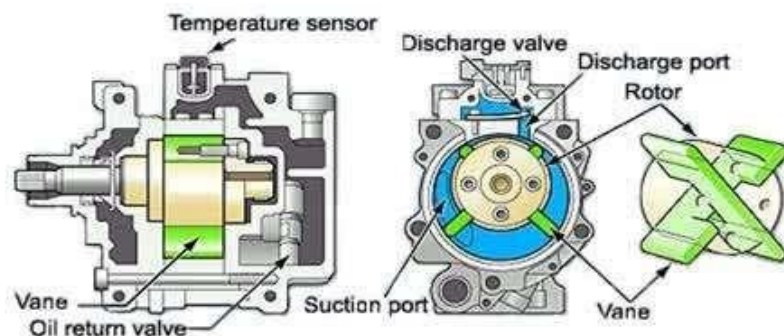
Proses Kerja kompresor adalah untuk memastikan bahwa suhu gas refrigeran yang disalurkan ke kondenser harus lebih tinggi dari suhu *condensing medium*. Bila suhu gas refrigeran lebih tinggi dari suhu *condensing medium* (udara atau air) maka energi panas yang dikandung refrigeran dapat dipindahkan ke *condensing medium* akibatnya suhu *refrigerant* dapat diturunkan walaupun tekanannya tetap.

Oleh karena itu kompresor harus dapat mengubah kondisi gas *refrigerant* yang bersuhu rendah dari *evaporator* menjadi gas yang bersuhu tinggi pada saat meninggalkan saluran *discharge* kompresor. Tingkat suhu yang harus dicapai tergantung pada jenis refrigeran dan suhu lingkungannya. Dilihat dari prinsip operasinya, maka kompresor dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

A. *Rotary Action/ Sistem Gerak Putar*

Pada *rotary action compressor*, efek kompresi diperoleh dengan menekan gas yang berasal dari ruang chamber menuju ke saluran tekan yang berdiameter kecil untuk menurunkan volume gas. Berikut beberapa jenis compressor dengan sistem rotary :

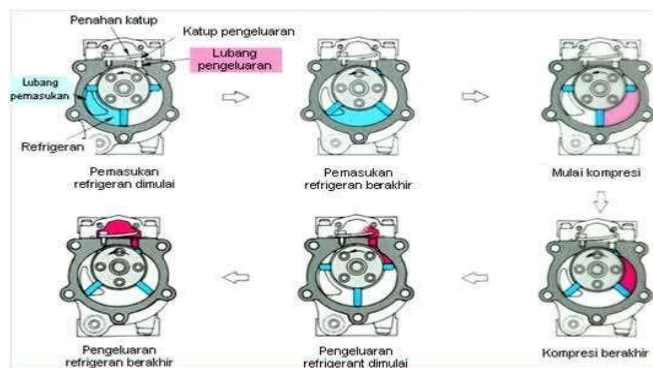
1. *Tipe Through Vane*



Gambar 2.1 Kompresor tipe *Through Vane*

Kompresor tipe ini memiliki dua buah bilah (*vane*) yang terpasang saling tegak lurus pada bagian dalam silinder. Jika rotor berputar maka bilah akan bergeser pada arah radial dan menyentuh bagian dalam silinder (*stator*). Ruang yang dibentuk oleh bilah, dinding silinder dan rotor membentuk ruang pemasukan dan pengeluaran *refrigerant*.

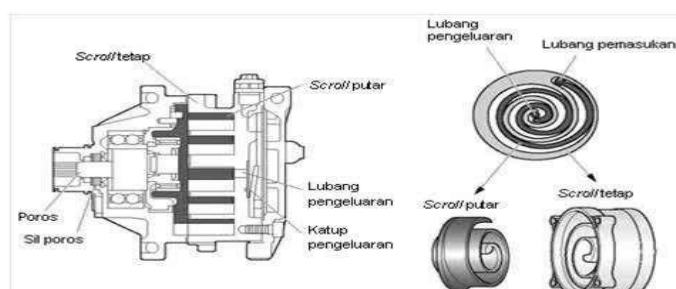
Pada saat bilah berputar bersama rotor, gaya sentrifugal bekerja pada bilah sehingga bergerak menyentuh dinding *stator*. Ketika saluran pemasukan terbuka, *refrigerant* terhisap masuk. Seiring berputarnya bilah, *refrigerant* yang sudah masuk kemudian dikompresikan dengan cara mempersempit ruang dan selanjutnya menekan *refrigerant* pada saluran pengeluaran. Terlihat pada gambar bahwa pada saat terjadi langkah pengeluaran *refrigerant*, pada sisi lain dari rotor dan bilah melakukan langkah pemasukan *refrigerant*.



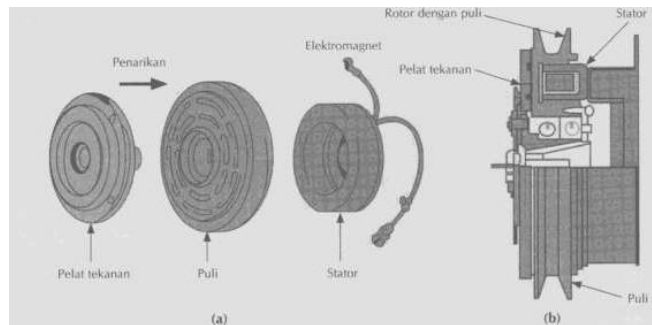
Gambar 2.2 Cara kerja Kompresor tipe *Through Vane*

2. Tipe Scroll

Tipe kompresor ini terdiri dari beberapa scroll tetap dan scroll putar. Ruang pemasukan dan pengeluaran terbentuk di antara scroll putar dan scroll tetap saat scroll putar diputar pada poros *kompresor*. Ketika lubang pemasukan terbuka, *refrigerant* terhisap masuk kemudian dibawa berputar sambil dimampatkan hingga mencapai lubang pengeluaran untuk disalurkan ke *kondensor* pada kondisi bertekanan tinggi.



Gambar 2.3 tipe scroll



Gambar 2.9 Magnetic Swicth (Sumber :Triyono, 2009:9)

Cara kerja *magnetic clutch* adalah: Saat mesin beroperasi, puli berputar karena dihubungkan ke poros engkol menggunakan belt, tetapi kompresor tidak bekerja sebelum *magnetic clutch* diberi arus listrik.

Ketika sistem AC hidup, amplifier member arus listrik ke *coil stator*, selanjutnya medan elektromagnet yang terbentuk menarik *pressure plate* dan *pressure plate* menekan permukaan gesek pada puli. Hal ini menyebabkan *pressure plate* berputar mengikuti putaran puley, memutar bagian kompresor.

2. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk menyerap panas pada *refrigerant* yang telah dikompresikan oleh kompresor dan mengubah *refrigerant* yang berbentuk gas tersebut menjadi cair dan mendingin Menurut Triyono (2009:10)



Gambar 2.10. Kondensor
(Sumber :Triyono, 2009:9)

3. Kipas Listrik Kondensor

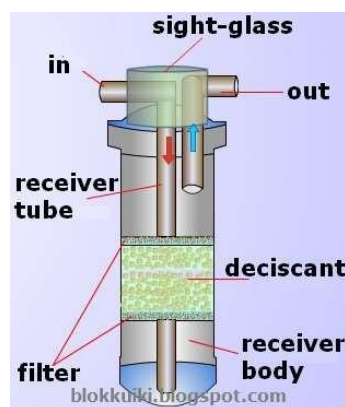
Kebanyakan kendaraan yang memiliki sistem AC membutuhkan kipas listrik sebagai penghisap udara dari luar dan mengalirkan udara untuk mendinginkan *kondensor* Menurut Triyono (2009:10).



Gambar 2.11. Kipas *Kondensor*(Sumber :Triyono, 2009:9)

4. Receiver/Dryer

Receiver/Dryer berfungsi untuk menampung *refrigerant* cair untuk sementara yang untuk selanjutnya mengalirkan *refrigerant* cair tersebut ke *evaporator* melalui *expansion valve* sesuai dengan beban pendinginan yang dibutuhkan. Selain itu, *dryer/receiver* juga berfungsi sebagai filter untuk menyaring uap air dan kotoran yang jika dibiarkan dapat merugikan bagi siklus. Menurut Triyono (2009:10)



Gambar 2.12. *Receiver/Dryer* (Sumber :Triyono, 2009:9)

5. Katup Ekspansi

Katup Ekspansi adalah berfungsi untuk menurunkan tekanan

dan menurunkan temperature *refrigerant* dalam *kondensor* dan mengubah seluruh *refrigerant* menjadi cairan yang dapat dialirkan ke dalam *evaporator*. Menurut Triyono (2009:10).



Gambar 2.13. Katup Ekpansi
(Sumber :Triyono, 2009:9)

6. *Evaporator*

Evaporator merupakan kebalikan dari *kondensor*. *Evaporator* berfungsi menyerap panas dari udara kabin yang akan didinginkan. Pendinginan ini dilakukan dengan cara meniupkan udara kabin tersebut melalui sirip-sirip pipa *evaporator* sehingga udara tersebut menjadi dingin. Sementara itu, refrigeran yang ada di dalam pipa *evaporator* mendidih dan berubah menjadi uap/gas Menurut Triyono (2009:10).



Gambar 2.14. *Evaporator*
(Sumber : Triyono, 2009:9)

7. *Thermostat*

Thermostat adalah berfungsi untuk menyalurkan daya listrik ke kompresor secara otomatis. Sensor ini yang berada pada

thermostat akan mendeteksi suhu didalam *evaporator* sesuai pengaturan. Apabila *thermostat* rusak maka *evaporator* akan membeku karena pemutus arus listrik tidak berfungsi. Kerusakan *thermostat* ditandai dengan keluarnya asap dari kisi AC serta adanya tetesan air seperti embun yang menetes dari *evaporator* Menurut Triyono (2009:10).



Gambar 2.15. *Thermostat* Sumber Triyono (2009:10)

8. *Blower*

Blower berfungsi untuk meniup atau menghembuskan udara melewati sirip- sirip *evaporator* sehingga udara dingin mengalir searah aliran tiupan blower menuju ke ruangan mobil



Gambar 2.16. *Blower* Sumber Triyono (2009:10)

9. Refrigerant

Refrigerant adalah sumber media yang bentuknya senyawa atau gas cair, yang digunakan dalam siklus panas yang mengalami perubahan fase dari gas ke cair atau sebaliknya.



Gambar 2.17. *Refrigerant*
Sumber Triyono (2009:10)

a) Persyaratan *Refrigerant* yang baik adalah :

- Tekanan penguapan yang tinggi
- Tekanan pengembunan cukup rendah
- Kalor pada penguapan tinggi
- Koefisien prestasi tinggi
- Konduktivitas termal tinggi
- Viscositasnya rendah
- Stabil, tidak bisa bereaksi dengan bahan lain
- Tidak beracun dan tidak berbau
- Tidak mudah terbakar
- Mudah dideteksi apabila bocor
- Harga terjangkau dan mudah diperoleh
- Banyak digunakan di masyarakat.

b) Jenis *Refrigerant* yang biasa digunakan,

Jenis *refrigerant* sangat banyak, dari seginya yang pernah digunakan sebagai fluida kerja AC mobil adalah R12.

Akan tetapi, karena R12 mengandung HFC yang besar andilnya dalam dampak penipisan *ozon* (O_3), maka penggunaan *refrigerant* jenis R12 diganti dengan *refrigerant* jenis R134 yang lebih ramah lingkungan.