

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kerja Sistem Air Conditioner (AC)

A. Definisi Prinsip kerja air conditioner

Menggunakan prinsip penguapan sebelum menuju ke pembahasan kita supaya lebih mengerti dan paham mengenai prinsip kerja dari ac mobil marilah kita menguji hasil percobaan dibawah ini :

Percobaan ke 1 : Berdasarkan hasil percobaan menyatakan bahwasannya bensin dan air akan cenderung lebih cepat menguap apabila bensin atau air tersebut tekanannya diturunkan. Demikian pula dengan titik didih air yang berada pada ketinggian tertentu, air akan lebih cepat mendidih pada tempat yang lebih tinggi misalnya gunung yang mana tempat yang lebih tinggi daripada permukaan air laut pada umumnya memiliki tekanan di level kurang dari 1 atm (atmosfir), tekanan diatas permukaan air laut adalah sekitar 1 atmosfer. Kesimpulannya bahwa salah satu cara mempercepat proses penguapan adalah dengan menurunkan tekanannya.

Percobaan ke 2 : ketika telapak tangan kita diberi bahan bakar misalnya bensin maka kita akan merasakan dingin pada telapak tangan tersebut, hal ini disebabkan oleh bensin yang menyerap atau mengambil panas dari telapak tangan kita dan bensin tersebut kemudian menguap dan berubah menjadi gas. Dan dapat disimpulkan bahwa proses penguapan ini terjadi bersamaan disertai dengan penyerapan atau pengambilan panas yang mana akan membuat zat-zat tersebut berubah menjadi gas karena menguap.

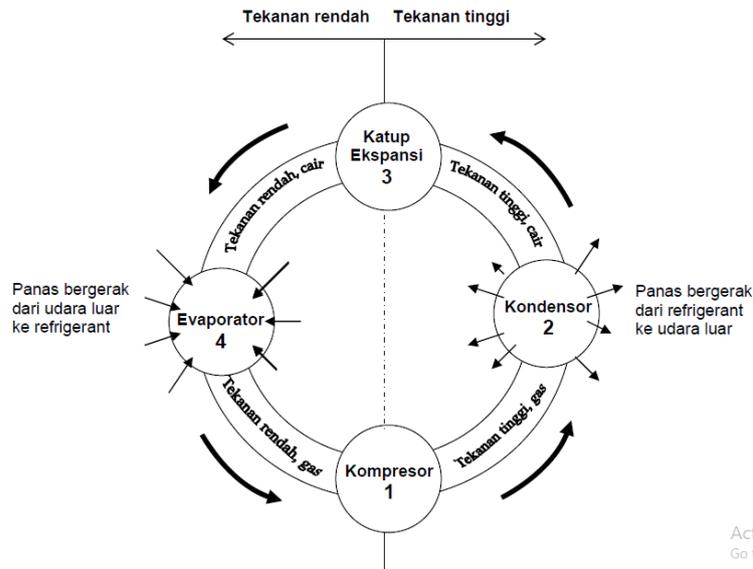
Dari percobaan yang telah ada artinya suatu benda dapat kita jadikan lebih bersuhu dingin dengan cara seperti percobaan diatas yaitu ketika suatu zat cair mengalami penguapan maka zat cair itu juga akan menyerap panas pada benda atau udara yang berada disekitarnya.

Prinsip kerja sistem AC yang ke dua kita misalkan bahwa saya mempunyai suatu tabung yang mana tabung tersebut saya kasih kran yang dapat dibuka dan ditutup. Tabung tersebut saya letakan didalam kotak yang terisolasi atau rapat.

Kemudian pada tabung tersebut saya kasih cairan yang sangat mudah untuk menyerap panas dan menguap pada temperature normal. Ketika kran tersebut saya buka, maka cairan yang mudah menguap tadi akan menyerap panas yang terdapat

pada udara didalam kotak yang terisolasi tersebut.

Sehingga karena udara didalam kotak tersebut panasnya diserap. Maka suhunya pun akan turun atau lebih dingin dari sebelumnya. Dan juga karena cairan terdapat pada tabung tersebut menyerap panas, cairan tersebut menguap bergerak keluar dalam bentuk gas.



Gambar 3.0 aliran cairan

Dari ilustrasi diatas, kita dapat menyimpulkan bahwa dengan cara seperti itulah kita bias mendinginkan suatu hal, baik benda ataupun udara. Apabila cairan sudah tidak ada maka proses pendinginannya pun tidak akan terjadi. Maka dari itu dibutuhkan proses pendinginan yang menggunakan cara atau metode yang mana cairan yang telah menguap dan berubah menjadi gas tersebut dikembalikan lagi menjadi suatu cairan yang selanjutnya akan menyerap panas dan kembali menguap menjadi gas.

Itulah merupakan prinsip kerja dari sistem air conditioner mobil, sehingga pada sistem ac dibutuhkan komponen yang berfungsi untuk mensirkulasikan dan menaikkan tekanan dari cairan atau *refrigerant* yang disebut dengan kompresor. Kemudian untuk merubahnya menjadi cairan dibutuhkan komponen yang disebut *kondensor*, dan untuk komponen yang bertugas untuk menurunkan tekanan adalah katup ekspansi.

B. Prinsip Kerja Kompresor AC Pada Mobil

Cara kerja kompresor adalah menghisap gas bertekanan rendah atau dingin. Kemudian mengubahnya menjadi gas bertekanan tinggi atau panas. Gas bertekanan tinggi itu dipompa masuk ke dalam *kondensor*. Di dalam *kondensor* itulah gas yang telah melewati kompresor mengalami proses kondensasi untuk diubah menjadi cairan.

Dari *kondensor* cairan bertekanan tinggi dialirkan menuju expansion valve dengan sebelumnya melewati receiver dryer. Komponen ini yang menyaring kotoran yang terbawa dalam cairan bertekanan tinggi sebelum masuk ke expansion valve. Cairan yang masih bertekanan tinggi dan sudah disaring kemudian diubah menjadi gas dan diturunkan suhunya oleh expansion valve.

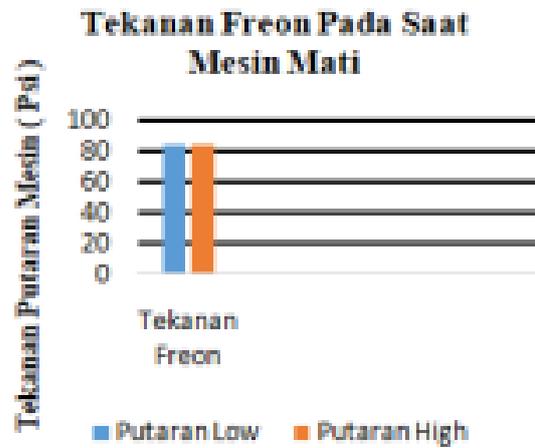
Gas yang sudah turun suhunya itulah yang membuat *evaporator* menjadi dingin. Dengan dibantu blower, udara dingin di *evaporator* itu dihembuskan ke dalam kabin. Gas dingin dari *evaporator* ini kemudian dihisap kembali oleh kompresor. Sebagai komponen yang berputar dengan dibantu oleh motor listrik, kompresor sejatinya akan membuat motor listrik lebih terbebani ketika dinyalakan. Karena itu agar tidak terbebani motor listrik dan lebih awet. Maka butuh sebuah alat yang dinamakan thermostatic switch. Fungsi alat ini adalah untuk mengatur secara otomatis jalannya kompresor.

Terlihat bahwa cara kerja kompresor AC sangat vital. Kalau kompresor tidak bisa bekerja. Maka tidak ada aliran Freon dalam sistem pendingin mobil. Maka manfaat kompresor AC tidak akan muncul ketika mengalami kerusakan.

C. Pengukuran Tekanan Kompresor Pada AC

a. Tekanan Freon Pada Saat Kondisi Motor Listrik Mati

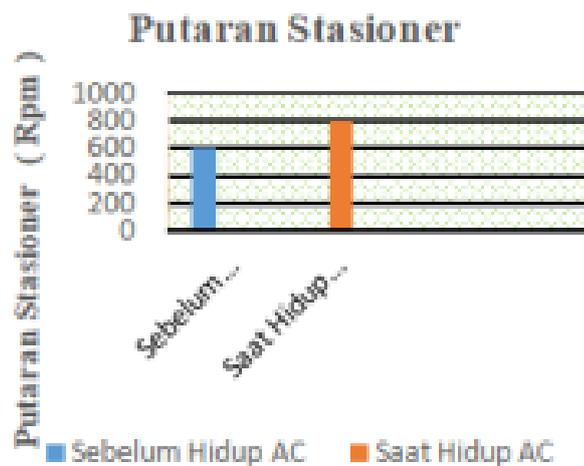
Pada saat motor listrik mati atau tidak hidup tekanan Freon berada dikisaran 84 Psi, mengapa demikian dikarenakan belum ada tekanan blower dan kondisi motor listrik dalam keadaan mati atau tidak hidup.



Gambar hubungan tekanan Freon terhadap tekanan putaran motor listrik pada saat mati

b. Kecepatan putaran motor listrik

Dalam kondisi putaran stationer terdapat 2 kemungkinan yang pertama pada saat sebelum hidup AC dan saat hidup AC, ketika posisi pertama sebelum AC hidup putaran stationer berada di putaran 600 Rpm, sedangkan diposisi kedua pada saat AC hidup putaran stasioner berada di putaran 800Rpm.



Gambar hubungan tekanan sebelum dan sesudah AC hidup terhadap putaran Stasioner

c. Kecepatan Putaran Kompresor

Karena sistem AC mobil yang bekerja yang bergantung dari fungsi kerja beberapa komponen di dalamnya , maka secara umum kita pun harus memahami bagaimana proses kerjanya . Berawal mengompresikan gas dari *refrigerant* , yang biasa disebut freon, dengan suhu dan tekanan yang tinggi mengalir ke dalam ke dalam *kondensor*. kemudian, gas tersebut di kondensasikan menjadi berbentuk cair dengan adanya pengembunan di bagian *refrigerant* dan mengalir kembali ke receiver agar dapat di saring dengan bantuan *evaporator* . Selanjutnya, *refrigerant* akan menyerap panas dari angina yang ada di luar mobil dan menguap sehingga suhu di dalam mobil pun akan lebih dingin .

Prinsip kerja AC mobil kita dapat berbeda dari uraian di atas bila mobil kita dalam kondisi mati mesin . Jadi , sebenarnya ada perbedaan tekanan bila mobil dalam kondisi mati mesin, dengan ketika mobil dalam keadaan mesin yang hidup.

Sistem pendinginan pada mobil atau AC mobil umumnya akan bekerja ketika mesin mobil dinyalakan. Saat itu freon yang masih berwujud gas dialirkan oleh valve menuju *evaporator* dan berubah menjadi uap dingin kemudian dialirkan oleh blower ke seluruh kabin kendaraan. Dengan begitu , lubang yang ada pada ekspansi valve membesar dan mempercepat proses pendinginan ruangan . Berbeda halnya bila suhu udara ruangan lebih rendah , maka lobang pada ekspansi valve akan mengecil sehingga pembuatannya pun akan lebih sedikit dibandingkan sebelumnya.

Kalaupun AC mobil sudah mencapai suhu dingin yang maksimal , maka kompresor akan mati dan mulai bekerja dari awal kembali agar suhu tetap stabil.

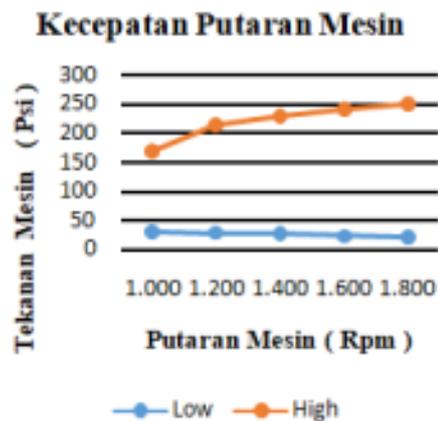
Dalam Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa, Kecepatan putaran mesin mobil sangat berpengaruh pada putaran rendah maupun putaran tinggi. Semakin kuat putaran mesin (Rpm) maka tekanan pada posisi low (putaran rendah) tingkat tekanannya semakin menurun , sebaliknya jika putaran mesin (Rpm) maka tekanan pada tekanan pada posisi higt (putaran tinggi)

tingkat tekanannya semakin meningkat.

Posisi high terjadi kenaikan tekanan putaran mesin disebabkan oleh tekanan putaran mesin disebabkan oleh compressor yang meningkat mulai dari 170 Psi, 215 Psi, 230 Psi, dan 245 Psi. posisi low tidak terjadi peningkatan pada putaran mesin karena yang menggerakkan adalah motor compressor, maka pada saat terjadi putaran low terjadi penurunan tekanan dari 30 Psi, 28 Psi, 26 Psi, 22 Psi.

Posisi tekanan terhadap suhu yang terdiri dari suhu awal mobil dan suhu akhir mobil, pada suhu awal mobil berkisaran 24°C terjadi suhu konstan atau tetap sedangkan pada suhu akhir mobil terjadi penurunan suhu akhir mobil pada kecepatan 1.000 Rpm dan suhu berkisar 22,5 °C, 1.200 Rpm dan suhu berkisar 21,5°C, 1.400 Rpm dan suhu berkisar 20,5°C, 1.600 Rpm dan suhu berkisaran 19,5°C, dan 1.800 Rpm suhu berkisar 18,5°C. Sedangkan pada saat suhu luar mobil tetap yakni 34°C .jadi kesimpulan disuhu yaitu semakin tinggi kecepatan putaran mesin maka suhu dalam mobil semakin rendah dan semakin dingin.

Posisi tekanan terhadap waktu yang terdiri dari waktu 5 menit terjadi perubahan penurunan suhu yaitu 1.000 Rpm yang awal suhu 5 menit 22,5°C, 1.200 Rpm yang awal suhu 5 menit 21,5°C, 1.400 Rpm yang awal suhu 20,5°C, 1.600 Rpm yang awal suhu 5 menit 19,5°C dan 1.800 Rpm yang awal suhu 5 menit 18,5°C. Jadi kesimpulannya jika semakin banyak waktu yang digunakan maka suhu dalam mobil semakin dingin.



Gambar hubungan kecepatan putaran mesin terhadap tekanan mesin



Gambar hubungan kecepatan putaran mesin terhadap tekanan suhu

D. Analisis pengukuran menggunakan manifold gauge meter

Pengukur tekanan di bagian kiri manifold disebut compound gauge karena bias untuk mengukur tekanan positif dan tekanan negative (vacuum), range pada gauge ini dimulai dari 30 inch Hg sampai dengan 0 PSI untuk mengukur tekanan dibawah atmosphere, dan 0 PSI sampai dengan 250 PSI untuk keperluan mengukur tekanan diatas tekanan atmosphere, warna daripada gauge compound adalah biru demikian juga selang yang terhubung ke nozzle bagian kiri dari manifold ini disepakati berwarna biru.

Pengukuran tekanan dibagian kanan manifold disebut pressure gauge, range pada gauge ini dari 0 PSI sampai dengan 500 PSI. kode warna gauge ini adalah merah demikian pula warna selangnya disepakati berwarna merah.

Adapun dibagian tengah manifold ada nozzle yang diselangnya diberi kode warna kuning. hubungan dari pada ketika nozzle tersebut adalah seperti diperlihatkan pada gambar manifold diatas. Yaitu sebagai berikut; ketika kedua valve (a dan b) terbuka maka saluran daripada nozzle saling berhubungan , aliran dari selang kuning bias mengalir ke selang biru maupun keselang merah dan sebaliknya dari selang merah bisa keselang biru maupun selang kuning, demikian pula dari selang biru bisa mengalir ke selang merah dan selang kuning hanya besarnya tekanan yang akan menentukan kemana aliran akan mengalir.

Bila valve b saja yang terbuka sementara valve a ditutup dengan memutarannya searah jarum jam hingga mentok, maka hubungan nozzle

didalam manifold adalah sebagai berikut; nozzle berselang kuning akan terhubung dengan nozzle berselang merah jadi hanya akan terjadi dari selang kuning ke selang merah atau sebaliknya dari selang merah ke selang kuning tergantung daripada keadaan tekanan saat itu.

Kemudian jika posisi valve yang dibuka diganti yaitu valve a saja yang terbuka sementara valve b yang ditutup rapat maka kemungkinan aliran yang berlaku pada manifold adalah sebagai berikut; aliran dari nozzle berselang kuning akan mengalir ke selang biru tapi tidak bisa mengalir keselang merah, sebaliknya aliran dari selang berwarna biru bisa mengalir ke selang berwarna kuning tapi akan lolos ke nozzle selang merah.

Kemudian jika kedua valve (a dan b) ditutup rapat, maka tiap-tiap nozzle didalam manifold tidak saling berhubungan, artinya tidak ada aliran yang dapat berlangsung diantara masing-masing nozzle tersebut. Mengingat konstruksi manifold yang seperti demikian ini maka bilamana nozzle tengah tidak dibutuhkan sebaiknya dipasangkan tutup (cap) agar tidak terjadi kesalahan dalam mengoperasikan manifold tidak terjadi pelepasan material berlebih-lebihan.

E. Analisa Penggunaan *Refrigerant* Pada Sistem Air Conditioner

1. Kegunaan *Refrigerant*

Ada 2 aplikasi umum *refrigerant* berdasarkan kemampuannya untuk menyerap panas, yaitu :

a. Mendinginkan dan Membekukan

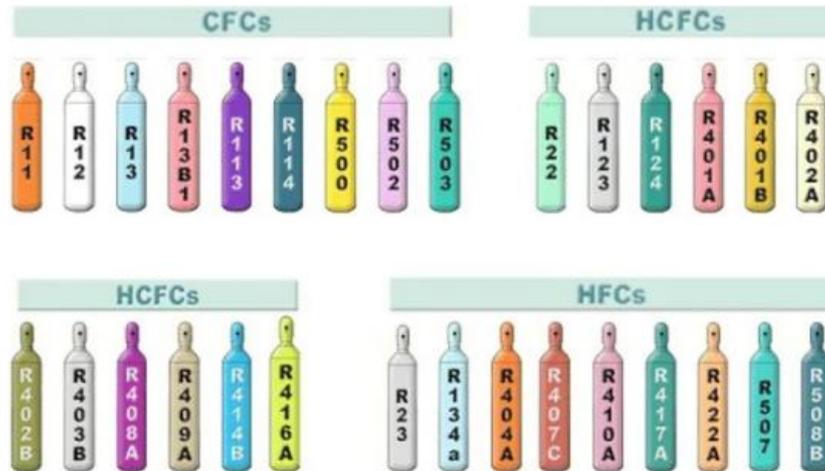
Sebagai senyawa yang bisa mengantarkan panas, fluida ini dapat dimanfaatkan pada sistem *heat pump* untuk mewujudkan suhu udara yang dingin. Selain itu, senyawa ini juga dapat mendukung fungsi pembekuan pada *freezer*.

b. Menghangatkan Ruangan

Diaplikasikan sistem *geothermal* yang berfungsi menjaga suhu dalam rumah agar tetap stabil. Selain bisa menurunkan *temperature* udara saat musim panas, sistem ini juga bisa menghangatkan udara kala musim dingin.

2. Jenis-jenis Refrigerant

Refrigerant dapat dikategorikan kedalam beberapa tipe:



Gambar jenis-jenis *refrigerant*

a. *Refrigerant* Jenis CFC

CFC adalah senyawa kimia yang terdiri atas klorin, fluorin, dan karbon. Beberapa decade ke belakang penggunaan CFC cukup tinggi, khususnya untuk AC dan kulkas. Namun karena terbukti merusak ozon pemakainnya telah dilarang oleh masyarakat. Contoh CFC adalah R-11, R-12, R-13, R-15. (sumber: <https://caramesin.com/refrigerant-adalah>)

b. *Refrigerant* Jenis HCFC

HCFC adalah singkatan dari hydrogen, klorin, fluorin, dan carbon. HCFC diproduksi sebagai substitusi dari CFC. Contoh HCFC adalah R-22, R-123 dan R-142b.(sumber: <https://caramesin.com/refrigerant-adalah>)

c. *Refrigerant* Jenis HFC

HFC terdiri dari hydrogen, fluorin, dan karbon, meski lebih aman dibandingkan CFC dan HCFC, contoh HFC adalah R-32, R-142a, dan R-152a. (sumber: <https://caramesin.com/refrigerant-adalah>)

d. *Refrigerant* Jenis HC

HC terdiri dari hydrogen dan carbon saja. HC sebagai suatu senyawa banyak terdapat dalam minyak bumi. Saat ini HC adalah salah satu alternative yang disukai karena secara umum lebih aman dari CFC, HCFC, dan HFC. Contoh HV adalah R290, R600,R600a. (sumber: <https://caramesin.com/refrigerant-adalah>)

e. *Refrigerant* Jenis HFO

HFO terdiri dari hydrogen, fluorin, dan karbon sebagaimana HCF namun memiliki ikatan yang berbeda. Secara umum, HFO terbukti tidak mencemari ozon dan tidak meningkatkan laju pemanasan *global*. tipe ini dianggap paling ramah lingkungan. Contoh HFO adalah R-123yf. (sumber: <https://caramesin.com/refrigerant-adalah>)

Contoh Penggunaan *Refrigerant*

Nama (Titik Didih °C)	Pemakaian	Pelarangan	ODP	GWP	Mudah Terbakar
R12 (CFC) (-29,8)	Kulkas dan AC	Dilarang sejak 1994	1	10900	Tidak
R22 (HCFC) (-40,8)	Kulkas dan AC	Akan dilarang per 2030	0,055	1810	Tidak
R290 (HC) (-42,1)	Kulkas dan AC	Tidak dilarang	0	6	Ya
R-134a (HFC) (-26,3)	Kulkas dan AC Mobil	Tidak dilarang	0	1430	Tidak
R-410A (HFC) (-48,5)	Kulkas dan AC	Tidak dilarang	0	2088	Tidak
R-450A (HFO) (-23)	Kulkas dan AC Mobil	Tidak dilarang	0	547	Tidak

Tabel penggunaan *Refrigerant*

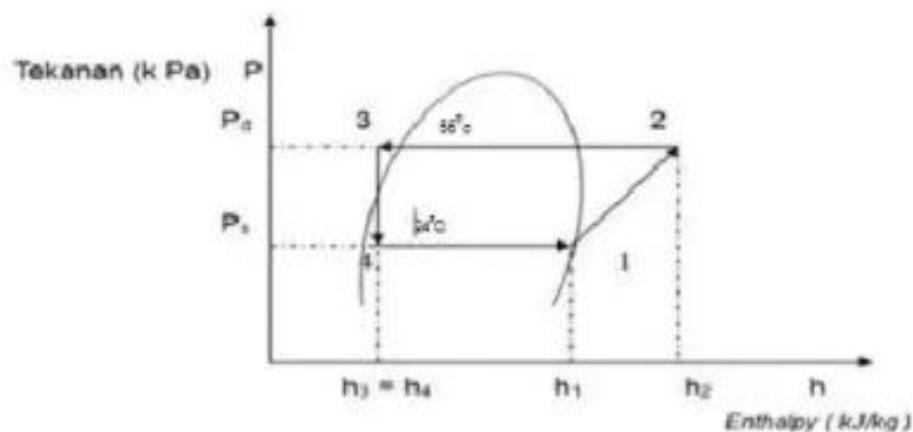
3. Pengambilan data dilakukan dengan waktu selama 60 menit sampai temperaturnya dan parameter lainnya dalam kondisi stabil.

Tabel data hasil uji dengan *refrigerant* R-22

NO	WAKTU (MENIT)	KUAT ARUS AMPERE	TEMPERATUR KONDENSOR (°C)	TEMPERATUR EVAPORATOR (°C)	TEKANAN LOWPRESSURE (Psi)	TEKANAN HIGH PRESSURE (Psi)
1	0	0.0	35	29	155	0
2	START	4.6	36	29	155	200
3	1	0.9	37	27	65	206
4	2	1.2	38	26	69	211
5	3	1.0	39	26	70	217
6	4	1.2	40	26	74	222
7	5	1.1	42	26	74	233
8	6	1.0	43	26	74	239
9	7	1.1	44	26	74	244
10	8	1.3	45	26	76	250
11	9	1.3	46	26	76	256
12	10	1.1	47	25	77	262
13	11	1.3	48	25	77	269
14	12	1.1	48	25	77	269
15	13	1.2	49	25	79	275
16	14	1.1	50	25	79	281
17	15	1.2	51	25	80	287
18	16	1.1	51	25	80	287
19	17	1.1	52	25	79	294
20	18	1.2	53	25	79	298
21	19	1.1	53	25	80	298
22	20	1.2	53	25	80	298
23	21	1.0	53	25	82	298
24	22	1.2	53	25	80	298
25	23	1.0	54	26	80	308
26	24	1.3	54	26	80	308
27	25	1.1	54	26	80	308
28	26	1.0	54	26	81	308
29	27	1.2	54	26	82	308
30	28	1.1	54	26	82	308
31	29	1.3	53	25	80	298
32	30	1.0	53	25	80	308
33	31	1.2	54	25	81	308
34	32	1.3	54	25	81	308
35	33	1.3	55	25	81	318
36	34	1.3	55	25	80	318
37	35	1.0	55	25	80	318
38	36	1.2	55	25	80	318
39	37	1.1	55	25	80	318
40	38	1.1	55	24	80	318
41	39	1.2	55	24	80	318

42	40	1.2	55	24	82	318
43	41	1.2	54	24	80	308
44	42	1.1	54	24	81	308
45	43	1.3	55	24	82	318
46	44	1.3	55	24	82	318
47	45	1.1	55	25	82	318
48	46	1.3	55	25	83	318
49	47	1.2	55	25	83	318
50	48	1.1	55	25	83	318
51	49	1.3	55	25	82	318
52	50	1.0	55	25	82	318
53	51	1.3	55	25	82	318
54	52	1.0	55	25	83	318
55	53	1.2	55	25	81	318
56	54	1.0	55	25	82	318
57	55	1.3	54	24	83	308
58	56	1.2	54	25	84	308
59	57	1.3	55	24	83	318
60	58	1.0	55	24	83	318
61	59	1.3	55	25	82	318
62	60	1.0	56	24	82	323

Dengan menggunakan P-H diagram dan menggunakan bantuan table *refrigerant* R-22. Dengan menggunakan temperature *evaporator* dan *kondensor* dapat diperoleh hasil kinerja sebagai berikut:



1. Kerja kompresi : $W_k = h_1 - h_2$

$$= 450 \text{ kJ/kg} - 413.025 \text{ kJ/kg}$$

$$= 36.975 \text{ kJ/kg}$$

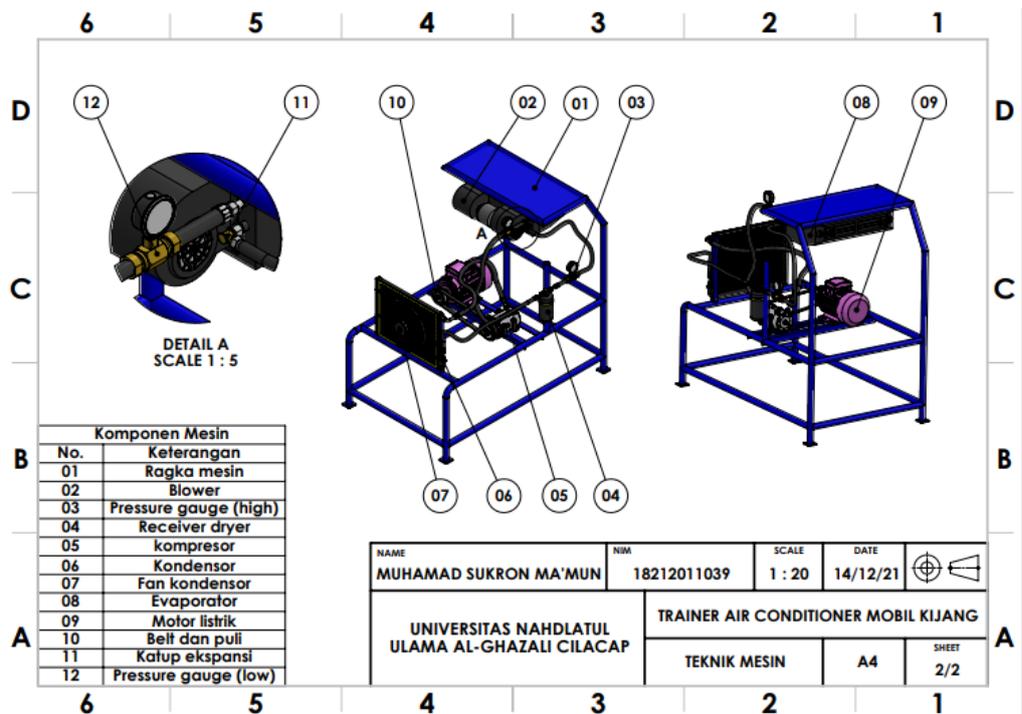
2. Efek refrigrasi : $E_r = (h_1 - h_4)$

$$= 413.025 \text{ kJ/kg} - 271.754 \text{ kJ/kg}$$

$$= 141.271 \text{ kJ/kg}$$

4.2 Analisa Uji Kinerja Mesin

Mesin pendingin jenis AC mobil kijang yang digunakan dalam penelitian berkapasitas 1 PK atau 746 Watt daya listrik yang dipasang pada kontruksi rangka besi dalam bentuk *prototype* dan dipasang seolah-olah seperti pada kabin mobil. Dibawah ini adalah gambar rancangannya dan prototypenya :



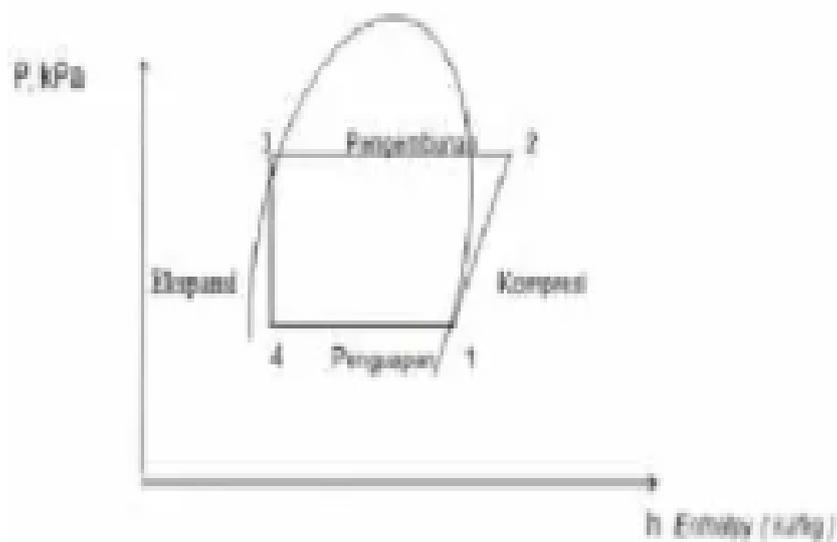
Gambar desain trainer system AC

Spesifikasi unit :

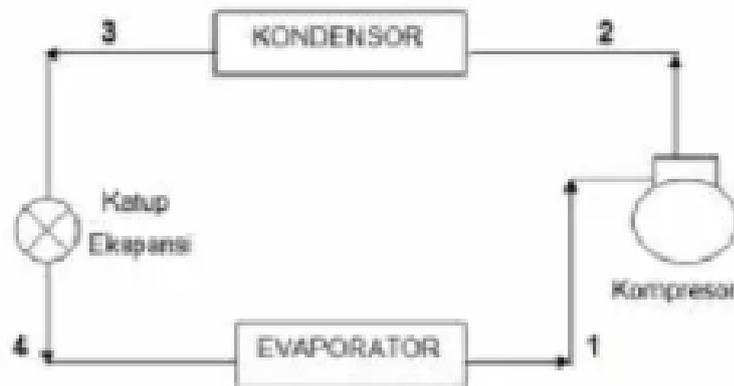
1. Voltage : 220-240 volt

2. Frekuensi : 50 Hz
3. Kapasitas : 1 PK atau 746 Watt
4. Input : 390 Watt
5. Current : 1.9 Ampere
6. *Refrigerant* : R-22

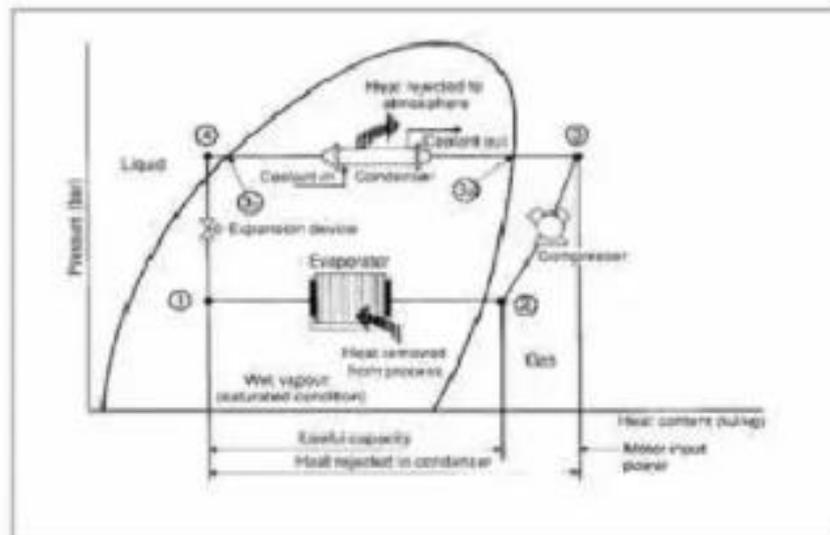
Sistem Refrigerasi kompresi uap adalah merupakan suatu system refrigerasi yang paling banyak digunakan mesin pendingin, karena system ini mempunyai komponen-komponen yang sederhana dan mudah sekali untuk mendapatkannya dibandingkan dengan *refrigerant* yang lain. Pada system refrigerasi kompresi menggunakan kompresor akan mengubah uap *refrigerant* bertemperatur dan bertekanan rendah masuk dari sisi isap (*suction*) kompresor menjadi uap *refrigerant* yang bertemperatur dan bertekanan tinggi yang dikeluarkan dari sisi buang, sehingga akan menjadi dua bagian yang berbeda yaitu tekanan rendah dan tekanan tinggi. Komponen utama yang terdapat pada system refrigerasi adalah kompresor, *kondensor*, katup ekspansi, dan *evaporator* . Proses termodinamika yang terjadi ini dapat digambarkan pada diagram tekanan.



Gambar diagram tekanan suatu *refrigerant*



Ketika did temperature dan t_c melepaskan kalor dengan tekanan konstan dan pada waktu itu *refrigerant* mengalami fase dari uap ke cair. *Refrigerant* yang berfase cair dari keluaran, *kondensor* mengalir melewati katup ekspansi, *refrigerant* masuk ke *evaporator* *refrigerant* berubah fase dari air ke uap. *Refrigerant* meninggalkan *evaporator* menuju kompresor sudah dalam keadaan uap jenuh. Selanjutnya uap *refrigerant* dikompresikan lagi ke kompresor dan terus akan bersirkulasi pada siklus tertutup dan proses sirkulasi terjadi dapat digambarkan dalam diagram tertutup. Urutan kerja sistem kompresi uap pada pendingin :



Gambar diagram tertutup proses sistem refrigerasi

a. Proses Kompresi 1 – 2

Proses ini terjadi di kompresor karena uap *refrigerant* yang keluar dari *evaporator* dengan temperature dan tekanan yang rendah akan di hisap oleh kompresor melalui saluran-saluran *suction* dan selanjutnya

refrigerant akan di mampatkan sehingga tekanan menjadi tinggi, *refrigerant* yang bertemperatur dan tekanan tinggi itu akan elalui saluran buang dan keluar dari kompresor. Proses terjadi secara isentropic yang maksud proses yang dilakukan pada entropi yang konstan sehingga besarnya kalor yang diperlukan adalah sebagai barikut :

$$q_k = (h_2 - h_1) \dots \dots \dots (2 - 1)$$

dimana :

q_k = besarnya kerja kompresi (kJ/kg)

h_1 = enthalpy *refrigerant* pada saat masuk kompresi (Kj/kg)

h_2 = enthalpy *refrigerant* pada saat keluar kompresi (Kj/kg)

b. Proses kondensasi 2 – 3

Proses ini terjadi pada kompresor dimana uap *refrigerant* yang bertekanan dan bertemperatur tinggi yang keluar dari kompresor akan mengembun dikondensor sehingga akan terjadi perubahan fase *refrigerant* , dari uap menjadi cair. Agar terjadi proses pengembunan *refrigerant* melepaskan kalor ke lingkungan (udara). Sehingga di *kondensor* akan terjadi perpindahan panas antara *refrigerant* dengan udara. Proses ini berlangsung dalam keadaan tekanan konstan dan besarnya panas yang dilepaskan *refrigerant* dikondensor adalah:

$$q_c = (h_3 - h_4) \dots \dots \dots (2 - 2)$$

dimana :

q_c = besarnya kalor yang dilepaskan dikondensor (kJ/kg)

h_3 = enthalpy *refrigerant* pada saat masuk *kondensor* (Kj/kg)

h_4 = enthalpy *refrigerant* pada saat keluar *kondensor* (Kj/kg)

c. Proses ekspansi 3 – 4

Pada proses terjadi dikatup ekspansi, dimana *refrigerant* mengalami kondensasi akan berfase cair selanjutnya akan masuk ke alat ekspansi serta prosesnya secara insoetalpi (proses tidak mengalami perubahan entalpi tetapi terjadi penurunan tekanan dan temperature).

d. Proses evaporasi 4 – 1

Proses evaporasi terjadi karena *refrigerant* pada saat akan terjadi penguapan membutuhkan kalor, sehingga *refrigerant* yang berada di *evaporator* akan menyerap kalor dari lingkungan atau media yang akan di inginkan. Akibat penyerapan kalor tersebut, maka *refrigerant* akan mengalami perubahan fase, dari air menjadi uap jenuh. Besarnya kalor yang diserap oleh *refrigerant* di *evaporator* adalah :

$$q_c = (h_1 - h_4) \dots \dots \dots (2 - 3)$$

dimana :

q_c = besarnya kalor yang diserap di *evaporator* (kJ/kg)

h_1 = enthalpy *refrigerant* pada saat masuk *evaporator* (Kj/kg)

h_4 = enthalpy *refrigerant* pada saat keluar *evaporator* (Kj/kg)

Berdasarkan besaran-besaran diatas tersebut maka akan didapatkan prestasi daur kompresi uap standar yang disebut dengan *COP* (*Coefficient Of Performance*) sistem untuk menghitung besarnya nilai *COP* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

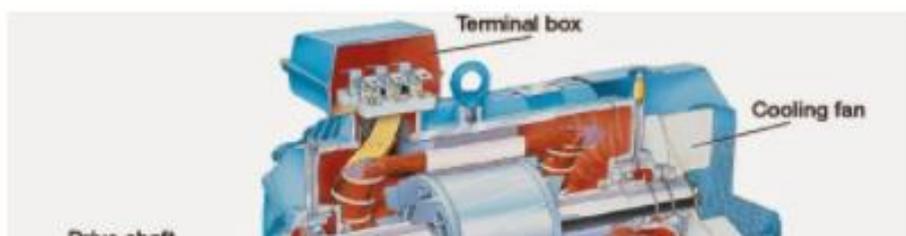
$$COP = \frac{\text{Efek refrigerasi}}{\text{Kerja Kompresi}}$$

$$COP = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)}$$

4.3 Analisa Uji Kinerja Motor Listrik Pada Sistem Air Conditioner

1. Motor listrik jenis AC Induksi

Motor AC adalah motor yang menggunakan tegangan listrik AC atau bolak balik untuk sumber energinya. Motor AC tidak menggunakan magnet permanen, melainkan menggunakan bahan induksi besi lunak atau besi khusus untuk menyalurkan gaya induksi menjadi gerakan. Secara teknologi motor jenis AC adalah yang paling bagus. Motor listrik yang sudah populer saat ini rata-rata menggunakan jenis motor AC induksi.



Gambar bagian-bagian motor AC induksi

Motor AC induksi memiliki kelemahan pada pengontrolan, tidak mudah dalam membuat controller AC induksi. Harga controller AC saat ini cukup mahal dan juga membutuhkan encoder untuk menyensor dan menyeimbangkan pengontrolan.

Keunggulan yang paling dimiliki oleh motor AC adalah tingkat efisiensi dan kekuatan powernya.

Motor AC memiliki keunggulan :

1. Putaran maksimum yang tinggi
2. Memiliki rentang rpm yang jauh
3. Efisiensi tinggi
4. *Power weight* ratio tinggi
5. Support daya hingga >100 KW

Motor AC juga memiliki kelemahan :

1. Harga controller yang mahal
2. Membutuhkan voltase yang besar
3. Tidak memiliki torsi yang kuat pada putaran rendah.

2. Perencanaan desain motor listrik

Perencanaan desain motor listrik dilakukan dengan model yang diinginkan telah ada namun perlu diganti beberapa parameter untuk menyesuaikan dengan motor AC yang telah dibeli. Terdapat 3 bagian utama pada motor listrik AC yaitu :

1. Stator
2. Rotor

3. Terminal box

Tabel nilai default pada komponen motor AC

3. Pengujian Motor Listrik

Pada bagian ini ada 2 parameter yang dapat diganti agar sama dengan spesifikasi motor AC yang telah di ujiperformanya. Yaitu parameter RPM dan Torsi. Untuk penentuan parameter RPM dilakukan proses eksperimen sedangkan penentuan parameter torsi dilakukan proses perhitungan secara manual karena

NO	Bagian pada motor AC	Parameter	Satuan	Nilai
1	Equivalent circuit	Resistance	OHM	0,2
2	Rotor values	Inertia	kgm	0,089
3	Rotor values	Friction	Nms	0,005
4	Rotor values	Pole pairs	pasang	4
5	Rotor values	Speed	0	Rad/s
6	Rotor values	Angle	0	Deg

asan alat yang digunakan untuk pengujian torsi.

1. Pengujian RPM

Menggunakan alat Tachometer dan reflector

2. Karakteristik motor AC

Setelah dilakukan pengujian didapat hasil bahwa putaran motor yang dihasilkan dari motor AC yang dikita miliki sebesar 850 RPM.

3. Penentuan nilai Torsi

Nilai torsi pada motor AC ditentukan melalui perhitungan secara numeric. Seperti kita ketahui motor yang kita miliki memiliki daya sebesar 746 watt dan putarannya sebesar 850 RPM, sehingga kita harus mengubah putaran menjadi kecepatan sudut. Adapun perhitungannya adalah :

$$\omega = 48,91$$

$$P = V.I$$

$$P = 52 \text{ volt} \times 15,1 \text{ ampere}$$

$$P = 785.2 \text{ Watt}$$

Maka perhitungan torsi yang dilakukan adalah :

$$P = T \times \omega$$

$$785.2 = T \times 48,91$$

$$T = 16,054 \text{ Nm}$$

4. Hasil karakteristik dan pengisian parameter

Dari semua hasil eksperimen dan perhitungan secara numeric didapat data sebagai berikut :

$$L = 0,51 \times 10 \text{ min } 3 \text{ H}$$

$$R = 0,156 \text{ OHM}$$

$$\text{RPM} = 850$$

$$T = 15,28 \text{ Nm}$$