

ANALISA SISTEM PENDINGIN DOUBLE BLOWER PADA MOBIL PRIBADI DENGAN KAPASITAS 8 ORANG

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana*

Oleh :

MARA ZALI SIREGAR
05.813.0028



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2009**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 23/9/23

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

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

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

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

ANALISA SISTEM PENDINGIN DOUBLE BLOWER PADA MOBIL PRIBADI DENGAN KAPASITAS 8 ORANG

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana*

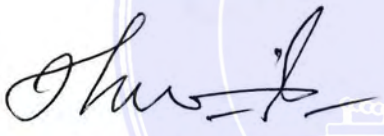
Oleh :


MARA ZALI SIREGAR
05.813.0028

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



(Ir. Husin Ibrahim, MT.)

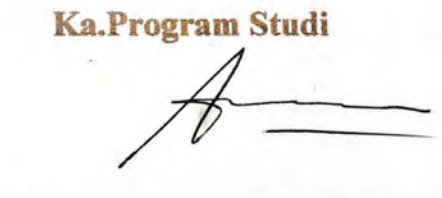

(Ir. Amrinsyah, MM)

Mengetahui

Dekan

Ka.Program Studi


(Ir. Hj Haniza, MT.)


(Ir. Amru Siregar, MT.)

Tanggal Lulus :

ABSTRAK

Kota medan merupakan kota terbesar nomor tiga yang ada di indonesia dan bisa dikatakan kota metropolitan. Hampir disepanjang jalan kota medan mengalami kemacetan. Hal ini akan menyebabkan kesegaran dan kenyamanan udara akan berkurang akibat temperatur yang meningkat, khususnya diruangan yang tertutup.

Pemakaian alat pendinginan yang semakin meningkat dan sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini, maka penulis akan menganalisa alat pengkondisian udara pada suatu objek dengan berbagai hal yang sangat kemungkinan sering terjadi misalnya temperatur dan kelembaban. Sehingga akan memudahkan pemilihan jenis dan sistem refrigerasi yang tepat untuk melayani objek tersebut.

Siklus yang paling banyak digunakan pada sistem refrigerasi adalah siklus kompresi uap, refrigeran ditekan dikompresor lalu dialirkan ke kondensor, sehingga berubah fasa dari uap menjadi cair, kemudian tekanan diturunkan dikatup ekspansi dan refrigeran cair akan menguap kembali setelah menerima beban di evaporator.

Refrigeran yang ditawarkan terdiri dari berbagai jenis tergantung jenis pemakaian dan type kompresor yang dipakai, beberapa jenis refrigeran yang bisa dipakai untuk pengkondisian udara diantaranya : R-11, R-12, R-22, R-501. Dimana kebanyakan konsumen memakai R-22 dan dalam perencanaan ini penulis memilih jenis refrigeran terbaru yaitu : R-134a yang sudah mempunyai persyaratan dalam pemilihan refrigeran.

Perlu juga diperhatikan beban pendingin yang terjadi, karena hal ini sangat berpengaruh pada kenyamanan penumpang dalam mobil.

Kata kunci:

- *Temperatur, kelembaban udara, refrigerasi, siklus kompresor uap*

ABSTRACT

City field third-largest city in Indonesia and is in town along the road metropolitan. Experienced. Town this field will cause the freshness and convenience of air will be reduced due to increased temperatures, especially closed. Use of increased cooling and in accordance with current technological developments, the author will analyze the air conditioning equipment on an object with a very likely thing often happens for example temperature and humidity. So that will facilitate the selection of and proper refrigeration systems to serve the object.

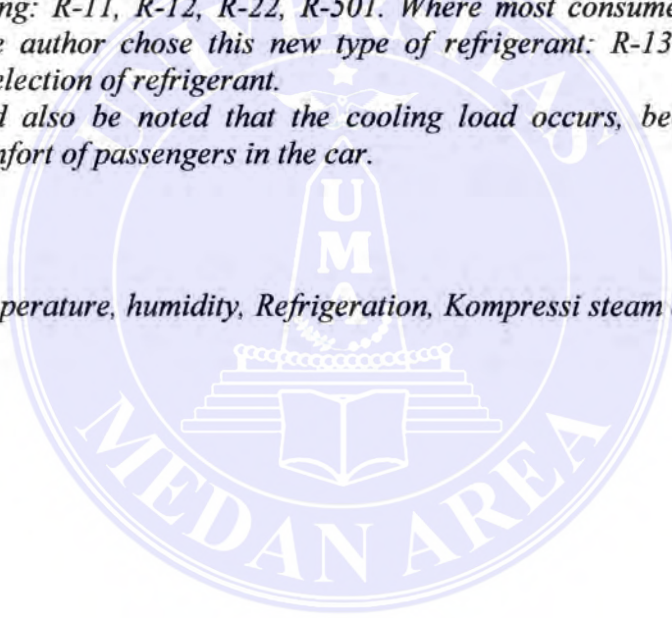
Cycle of the most widely used in refrigeration systems is kompressi cycle steam, compressed refrigerant then flows to dikompresor condenser, so that changes phase from vapor to liquid, then lowered the pressure and dikatup expansion of liquid refrigerant will evaporate again after receiving the burden on the evaporator.

Offered refrigerant composed of various types depending on the type of usage and type of compressor used ymag, several types of refrigerant that can be used for air conditioning including: R-11, R-12, R-22, R-501. Where most consumers use the R-22 and in planning the author chose this new type of refrigerant: R-134a which has a requirement in the selection of refrigerant.

There should also be noted that the cooling load occurs, because it is very influential in the comfort of passengers in the car.

Keywords:

- Temperature, humidity, Refrigeration, Kompresi steam cycle



DAFTAR ISI

SPEKIFIKASI TUGAS	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR LAMBANG	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Asas Dalam Pengkondisian Udara.....	5
2.2 Refrigerasi	6
2.2.1 Sistem Kompresor	6
2.2.2 Sistem Penyerapan	7
2.2.3 Sistem Penyemprotan Uap.....	8
2.2.4 Sistem Refrigerasi Termo – Elektro.....	8
2.3 Sistem Air Conditioner Dengan Sistem Kompresor.....	9
2.4 Sitem Air Conditioner Double Blower	12

4.3.2 Analisa Perpindahan Kalor Bagian Atap.....	44
4.3.3 Analisa Kalor Dari Lantai.....	45
4.3.4 Analisa Kalor Dinding Depan	47
4.3.5 Analisa Perpindahan Kalor Pintu Belakang.....	48
4.3.5.a Analisa Perpindahan Kalor Kaca	49
4.3.5.b Analisa Perpindahan Kalor Dinding	50
4.4 Beban Radiasi Matahari	51
4.5 Panas Yang Merambat Keruangan (Infiltrasi)	53
4.6 Panas Yang Bersumber Dari Manusia.....	56
4.7 Panas Yang Bersementer Dari Alat elektronika	57
BABV ANALISA THERMODINAMIKA.....	59
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	68
LITERATUR
LAMPIRAN

2.5 Perkembangan Teknologi Dibidang Refrigeran	12
2.5.1 Jenis Jenis Refrigerant.....	14
2.6 Pengaturan Udara Dan Sistem Pengaturan Udara	15
2.6.1 Pengaturan Udara Bagi Kendaraan Mobil	15
2.6.2 Sistem Pengaturan Udara	18
2.7 Beban Pendingin Dan Kapasitas Pendingin.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Jenis Penelitian	31
3.2 Subyek Penelitian	31
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	31
3.4 Rancangan Penelitian.....	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data	32
3.6 Teknik Analisa Data	32
3.7 Diagram Alir Penulisan.....	33
3.8 Jadwal Kegiatan.....	33
BAB IV ANALISA BEBAN PENDINGIN	34
4.1 Dasar Perencanaan.....	34
4.2 Beban Pendingin	35
4.2.a Panas Dari Udara Luar	35
4.3 Panas Yang Merambat Dari Dinding.....	40
4.3.1 Analisa Perpindahan Kalor Pada Dinding	40
4.3.1a Analisa Perpindahan Kalor Kaca Samping Kiri	42
4.3.1.b Analisa Perpindahan Kalor Lapisa Dinding	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Medan merupakan kota terbesar nomor tiga yang ada di Indonesia dan bisa dikatakan kota Medan merupakan kota metropolitan. Hampir di sepanjang jalan di kota Medan mengalami kemacetan, kemacetan yang terlalu lama mengakibatkan para pengendara mobil merasakan peningkatan suhu ruangan mobil, sehingga para pengendara dan penumpang merasakan ketidaknyamanan dan kejenuhan yang diakibatkan dari peningkatan suhu ruangan. Oleh karena itu untuk mengubah udara yang panas dan lembab menjadi udara yang dingin dan menyegarkan diperlukan sistem pengkondisian udara pada alat transportasi.

Namun kebanyakan kendaraan yang berkapasitas delapan penumpang memiliki satu alat pendingin udara (air conditioner), namun tidak akan memberikan kesejukan dan kenyamanan bagi seluruh penumpang kendaraan tersebut, karena besarnya kapasitas kendaraan, sehingga tidak mampu memberikan kesejukan hingga ke bangku belakang.

Kemajuan teknologi telah berperan penting dalam mewujudkan hal tersebut, para ahli telah menciptakan sebuah sistem yang dinamakan "sistem pengkondisian udara dengan menggunakan Sistem Double Blower" dimana dengan sistem ini dapat menurunkan temperature dan kelembapan dengan cara mengalirkan udara dari depan hingga belakang dan memberikan kenyamanan pada penumpang sesuai dengan yang diharapkan.

Dari uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Analisa Sistem Pendingin Double Blower Pada Mobil Pribadi Dengan Kapasitas Delapan Orang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan permasalahan penelitian adalah apakah dengan menggunakan sistem pendingin Double Blower pada mobil pribadi dapat memberi kesegaran atau kesejukan dan kenyamanan pada penumpang.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi yang berjudul Analisa Sistem Pendingin Double Blower Pada Mobil Pribadi Dengan Kapasitas Delapan Orang, penulis hanya membahas dan memberi pembatasan masalah yang mencakup beberapa hal :

1. Batasan analisis

- Benda uji yang akan disimulasikan adalah Mobil dengan dimensi :
 - Panjang (L) = Panjang dinding keseluruhan 4,20 m
 - Lebar = 1,15 m
- Variable temperatur = Temperatur di dalam mobil 24⁰ C
 - = Temperatur lingkungan 35⁰ C
- Kemudian terjadi perpindahan panas pada kabin mesin diabaikan
- Koefisien panas lapisan film udara dalam dan luar
 - Lapisan udara luar = 26,08 (W/ m² °C) disetarakan
 - Lapisan udara dalam = 28,76 (W/ m² °C) disetarakan

- Temperatur 24°C dengan kelembaban relatif 54 % (Perbandingan kelembaban 0,0109)

2. Batasan substansial.

- Analisa beban pendingin dan kapasitas pendingin
- Analisa aliran udara penyegaran, analisa perbandingan kelembaban

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulis dalam merencanakan sistem pendingin Double Blower pada mobil pribadi ini adalah:

- a. Mengaplikasikan teori yang didapat dari bangku kuliah dengan mensimulasikan yang ada distudi literatur.
- b. Untuk mengkondisikan menjaga kesegaran udara agar tetap nyaman dalam ruangan mobil.
- c. Untuk mendapatkan hasil dari beban pendingin, kapasitas pendingin, aliran udara penyegaran dan perbandingan kelembaban.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun maanfaat perencanaan ini, sebagai berikut:

- a. Penulis dapat mengaplikasikan di lapangan, bagaimana bentuk tata letak, posisi kontruksi dari komponen system Refrigrasi
- b. Penulis dapat memahami proses yang terjadi di dalam system pengkondisian udara
- c. Sebagai salah satu system dalam menyelesaikan study untuk memperoleh gelar sarjana.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih mudah di pahami, penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, manfaat perencanaan, tujuan perencanaan, Batasan masalah, metode perencanaan dan sistematika penulisan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan tentang pengertian sistem refrigerasi, dan siklus yang umumnya digunakan pada sistem refrigerasi, sistem pengaturan udara.

BAB III : METODE PENELITIAN /PERANCANGAN

Mengurai tentang jenis penelitian, subyek penelitian, Lokasi dan Waktu Penelitian, Rancangan penelitian, Teknik pengumpulan data,

BAB IV : ANALISA BEBAN PENDINGIN

Mengurai tentang sumber kalor yang menyebabkan beban pendingin

BAB V : ANALISA THERMODINAMIKA DAN ALIRAN REFRIGERANT

Mengurai tentang analisa grafik dan Mengurai tentang aliran refrigerant

BAB VI : KESIMPULAN

Uraian atau pernyataan singkat dari hasil perencanaan

BAB II

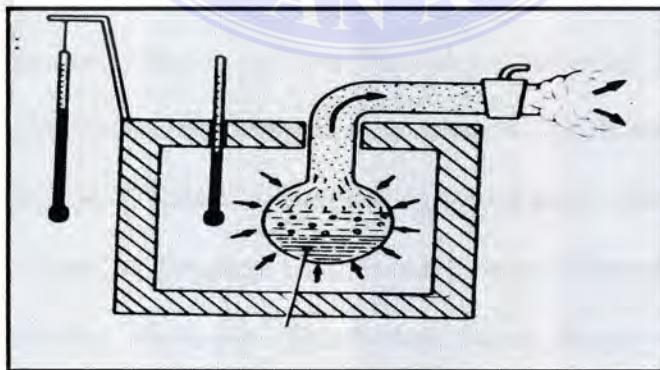
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asas dalam pengkondisian udara.

Apabila kita meneteskan alkohol pada tangan, permukaan kulit terasa dingin. Yang menyebabkan rasa dingin itu karena alkohol menguap (perubahan fasa dari cair ke gas) menarik panas-laten yang terdapat pada kulit. Demikian pula, bila kita menyemprot air pada halaman terbuka yang permukaannya menjadi panas karena lama disoroti sinar matahari, beberapa saat kemudian terasa agak sejuk hawanya. keadaan ini disebabkan juga karena ketika air yang disiram menguap sekaligus menarik panas yang terdapat pada permukaan tanah.

Hal ini dapat dibuktikan dengan percobaan seperti berikut :

Dalam sebuah kotak yang dapat mengisolir panas radiasi ditempatkan sebuah labu yang berisi cairan yang cepat menguap seperti eter. Ketika eter tersebut menguap keluar dari labu, panas-laten yang terdapat dalam udara didalam kotak tertutup terterik melalui permukaan labu sehingga suhu udara dalam kotak menurun lebih rendah dari pada suhu udara luar.



Gambar 2.1 Asas dalam penkondisian udara

2.2 Refrigrasi

Refrigrasi menurut Aris Munandar (1983) adalah suatu cara mengkondisikan suatu zat atau benda sehingga yang dikondisikan tersebut mencapai suatu kondisi tertentu sesuai dengan yang di inginkan dengan cara merubah atau mempertahankan kondisi udara.

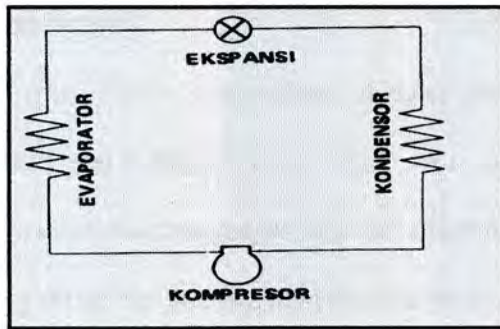
Sistem refrigrasi dapat didefinisikan sebagai proses penyerapan panas di daerah yang bertemperatur tinggi dan panas tersebut dilepas didaerah yang bertemperatur tinggi dan panas tersebut dilepas didaerah yang bertemperatur yang rendah. Proses penyerapan dan pelepasan ini di lakukan oleh fluida kerja yang dinamakan Refrigrant

Sistem Refrigrasi menurut “Buku Nippondenso Indonesia, INC “ (1993; hal 7) mempunyai variasi sebagai berikut:

1. Sistem kompresor
2. Sistem penyerapan
3. Sistem penyemprotan uap
4. Sistem refrigrasi thermo-elektro

2.2.1 Sistem kompresor.

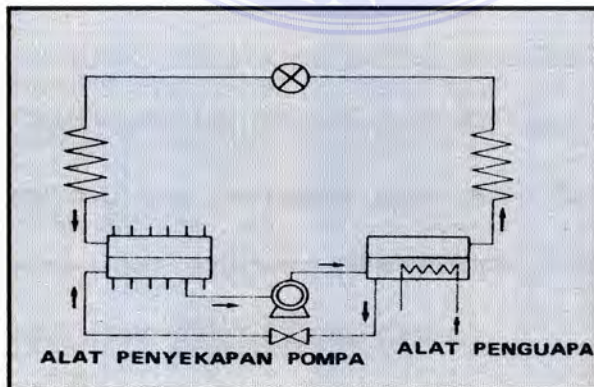
Seperti gambar di bawah, refrigran bersifat gas disalurkan ke kondensor dengan bantuan kompresor. Gas refrigran akan mencapai cair didalam kondensor karena pengipasan angin. Cairan itu mengembun berupa kabut pada tempat klep ekspansi dan refrigran yang menjadi kabut masuk kedalam evaporator. Refrigran yang masuk kedalam evaporator dihembuskan keluar dengan motor kipas sehingga mengalir dalam bentuk gas, aliran gas inilah berfungsi untuk menghilangkan panas – laten yang terdapat pada udar dalam ruangan.



Gambar 2.2.1 Sistem kompresor

2.2.2 Sistem penyerapan

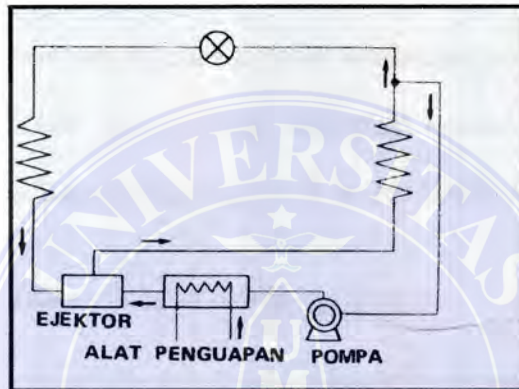
Sistim ini adalah hampir sama sirkulasinya dengan sistim kompresor, hanya bedanya meningkatkan tekana gas refrigran dengan cara memanaskan refrigran, tanpa tekanan kompresor. Bila alat penguapan yang diisi obat penyerap yang mengandung bahan refrigran dipanaskan, timbul gas refrigran yang tinggi tekanan dan suhunya. Gas ini mengalir menurut saluran yang sama dengan sistim kompresor. Gas refrigran yang keluar dari evaporator diserap didalam alat penyerapan dan berubah menjadi cairan. Cairan larutan ini disalurkan kealat penguapan dengan pompa, kemudian menghasilkan gas refrigran yang tinggi tekananya.



Gambar 2.2.2 Sistem penyerapan

2.2.3 Sistem penyemprotan uap

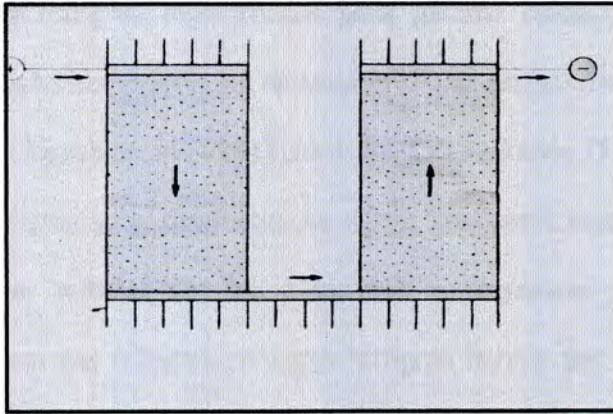
Sama halnya seperti sistim penyerapan ,dengan alat penguapan yang dipanaskan menghasilkan uap refrigran yang tinggi suhu dan tekananya. Uap refrigran yang dihasilkan dari alat penguapan tersebut disemprot didalam ejektor dan uap refrigran yang ditiup dengan penyemprotan tersebut disalurkan ke klep ekspansi untuk mengalirkan refrigran yang sudah berubah menjadi cairan kedalam evaporator .



Gambar 2.2.3 Sistem penyemprotan uap

2.2.4 Sistem refrigrasi thermo-elektro.

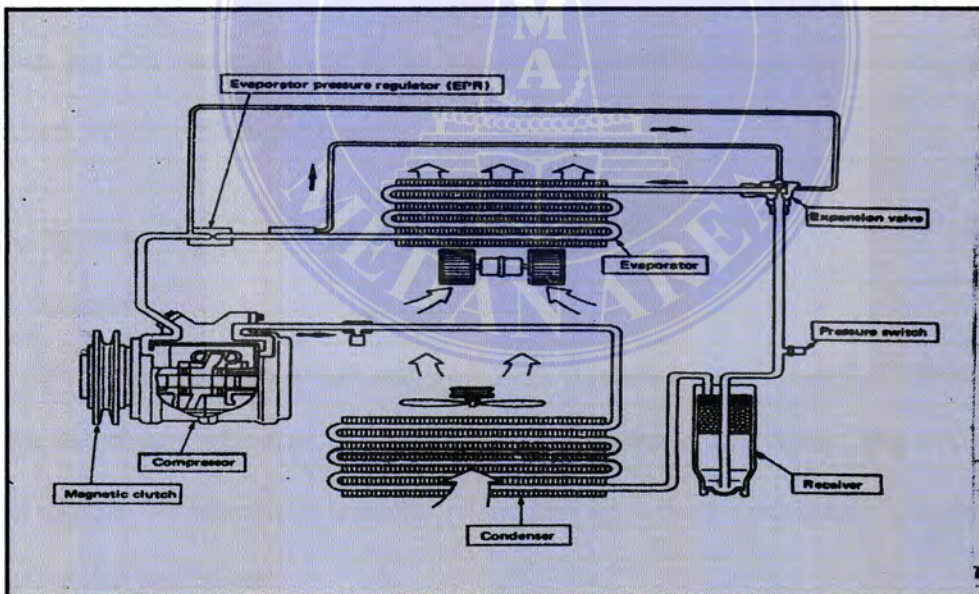
Pada tahun 1834 Valtie menemukan sifat elektro yang menyerap panas. Dengan dua jenis logam yang berlainan kandungan zat masing-masing dibuat saluran arus listrik. Bila kita mengalirkan strom listrik D.C ke seluruh saluran tersebut, pada sebelah tempat sambungan kedua logam terjadi penyerapan panas dari udara sekitarnya, sedangkan pada sebelah lainnya dari tempat sambungan tersebut terjadi penyebaran panas keudara. Sifat elektro demikian dimanfaatkan dalam sistem refrigrasi thermo-elektro.



Gambar 2.2.4 Sistem Refrigerasi thermo- elektro

Mesin refrigerasi yang digunakan untuk kendaraan mobil memakai sistem kompresor, karena sistem lainnya tidak memenuhi kondisi yang diharapkan, antara lain terlalu berat bobot mesin atau terlalu mahal harganya.

2.3 Sistem air conditioner dengan sistem kompresor



Gambar 2.3 Sistem air conditioner dengan sistem kompresor

Sirkulasi refrigeran digambarkan pada gambar diatas. Mula mula gas refrigeran disedot ke kompresor dan dicetuskan keluar dengan tekanan kompresor. Ketika itu gas refrigeran menunjukkan suhu + 70° C dan tekanan 15 kg/cm².

Gas refrigeran yang disalurkan ke dalam kondensor mendapat hembusan angin dari kipas radiator dan angin tersebut melenyapkan panas-laten yang terkandung dalam gas refrigeran sehingga refrigeran berupa gas berubah menjadi cairan. Suhu yang terdapat pada cairan tersebut berkisar 50° C. Refrigeran yang menjadi cair mengalir masuk kedalam Receiver/ Drier, disaring untuk menghilangkan kotoran dan disalurkan ke klep ekspansi. Di tempat klep ekspansi ini cairan refrigeran disemprot, mengembang dalam bentuk kabut halus seperti semprotan cat duco.

Refrigeran berupa kabut masuk kedalam evaporator yang dihembus dengan motor kipas. Melalui evaporator kabut refrigeran berubah dari fase kabut/cair ke fase gas dan mengalir kembali ke kompresor. Demikianlah peredaran refrigeran dalam instalasi mesin pendingin

Komponen – komponen sistem pengkondisian udara

a. Kompresor

Suatu alat pada proses refrigrasi yang di gunakan untuk menaikkan tekanan dan temperatur refrigerant dari tekanan dan temperatur di evaporator yang rendah ke tekanan dan temperatur kondensor yang jauh lebih tinggi serta mensirkulasikan refrigerant pada sistem.

b. Kondensor

Berfungsi untuk menurunkan suhu dari gas refrigerant sehingga terjadi proses pengembunan dan gas refrigerant berubah menjadi cair

c. Receiver

sebuah tabung untuk menampung sementara refrigeran berubah cairan sebelum disalurkan ke evaporator dan sekaligus untuk memisahkan kadar air atau kotoran dari cairan refrigeran tersebut.

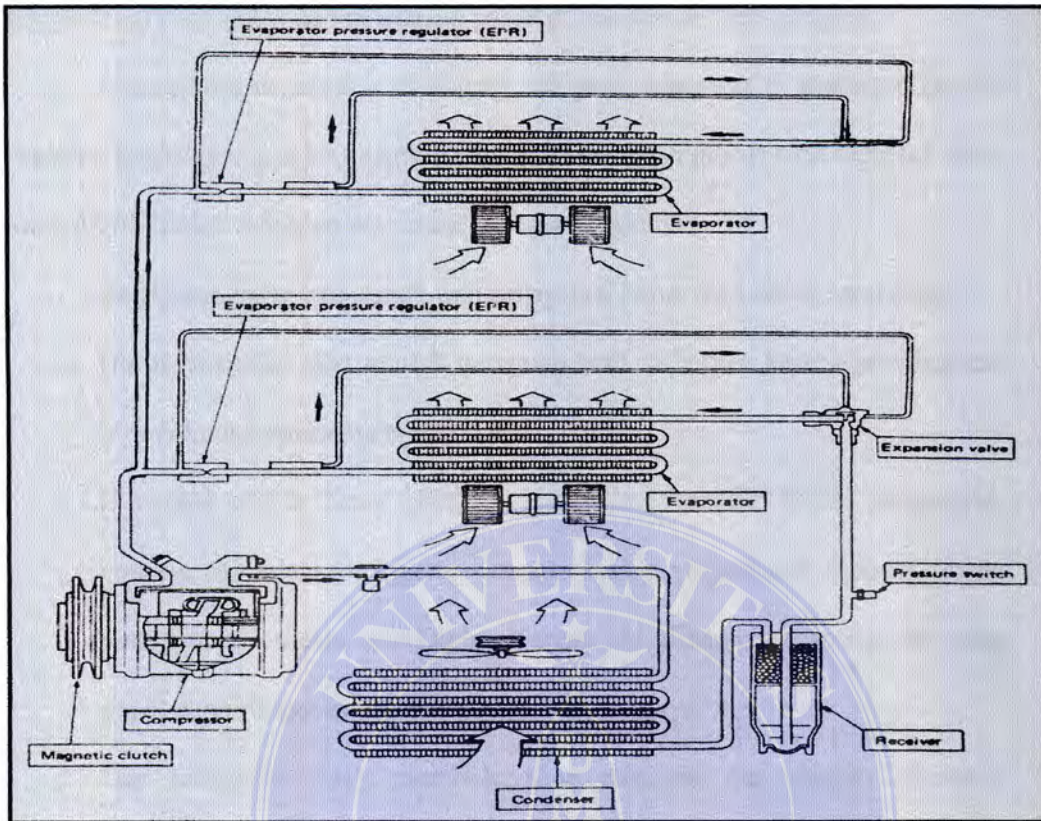
e. Expansion Valve

Meng ekspansikan banyaknya R134a yang dibutuhkan oleh evaporator dalam bentuk kabut. Proses tersebut mengakibatkan turunnya tekanan dan temperatur R134a

f. Evaporator

Berfungsi sebagai alat penyerap panas terhadap lingkungan pada saat perubahan fasa refrigerant dari cair menjadi uap

2.4 Sistem air conditioner double blower



Gambar 2.4 Sistem air conditioner double blower

Gambar diatas menunjukkan sistem pengkondisian udara double blower, dimana sistem kerjanya hampir sama seperti sistem single blower yang membedakannya adalah sistem ini menggunakan dua evaporator dan komponen – komponennya sama seperti sistem single blower.

2.5 Perkembangan Teknologi di bidang Refrigeran

Refrigeran menurut Wilbert F Stoecker & Jerold W. Jones (1992; 279) adalah fluda kerja yang digunakan untuk melakukan proses penyerapan dan pelepasan panas dalam sistem refrigerasi, refrigerant akan bersirkulasi dalam

sistem selama sistem bekerja. Dimana akan terjadi penyerapan panas oleh refrigeran di evaporator dan pelepasan panas di kondensor oleh refrigeran.

Perkembangan mutakhir di bidang refrigeran utamanya di dorong oleh dua masalah lingkungan, yaitu lubang ozon dan pemanasan global sifat merusak ozon yang dimiliki oleh refrigeran utama harus segera diganti.

Refrigeran yang baik untuk unit refrigerasi harus memenuhi syarat yaitu :

- a. Harus memiliki sifat mudah menguap atau melenyap karena pendinginan terjadi ketika cairan menguap.
- b. Bilamana makin besar panas – laten yang tertarik dalam penguapan, volume sirkulasi refrigeran dapat makin diperkecil berarti dapat memperkecil mesin pendingin. Karena itu diharapkan refrigeran yang dapat menarik panas-laten sebanyak – banyaknya.
- c. Gas refrigeran tidak membahayakan manusia dan mudah diketahui pembocoran gas dari baunya.
- d. Tidak terjadi perubahan kimia dari kandungan unsur-unsur dalam refrigeran, sekalipun dipakai berulang-ulang.
- e. Tidak memberi pengaruh yang merugikan kepada logam, tidak menyebabkan korosi
- f. Refrigeran tidak mudah terbakar atau meledak
- g. Tekanan pengembunan tidak terlalu tinggi
- h. Kalor laten penguapan harus tinggi
- i. Volume spesifik (terutama dalam fasa gas) yang cukup kecil.
- j. Harganya tidak terlalu mahal

2.5.1 Jenis jenis Refrigerant antara lain

a. Ammonia (NH_3)R-717

Sering digunakan pada instalasi – instalasi suhu rendah seperti pada industri es yang besar . laju pendingin sangat tinggi dan panas yang diserap evaporator (RE) lebih besar , masa aliran refrigerant lebih kecil , daya kompresor lebih kecil, COP lebih besar.

b. Refrigerant $_{11}$ (R_{11})

Suhu untuk menguap / titik didih relatif tinggi ($23,7 \text{ C}$) dan sangat mudah larut dalam oli pelumas. Bersama dengan refrigerant 113, Refrigerant ini populer untuk system-system kompresor sentrifugal.

c. Refrigerant $_{12}$ (R_{12})

Refrigerant ini terutama digunakan dengan kompresor torak untuk melayani refrigerasi rumah tangga dan didalam pengkondisian udara kendaraan otomotif. Tetapi refrigerant ini sudah dilarang karena dapat merusak ozon

d. Refrigerant $_{22}$ (R_{22})

Biaya kompresor lebih murah dibandingkan R-12, sehingga refrigerant ini lebih banyak mengambil peranan R-12 untuk keperluan pengkondisian udara. Refrigerant ini dapat merusak bahan karet .

e. Refrigerant $_{21}$ (R_{21})

Refrigerant ini mengandung racun walaupun sangat kecil kadarnya

f. Refrigerant R_{502} (R_{502})

Refrigerant ini adalah refrigerant yang terbaru dengan jumlah keuntungan yang dimiliki R12 . tetapi memiliki kelebihan dari sifatnya terhadap minyak dan suhu buang yang lebih rendah dibandingkan dengan R22.

g. Udara

Refrigerant paling tua, memakai udara sebagai refrigerant pada instalasi pendingin cukup aman dan murah

h. Karbon dioksida (CO_2)

Refrigerant ini tidak berwarna tidak berbau dalam bentuk gas , lebih berat dari pada udara pada tekanan atmosfer boiling point = $-109,3^{\circ}F$. berat jenisnya dalam bentuk cairan = 1,56 tidak beracun dan tidak dapat terbakar, tetapi kerjanya terlalu tinggi (dikondensor dan di evaporator), pemakaiannya terbatas pembuatan dry cycle

i. Refrigerant 134a

Refrigerant ini merupakan jenis refrigerant terbaru , dimana refrigerant ini tidak mengandung unsur chlorine sehingga aman digunakan dan jika refrigerant ini terbuang ke udara tidak begitu berbahaya dan tidak merusak ozon

2.6. Pengaturan udara dan Sistem pengaturan udara

2.6.1 Pengaturan udara bagi kendaraan mobil

Berlainan dengan ruang bangunan gedung, dengan faktor-faktor suhu, kelembaban udara, arus udara dan kejernihan udara belum dapat menjamin sepenuhnya rasa segar dan sejuk kepada para penumpang, karena masih dipengaruhi oleh faktor-faktor pihak luar seperti temperatur udara diluar mobil,

radiasi panas, sorotan matahari dan sebagainya. Peralatan pengaturan udara yang dipasang pada kendaraan mobil mempunyai fungsi masing-masing sebagai berikut:

- | | |
|--------------------|---|
| a) Ventilator | : Ventilasi udara luar / dalam |
| b) Heater | : Menghangatkan udara |
| c) Cooler | : Mendinginkan udara, mencegah kelembaban |
| d) Air Conditioner | : Memanaskan / mendinginkan udara |
| e) Air purifier | : Menjernihkan udara ruangan |

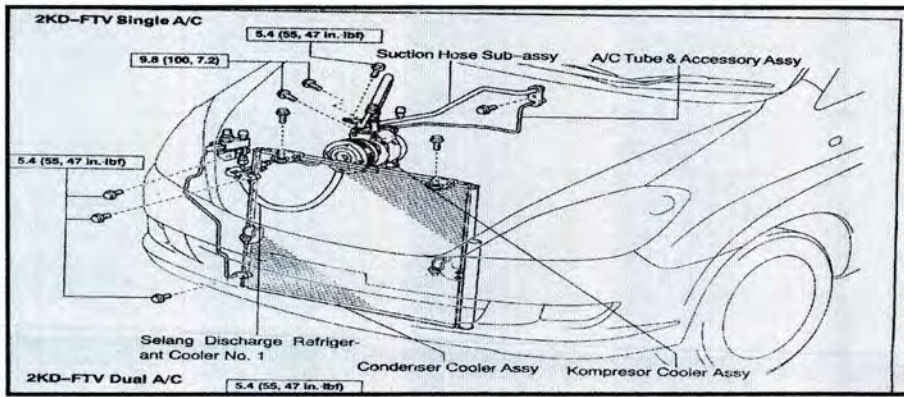
Variasi model Car Cooler serta keistimewaannya.

Car Cooler dapat dibagi dalam dua model menurut posisi yang dipasang pada mobil yaitu:

a Model depan

Unit Cooler dipasang dengan cara menggantungkan dibawah dash bord .Keistimewaan dari model ini ialah

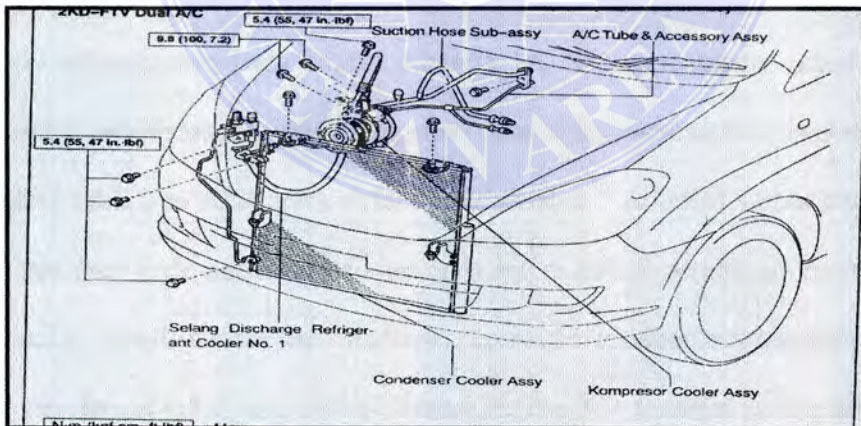
- Baik pengemudi maupun penumpang di belakang terasa lebih sejuk karena menghadap arus angin sejuk yang datang dari depan, lagi pula pengemudi mobil dapat menikmati hembusan angin sejuk yang diarahkan kepadanya dengan stelan daun jendela pada tempat hembusan angin.
- Dilihat dari segi tehnik, saluran pipa / slang pendek karena berdekatan dengan motor, sehingga memudahkan pekerjaan memasang instalasinya



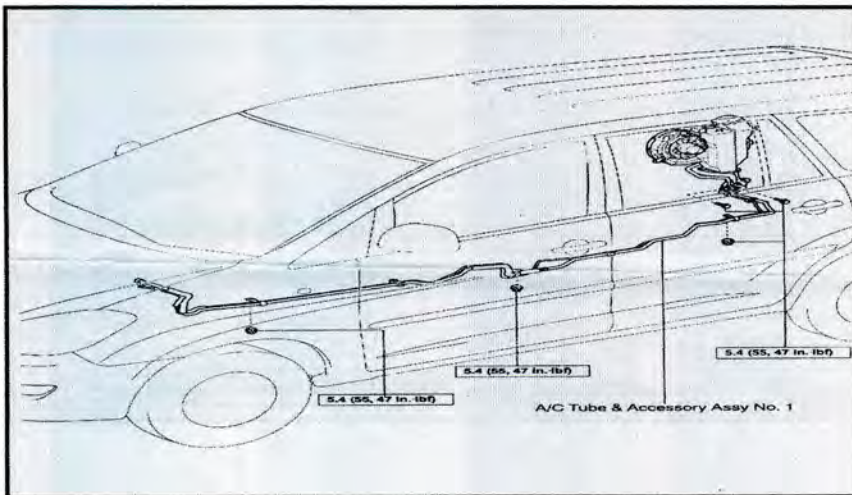
Gambar 2.6.1 Car Cooler Model depan

b Model muka belakang (double blower)

Model ini adalah kombinasi model depan dan belakang. Arus angin dingin mengalir di dalam ruang mobil. Keistimewaan dari model ini ialah udara dalam ruang mobil lebih cepat mendingin dan udar dingin tersebar secara sama rata didalam ruangan karena angin dingin dihembus keluar dari kedua belah pihak, muka dan belakang .



Gambar 2.6.1.a Car Cooler Model Depan



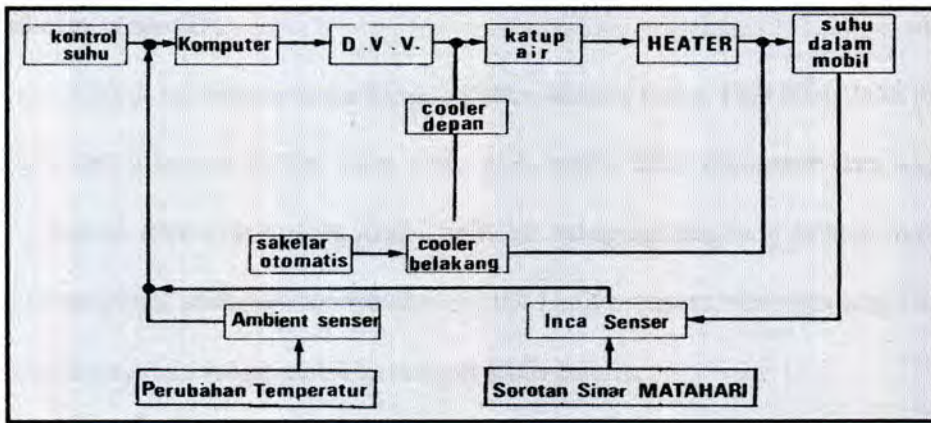
Gambar 2.6.1.b Unit Car Cooler Muka Belakang

2.6.2 Sistem pengaturan udara.

Perkembangan teknik menghasilkan sistem pengaturan udara yang dapat menetapkan suhu dalam ruang mobil pada suatu tingkat tertentu secara otomatis.

a. Sistem Komputer

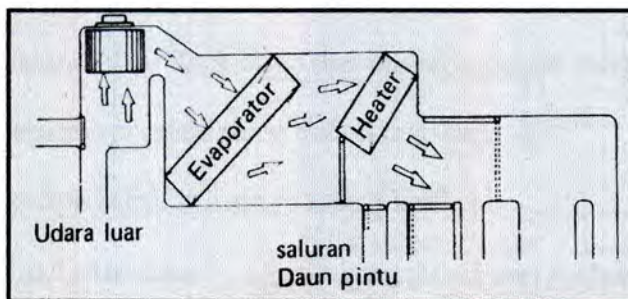
Sistem ini adalah dengan bantuan komputer memantapkan selalu suhu dalam ruang mobil pada derajat yang ditentukan sebelumnya. Skema dari sistem komputer digambarkan pada bagian dibawah ini. Sistem mengatur udara ialah pertama kita memutar tombol pengatur suhu untuk menetapkan derajat suhu yang dihendaki. Dua buah indra elektro yang disebut “ Ambient sensor dan inca sensor memberi kode kepada komputer pada setiap terjadi perubahan temperatur dalam ruang mobil dan sorotan matahari. komputer tersebut menerapkan kode ini dengan derajat suhu yang sudah ditentukan, dan bila terdapat selisih seketika menggerakkan elektro-magnet yang disebut “Double Vaccum Valve, D.V.V. ini dapat menghidupkan atau mematikan unit Cooler, agar suhu dalam ruang mobil tetap dipertahankan pada suatu tingkat yang ditentukan.



Gambar2.6.2a Sistem komputer

b.Sistem adukan udara

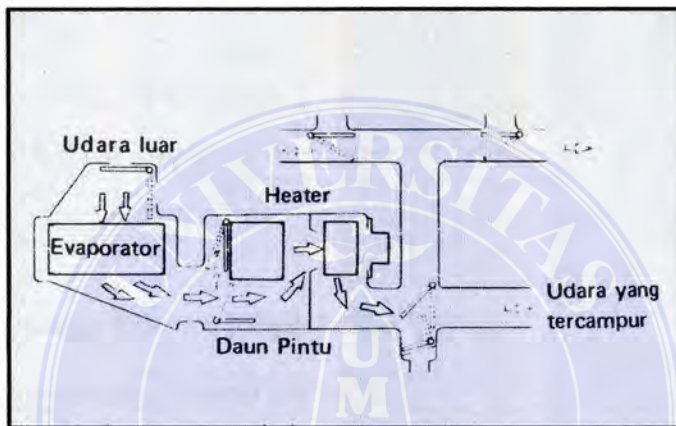
Sistem ini mengatur suhu dalam ruang mobil dengan membuka / menutup pintu saluran angin. Bilamana tombol kontrol suhu diputar pada suatu derajat yang dikehendaki, pintu saluran tersebut terbuka banyak / sedikit sesuai dengan putaran tombolnya. Udara dalam / luar ruang mobil yang disedot ke unit Cooler, setelan dihembus keluar dari evaporator, sebagian meluncur keluar dari tempat pintu (bila tidak tertutup) dan sebagian lainnya melewati unit pemanas. Dengan demikian udara dingin dan udara hangat tercampur sebelum mengalir masuk ke dalam ruang mobil.



Gambar 2.6.2.b Sistem adukan udara

c. Sistem semi- mix

Sistem ini hamper sama dengan sistem adukan udara. Dua buah daun pintu yang distel menurut derajat suhu yang di hendaki, akan mengatur arus angin yang keluar dari evaporator. Arus angin ini sebagian langsung keluar melalui mesin pengipas, sebagian lainnya akan melalui unit pemanas, sehingga angin akan mengalir kedalam ruang mobil tercampur lebih dahulu.



Gambar 2.6.2.c Sistem semi – mix

2.7 Beban pendingin dan Kapasitas pendingin

Beban pendingin pada sistem refrigerasi adalah energi panas yang diserap oleh refrigeran didalam evaporator dari ruangan yang dikondisikan.

Panas yang terjadi pada kendaraan mobil pribadi yang sedang berjalan dipengaruhi oleh faktor faktor lingkungan luar misalnya derajat suhu udara bebas, kelembaban dan sebagainya selain panas radiasi matahari.

Panas ini dapat diperinci menurut asalnya seperti berikut :

- Panas dari radiasi matahari : Panas yang masuk dari jendela
- Kontruksi panas matahari : Kontruksi melalui atap, pintu

- Panas melalui manusia : Panas yang timbul dari penumpang
- Panas dari mesin motor : Kontruksi melalui lantai, dash board
- Panas dari alat elektronik : Panas dari TV, Tape , speaker

Panas yang diterima dinding berbeda dengan tiap konstruksi mobil pribadi itu sendiri. Panas yang masuk melalui dinding kontruksi mobil pribadi merupakan perpindahan panas yang terjadi secara konstuksi, dimana persamaan untuk aliran ini sendiri.

$$q = -k.A \frac{dt}{dx} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$= \frac{-k.A}{\Delta x} (Ti - To)$$

Dimana:

- q = Besarnya kalor yang dipindahkan (Watt)
- k = Konduktivitas Thermal (W/ m⁰ C)
- A = Luas permukaan perpindahan kalor (m²)
- Ti = Temperatur udara luar (⁰ C)
- To = Temperatur udara ruangan (⁰ C)
- Δx = Total bidang perpindahan panas (m)

Namun dalam perencanaan ini, mobil pribadi tidak hanya menerima panas pada satu lapisa dinding saja. Tetapi ada beberapa lapisa yang akan di lewati oleh aliran panas. Maka laju aliran kalor juga terjadi secara konveksi,

dirumuskan : $q = h.A (T_0- T_i) \dots\dots\dots(2.2)$

Dari persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa dinding dan kaca mobil pribadi mengalami perpindahan panas secara konduksi pada pada sisi luar dan

menerima perpindahan panas. Secara konveksi pada sisi dalam, sehingga laju aliran kalor yang terjadi pada dinding dapat dirumuskan :

$$q = \frac{1}{\frac{1}{h_0 \cdot A_0} + \frac{\Delta x_1}{k_1 \cdot A_1} + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n \cdot A_n} + \frac{1}{h_1 \cdot A_1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

h_0 = Lapisan film udara luar dengan koevisien konveksi (W/ m² ° C)

h_i = Lapisan film udara dalam dengan koevisien konveksi (W/ m² ° C)

Untuk mendapatkan nilai h_0 dan h_i digunakan persamaan :

$$Nu = \frac{h \cdot L}{k} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

Nu = Angka Nusselt

h = Koefisien perpindahan panas (W / m² °C)

k = Konduktivitas thermal (W / m ° C)

Untuk menentukan angka nusselt terlebih dahulu harus mengetahui jenis atau sifat aliran fluida dari bilangan Reynolds (Re), dimana persamaan untuk plat vertical adalah :

$$Re = \frac{\rho \cdot V_{\infty} \cdot L}{\mu} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Re = Bilangan Reynolds

ρ = Massa jenis udara (kg / m³)

V_{∞} = Kecepatan rata- rata udara dalam ruangan ditetapkan (m/s)

μ = Vikositas dinamis (kg / m .s)

Angka Reynolds yang dapat digolongkan dalam aliran turbulen pada aliran konveksi bebas sehingga angka Nusselt dapat dirumuskan :

$$Nu = 0,453 \times (Re)^{1/8} \times (Pr)^{1/3} \dots\dots\dots(2.6)$$

Beban radiasi matahari

Beban radiasi akibat sinar matahari yang mengenai mobil pribadi dapat dihitung dan yang perlu diingat adalah arah matahari yang mengenai mobil serta waktu arah pukul berapa mobil menerima beban radiasi yang terbesar.

Persamaan yang digunakan untuk laju aliran kalor adalah

$$q_{\text{radiasi}} = U \cdot A \cdot CLTD \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

U = Koefisien perpindahan kalor menyeluruh (W / m² °C)

A = Luas permukaan total yang terkena matahari dalam hal ini permukaan yang terkena matahari adalah bagian atap dan kaca depan

CLTD = Cooling load Temperature Dofference (baban suhu untuk pendinginan dinding yang terkena sinar matahari)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{\Delta x_1}{k_1} \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + \frac{1}{h_i}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Permukaan yang terkena radiasi matahari adalah permukaan bagian atap dan bagian kaca depan dimana hal ini akan membantu untuk menentukan harga CLTD dari permukaan yang terkena matahari.

- Koefisien perpindahan kalor menyeluruh (U) untuk dinding kaca terkena matahari

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_0} + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + \frac{1}{h_i}}$$

- Untuk permukaan dinding berlapis yang terkena matahari

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_0} + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + \frac{1}{h_i}}$$

Sehingga beban radiasi yang terjadi adalah

$$q_{\text{radiasi}} = q_{\text{rad kaca}} + q_{\text{rad plat}}$$

Panas udara yang merambat keruangan mobil pribadi (infiltrasi)

Infiltrasi yaitu masuknya udara luar kedalam ruangan mempengaruhi suhu udara dan tingkat kelembaban didalam ruangan tersebut. Biasanya dibedakan antara pengaruh yang menyangkut dampak suhu seperti beban sensible dan dampak kelembaban , seperti beban laten. Besarnya infiltrasi adalah

Dimana :

- Q = Laju aliran volumetric udara luar (L/ det)
- q = Menyatakan sensibel dalam ruangan
- T₀ = Temperatur udara luar
- T₁ = Temperatur udara dalam

Laju aliran volumetric udara luar dapat dihitung dengan persamaan

$$Q = a + bV . c (T_0 - T_1) \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

- a,b,c = Konstanta yang di tentukan oleh dari percobaan
- V = Kecepatan angin (m / det)

Besarnya kalor laten dapat dihitung dengan persamaan

$$Q_{\text{laten}} = 3000 Q (W_0 + W_1) \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana :

$$W = \text{Rasio kelembaban air terhadap udara (kg uap air / kg udara kering)}$$

Sehingga panas infiltrais yang terjadi adalah :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{in}} + Q_{\text{il}}$$

Panas yang bersumber dari tubuh manusia

Dalam perencanaan ini beban pendinginan akibat kalor yang di keluarkan dari Tubuh manusia (dewasa)dibagi atas dua bagian yaitu beban sensible dan beban laten.

a. Beban sensibel adalah :

$$q_{\text{sensibel}} = \text{Perolehan kalor perorang x jumlah orang x faktor beban pendingin (CLF)}$$

b. Beban laten adalah

$$q_{\text{laten}} = \text{Perolehan kalor per- orang x jumlah orang x CLF}$$

dimana : CLF = 1,0

Jadi beban tubuh manusia yang terjadi adalah :

$$q_{\text{total}} = q_{\text{sensibel}} + q_{\text{laten}}$$

Panas yang bersumber dari alat elektronik

Dalam analisa ini direncanakan alat alat elektronik terdiri dari sebuah Head unit (Tape), empat buah speaker yang berukuran 16 cm dan TV monitor. Karena alat alat elektronik tersebut juga dapat mempengaruhi beban pendingin yang di kondisikan di dalam ruangan.

jadi jumlah keseluruhan beban yang dihasilkan dari alat – alat elektronik adalah :

$$q_{\text{lek}} = \text{Head unit} + \text{speaker} + \text{TV minitor}$$

Dengan demikian dari seluruh analisa perhitungan diperoleh total beban pendinginan (Cooling load total) adalah sebagai berikut:

Maka beban pendinginan total yang terjadi

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{beban pendingin}} + Q_{\text{loses}}$$

Maka beban pendingin

$$Q = \frac{1}{1kW} \quad (\text{Dimana } 1 \text{ kw} = 3,516 \text{ TR})$$

2.8 Kapasitas Pendingin

Karena mesin pendingin adalah suatu peralatan yang memindahkan panas dari bagian yang rendah suhunya ke bagian yang suhunya, maka kapasitas pendinginan dapat dinyatakan dengan beberapa kalor yang dapat dipindahkan dalam suatu waktu.

Akan tetapi, Kapasitas pendingin akan berubah apabila terjadi perubahan baik suhu gas ditempat kompresor maupun suhu cairan didalam evaporator, maka untuk menghitung kapasitas pendingin dibuat derajat suhu yang tertentu yaitu suhu pada titik uap dari cairan diberi derajat 0°C dan suhu pada titik- embun ditetapkan dengan derajat 30°C .

Dalam praktis perasaan sejuk yang kita nikmati di pengaruhi juga bukan hanya oleh kapasitas pendingin, melainkan dengan faktor – faktor lain seperti :

- Keadaan peredaran angin sejuk didalam ruangan
- Suhu dan kecepatan arus angin sejuk

- Keadaan penyebaran suhu udara didalam ruangan.

Oleh karena itu, dapat dikatakan kapasitas pendingin selalu berubah menurut kondisi lingkungan luar dan kondisi kecepatan jalan.

Cara menghitung nilai kapasitas pendingin

Mula – mula mengukur bilangan masing – masing dibawah ini dari Car Cooler yang sedang berjalan .

- a. Tekanan sedot kompresor P₁
- b. Tekanan hembusan kompresor P₂
- c. Temperatur gas ditempat sedot kompresor T₁ °C
- d. Temperatur gas ditempat hembusan kompresor T₂ °C
- e. Jumlah putaran kompresor N putaran / menit
- f. Suhu cairan refrigran di tempat masuk kadalam klep ekspansi T₃ °C

Kemudian harga masing - masing dihitung dalam rumus-rumus sebagai berikut.

- 1. Volume hembusan kompresor (m³/ jam)

$$V = \frac{V_1 \times N \times 60}{10^6} \times \eta_v \dots\dots\dots(2.11)$$

V₁ = Volume silinder kompresor

N = Jumlah putaran as kompresor permenit

η_v = Efisiensi volume kompresor

2. Volume sirkulasi refrigeran G (kg / jam)

$$G = V / v \dots\dots\dots(2.12)$$

v = Perbandingan volume refrigeran ketika disedot

3. Efek pendinginan refrigeran per Kg

$$\Delta i_1 = i_a - i_c \dots\dots\dots(2.13)$$

i_a = Enthalpy di tempat sedotan kompresor Kcal/ kg

i_c = Enthalpy di tempat keluar klep ekspansi

4. Kalor untuk memeras refrigeran dalam satuan berat.

$$\Delta i_2 = i_b - i_a \dots\dots\dots (2.14)$$

i_b = Enthalpy pada tempat hembusan kompresor

5. Kalor embun refrigeran dalam satuan berat yaitu kalor yang dilepaskan oleh refrigeran ketika berubah menjadi gas.

$$\Delta i_3 = i_b - i_c \dots\dots\dots (2.15)$$

6. Kapasitas pendingin (Kcal /jam)

$$Q_e = \Delta i_1 \times G \dots\dots\dots(2.16)$$

7. Kerja yang diperlukan bagi kompresor

$$P_o = \frac{\Delta i_1 \times G}{632} \dots\dots\dots (2.17)$$

8. Tenaga yang diperlukan bagi kompresor

$$P = P_o \times 1 / \eta_c \cdot \eta_m \dots\dots\dots (2.18)$$

η_c = Efisiensi mesin dari kompresor

η_m = Efisiensi mesin dari kompresor

9. Panas yang dipancarkan ketika refrigeran mengembun

$$Q_c = \Delta i_3 \times G \dots\dots\dots (2.19)$$

2.9 Aliran udara

Penyaluran udara dijelaskan tentang susunan sistem - sistem udara yang populer (volume- variable, pemanas ulangan terminal , dan sebagainya), dalam bab ini dilanjutkan dengan memusatkan pada topik yang berkaitan dengan aliran udara di dalam suatu system udara, yaitu :

1. Perhitungan penurunan tekanan udara yang mengalir melalui saluran – saluran dan sambungan- sambungan
 2. Pemahaman terhadap sifat – sifat kipas bebas dan yang dipasang pada system saluran udara
 3. Perancangan distribusi udara pada ruangan yang akan dikondisikan
- Penurunan tekanan didalam saluran . Persamaan dasar untuk menghitung penurunan tekanan fluida yang mengalir melalui saluran udara

$$\Delta p = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2} \rho \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan Δp = Penurunan tekanan , Pa

f = Faktor gesek

L = Panjang , m

D = Diameter dalam (DD) saluran, m

V = Kecepatan, m / det

ρ = Massa jenis fluida, kg / m³

Aliran semburan udara dan daftar pemahaman semburan bundar dan semburan mendarat dapat menjelaskan banyaknya difuser- difuser komersial. Dari penyelesaian persamaan momentum dan kontinuitas didapat rumus untuk kecepatan didalam semburan.

$$u = \frac{7,41u_0\sqrt{A_0}}{x(1 + 57,5(r^2/x^2))^2} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan u = Kecepatan didalam semburan pada jarak x dan r , m/dc

u_0 = Kecepatan pada lubang keluar, m / det

A_0 = Luas penampang lubang keluar, m^2

x = Jarak dari lubang semburan sepanjang garis sumbu, m

r = Jarak radiasi dari sumbu



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian korelatif yang menghubungkan dua variabel yang bersifat kabersamaan. Penelitian ini meneliti beban pendingin, kapasitas pendingin dan keseragaman aliran yang mengalir dengan menggunakan sistem double blower.

3.2 Subyek Penelitian

Subyek penelitian dalam system pendinginan double blower adalah Mobil Kijang Innova dengan seri V dengan menggunakan AC Double Blower. Penetapan penelitian ini diambil berdasarkan hasil observasi dilapangan.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian dilaksanakan di PT Astra International Auto 2000 Medan di Jalan Gatot Subroto. Sedangkan dengan waktu penelitian mulai tanggal 14 September sampai 16 Nopember (mulai persiapan sampai pelaksanaan tindakan)

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian sistem refrigerasi untuk pengkondisian udara mobil pribadi meliputi :

- Survey kelapangan
- Bimbingan dari Dosen Pembimbing
- Bimbingan studi diperkuliahan

- Literatur

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data dan keterangan yang dibutuhkan dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang diperoleh adalah

1. Observasi (Pengamatan)

Observasi yang dilakukan merupakan pengamatan langsung terhadap mobil yang menggunakan sistem pendingin double blower

1. Studi Pustaka

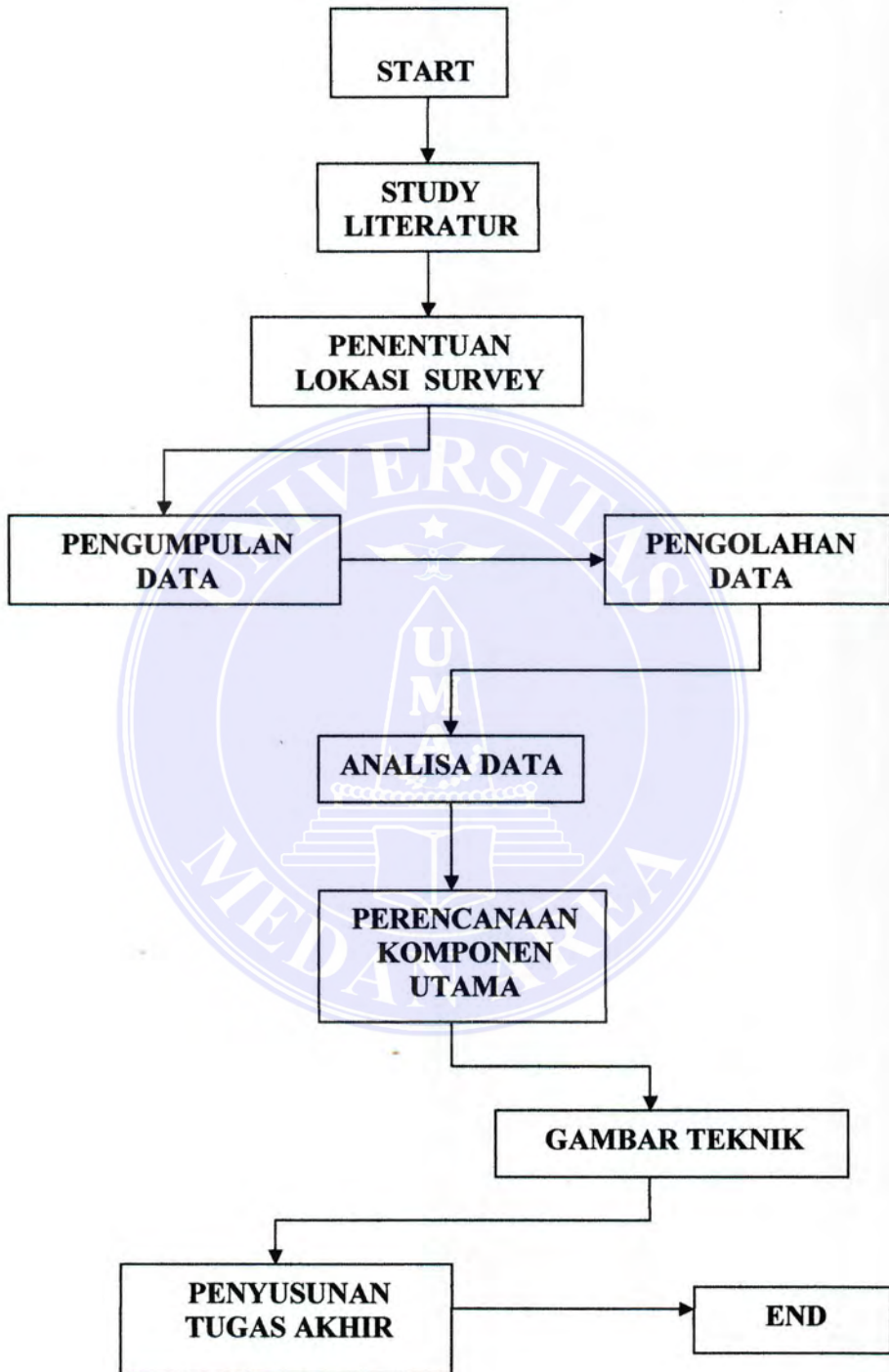
Teknik pengumpulan data dengan mengumpulkan data melalui buku , literatur berbagai artikel yang dicari lewat website yang berkaitan dengan penelitian.

3.6 Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini, teknik analisa data yang digunakan adalah

1. Melakukan pengumpulan data
2. Melakukan Pengerjaan data yang sudah masuk
3. Melakukan Penapsiran
4. Menyimpulkan apakah sistem pendingin double blower bisa memberikan kenyamanan pada penumpang atau tidak berdasarkan observasi.
5. Pengambilan Kesimpulan.

3.7 Diagram Alir Penulisan



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Kesimpulan dari perencanaan ini pada perhitungan sebelumnya adalah :

- Kapasitas Mobil Pribadi = 8 orang
- Dimensi Mobil Pribadi
 - ❖ Panjang = 4,20 m
 - ❖ Lebar = 1,5 m
 - ❖ Tinggi = 1,35 m
- Temperatur ruangan = 24 ° C
- Temperatur Udara Luar = 35 ° C

Beban Pendingin

- A. Sumber kalor dari dinding = 907,7217 Watt
- Sumber kalor dari radiasi matahari = 477,083 Watt
- Sumber kalor dari infiltrasi = 16,811 Watt
- Sumber kalor dari manusia = 769,92 Watt
- Sumber kalor dari alat elektronik = 372 Watt
- Total beban pendingin = 2543,5357 Watt

Kapasitas Pendingin

- B Kapasitas Refrigerasi Q = 0,79576 TOR

Analisa Thermodinamika

- Panas yang diserap evaporator I = 148,05 kJ/ kg

- Panas yang diserap evaporator II	= 146,92 kJ/ kg
- Laju aliran massa I	= 1,1387 kJ/ det
- Laji aliran massa II	= 1,1494 kJ / det
- Kerja Kompresor	= 28,51 kJ / kg
- Pengaruh Refrigerasi	= 334,2192kW
- COP	= 11.7
- Jumlah aliran udara penyegaran I	= 11,2665kg/jam
- Jumlah aliran udara penyegaran II	= 9,858kg/jam
- Total Jumlah aliran	= 21,1245 kg /jam
- Perbandingan kelembaban	= 0,0009kg/

SARAN

Pada penulisan ini cukup bermamfaat untuk menambah pengetahuan tentang Blower dapat di buat sesuai dengan kegunaannya.

Dalam ilmu teknologi dewasa ini telah mengalami perkembangan yang maju. Hal ini di imbangi dengan sumber daya manusia yang siap dan mampu menghadapi era globalisasi yang penuh dengan persaingan, tidak saja menguasai ilmu yang bersifat teoritis tetapi juga mampu mengimplementasikan ke kondisi yang nyata.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aris Munandar, W “ **Penyegaran Udara** “ Edisi ketiga, PT Pradnya Paramaita Jakarta "1986.
2. **Car Automatic Air Conditioning Sistem.** PT TOYOTA ASTRA MOTOR 1989
3. Cristie J. Geankoplis, **Transport and Proses Unit Operation** “, 2nd Edition , Anyn and Bacon London, 1982
4. **Denso Car Cooler.** Nippondenso Indonesia, INC 1992
5. Hamo Tahara, ” **Pompa Dan Kompresor** “ Cetakan Pertama, Terjemahan Sularso,
6. PT Pradnya Paramita, Jakarta 1983
7. Holman JP “**Heat Transfer** “ 6th Edition, Terjemahan E . Jasfi, Mc, Graw Hill, Ltd New York 1986.
8. Reynold s, William C, “ **Engineering Thermodynamics** “ 2nd Edition, Terjemahan Alino Harahap, Mc. Graw Hill, Inc NEW YORK 1977
9. Wilbert F. Steocker and Jeroid W. Jeroid W. Jones “ **Refrigrasi and Penkondisian Udara.** Terjemahan Supratman Hara, Erlangga, Jakarta.Edisi Ke 2, 1992